



**Comune di Fontanelle**  
**Provincia di Treviso**

**PICIL**  
**Piano dell'Illuminazione per il**  
**Contenimento dell'Inquinamento Luminoso**  
*(ai sensi della L.R. 17 del 07 Agosto 2009)*

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI CONTENUTI**  
**DEL PICIL E LINEE GUIDA**

**IL R.U.P.**  
*(Responsabile Unico del Procedimento)*

**IL PROGETTISTA**  
*Per. Ind. Sandro SECOLO*

Rev.	Data	Descrizione / Modifica	Elaborato da	Controllato da	Approvato da	Nome File	Codice
D							
C							
B	Marzo 2023	REVISIONE	P.S.	P.S.	S.S.	844A ER DT 10 B Relazione	
A	Maggio 2014	EMISSIONE	M.M.	M.M.	S.S.	844A ER.DT.10 A Relazione	

Tel. 0422. 815 590  
Fax 0422. 200 556  
email: [studio@studiotecnicosecolo.it](mailto:studio@studiotecnicosecolo.it)  
[www.studiotecnicosecolo.it](http://www.studiotecnicosecolo.it)

**Studio Secolo**  
di Secolo Sandro perito industriale  
Via Sordello, 11  
31046 ODERZO (TV)





## PICIL: “Piano dell’Illuminazione per il Contenimento dell’Inquinamento Luminoso”

### SOMMARIO

<b>1. Premessa</b>	<b>5</b>
<b>2. Intenti del PICIL</b>	<b>7</b>
2.1. Cosa si intende per Piano di pubblica illuminazione	7
2.2. Esigenze e motivazioni	7
2.3. Beneficiari del piano	8
2.4. Vantaggi economici	8
<b>3. Criteri metodologici ed operativi</b>	<b>11</b>
3.1. Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano	11
3.2. Suddivisione del territorio	11
3.3. Rilievo degli impianti esistenti	12
3.4. Linee guida illuminotecniche operative	12
3.5. Linee guida illuminotecniche operative	14
3.6. Progettazione per i futuri impianti	15
<b>4. Inquadramento territoriale</b>	<b>16</b>
4.1. Informazioni generali	16
4.2. Brevi cenni storici	19
4.3. Analisi storico-urbanistica	21
4.4. L’evoluzione storica dell’illuminazione	27
4.5. Previsioni del PAT sul futuro sviluppo del Comune	30
4.6. Inquadramento climatico	31
4.7. L’uso del suolo	33
<b>5. Illuminazione pubblica: stato di fatto</b>	<b>38</b>
5.1. Obiettivi del rilievo	38
5.2. Censimento stato di fatto	39
5.3. Suddivisione tipologica nel territorio	39
5.4. Lampade, ausiliari e modalità di regolazione degli impianti	40
5.5. Tipologia apparecchi di illuminazione	41
5.6. Conformità alla L. R. Veneto 7 Agosto 2009, n. 17	43
5.7. I regolatori di flusso luminoso ed apparecchi di illuminazione con dimmerazione automatica	45
5.8. Quadri elettrici nel territorio comunale	46
<b>6. L’illuminazione della viabilità stradale</b>	<b>47</b>
6.1. Considerazioni sull’illuminazione delle strade a traffico motorizzato	47
6.2. Caratteristiche geometriche delle strade	50



6.3. Metodologie di analisi e classificazione illuminotecnica .....	54
6.4. Il progetto illuminotecnico stradale.....	57
6.5. Flussi di traffico .....	58
<b>7. Linee guida per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione .....</b>	<b>61</b>
7.1. Definizioni illuminotecniche .....	61
7.2. Progettazione illuminotecnica e ambiti d'applicazione.....	64
7.3. Controllo del flusso luminoso diretto e indiretto.....	66
7.4. Tecnologie esistenti.....	71
7.5. Scelta delle tipologie delle sorgenti per l'illuminazione .....	83
7.6. Sorgenti luminose efficienti.....	84
7.7. Ottimizzazione impianti.....	88
7.8. Zone di studio e valori consigliati .....	91
7.9. Criteri tecnici per impianti specifici .....	92
7.10. Insegne luminose .....	95
7.11. Effetto della nebbia nel meccanismo della visione notturna con luce artificiale .....	97
7.12. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso .....	99
7.13. Analisi dei rischi.....	105
<b>8. Pianificazione adeguamenti per il Comune Fontanelle .....</b>	<b>107</b>
8.1. Iter progettuale .....	107
8.2. Pianificazione degli interventi per il Comune.....	108
8.3. Adeguamenti secondo la L.R. n.17/2009 .....	110
8.4. Consumi energetici.....	112
8.5. Stralci di intervento e risparmio energetico.....	113
<b>9. Specifiche, suggerimenti e linee guida operative .....</b>	<b>115</b>
9.1. Requisiti minimi di progetto .....	115
9.2. Specifiche minime degli impianti elettrici.....	115
9.3. L'installazione.....	123
9.4. Caratteristiche degli impianti elettrici .....	123
9.5. Realizzazione delle infrastrutture .....	127
9.6. Illuminazione stradale .....	130
9.7. Illuminazione privata e pubblica.....	131
9.8. Illuminazione aree verdi, giardini e parchi.....	132
9.9. Illuminazione aree pedonali, piazze, percorsi e piste ciclabili .....	134
9.10. Illuminazione grandi aree, parcheggi e rotatorie .....	135
9.11. Illuminazione passaggi pedonali.....	139
9.12. Analisi delle emergenze architettoniche.....	140
9.13. La gestione .....	142
9.14. Integrazione con il Regolamento Edilizio Comunale .....	142



<b>10. Piano di intervento e manutenzione .....</b>	<b>144</b>
10.1. Piano di intervento.....	144
10.2. Piano di manutenzione.....	146
<b>11. Pianificazione energetica ed economica .....</b>	<b>151</b>
11.1. Piano di energy saving.....	151
11.2. Titoli di efficienza energetica.....	154
<b>12. Supporti normativi alle indicazioni del PICIL .....</b>	<b>155</b>
<b>13. Controllo e verifica dei progetti.....</b>	<b>159</b>
<b>14. Bibliografia .....</b>	<b>166</b>



## 1. Premessa

L'inquinamento luminoso è definito come l'introduzione diretta o indiretta di luce artificiale nell'ambiente con l'aumento della luminosità del cielo e le relative conseguenze.

La luce dispersa verso l'alto illumina le particelle in sospensione nell'atmosfera e le stesse molecole che la compongono: si crea così uno sfondo luminoso che nasconde la luce degli astri. Il fenomeno non sarebbe visibile se non esistesse l'atmosfera oppure se questa fosse perfettamente trasparente. Infatti, è a causa dell'interazione della luce con le particelle presenti in atmosfera che si ha la diffusione della luce. Questo fenomeno provoca di giorno la diffusione della luce solare e di notte la diffusione delle luci artificiali a centinaia di chilometri dalla fonte. Le particelle interagiscono in vario modo a seconda della loro dimensione.

Le emissioni di luce a basso angolo sull'orizzonte sono una delle principali cause dell'inquinamento luminoso diffuso. L'alternarsi tra giorno e notte, tra luce e buio, è un fattore fondamentale per la vita degli esseri viventi siano essi animali o piante. Nel momento in cui si altera questo equilibrio, l'immissione di luce artificiale quando invece dovrebbe essere buio negli ecosistemi in cui vivono e si riproducono gli esseri viventi, vi è il rischio molto concreto di creare danni molto seri.

Gli effetti dell'inquinamento luminoso possono essere riassunti in questo modo:

**Artistico paesaggistico:** i centri storici vengono snaturati rispetto al loro aspetto originale da impianti di illuminazione inadeguati, mal progettati e incapaci di valorizzare gli elementi architettonico-artistici di pregio delle città.

La percezione dei luoghi risulta quindi fortemente alterata.

**Culturali:** l'osservazione del cielo e le conoscenze che ne derivano sono ormai riservate agli esperti del settore, come gli astronomi e gli astrofili, i quali usufruiscono di sofisticati strumenti per l'osservazione del cielo. Questo preclude la possibilità di accedere liberamente da parte di ogni persona ad una scienza che storicamente ha avuto grande rilievo nello sviluppo del pensiero dell'uomo.

**Psicologici:** nell'uomo i riflessi sono metabolici e psichici; la troppa luce o la sua diffusione in ore notturne destinate al riposo provoca disturbi del sonno. Così come dal rumore l'uomo deve ripararsi dalla luce per garantirsi un adeguato riposo.

**Consumi energetici e relativi costi:** la luce emessa verso il cielo è una quantità non indifferente di energia dispersa, che incide significativamente sulle risorse economiche delle amministrazioni oltre che sulle risorse energetiche disponibili.

Una razionalizzazione degli impianti di illuminazione, una ottimale scelta del tipo di lampade (ad alta efficienza e basso consumo), la schermatura delle lampade, l'illuminazione a raso, portano sicuramente ad un notevole risparmio energetico ed a un progressivo miglioramento della qualità del cielo.

La recente introduzione di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata sta spingendo i comuni a dotarsi di piani di illuminazione che definiscano dei criteri omogenei di illuminazione del territorio.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 5 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



In particolar modo la Legge Regionale del Veneto n. 17 del 07 Agosto 2009 *“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”* specifica: *“i comuni devono dotarsi, entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge (entro il 2012), del Piano dell’Illuminazione per il Contenimento dell’Inquinamento Luminoso – PICIL “*

La situazione che si è presentata all’entrata in vigore della suddetta legge si è rivelata piuttosto articolata e confusa, in quanto non esistendo una vera e propria normativa nazionale in materia di illuminazione gli interventi condotti sul territorio, sono e sono stati, realizzati senza alcun intento programmatico, con l’unico scopo di sopperire alle contingenti esigenze che di volta in volta si sono manifestate sul territorio.

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale ed in seguito di organizzare ed ottimizzare in modo organico l’illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della succitata legge. Si pone quindi come strumento principe per renderla più efficace ed operativa.


Gli ambiti operativi dei PICIL sono i seguenti:


- dal punto di vista tecnico pianificano l’illuminazione del territorio, gli interventi di aggiornamento degli impianti e la loro manutenzione;
- dal punto di vista economico permettono di programmare anticipatamente gli interventi e di gestire razionalmente i costi, con un considerevole risparmio energetico.

Gli obiettivi del Piano (art. 1):

 **RIDURRE L’INQUINAMENTO LUMINOSO E OTTICO**

 **UNIFORMARE I CONSUMI ENERGETICI PER L’ILLUMINAZIONE**

 **UNIFORMARE I CRITERI DI PROGETTAZIONE PER IMPLEMENTARE LA QUALITA’ NELL’ILLUMINAZIONE E LA SICUREZZA STRADALE**

 **PROTEGGERE DALL’INQUINAMENTO LUMINOSO L’ATTIVITA’ DEGLI OSSERVATORI ASTRONOMICI, L’AMBIENTE NATURALE E I BENI PAESISTICI**



## 2. Intenti del PICIL

### 2.1. Cosa si intende per Piano di pubblica illuminazione

Quando si parla di Piano di Illuminazione Pubblica si intende un progetto ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata.

Tale Piano, sarà realizzato secondo le specifiche e nel pieno rispetto della legge regionale Veneto n. 17 07 Agosto 2009 e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n.285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n. 9-10 gennaio 1991, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI, DIN e UNI).

Le disposizioni elaborate da tale piano hanno applicazione su tutto il territorio comunale per gli impianti di futura realizzazione e per quelli già esistenti nella misura dettata dalla legge regionale per il loro adeguamento.

### 2.2. Esigenze e motivazioni

- a) Ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso e i consumi energetici da esso derivanti;
- b) Aumentare la sicurezza stradale per la riduzione degli incidenti, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni (nel rispetto del Codice della Strada);
- c) Ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che, da ricerche condotte negli Stati Uniti, tendono ad aumentare là dove si illumina in modo disomogeneo creando zone di penombra nelle immediate vicinanze di aree sovra illuminate o situazioni di abbagliamento;
- d) Favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita;
- e) Accrescere un più razionale sfruttamento degli spazi urbani disponibili;
- f) Migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche e della loro bellezza, con l'opportuna scelta cromatica delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo e senza creare contrasti stucchevoli con l'ambiente circostante (es. con un'illuminazione troppo intensa);
- g) Integrare gli impianti di illuminazione con l'ambiente che li circonda, sia diurno che notturno;
- h) Realizzare impianti ad alta efficienza, mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off, di lampade ad alto rendimento e mediante il controllo del flusso luminoso, favorendo il risparmio energetico;
- i) Ottimizzare gli oneri di gestione e relativi agli interventi di manutenzione;
- j) Tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa;

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 7 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- k) Conservare gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane;
- l) Preservare la possibilità per la popolazione di godere del cielo stellato, patrimonio culturale primario.

### 2.3. Beneficiari del piano

- ❖ i cittadini;
- ❖ le attività ricreative e commerciali;
- ❖ i Comuni gestori di impianti di illuminazione propria;
- ❖ gli enti gestori di impianti di illuminazione pubblica e privata
- ❖ i progettisti illuminotecnici;
- ❖ i produttori di apparecchiature per l'illuminazione e gli impiantisti;
- ❖ gli organi che controllano la sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione;
- ❖ il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale e le Società di assicurazione, per la riduzione del numero degli infortuni ;
- ❖ le forze dell'ordine per la riduzione delle microcriminalità e degli atti di vandalismo;
- ❖ l'ambiente con la salvaguardia della flora e della fauna locale;
- ❖ la ricerca e la divulgazione della cultura scientifica per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

### 2.4. Vantaggi economici

Poiché la nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che derivano da un piano della luce orientato a trovare le migliori soluzioni tecnologiche sono notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: *riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse, controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi, ottimizzazione degli impianti, riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni ed infine utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.*

Ad accrescere i vantaggi economici oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature per l'illuminazione, è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc.) e all'utilizzo di impianti ad elevata tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione.

Le valutazioni di tipo economico saranno appunto oggetto di studio, in una sezione dedicata di codesto piano.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 8 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023





**DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 1059 del 24 giugno 2014**

**Linee Guida per la predisposizione del "Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso" (PICIL).**

**Art. 5, comma 1, lettera a), legge regionale 7 agosto 2009, n. 17.**

*La legge regionale 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", legge nel seguito, persegue, in continuità alla precedente L.R. 22/1997, la prevenzione dell'inquinamento luminoso e ottico sul territorio regionale, al fine di tutelare e migliorare l'ambiente e di conservare gli equilibri ecologici nelle aree naturali protette, contribuendo allo svolgimento dell'attività di ricerca e divulgazione scientifica degli osservatori astronomici, contribuendo nel contempo alla riduzione dei consumi energetici.*

*Al riguardo, la legge individua i compiti che spettano alle varie amministrazioni per la sua attuazione ed in particolare all'art. 5 stabilisce che i Comuni si dotino del "Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso" (PICIL), che costituisce l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale.*

*In particolare, il PICIL rappresenta, per l'Amministrazione comunale che lo redige, un documento che ha l'obiettivo di pianificare l'attività finalizzata al contenimento dell'inquinamento luminoso per la valorizzazione del proprio territorio, il miglioramento della qualità della vita, la sicurezza del traffico e delle persone, il risparmio energetico ed ha inoltre il compito di individuare i finanziamenti necessari per gli interventi programmati e le relative previsioni di spesa.*

*Considerata quindi la complessità della materia e le difficoltà segnalate da alcune amministrazioni nell'avviare tale attività, la Giunta regionale con la deliberazione n. 2410 del 29.12.2011 aveva approvato un documento nel quale venivano individuati, grazie anche al supporto tecnico di ARPAV, i primi indirizzi per la predisposizione di detto Piano.*

*Si deve ora ricordare che l'art. 6 comma 1 della legge ha stabilito l'istituzione, presso la direzione generale dell'ARPAV, dell'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso al quale spetta, tra l'altro, "l'elaborazione di atti di indirizzo e documenti d'informazione per la predisposizione dei PICIL".*

*Con deliberazione n. 2106 del 7.12.2011, la Giunta regionale, ai sensi dell'art. 6 comma 4 della legge, ha provveduto alla nomina dei componenti dell'Osservatorio che risulta composto dal direttore generale dell'ARPAV, con funzioni di presidente, da un rappresentante designato dalle associazioni a carattere almeno regionale aventi a scopo statutario lo studio ed il contenimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso, precedentemente individuate dalla Giunta regionale con proprio provvedimento n. 1820 dell'8.11.2011, da un rappresentante designato dagli osservatori astronomici del Veneto, da un rappresentante designato congiuntamente dagli enti gestori delle aree naturali protette regionali, da un esperto in materia di inquinamento luminoso designato dal presidente dell'Osservatorio, sentite le associazioni individuate dalla Giunta con il citato provvedimento n. 1820/2011.*

*I componenti dell'Osservatorio sopra descritto, nello svolgimento dei compiti a loro assegnati, sono giunti alla elaborazione delle "Linee Guida per la predisposizione dei Piani dell'Illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso di cui alla Legge regionale del Veneto n. 17 del 2009", riportate interamente nell'Allegato A al presente provvedimento del quale costituisce parte integrante.*

*Detto documento, in estrema sintesi, prevede che il PICIL contenga un inquadramento del territorio comunale sotto l'aspetto dell'illuminazione, una classificazione illuminotecnica delle strade e degli ambiti particolari, un'analisi dello stato di fatto dell'illuminazione del Comune, la pianificazione degli adeguamenti necessari e dei nuovi impianti da realizzare, un programma della manutenzione degli impianti di illuminazione ed infine un'analisi economica e del risparmio energetico.*

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 9 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Le "Linee Guida", riprendendo ed elaborando i contenuti espressi dalla Giunta con il provvedimento 2410/2011, perseguono il fine di uniformare l'attività di pianificazione sul territorio regionale, garantendone la conformità ai dettami normativi vigenti, fornendo indicazioni in merito alla realizzazione dei PICIL, descrivendone i contenuti e suggerendo contemporaneamente cenni di buone pratiche e pertanto costituiscono un riferimento fondamentale anche nel caso di rifacimento di impianti comunali di illuminazione pubblica da parte delle Amministrazioni che non si siano ancora dotate del PICIL nonostante l'obbligo disposto con l'art. 5, comma 1 lettera a) della legge.

Risulta inoltre opportuno che ciascun Comune, una volta approvato il Piano, ne trasmetta copia in formato digitale all'ARPAV in modo che possa essere avviata la costituzione di un archivio presso l'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso.

Si propone, quindi di approvare il documento di cui all'Allegato A del presente provvedimento del quale costituisce parte integrante, recante "Linee Guida per la predisposizione dei Piani di illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso di cui alla Legge Regionale del Veneto n. 17 del 2009".

Considerato, inoltre, che molti Comuni non hanno concluso le procedure di approvazioni del PICIL e che potrebbero essere interessati ad integrare il proprio Piano secondo le linee guida allegate al presente provvedimento, si propone di concedere una proroga al termine fissato con la deliberazione della Giunta regionale n. 454 del 10.04.2013, stabilendo la data del 31.12.2014 quale nuovo termine entro il quale i Comuni inseriti nella graduatoria approvata con deliberazione della Giunta regionale n. 2066 del 11.10.2012, dovranno presentare la documentazione prevista per l'erogazione del contributo loro concesso.

Per l'esecuzione del presente atto, si propone di incaricare la Sezione Tutela Ambiente - Settore Tutela Atmosfera per gli aspetti tecnici e la Sezione Coordinamento Attività Operative per quanto concerne gli aspetti finanziari.

Il relatore conclude la propria relazione e propone all'approvazione della Giunta regionale il seguente provvedimento.

**LA GIUNTA REGIONALE**

Udito il relatore, il quale dà atto che la struttura proponente ha attestato l'avvenuta regolare istruttoria della pratica anche in ordine alla compatibilità con la vigente legislazione statale e regionale;

VISTA la legge regionale n. 22 del 22.06.1997;

VISTA la legge regionale n. 17 del 7.08.2009;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 1820 del 8.11.2011;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 2106 del 7.12.2011;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 2410 del 29.12.2011;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 2066 del 11.10.2012;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 2812 del 30.12.2013;

VISTA la deliberazione di Giunta regionale n. 454 del 10.04.2013;

VISTO l'art. 2 comma 2 della legge regionale n. 54 del 31.12.2012;

**delibera**

1. di dare atto che le premesse costituiscono parte integrante del presente provvedimento;
2. di dare atto che la presente deliberazione non comporta spesa a carico del bilancio regionale;
3. di approvare il documento di cui all'Allegato A del presente provvedimento e del quale è parte integrante, recante "Linee

Guida per la predisposizione dei Piani di illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso di cui alla Legge Regionale del Veneto n. 17 del 2009"



### 3. Criteri metodologici ed operativi


#### 3.1. Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano

Al fine della redazione del PICIL è particolarmente significativo prendere atto delle previsioni di sviluppo urbanistico programmate dal PAT ( Piano per l'Assetto del Territorio) per il territorio comunale di Fontanelle. Particolarmente importanti sono le previsioni relative all'espansione residenziale, industriale, commerciale e l'analisi della struttura dei servizi esistenti, in particolar modo: la previsione di nuovi parcheggi e spazi da destinarsi ad uso della collettività, come spazi giochi, verde attrezzato e sport. Solo tramite il confronto con questo strumento urbanistico si possono elaborare delle proposte progettuali in sintonia con le linee di sviluppo del Comune.

Di seguito si riportano i passaggi del piano della luce nelle sue linee essenziali.

#### 3.2. Suddivisione del territorio

Definizione delle scelte tecniche progettuali da adottarsi tenendo conto delle seguenti realtà:

 *Suddivisione in Aree omogenee:*

- aree residenziali;
- centri storici;
- frazioni;
- zone industriali;
- parchi o zone di particolare pregio ambientale;
- strade di grande traffico;
- strade di campagna, etc.

anche in funzione della distribuzione e morfologia del terreno (pianura, collina, montagna), delle caratteristiche ambientali prevalenti che possono influenzare, l'integrità dell'impianto, la viabilità e la visibilità.

 *Relazioni:*

- Introduzione sulla distribuzione del territorio comunale e la sua suddivisione in aree omogenee;
- Caratteristiche storico – ambientali e dell'evoluzione storica dell'illuminazione sul territorio;
- Stato dell'inquinamento luminoso sul territorio di competenza;
- Descrizione delle aree a particolari destinazione, delle zone e degli edifici critici, e del contesto in cui sono inserite;
- Rilievo grafico, documentale e fotografico della situazione esistente nell'illuminazione;

 *Elaborati Grafici:*

- Planimetrie del territorio comunale suddiviso per aree omogenee (compatibile con il PAT).

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 11 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

### 3.3. Rilievo degli impianti esistenti

#### *Rilevamento delle seguenti caratteristiche essenziali degli impianti:*

- Proprietari e gestori (ENEL, Comuni, Enti locali municipalizzati e no, altri).
- Alimentazione, potenze elettriche impiegate e tipo di distribuzione elettrica, quadri elettrici.
- Tipologie degli apparecchi installati (stradali, lampioni, sfere, etc.), dei supporti adottati (pali singoli e multipli, torri faro, a sospensione, a mensola o parete, etc.) e del loro livello di conservazione.
- Distribuzione delle sorgenti luminose suddivise per tipo (fluorescenza, SAP sodio alta pressione o SBP sodio bassa pressione, Ioduri, Metallici, Mercurio, etc.) ed in base alle potenze (50W, 00W, etc.).
- Verifica dell'illuminamento esistente lungo i tracciati viari a maggior rischio, e più elevato traffico e/o impatto sul territorio.

#### *Relazioni:*

- Stato di fatto e sulle condizioni dei quadri e degli impianti elettrici, le loro carenze e la loro conformità alle norme vigenti in materia;
- Stato degli impianti d'illuminazione pubblica esistenti e sulla loro compatibilità con la Legge Regionale n.17/2009 e successive integrazioni;
- "Evidenze" illuminotecniche del comune;
- Rilievo dei parametri illuminotecnici fondamentali.

#### *Elaborati Grafici:*

- Planimetria dei punti luce e delle tipologie esistenti, identificazione quadri elettrici;
- Planimetria delle tipologie esistenti di sostegni e dello stato di conservazione, identificazione delle principali "evidenze" illuminotecniche.

### 3.4. Linee guida illuminotecniche operative

#### *Classificazione Rete Viaria*

- Individuazione della rete viaria esistente (urbana, extraurbana, pedonale, etc.);
- suddivisione e classificazione delle vie sulla base del codice della strada ed alle indicazioni delle norme tecniche ed individuazione dei parametri illuminotecnici caratteristici.

#### *Scelte tecniche – Impiantistiche:*

*Per nuovi impianti o per l'adeguamento di quelli vecchi*


- a) Gradi di protezione (IP) e Classe di isolamento (I o II);
- b) Geometria e tipologia degli impianti (pali, sospensioni, mensole, a parete, torri faro, etc.);



- c) Posa delle linee elettriche (aeree, sotterranee);
- d) Miglioramento del rendimento illuminotecnico globale (rapporto fra flusso utile e potenza installata);
- e) Inserimento in linea di regolatori per il controllo/telecontrollo del flusso luminoso emesso, e la variazione secondo specifiche curve di calibratura;
- f) Prevedere sistemi elettronici diagnostici per ridurre la manutenzione degli impianti e migliorare i servizi.

 *Scelte progettuali specifiche*

- a) Scelte progettuali ed operative per aree omogenee;
- b) Ottimizzazione:
  - della segnaletica luminosa secondo criteri di visibilità e di priorità,
  - dell'illuminazione commerciale nel rispetto della salvaguardia dell'ambiente cittadino, limitandone la potenza, l'estensione e la diffusione.

 *Adozione di criteri antinquinamento luminoso*

- a) Scelte progettuali per applicazioni che richiedono scelte illuminotecniche prioritarie in corrispondenza di aree a rischio (generalmente molto limitate) che richiedono maggiori attenzioni fra le quali:
  - Monumenti e edifici Storici;
  - Centri sportivi (campi di calcio, ippodromi, piscine, palestre, etc.);
  - Aree scolastiche (in prossimità degli ingressi).

 *Relazioni:*

- Classificazione del tracciato viario secondo UNI 11248 e identificazione delle principali aree sensibili classificate secondo EN 13201;
- Analisi statistica dei flussi di traffico transitante sul territorio comunale lungo le principali arterie della rete viaria;
- Linee guida che dettano le scelte tecniche e progettuali illuminotecniche ed elettrotecniche da adottarsi per ciascuna area omogenea o specifica applicazione, e per i futuri impianti d'illuminazione,
- Formulazione di una soluzione integrata di riassetto illuminotecnico del territorio comunale identificando, in ogni specifico contesto: le tipologie di corpi illuminanti da installare, le sorgenti luminose, i tipi di posa e le tipologie di impianti con specifici riferimenti ed esempi progettuali, costruttivi e impiantistici per una integrazione con il territorio, di tutti i servizi logicamente e fisicamente integrabili (gestione funzionale, manutenzione, etc.) nel comparto illuminazione.

 *Elaborati Grafici:*

- Planimetria della classificazione del tracciato viario;
- Planimetria del piano di riassetto del territorio dal punto di vista delle sorgenti luminose;
- Planimetria del piano di riassetto del territorio dal punto di vista delle tipologie di apparecchi.



### 3.5. Linee guida illuminotecniche operative

- Individuazione delle priorità d'intervento per quanto concerne sicurezza, consumo energetico e l'inquinamento luminoso, relativamente a vecchi e nuovi impianti;
- *Verifica della presenza di:* abbagliamenti molesti, illuminazione intrusiva, evidenti inquinamenti luminosi, disuniformità, insufficienza o sovrabbondanza di illuminazione identificando gli elementi correttivi (corredate di schede specifiche d'intervento);
- *Verifica degli impianti d'illuminazione privata* palesemente in contrasto con la L.R. n. 17 del 07 Agosto 2009, e successive modifiche, identificando, le possibili azioni correttive, tenendo conto che questo punto dovrebbe essere oggetto di una verifica specifica e puntuale (corredate di schede specifiche d'intervento);
- *Analisi delle "evidenze"* presenti sul territorio che necessitano particolare attenzione ed approfondimento data la natura storica - architettonica, identificazione di proposte progettuali compatibili con il territorio e le norme vigenti.

#### *Relazioni di Pianificazione:*

- Definizione di un piano di adeguamento degli impianti a medio termine o lungo termine (se non sussista l'obbligo di legge immediato per l' adeguamento del territorio), con l'indicazione degli investimenti da mettere a bilancio secondo le priorità definite con l'amministrazione comunale;
- Definizione dei piani di manutenzione degli impianti.

#### *Relazioni sull'Impatto Economico:*

- Piano di Energy Saving: stesura di una previsione di ristrutturazione corredata di bilancio energetico/economico, e identificazione delle opportunità tecnologiche che potrebbero favorire una illuminazione a basso impatto ambientale e a maggiore risparmio energetico.
- Stima economica dei costi di manutenzione, adeguamento e gestione.
- Previsioni di spesa in relazione alle effettive disponibilità finanziarie ed alle priorità sul territorio.
- Valutazione tecnico/economica dei benefici dell'esecuzione di interventi di manutenzione e di recupero, programmati.

#### *Elaborati Grafici:*

- Planimetria della distribuzione delle situazione critiche (pubbliche e private sul territorio);
- Schede tecniche per ciascun impianto critico con proposta di intervento.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 14 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



### 3.6. Progettazione per i futuri impianti

La progettazione dei futuri impianti deve seguire le direttive della Legge Regionale n. 17/2009, il piano serve proprio a pianificare gli interventi dei prossimi decenni seguendo lo sviluppo del Comune nella sua crescita demografica e nella sua estensione nel territorio.

È chiaro che una progettazione di questo tipo deve prendere in considerazione anche l'aspetto decorativo di arredo urbano, in concomitanza con una politica di risparmio energetico molto scrupolosa.

Per questo motivo il PICIL si prefigge di individuare le zone di prossimo sviluppo e di demandare ad una progettazione illuminotecnica esecutiva il compito di dare tutte le informazioni necessarie per un corretto intervento di illuminazione pubblica.



## 4. Inquadramento territoriale

### 4.1. Informazioni generali

Le esigenze energetiche legate all'illuminazione pubblica e privata di un comune, la distribuzione dei consumi elettrici durante l'anno, la tipologia di risorse utilizzate e molte altre caratteristiche in tema di energia dipendono, tra l'altro, dalle peculiarità geografiche del comune stesso, dalla sua ubicazione, dalla sua rete infrastrutturale e dalla crescita demografica prevista.

Il Comune di Fontanelle occupa un'estensione di 35,53 Km<sup>2</sup> è interamente pianeggiante, ed è situato a 17-18 metri sul livello del mare.

Il comune si trova nella zona delle risorgive, e proprio dai tanti canali e corsi d'acqua che prende il nome. Il principale fiume è il Monticano, seguito dai canali Lia, Rasego, Resteggia, Vallontello e Dolsa.

L'ambito del Capoluogo comprende le aree urbane e periurbane che si dispiegano sull'asse della S.P. 15, ed ospita diverse polarità, sportive e di servizio pubblico (servizi di carattere generale localizzati nel vasto comparto centrale tra via Albina e via Roma, il Municipio posto sull'incrocio con la S.P. 89) attività commerciali e banche attestata su piazza Marconi.

La progressiva espansione urbana è avvenuta nella parte più orientale mentre nel settore occidentale è stata contenuta dalla presenza del Monticano. Il consolidamento del centro è avvenuto per successive addizioni, mantenendo attive all'interno del tessuto alcune attività produttive, di cui il PAT prevede la graduale riconversione, in relazione alla loro localizzazione.

#### **Il territorio poi si articola in una serie di insediamenti residenziali/produttivi:**

##### *Fontanelle Chiesa (Insediativo-residenziale)*

Fontanelle chiesa è un nucleo sviluppatosi storicamente in uno degli ambiti agronomicamente più pregiati posto in prossimità del confine nord – orientale nel punto in cui il Cervadella confluisce nel Monticano. La strutturazione è avvenuta attorno all'emergenza di Villa Tiepolo, ora Marcello Del Majno, importante presidio storico. L'abitato è fortemente compatto, delimitato nella parte settentrionale dall'ampia pertinenza della villa e da un corridoio di aree agricole di pregio segnate dalla panoramica via del Bosco.

##### *Vallonto (Insediativo-residenziale)*

L'ambito comprende il centro abitato di Vallonto, collocato sul settore nordorientale del territorio comunale, verso il confine con Gaiarine. Sorto inizialmente in prossimità dalla chiesa, si è poi consolidato lungo la S.P. 89. Qui, l'espansione lungo il nastro stradale ha determinato la formazione di un sistema lineare e frammentato.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 16 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



*Fontanellette (Insediativo-residenziale)*

L'ambito comprende il centro abitato di Fontanellette, posto sul lato occidentale del territorio comunale, all'incrocio tra la ex S.P. 47, via Bornia e via Ongaresca. Si tratta di un centro consolidato che da sempre gravita su Vazzola, al quale è anche morfologicamente legato. La presenza della Piavesella ha assunto un importante ruolo nello sviluppo economico dell'area grazie allo sfruttamento della forza motrice delle sue acque.

*Lutrano (Insediativo-residenziale)*

Si tratta di un centro residenziale di dimensioni consistenti, posto a valle di Fontanelle lungo la S.P. 15 fra le zone produttive di Fontanelle e quella di Oderzo. Ha subito, al pari del capoluogo, una intensa fase di espansione insediativa che ha portato alla formazione di un nucleo compatto. Tale nucleo ha subito più degli altri una espansione lineare lungo la provinciale dimostrando una tendenza alla saldatura con i centri di Fontanelle e Oderzo, sviluppandosi in maniera più consistente sulla fascia destra del Monticano.

*Zona Industriale (Insediativo-produttivo)*

Accoglie la quasi totalità delle attività produttive del territorio comunale, a ridosso dell'asse della strada Cadore Mare - SP 15 (Via Roma). Conserva limitati margini di ampliamento a sud, verso Via Roma, ed a nord entro la prevista viabilità di circonvallazione del centro abitato di Fontanelle.

Il comune è attraversato dalla SP 15 che collega Conegliano a Oderzo. Lungo questo asse si sono sviluppati i principali insediamenti urbanistici e costituisce pertanto la dorsale viabilistica del territorio esaminato.

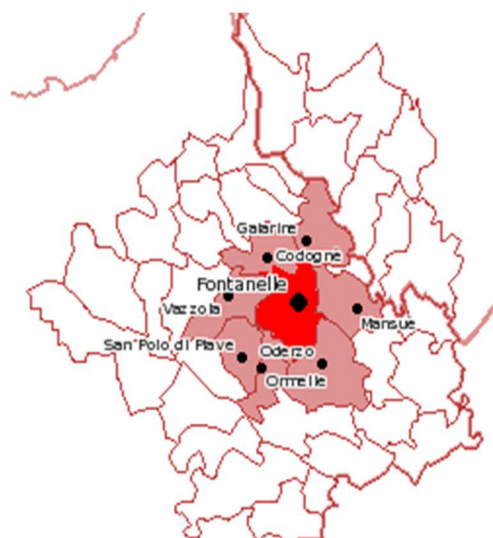




### 1.0 Inquadramento del territorio comunale di Fontanelle

Il Comune di Fontanelle ha una popolazione di 5.850 abitanti.

Una densità per Km<sup>2</sup>: 164,6 e una superficie che si estende per: 35,53 Km<sup>2</sup>.



Confini del territorio di Fontanelle



#### 4.2. Brevi cenni storici

Le origini di Fontanelle possono ricondursi alle popolazioni paleovenete.

Il suo nome deriva dalle frequenti polle sorgive che caratterizzano il territorio; infatti, la fitta rete idrica superficiale viene alimentata da queste sorgenti d'acqua molto frequenti.

Questo territorio migliaia di anni fa doveva presentarsi come un ambiente boscoso, dove la quercia aveva il suo incontrastato dominio, in un terreno non sempre piano, per i numerosi avvallamenti prodotti dal vagare incontrollato delle acque.

A testimonianza di ciò è stata trovata nel 1952 in un terreno torboso in località Palù di Lutrano una quercia di 18 mt. di altezza, che gli esperti hanno definito avere 400 anni di vita e altrettanti di sommersione dentro il terreno.

Le prime tracce umane che si è riusciti ad individuare nel territorio Fontanellese consistono in pochi strumenti ricavati dalla pietra che si sono ritrovati molti anni fa in un territorio a nord del Comune ed ora conservati nel Museo di Oderzo, e che ci parlano probabilmente di accampamenti di cacciatori provenienti dai vicini stanziamenti neoliti del Montello.

In epoca romana il territorio fu sicuramente abitato e subì le benefiche provvidenze ed apporti di quella civiltà, lo attestano (anche se scarsi) ritrovamenti di ceramiche, laterizi, e di altro materiale minuto che senza dubbio risale a tale periodo.

Un'importante strada romana attraversava tutto il territorio comunale: la Oderzo – Serravalle, una via frequentatissima ai tempi dello splendore romano.

Durante il Medioevo Fontanelle, con la popolazione in forte aumento divenne "pieve", cioè chiesa indipendente con clero proprio che celebrava "in loco" le funzioni liturgiche, amministrava i sacramenti, e impartiva al popolo un'istruzione religiosa.

Subito dopo l'anno 1000 sorgevano comunità parrocchiali diocesane intorno alle quali si raggruppavano ville minori con delle cappelle proprie.

La più vecchia confraternita di Fontanelle si presume sia stata la compagnia detta dei "Battuti e dei Flagellati" formata da nobili e plebei, giovani e vecchi che giravano seminudi in processione per il centro flagellandosi le carni. Tale confraternita nata a Perugia verso il 1260 e sorta a Oderzo nel 1313 arrivò a Fontanelle poco dopo stabilendo questo rito.

Nel 1223 Fontanelle era assoggetta agli Ezzelini, successivamente alla fine del XVI secolo venne confermata feudo della casata nobile dei Porcia, dipendendo sempre però dal Patriarcato di Aquileia.

Il 1600 fu un anno segnato da inondazioni, epidemie, fino al 1631 in cui compare la peste. È la stessa epidemia che segnò gran parte dell'Italia e che decimò gran parte della popolazione. Nel periodo della Repubblica Veneta il legno dei boschi del territorio sempre sotto controllo da parte della Serenissima, fu preda dei più disparati interventi, cancellando gran parte del patrimonio boschivo della zona.



Le frazioni di Lutrano, Vallonto, Colfrancui, S. Maria del Palù, non dipendevano da Oderzo e quindi dalla Repubblica Veneta, ma facevano parte del feudo indipendente di Portobuffolè.

Il 1797 segna la fine della Repubblica di Venezia, il cui governo era durato 1000 anni.

Tale accadimento comportò per le popolazioni venete l'arrivo delle truppe di occupazione francesi che presero possesso del territorio depredandolo di tutte le opere d'arti come bottino di guerra.

Sempre nel 1797 le truppe francesi si scontrarono presso il Piave con gli avamposti dell'esercito austriaco.

Dopo vari scontri e ripetuti attacchi da ambo le parti, si arrivò a stilare la pace di Loeben (trattato di pace firmato a Campoformido e Passariano) con il quale i due contendenti si divisero i possedimenti Veneti.

Il 16 Gennaio 1798 gli Austriaci presero possesso del trevigiano in nome di Francesco II di Asburgo e Lorena; il loro arrivo fu celebrato con grandi feste. Nel Marzo del 1799 scoppiò una nuova guerra tra Francia e Austria e con il trattato di Luneville il Veneto ritorna nella mani degli austriaci.

Nel 1805 L'Austria ricede alla Francia, quindi a Napoleone, i territori Veneti avuti a Campoformido

La Francia nel 1809 con a capo Napoleone si riappropria del territorio veneto riportando il dominio francese.

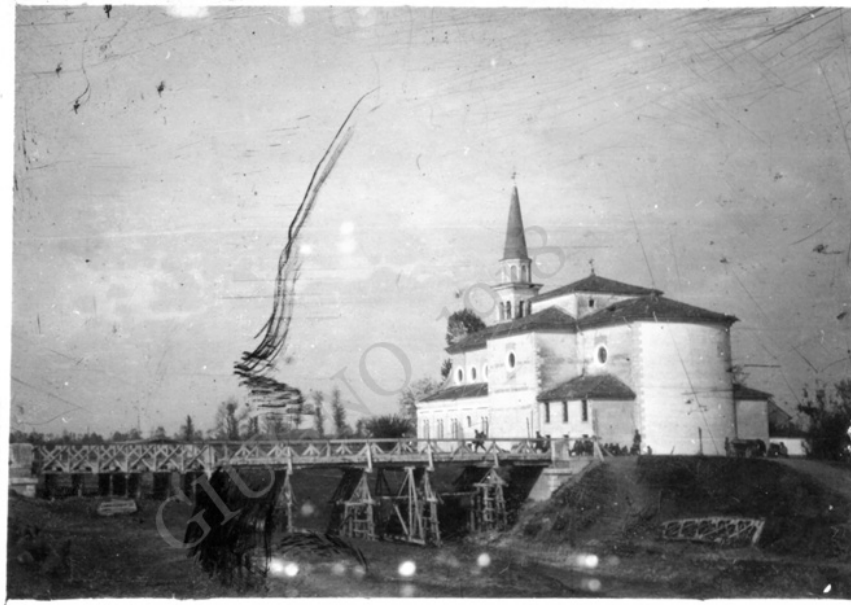
Nel 1808 l'Austria si riarma, si allea con l'Inghilterra e dichiara guerra alla Francia. Le guerre si protraggono negli anni fino al 1814.

Diviene nominalmente autonoma come regno Lombardo-Veneto sotto l'Austria, fino al 1866 in cui la regione viene annessa al Regno d'Italia.



Centro di Fontanelle nei primi anni '900.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 20 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Lutrano con il ponte in legno che attraversa il Monticano – 1918.

#### 4.3. Analisi storico-urbanistica

Fontanelle fu importante come centro abitato fin dal periodo romano perché attraversato dalla strada che congiungeva Oderzo a Serravalle. Su tale direttrice il paese si è sviluppato e ancor oggi il suo sviluppo si deve alla presenza della Cadore – Mare la strada provinciale n. 15 che è l'arteria principale che collega Oderzo alla pedemontana.

Nel corso dei secoli abbiamo visto come il territorio abbia subito guerre e avvicendamenti con l'occupazione delle terre da parte di austriaci e francesi. Solo nel periodo di governo della Repubblica di Venezia i comuni dell'entroterra hanno goduto di buona salute e prosperità a livello amministrativo e anche con sviluppi urbanistici di buon livello.

L'insediarsi delle importanti famiglie veneziane nelle ville costruite nella pianura ha comportato il fiorire di piccoli centri urbani a servizio prima di tali edifici, poi come agglomerati a sé stanti che si sono via via estesi.



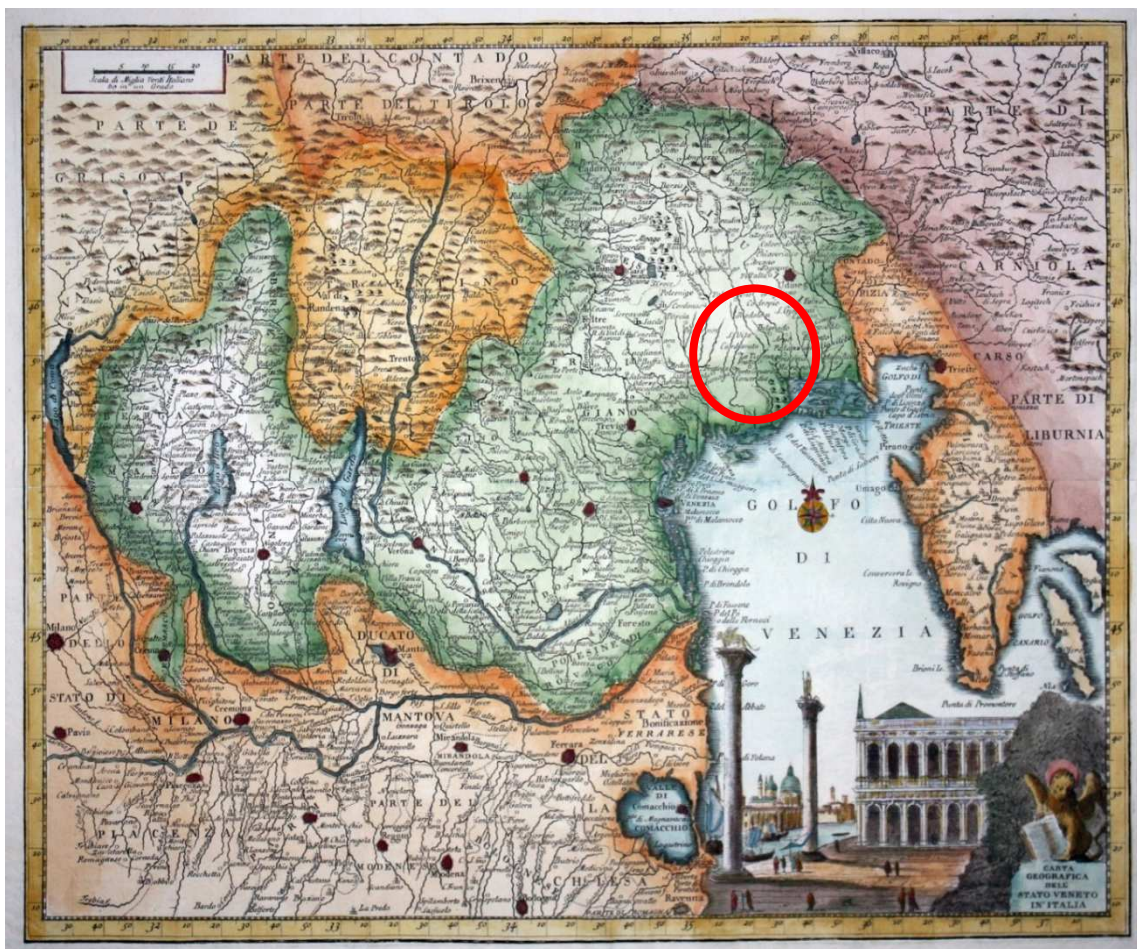
Possedimenti della Repubblica -1640



Zona del trevigiano sotto la Repubblica veneziana 1648



Serenissima1667



La Repubblica di Venezia nel 1751.

L'abitato di Fontanelle oltre al centro che si sviluppa lungo la direttrice stradale è formato da una serie di frazioni che anch'esse hanno avuto origine perché attraversate da strade che mettono in comunicazione diversi centri urbani.

Le stesse frazioni di Lutrano e Fontanelle Chiesa sono le due appendici a Nord e Sud del comune che si attestano sulla provinciale n. 15, mentre Fontanellette è attraversata dalla strada che porta a Vazzola e Vallonto dalla strada provinciale n. 89 che porta a Gaiarine.

Queste zone satelliti che di fatto si presentano come piccoli quartieri con un proprio centro determinato da Chiesa e in alcuni casi scuole, hanno disaggregato il Comune in varie realtà determinando uno sviluppo disomogeneo dell'abitato rispondendo più a concetti di piccolo sviluppo in loco che non ad una pianificazione mirata di Fontanelle come fulcro territoriale per uno sviluppo centrale di servizi per il cittadino.



Carta topografica del 1876.



Fontanelle diviene importante anche per la presenza nel territorio di monumenti e luoghi di interesse di pregevole fattura.

*La villa Marcello* è una villa veneta situata nella parte nord del comune, nelle vicinanze della Chiesa Arcipretale di San Pietro.

Non si sa la data di costruzione, né chi fu l'architetto. Nel 1700 era di proprietà della Famiglia Tiepolo di Venezia (la famosa famiglia di pittori), ma non si sa da quanto appartenesse a detta famiglia. Esiste anche oggi un legato Tiepolo sul benefico parrocchiale di Fontanelle. La villa era stata costruita come "casa da caccia" della famiglia Tiepolo. I Tiepolo fecero anche costruire un oratorio dedicato a San Saba Stratelate perché in essa dovevano essere custodite le spoglie del santo portate a Venezia dall'oriente.

La villa attualmente appartiene alla famiglia dei conti Marcello Del Majno

## VILLA MARCELLO®



Villa Marcello

### *Villa Galvagna*

Villa di stile gotico veneziano situata al confine con il comune di Oderzo. Possiede un ampio parco con un laghetto formato da un ramo morto del fiume Lia.

Negli ultimi anni dell'Ottocento fu ripetutamente ospite della baronessa Galvagna la regina Natalia di Serbia; una bella fotografia ritrae le signore davanti alla grande vetrata a bifora della villa; dietro di loro, in piedi, c'è Draga Mascin, allora dama di compagnia della regina ma destinata a diventare, malgrado le umilissime origini e l'opposizione di tutti, regina di Serbia a sua volta, avendo sposato il figlio di Natalia, re Alessandro Obrenovic. Probabilmente fu a causa di questo odiato e sterile matrimonio che il 16 giugno 1903 si arrivò alla rivolta in favore di una successione dei Karageorgevic ed alla drammatica uccisione della coppia reale.

Un altro personaggio particolare che fu ospite della villa fu Richard Lionel Guidoboni Visconti, presunto figlio di Honoré de Balzac, sepolto nel cimitero di Oderzo. Il bel libro di Eugenio Buccioli "Da Versailles a villa Galvagna" che ne illustra la storia fu presentato nel 1999 nel salone della villa.

Al tempo del barone Galvagna, la villa ospitò una famosa collezione di oggetti di arte giapponese oltre che ad una importante raccolta di reperti archeologici, che si possono oggi ammirare in gran parte nel Museo archeologico di Oderzo. Subentrato nella proprietà della villa, il dottor Giovanni Giol ne volle far dono al Museo con l'intento di salvarli dalla depredazione causata dagli ultimi eventi bellici. Infatti, occupata prima dalle truppe nemiche e poi dagli alleati, diventata ospedale militare americano e quindi rifugio per gli sfollati della grande alluvione del Polesine, la villa cadde in degrado e solo con il recente restauro, unitamente a quello della Barchessa, ha potuto riacquistare la sua perduta bellezza.



Villa Galvagna



Villa Galvagna ai nostri giorni.

#### 4.4. L'evoluzione storica dell'illuminazione

L'avvento dell'illuminazione elettrica fu un prodotto della rivoluzione industriale del XVIII secolo, concepito per continuare a lavorare anche nelle ore notturne.

Prima dell'avvento della luce elettrica esistevano solo lampade ad olio o candele, e i loro costi erano molto elevati, cosicché le classi più povere della popolazione si illuminavano con il solo fuoco del camino acceso per qualche ora alla sera.

Dobbiamo specificare che l'uso della candela è relativamente più recente della lampada ad olio.

Quest'ultima fu inventata dai romani dopo la nascita di Cristo.

Le prime candele invece furono costruite con il grasso animale solido e con la cera d'api, tale confezionamento durò fino al 19° secolo quando furono commercializzate le prime candele di paraffina.

La rivoluzione industriale spinse a ricercare nuove tecnologie più economiche per l'illuminazione, e già dal 1780 le lampade ad olio subirono diversi miglioramenti, per tali lampade era usato dell'olio vegetale che però era piuttosto appiccicoso e di costo piuttosto elevato, nel 1847 lo scozzese James Young creò il primo olio di paraffina, che sostituì velocemente quello vegetale.

In meno di un secolo, la lampada ad olio si trasformò da una sorgente di luce primitiva in una sorgente di luce efficiente.



In questo modo nel tardo Ottocento in epoca Vittoriana anche la casa più modesta possedeva almeno una dozzina di lampade.

1895 la lampada ad olio di prima generazione lascia definitivamente posto alle lampade ad olio di paraffina.

Sempre agli inizi del 1800 ci fu chi provò ad usare come combustibile per l'illuminazione il gas infiammabile.

Il primo a sfruttare commercialmente il gas di carbone fu lo scozzese W. Murdock che nel 1803, illuminò con successo i cantieri dei lavori che stavano svolgendo a Soho.

Negli anni successivi le applicazioni si moltiplicarono finché un intraprendente uomo di affari tedesco F.A. Winzer non fondò "La Compagnia Nazionale della Luce e del Calore " che nel 1812 divenne la maggior industria di forniture di gas del mondo.

Fu solo dopo la guerra 1940-'45 che l'illuminazione elettrica prese il sopravvento. Il gas era anche usato per illuminare veicoli, biciclette, vagoni ferroviari, veniva usato dell'acetilene prodotto da acqua al carburo di calcio immesso in dei serbatoi speciali.

I proprietari di case isolate poterono così dotarsi di un impianto a gas utilizzando lo stesso metodo per l'illuminazione degli edifici.

L'illuminazione pubblica iniziò verso la fine del XVII secolo, fino ad allora per l'illuminazione esterna si era ricorso alle torce, o "flambeaux" bastoni ricoperti di fibre immersi in resine grasse.

Erano portati dai servi per illuminare le strade al passaggio delle carrozze dei loro padroni, oppure alle feste paesane per illuminare le piazze.

Il primo impianto fisso di illuminazione urbana con lanterne ad olio può essere considerato quello di Amsterdam nel 1669.

Nei 50 anni seguenti quasi tutte le città dei vari Stati europei ebbero in qualche misura una illuminazione stradale. Dal 1810 poi con lo sviluppo dell'illuminazione a gas tutte le città si dotarono di impianti per i centri urbani. Ancor oggi esistono alcune realtà in cui è usato questo tipo di alimentazione, un po' per motivi estetici un po' per un ricordo storico di particolari situazioni ambientali.

Quando nel 1879 Edison e J. Wilson inventarono la lampada ad incandescenza, questa invenzione apportò un autentico cambiamento nell'uso della luce.

Nel 1891 G. Philips iniziò a produrre lampade a filamento di carbone e fondò cos' quella che sarebbe diventata una delle maggiori società di produzione di lampade elettriche al mondo.

1907: produzione della lampada ad incandescenza con filamenti al tungsteno, nel 1960 commercializzazione delle prime lampade ad alogeni.

Dal 1973 le lampade commercializzate ebbero un'efficienza del 50 % maggiore delle precedenti e anche le qualità cromatiche migliorarono. Uno sviluppo importante si ebbe dal 1980 con l'introduzione delle lampade fluorescenti compatte, dette anche a risparmio energetico.

Negli anni 60 fu inventata la lampada a vapori di mercurio ad alta pressione, con l'aggiunta di alogeni, che ancora oggi sono presenti in misura piuttosto elevata nelle nostre città (zona industriale di Fontanelle).


Dal 1965 sono però le lampade al sodio ad alta pressione ad essere usate maggiormente per la loro efficienza e resa cromatica.

Nel Comune di Fontanelle l'illuminazione pubblica ha seguito l'evoluzione fin qui descritta possiamo affermare che dagli anni '80 in poi lo sviluppo del centro urbano con la nascita di nuove lottizzazioni attorno al fulcro piazza – municipio ha determinato la necessità di illuminare queste nuove vie con un sistema di illuminazione pubblica abbastanza efficiente. Anche la zona centrale è stata oggetto di un intervento piuttosto massiccio di collocazione di punti luce decorativi che ne ancor oggi rappresentano la caratteristica peculiare del centro urbano.

Anche le frazioni hanno seguito lo stesso sviluppo adottando punti luce decorativi vicino agli edifici monumentali o sociali (chiese, capitelli, scuole, uffici, ecc.) sviluppando complessi d'illuminazione pubblica lungo le vie di lottizzazione.



Lumi a petrolio risalenti alla fine dell'800.

 <b>Studio Secolo</b> Progettazione Impiantistica	SERVIZI DI PROGETTAZIONE - PROGETTO
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI CONTENUTI DEL PICIL E LINEE GUIDA

#### 4.5. Previsioni del PAT sul futuro sviluppo del Comune

Le previsioni del PAT: Piano di Assetto del Territorio approvato con DGP n. 27 del 03/02/2014 e con successiva pubblicazione nel BUR n. 24 del 28/02/14, si basano su due fattori principali lo sviluppo demografico futuro nel territorio e di conseguenza l'analisi se perseguire uno sviluppo residenziale con i relativi servizi o riqualificare l'esistente.

Il quadro delineato per il Comune di Fontanelle di un limitato incremento della popolazione, sposta le azioni strategiche nel territorio in 5 punti significativi che in sintesi possiamo di seguito riassumere:

#### TITOLO II – ASSETTO DEL TERRITORIO

##### Art. 3 - I contenuti generali degli obiettivi dell'assetto del territorio del PAT

1. Per la definizione degli obiettivi generali e delle conseguenti scelte progettuali di carattere strutturale e strategico, il PAT identifica i principali sistemi che strutturano e caratterizzano il territorio nei suoi diversi aspetti:
  - Il sistema insediativo, storico e della contemporaneità;
  - Il sistema ambientale;
  - Il sistema relazionale.
  
2. Per ciascun sistema il PAT individua i principali elementi costitutivi, e ne specifica ed articola le scelte progettuali definendo:
  - a) i vincoli ed elementi della pianificazione territoriale superiore, specificati nella tav. 1;
  - b) le invarianti, costituite da elementi fisici o strategici indispensabili al raggiungimento degli obiettivi del PAT, sono indicate nella tav. 2;
  - c) le fragilità, costituite da elementi caratterizzati da una soglia di rischio, rispetto agli insediamenti e all'ambiente; le aree ricadenti nelle aree di fragilità sono trasformabili nei limiti stabiliti dal PAT e ulteriormente precisati dal PI. Sono indicate nella tav. 3;
  - d) le azioni strategiche, si applicano ad elementi le cui condizioni di trasformazione/attuazione sono definite dal PAT e ulteriormente precisate dal PI. Sono indicate nella tav. 4.
  - e) le azioni di tutela, si applicano ad elementi la cui salvaguardia concorre al raggiungimento degli obiettivi di piano e sono indicate nella tav. 4.
  
3. Ciascuna delle disposizioni riguardanti gli elementi elencati nel precedente comma, e riportata nei successivi Titolo III (Disposizioni generali per l'assetto del territorio) e IV (Disciplina degli Ambiti Territoriali Omogenei), è classificata, in base al carattere specifico, come «direttiva», «prescrizione», o «vincolo».

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 30 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Art. 4 - I contenuti locali degli obiettivi dell'assetto del territorio del PAT

1. Per la definizione degli obiettivi locali e la precisazione delle conseguenti scelte progettuali di carattere strutturale e strategico, il PAT suddivide il territorio in ambiti definiti sulla base di valutazioni di carattere geografico, storico, paesaggistico ed insediativo, denominati Ambiti Territoriali Omogenei (ATO).
2. Gli ATO sono raggruppati nei seguenti «insiemi di ATO» omogenei rispetto all'assetto fisico, insediativo e funzionale prevalente:
  - a) ATO di tipo ambientale.
  - b) ATO di tipo paesaggistico.
  - c) ATO di tipo insediativo residenziale.
  - d) ATO di tipo insediativo produttivo.

Per quanto riguarda le frazioni del Comune per ognuna sono previsti degli interventi atti a completare o riqualificare gli insediamenti, interventi che andremo a definire in maniera più esaustiva nei successivi paragrafi.

**4.6. Inquadramento climatico**

Il clima del Comune di Fontanelle si inquadra in quello tipico della bassa pianura veneta, riassumibile in inverni non troppo freddi ed estati temperate. Il clima che caratterizza quest'area è piuttosto omogeneo, con escursioni medie che arrivano ad un massimo di 15°C circa: a caratterizzare il clima, oltre alla latitudine (45° 83' 70" N - 12° 46' 53" E), sono la vicinanza alla pedemontana che ripara la pianura dai venti provenienti dal nord Europa e i fiumi Monticano e Lia che determinano un'area ambientale più mite.

Sulla base dei bollettini dei valori massimi e minimi mensili pluriennali dell'ARPAV del Centro Meteorologico di Teolo relativi alle temperature dal 1992 al 2001, si evince che il mese più caldo è quello di agosto (con temperature medie attorno ai 25 °C e massime medie di 29°C e un clima caldo-umido), mentre il mese più freddo è gennaio (con una temperatura minima media inferiore allo zero termico, temperatura media giornaliera di 2.0 °C e un clima freddo-secco). Per quanto concerne invece le temperature medie annuali: nel mese di gennaio si registrano 8 °C e nel mese di agosto una media mensile di circa 20,5°C.

Il quadro dei dati disponibili sembra confermare la tendenza globale di innalzamento della temperatura. Non si possono compiere ragionamenti simili riguardo le precipitazioni in quanto non emerge alcuna tendenza lineare di riduzione o aumento del quantitativo annuo. Le precipitazioni sottolineano piuttosto il carattere sempre più marcato ed emergenziale dell'imprevedibilità delle piogge, con l'incremento delle differenze tra anni piovosi e anni asciutti consecutivi.



L'escursione termica e il grado di piovosità incidono sull'illuminazione pubblica esterna in termini di deterioramento degli apparecchi illuminanti, soprattutto per quanto riguarda lo stato di conservazione delle armature, delle ottiche e dei componenti elettrici. Per questo motivo nella scelta degli apparecchi illuminanti da installare è importante controllare il range nominale di temperatura di funzionamento (minimo 30°C max 70°C) e il grado di protezione (IP) delle armature, il quale determina il grado di isolamento fisico dell'involucro dell'apparecchio alla polvere e all'acqua. Con la valutazione adeguata di questi due fattori l'apparecchio scelto sarà idoneo ad essere impiegato anche in ambienti molto ostili da un punto di vista ambientale.

Altro importante fattore è la presenza della nebbia, nei mesi invernali i valori minimi di umidità relativa sono comunque sempre superiori al 70%. Tali valori sono la causa del fenomeno della nebbia. La formazione di condensa sulle superfici trasparenti influenza negativamente l'efficacia luminosa di una sorgente, diminuendo la quantità di flusso luminoso emesso da ogni apparecchio e riducendo così anche la visibilità per tutti gli utenti della strada. Quindi sempre particolare attenzione alle dimensioni e alla tipologia di sorgente da usare e alla posizione dei punti luce in prossimità della viabilità. Analizzando la provenienza dei venti, espressa in direzione media annuale e mensile nel periodo 1992-2002, Fontanelle si caratterizza per venti provenienti da nord-est soprattutto nei mesi invernali, ed il vento prevalente è il vento di bora. Riferendosi alla velocità, si nota che in media i venti di maggiore velocità soffiano durante i mesi primaverili, con una media di circa 2,5 m/s. Nel resto dell'anno i venti spirano con una velocità media di 1,1 m/s (dati riferiti al periodo 1992-2002, stazione di Mira).

Velocità medie così basse non determinano un pericolo per il sistema di illuminazione pubblica, non essendo in grado di fare oscillare gli apparecchi. È importante ricordare che le strutture di sostegno degli apparecchi illuminanti, costituite principalmente dai pali, devono soddisfare requisiti di resistenza ad eventi atmosferici eccezionali, alla spinta del vento ed alle sollecitazioni meccaniche, anche fino a 150 km/h.





#### 4.7. L'uso del suolo

La Legge Urbanistica Regionale fornisce gli strumenti tecnico-amministrativi per superare la rigidità classificatoria prevista dalla precedente legge attraverso nuove modalità di articolazione del Piano Regolatore Comunale. Il PAT si avvale degli Ambiti Territoriali Omogenei (ATO) e il PI delle Zone Territoriali Omogenee (ZTO).

Per ATO si intendono le porzioni minime di territorio in riferimento alle quali si ritiene possano essere unitariamente considerate e risolte in termini sistemici pluralità di problemi di scala urbana e territoriale, caratterizzate da specifici assetti funzionali ed urbanistici.

Sulla base di valutazioni di carattere geografico, storico, paesaggistico ed insediativo, la metodologia usata per l'individuazione degli ATO si basa sull'analisi dei tessuti urbani in funzione della loro complessità ed articolazione e sulla lettura del territorio in base alle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche.

Il territorio comunale di Fontanelle è stato quindi suddiviso nei seguenti Ambiti Territoriali Omogenei (ATO):

- ATO n°1 comprende la nuova viabilità di progetto di rilevanza strategica;
- ATO n° 4 riguarda il centro abitato di Fontanellette con espansioni residenziali già previste nel PRG, trasformabilità del centro della frazione e la progettazione di servizi di interesse comune (impianti sportivi);
- ATO n°7 prevede il capoluogo Fontanelle con 3 ambiti di espansione residenziale, nella parte nord, 3 zone di riqualificazione e riconversione, a nord ed est, e la costruzione di un parco urbano.
- ATO n°8 per la frazione di Lutrano si prevede un ambito di espansione residenziale e un'area di riqualificazione e riconversione a nord del Monticano, nella zona sempre a nord sarà prevista anche una parte di nuova viabilità a supporto dei nuovi ambiti, e un giardino pubblico di quartiere.
- ATO n°9 ha carattere insediativo-produttivo, accoglie gran parte delle attività produttive del territorio comunale a ridosso della strada Cadore Mare SP 15 (via Roma), conserva limitati margini di ampliamento.
- ATO n°6 comprende la frazione di Vallonto che si sviluppa lungo la SP 89, qui viene confermato l'ambito di espansione residenziale già previsto dal PRG, e alcune zone di riqualificazione del tessuto urbano. Anche in questa frazione vengono previsti servizi di interesse comune (impianti sportivi non agonistici).



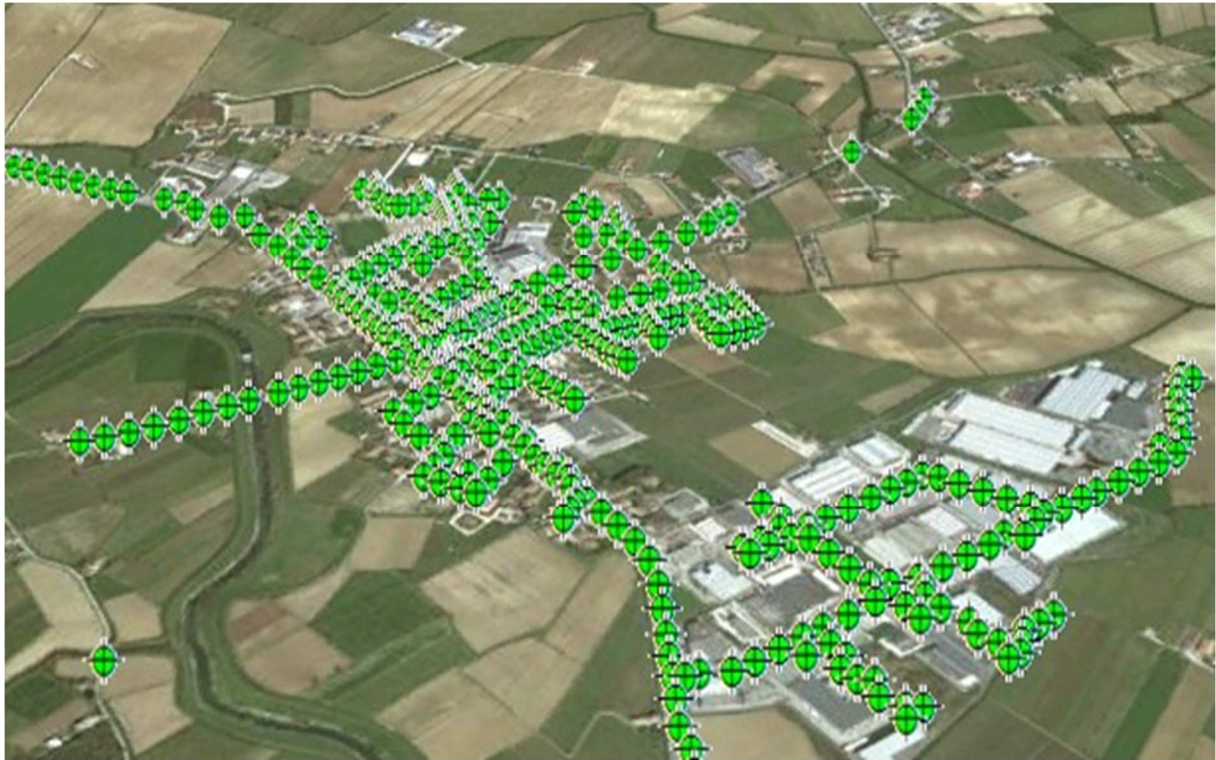
**Immagine del rilievo georeferenziato del  
Comune di Fontanelle attraverso strumentazione GIS.**



**Settore 02.01 - Fontanellette**



**Settore 02.02 - Fontanelle Chiesa**



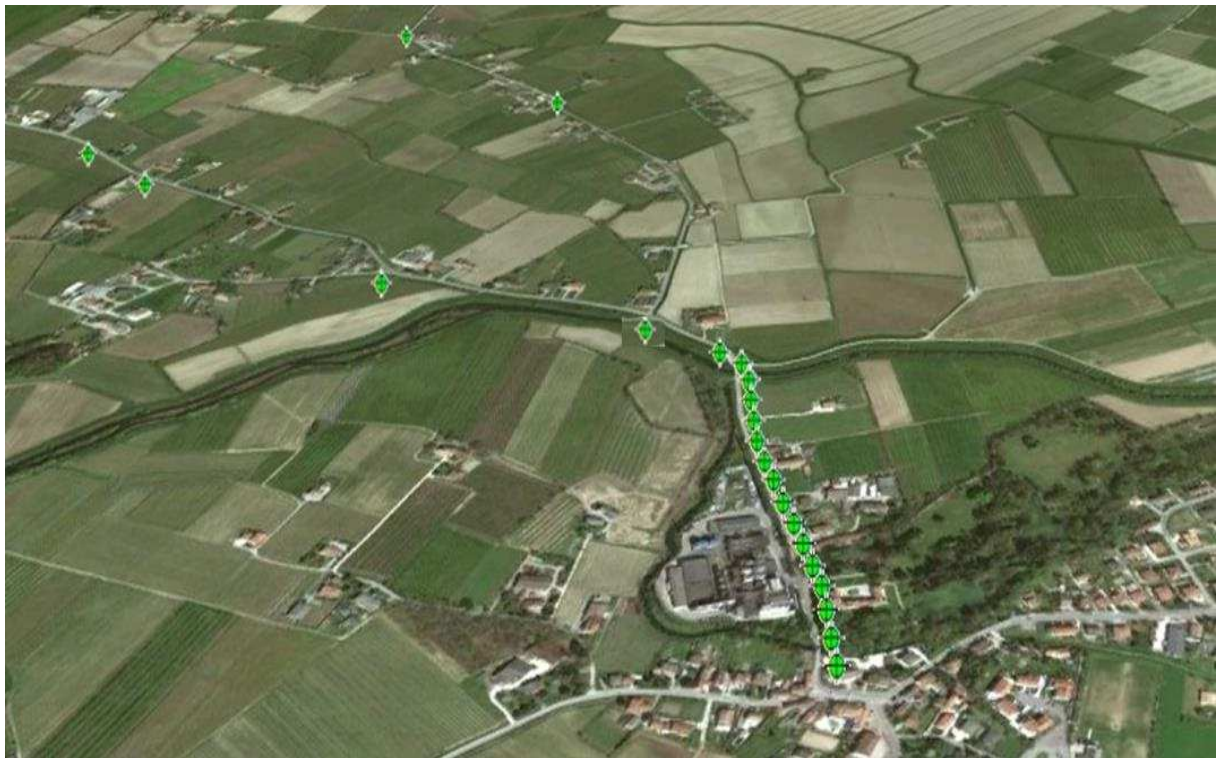
**Settori 02.03 / 02.04 - Fontanelle Centro e Z.I.**



**Settore 02.05 - Vallonto**



**Settore 02.09 - Lutrano / Oderzo**



**Settore 02.13 - Area Oleificio S. Maria del Palù**



## 5. Illuminazione pubblica: stato di fatto

### 5.1. Obiettivi del rilievo

La realizzazione di un rilievo della pubblica illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale nel momento contingente ed in seguito di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della L.R. Veneto 7 Agosto 2009, n.17.

L'attuale situazione che si presenta in Veneto all'entrata in vigore della suddetta legge è piuttosto articolata e confusa, in quanto non esistendo una vera e propria normativa nazionale in materia di illuminazione gli interventi condotti sul territorio sono stati realizzati senza alcun intento programmatico, con l'unico scopo di sopperire alle esigenze che di volta in volta si sono manifestate nelle realtà locali.

L'analisi della situazione esistente è stata realizzata mettendo insieme le informazioni derivanti:

- dal rilievo eseguito con strumentazione GIS\* degli apparecchi di illuminazione e dei sostegni mediante posizione, altezza e loro caratteristiche;
- interpolazione di dati con le direttive di conformità alla Legge Regionale Veneto n. 17 del 2009 "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";
- valutazione dell'efficienza energetica dell'impianto di illuminazione pubblica e individuazione degli interventi prioritari per la riqualificazione ed il risparmio;

*\*GIS = Geographic Information System è sistema informativo computerizzato che permette l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-riferiti).*

Il rilievo effettuato può considerarsi la base di partenza per una seria valutazione dello stato illuminotecnico del Comune di Fontanelle e per un'attività di programmazione nel tempo di interventi mirati a soddisfare esigenze normative e di carattere energetico/economico.

**Il rilievo eseguito ha fotografato uno stato soddisfacente dei punti luce esistenti sia per la loro collocazione nel territorio comunale, sia per lo stato di funzionamento che si è potuto constatare essere buono.**

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 38 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



## 5.2. Censimento stato di fatto

La mappa completa con la posizione dei punti luce della pubblica illuminazione installati presso le strade, piazze, i parchi, gli impianti sportivi e le altre aree pubbliche è consultabile in formato cartaceo o in file pdf.

Dal censimento emerge che il sistema della pubblica illuminazione del Comune di Fontanelle si compone di 939 punti luce su palo a servizio di strade, piazze ed aree scoperte e dispone di 57 punti di consegna in bassa tensione (contatori allacciati alla rete elettrica).

Il territorio comunale è formato da una serie di frazioni, caratterizzate da agglomerati urbani di dimensioni contenute, partendo dal centro di Fontanelle e da una capillare distribuzione di strade extraurbane periferiche servite da punti luce isolati.

Nel censimento non sono presenti gli impianti dedicati ad accensione temporanea quali quelli al servizio dell'illuminazione sportiva.

Si precisa che eventuali variazioni di posizione dei punti luce o l'assenza grafica di questi nella cartografia può manifestarsi durante la sovrapposizione delle mappe GIS alle Carte Tecniche Regionali non sempre aggiornate e non sempre precise e ricche di riferimenti a cui agganciare i dati in nostro possesso. Il database comunque garantisce la rilevazione del 98 % dei dati e diviene lo strumento di riferimento principale.

La probabilità di errore sui dati si può stimare all'incirca attorno al 2% questo può derivare dalla mancata rilevazione di qualche punto luce situato in zone poco accessibili e da valutazioni approssimative, in mancanza di dati certi, sulla natura di certe sorgenti luminose di vecchia concezione. Tale margine è più che sufficiente per un'analisi statistica delle caratteristiche essenziali dell'illuminazione sul territorio.

## 5.3. Suddivisione tipologica nel territorio

Dal rilievo eseguito valutiamo la quantità delle sorgenti luminose in funzione alla loro applicazione.

Le considerazioni che si possono fare sono le seguenti:

- a) le applicazioni di tipo stradale costituiscono 93% del totale;
- b) a questi devono essere aggiunti quelli per le applicazioni in ambito stradale, rotatorie, incroci importanti, del 1%;
- c) e un'ulteriore aggiunta deriva da corpi illuminanti a servizio dei parcheggi urbani, dell'1%;
- d) Complessivamente l'illuminazione di tipo funzionale copre il 95% del totale;
- e) una percentuale è rappresentata dagli apparecchi per l'illuminazione di piazze o luoghi a carattere monumentale 1%;
- f) l'illuminazione a servizio di percorsi ciclabili pari 1%;
- g) l'illuminazione di parchi urbani è collocata su 1%;
- h) l'illuminazione di aree industriali/artigianali 2%.

Dall'analisi dei dati raccolti e dalla conformazione del territorio si deduce che le parti più importanti della viabilità comunale hanno una copertura d'illuminazione sufficiente che garantisce uno stadio di sicurezza di buon livello.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 39 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Soprattutto gli interventi degli ultimi anni alla viabilità principale hanno determinato un livello di illuminazione e sicurezza degli incroci importanti di elevato standard e in conformità alle norme dettate dalla Legge Regionale n.17 del 2009.

Gli apparecchi di illuminazione di tipo stradale sono il 65%, gli altri apparecchi appartengono alla categoria principalmente di arredo urbano 35% e sono concentrati principalmente nelle zone centrali dell'abitato e nelle nuove lottizzazioni.

La quota di apparecchi decorativi sta lentamente prendendo piede anche nel campo degli apparecchi stradali si auspica che tale tendenza possa nel tempo costituire un arricchimento dal punto di vista estetico.

#### **5.4. Lampade, ausiliari e modalità di regolazione degli impianti**

Attualmente nel Comune di Fontanelle sono presenti, per la maggior parte dell'impianto di pubblica illuminazione, apparecchi di illuminazione con sorgenti a LED ad alta efficienza (circa il 66% del totale).

Le rimanenti lampade a scarica attualmente installate sono di due tipologie: vapori di sodio alta pressione da 100 W a 150 fino a 250W (circa il 31%) e ai vapori di mercurio da 80 W a 125 W (circa il 3%).

Dalla nostra analisi le residue lampade ai vapori di mercurio si trovano sostanzialmente nella zona industriale di Fontanelle.

La necessità di un intervento di ammodernamento delle sorgenti luminose impiegate è riconosciuta dalla Direttiva Europea 2002/95/CE dove si determina che le lampade ai vapori di mercurio non sono più fabbricate dal primo luglio 2004 e vendute dopo il primo luglio 2006, visto il loro potere inquinante.

Le lampade a scarica non sono in grado di funzionare senza specifici ausiliari elettrici, costituiti dagli alimentatori di tipo ferromagnetico o elettronico.

Per quanto riguarda le modalità di regolazione degli impianti esistenti, sono realizzate come di seguito specificato:

- gli apparecchi di illuminazione a LED sono tutti dotati di alimentatori con dimmerazione automatica;
- n°4 impianti sono dotati di riduttori del flusso luminoso centralizzati per le lampade a scarica.



**GRAFICO 5.a**

**5.5. Tipologia apparecchi di illuminazione**

Gli apparecchi illuminanti installati sono di 16 tipi diversi (si veda tabella con la suddivisione per tipologia).

La maggior parte sono di tipo stradale e si possono così riassumere:

**TABELLA 5.b**

PROG.	MODELLO ARMATURA	STRADALE	DECORATIVO	Q.TA'	PERC. %
01	AEC ITALO 1	X		437	40,46%
02	AEC ITALO 2 URBAN TP		X	102	9,44%
03	AEC I-TRON 1	X		83	7,69%
04	AEC ECO-RAYS TP		X	28	2,59%
05	AEC ECOLO		X	46	4,26%
06	AEC ECOLO BR		X	6	0,56%
07	AEC ECOEVO		X	96	8,89%
08	AEC NEMESI		X	7	0,65%
09	AEC GLOBO DUE		X	35	3,24%
10	AEC SFERA OPACA		X	8	0,74%
11	IGUZZINI LAVINIA		X	26	2,41%
12	FAEBER KAPPA	X		53	4,91%
13	FIVEP CERVIA		X	32	2,96%
14	FIVEP NOVA	X		7	0,65%
15	FIVEP POLARIS T5	X		6	0,56%
16	PHILIPS SGS 203	X		108	10,00%
<b>TOTALE</b>				<b>1080</b>	<b>100%</b>

GRAFICO 5.c

### TIPOLOGIE ARMATURE STRADALI

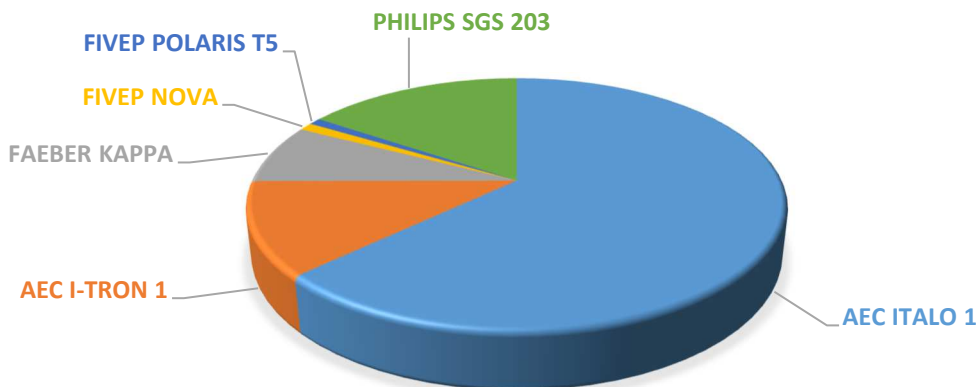
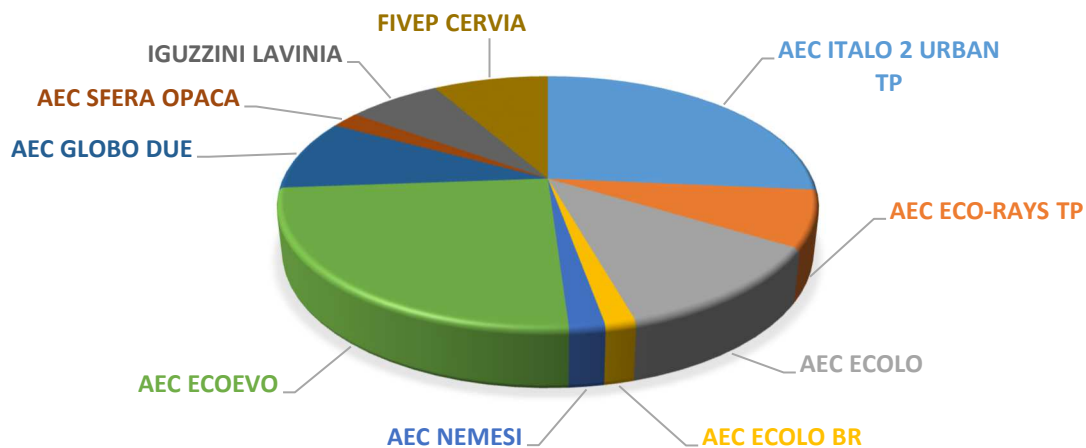


GRAFICO 5.d

### TIPOLOGIE APPARECCHI DECORATIVI



Il Comune di Fontanelle non presenta un numero elevato di modelli installati, questo comporta già di per sé un risparmio in termini di manutenzione e di controllo sull'apparato illuminante.

**Il Comune di Fontanelle negli ultimi anni ha realizzato e sta realizzando diversi interventi di ammodernamento degli impianti esistenti ed efficientamento energetico, che comprende la sostituzione dei vecchi apparecchi di illuminazione a scarica con apparecchi di nuova tecnologia a LED, a basso consumo energetico e nullo inquinamento luminoso.**



## 5.6. Conformità alla L. R. Veneto 7 Agosto 2009, n. 17

Continuando la nostra analisi dal punto di vista morfologico dei punti luce possiamo suddividere i punti rilevati in “a norma e non a norma di legge”. Tale discriminazione fondamentale per questo studio ci viene data dalla conformazione delle armature. La Legge Regionale n. 17 del 2009 all’**art. 5 comma 5** individua le competenze riservate ai Comuni per il contenimento energetico: punto a) “I Comuni devono provvedere alla sostituzione dei vecchi impianti con nuovi impianti a più elevata efficienza e minore potenza installate, quando possibile, e realizzare i nuovi impianti con sorgenti luminose di potenze inferiori a 75W a parità di punti luce; punto b) devono adottare dispositivi che riducano il flusso luminoso installato”

Individua poi all’**art. 9 comma 2** tutti i requisiti che i nuovi impianti di illuminazione devono soddisfare e tutte le possibilità di adeguamento per quelli esistenti:

*“Si considerano conformi ai principi di contenimento dell’inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:*

*a) sono costituiti di apparecchi illuminanti aventi un’intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre;*

*b) sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore.*

*È consentito l’impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a  $Ra=65$ , ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l’illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi d’illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle disposizioni di cui al comma 2 lettere a) e c) e l’efficienza delle sorgenti sia maggiore di 90lm/W;*

*c) sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media sulle superfici non deve superare 1 cd/mq;*

*d) sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull’intero impianto e riducono il flusso luminoso in misura superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro. La riduzione di luminanza, in funzione dei livelli di traffico, è obbligatoria per i nuovi impianti d’illuminazione stradale.*

All’**articolo 10** la legge definisce gli interventi sull’esistente per contenere l’inquinamento luminoso e per dare maggior efficienza ai punti luce “Per gli impianti di illuminazione esistenti alla data di entrata in vigore della presente legge e non rispondenti ai requisiti di cui al presente articolo, è disposta la modifica dell’inclinazione degli apparecchi secondo angoli prossimi all’orizzonte, con inserimento di schermi paraluce atti a limitare l’emissione luminosa oltre i 90 gradi”.

L'art. 12 determina le disposizioni per l'adeguamento degli impianti esistenti:

"a) **entro 5 anni – (Agosto 2014)** dall'entrata in vigore della legge, gli impianti con apparecchi d'illuminazione con singola sorgente di luce di potenza maggiore o uguale a 400 Watt non rispondenti ai requisiti e criteri di cui all'art. 9 vanno sostituiti o modificati;

b) **entro 10 anni (Agosto 2019)** dall'entrata in vigore della legge, gli impianti d'illuminazione con apparecchi con singola sorgente di luce di potenza maggiore o uguale a 150 Watt ma inferiori a 400 Watt non rispondenti ai requisiti e criteri di cui all'art. 9 vanno sostituiti o modificati;

c) *salve le disposizioni di cui all'art.9, comma 4 (deroghe), entro 15 anni (Agosto 2024) dall'entrata in vigore della presente legge, gli impianti d'illuminazione con singola sorgente di luce di potenza inferiore ai 150 Watt, non rispondenti ai requisiti e criteri di cui all'art.9, commi 2 e 3, vanno sostituiti o modificati."*

Quindi per quanto riguarda la forma delle armature tutte quelle che presentano forme sferiche e curve con gradi dei fasci di luce che proiettano verso l'alto sono da considerarsi fuori norma, obsolete, di riconosciuta inefficienza, abbaglianti e di pessima qualità dell'illuminazione.

Possiamo indicare la presenza, nel territorio comunale, del 23% di apparecchi dotati di vetro curvo prismaticizzato.

Dal rilievo degli apparecchi di illuminazione si evince che:

- ✚ 828 punti luce sono senz'altro conformi alla L.R. n. 17 del 2009;
- ✚ 252 andrebbero opportunamente sostituiti, perché vecchie armature non corrispondenti ai nuovi parametri illuminotecnici e per aumentare l'efficienza degli impianti;

✚ **TABELLA 5.e**

TIPO DI CHIUSURA	INCLINAZIONE SBRACCIO (rispetto all'orizzontale)	INCLINAZIONE APPARECCHIO (rispetto all'orizzontale)	CONFORMITA' ALLA L.R. n. 17 del 2009
ARMATURA			
VETRO PIANO	0°	0°	SI
VETRO PIANO	> 0°	> 0°	NO
VETRO PIANO	0°	> 0°	SI
VETRO PIANO	> 0°	0°	NO
VETRO CURVO	QUALSIASI	QUALSIASI	NO
VETRO PRISMATIZZATO	QUALSIASI	QUALSIASI	NO
OTTICA APERTA	QUALSIASI	QUALSIASI	NO



La maggior parte dei punti luce presenti sono costituiti da armature conformi alle direttive regionali. Le rimanenti non conformi andrebbero sostituite.

Per quanto riguarda le sorgenti luminose si può affermare che la netta maggioranza sono a LED e ai vapori di sodio alta pressione, perciò conformi con la normativa vigente, le applicazioni ai vapori di mercurio, usate nella zona industriale, andrebbero sostituite quanto prima.

I tipi di supporto esistenti si presentano un buono stato di conservazione, alcuni avrebbero bisogno di una nuova verniciatura, ma nel complesso la maggior parte si presentano ancora integri, si può rilevare come si usi maggiormente il modello testa palo e come quello a braccio si ritrovi soprattutto nei punti luce isolati.

#### **5.7. I regolatori di flusso luminoso ed apparecchi di illuminazione con dimmerazione automatica**

I regolatori di flusso sono in grado di attenuare il flusso luminoso emesso dalle lampade nelle ore centrali della notte e permettono di ottenere un buon risparmio energetico, senza penalizzare la qualità del servizio; il loro impiego, dunque rappresenta una delle misure prioritarie di incremento dell'efficienza energetica del sistema della pubblica illuminazione.

Infatti, la normativa non permette più di adottare lo spegnimento alternato dei punti luce lungo le direttrici stradali per non compromettere l'uniformità della luminanza sulla sede stradale, in questo modo i regolatori di flusso sono un mezzo che permette la regolazione centralizzata ed il risparmio energetico nelle vie comunali.

L'accensione e lo spegnimento di tutto il parco lampade è comandato da interruttori crepuscolari oppure astronomici. L'installazione dei regolatori di flusso per la riduzione della tensione e, conseguentemente dei consumi fino ad un massimo del 50% nelle ore centrali notturne deve sottostare ad una serie di caratteristiche date dal parco luci esistente. Perché i regolatori funzionino perfettamente le lampade devono essere ad alta efficienza (quelle al mercurio non possono essere usate per problemi di accensione) e le cadute di tensione sulle parti terminali, devono essere limitate, altrimenti vi sono problemi di spegnimento delle lampade in coda alle linee.

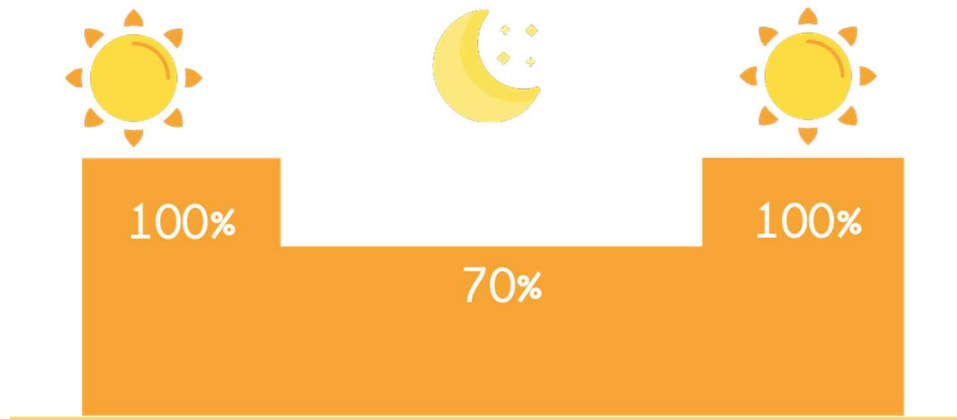
Le installazioni dei regolatori di flusso oltre al risparmio energetico e alla riduzione dell'inquinamento luminoso consente di stabilizzare la tensione di alimentazione ed evitare così le sollecitazioni indesiderate alle lampade, aumentandone la vita media e riducendo gli interventi di manutenzione.

Tuttavia, con l'avvento della tecnologia a LED e di sistemi innovativi, il regolatore di potenza è divenuto uno strumento obsoleto, e sta lasciando spazio ai nuovi apparecchi di illuminazione dotati di driver con dimmerazione automatica.

Un esempio di questa tecnologia è il DA (regolazione automatica del flusso) che consiste in un sistema automatico di regolazione del flusso luminoso. Il sistema funziona in questo modo: viene impostato un profilo automatico che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo il livello di intensità della luce nelle ore centrali della notte.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 45 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

Più precisamente, dall'accensione fino a mezzanotte il flusso luminoso lavora al 100% per poi abbassarsi del 30% fino alle 6.00 del mattino. Da quest'ora in poi, il flusso luminoso inizia a salire per raggiungere nuovamente il 100% (come da immagine seguente).



Un ulteriore esempio è il sistema DAC (regolazione custom) che segue lo stesso principio dell'opzione DA con l'unica differenza che è personalizzabile, ciò significa che è possibile variare gli orari di gestione massima e minima del flusso luminoso a seconda dell'esigenza dell'impianto e in concomitanza con le leggi regionali.

**Proprio quest'ultimo sistema è stato adottato nel comune di Fontanelle nella sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi a LED.**

#### 5.8. Quadri elettrici nel territorio comunale

Nel territorio comunale di Fontanelle esistono 59 punti di consegna, di cui 12 principali di cui 4 dotati di regolatori di flusso, 45 con un punto luce isolato e 2 conchiglie di derivazione.

 **TABELLA 5.f**

NUMERO QUADRI CON REGOLATORI DI FLUSSO	4
NUMERO QUADRI A SERVIZIO DI PIU' PUNTI LUCE	8
NUMERO QUADRI A SERVIZIO DI PUNTI LUCE ISOLATI	45
CONCHIGLIE DI DERIVAZIONE	2
<b>NUMERO QUADRI ELETTRICI TOTALI</b>	<b>59</b>



## 6. L'illuminazione della viabilità stradale

### 6.1. Considerazioni sull'illuminazione delle strade a traffico motorizzato

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

La Norma UNI EN 11248:2012 fornisce una descrizione delle classi stradali sulle quali individua in seguito le categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi.

Di seguito viene riportato il prospetto 1 "Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria" delle UNI EN 11248:2012 in cui ad ogni categoria di strada viene assegnata una categoria illuminotecnica.

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 Aprile 1992, n. 285 e successive modificazioni), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 Novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) dettano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade partendo dalla loro conformazione geometrica e dalle dimensioni delle carreggiate.

La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare, dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare.

Il Codice della Strada divide le strade in 6 grandi categorie:


- Autostrade (extraurbane ed urbane)
- Extraurbane principali
- Extraurbane secondarie
- Urbane di scorrimento
- Urbane di quartiere
- Locali (extraurbane ed urbane)

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati.

Ad esempio, le strade di categoria B, extraurbane principali devono avere 2 o più corsie per senso di marcia, un limite di velocità di 110 km/h, non possono essere usate da biciclette e ciclomotori. Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere 2 o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata.

Le caratteristiche dei vari tipi di strade sono riassunte nella tabella successiva.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 47 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

 <b>Studio Secolo</b> Progettazione Impiantistica	SERVIZI DI PROGETTAZIONE - PROGETTO
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUI CONTENUTI DEL PICIL E LINEE GUIDA

 **TABELLA 6.a**

Classificazione Strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
A - autostrada	2	2+2	
B - extraurbana principale	2	2+2	Tipo tangenziale e superstrade
C - extraurbana secondaria	1	1+1	con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S.
D - urbana di scorrimento veloce	2	2+2	Limite di velocità < 50 km/h
D - urbana di scorrimento	2	2+2	Limite di velocità < 50 km/h
E - urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	solo proseguimento strade C - con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F - extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F - urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F - urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

L'approvazione della Norma europea EN 13201 introduce la possibilità di classificare anche la restante parte del territorio permettendo una migliore e più graduale gestione della luce in tutti gli ambiti cittadini per una migliore fruizione degli spazi ed un corretto uso dei flussi luminosi.

Si riportano di seguito le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi", elaborate dal Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell'art. 13 del D.Lgs. 30 Aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modificazioni.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 48 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023





TABELLA 6.b

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
A	AUTOSTRADA	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□
B	EXTRAURBANA PRINCIPALE	URBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□
C	EXTRAURBANA SECONDARIA	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□
D	URBANA DI SCORRIMENTO	URBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□
E	URBANA DI QUARTIERE	URBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□
F	LOCALE	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
				□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□

Non ammessa in piattaforma (3) □ Esterno alla carreggiata (in piattaforma)  
◆ in carreggiata ◆ parzialmente 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.

**6.2. Caratteristiche geometriche delle strade**

TABELLA 6.c

TIPI SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE	LIMITE DI VELOCITA'	Numero delle corsie per senso di marcia	Intervallo di velocità di progetto		
					Limite inferiore (km/ora)	Limite superiore (km/ora)	
1	2	3	4	5	6	7	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	130	2 o più	90	140
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
		URBANO	strada principale	130	2 o più	80	140
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	40	60
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	110	2 o più	70	120
			eventuale strada di servizio	90	1 o più	40	100
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	60	100
			C2	90	1	60	100
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	70	2 o più	50	80
			eventuale strada di servizio	50	1 o più	25	60
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		50	1 o più	40	60
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	90	1	40	100
			F2	90	1	40	100
		URBANO		50	1 o più	25	60
C <sub>1</sub> - F <sub>1</sub> = strada extraurbana a traffico sostenuto C <sub>2</sub> - F <sub>2</sub> = strada extraurbana a traffico limitato							

*Composizione carreggiata*

TABELLA 6.d

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE			Larghezza min, dello spartitraffico (m)	Larghezza min, della banchina in sinistra (m)	Larghezza min, della banchina in destra (m)	Larghezza della corsia di emergenza (m)	
1	2	3		9	10	11	12	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,6	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio	3,50 **	-	0,50	1,25	-
		URBANO	strada principale	3,75	1,8	0,70	2,50 *****	3,00
			eventuale strada di servizio	3,00 * **	-	0,50	0,50	-
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	3,75	2,50 ***	0,50	1,75	-
			eventuale strada di servizio	3,50 **	2,00 ****	0,50	1,25	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	3,75	-	-	1,50	-
			C2	3,50	-	-	1,25	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	3,25*	1,8	0,50	1,00	-
			eventuale strada di servizio	2,75 **	-	0,50	0,50	-
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		3,00 * **	-	-	0,50	-
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	3,50	-	-	1,00	-
			F2	3,25	-	-	1,00	-
		URBANO		2,75 **	-	-	0,50	-
* m 3,50 per una corsia per senso di marcia, se strada percorsa da autobus. ** nel caso di una strada a senso unico con una sola corsia, la larghezza complessiva della corsia più le banchine deve essere non inferiore a 5,50 m, incrementando la corsia sino ad un massimo di m 3,75 e riportando la differenza sulla banchina in destra. *** per spartitraffico che ricade nel margine interno **** per spartitraffico che ricade nel margine laterale ***** in assenza di corsia di emergenza								

Caratteristiche geometriche

TABELLA 6.e

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE		Larghezza min, del margine interno (m)	Larghezza min, del margine laterale (m)	LIVELLO DI SERVIZIO	Portata di servizio per corsia (autoveic. equiv./ora)	Larghezza minima dei marciapiedi (m)	
1	2	3	13	14	15	16	17	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	4,0 (a)	6,1 (b)	B (2 o più corsie)	1100	-
			eventuale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1350	-
		URBANO	strada principale	3,2 (a)	5,3 (b)	C (2 o più corsie)	1550	-
			eventuale strada di servizio	-	-	D (1 corsia) D (2 o più corsie)	1150 (d) 1650	1,50
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	3,5(a)	4,25(b)	B (2 o più corsie)	1000	-
			eventuale strada di servizio	-	-	C (1 corsia) C (2 o più corsie)	650 (d) 1200	-
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e)	-
			C2	-	-	C (1 corsia)	- 600 (e)	-
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	2,8 (a)	3,30(b)	CAPACITA' (c)	950	1,50
			eventuale strada di servizio	-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		0,50 (segnaletica orizz.)	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e)	-
			F2	-	-	C (1 corsia)	- 450 (e)	-
		URBANO		-	-	CAPACITA' (c)	800	1,50
(a) colonne 9 + (10x2). (b) colonne 9 + 10 della strada di servizio + 11 o 12. (c) in questo caso il livello di servizio non dipende solo dagli elementi geometrici, ma anche dalla regolazione delle intersezioni (ad es. durata di un ciclo semaforico, tempo di verde). (d) nell'ipotesi di flusso 100% in una direzione e percentuale di visibilità per il sorpasso 0%. (e) nell'ipotesi di flussi bilanciati nei due sensi (percentuale di visibilità per il sorpasso 100%).								

*Caratteristiche geometriche.*

TABELLA 6.f

TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE		Regolazione della sosta	Regolazione dei mezzi pubblici	Regolazione e del traffico pedonale	Accessi	
1	2	3	18	19	20	21	
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	strada principale	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
		URBANO	strada principale	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Esclusa la fermata	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi protetti	Ammessi
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	strada principale	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate o in piazzole di sosta	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite apposite	Escluso	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	Ammissa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			C2				
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	strada principale	Ammissa in spazi separati con immissioni ed uscite concentrate	Corsia riservata e/o fermate organizzate	Su marciapiedi protetti	Esclusi
			eventuale strada di servizio	Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata	Su marciapiedi	Ammessi
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzole di fermata o eventuale corsia riservata	Su marciapiedi	Ammessi
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	Ammissa in piazzole di sosta	Fermate organizzate in apposite aree al fianco delle carreggiate	In banchina	Ammessi
			F2				
		URBANO		Ammissa in appositi spazi (fascia di sosta)	Piazzola di fermata	Su marciapiedi	Ammessi

*Caratteristiche geometriche*

### 6.3. Metodologie di analisi e classificazione illuminotecnica

La classificazione illuminotecnica dei tracciati viari a traffico motorizzato si esegue correlando le normative di legge appena descritte alle Norme UNI 11248 e UNI EN ISO 14253.

L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista, quando verifica l'analisi del rischio sui tracciati viari, nello specifico la valutazione della complessità del campo visivo è responsabilità del progettista stesso e più la strada presenta ostacoli, curve ed elevate velocità, più ci saranno parametri da verificare ed esigenze normative da soddisfare. La tabella seguente riassume le direttive della norma UNI 11248, ossia la determinazione della classificazione illuminotecnica del tracciato viario in funzione ai relativi parametri di influenza.

**TABELLA 6.g - Classificazione illuminotecnica di progetto ed esercizio in funzione della categoria della strada e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248:2016.**

Tipo di strada	Portata massima di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria Illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi	Categoria Illuminotecnica di Progetto/Esercizio		
					-1	-2	-3 (**)
					Complessità campo visivo normale	Condizioni NON di conflitto o traffico inferiore al 50% (*)	Traffico inferiore e al 25% (*)
A1	1100	Autostrade extraurbane	130÷150	M1	M2	M3	M4
	1550	Autostrade urbane	130				
A2	650 ÷ 1350	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70÷90	M2	M3	M4	M5
	1150 ÷ 1650	Strade di servizio alle autostrade urbane	50				
B	1000	Strade extraurbane principali	110	M2	M3	M4	M5
		Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70÷90	M3	M4	M5	M6
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70÷90	M2	M3	M4	M5
		Strade extraurbane secondarie	50	M3	M4	M5	M6
		Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70÷90	M2	M3	M4	M5
D	950	Strade urbane di scorrimento	70	M2	M3	M4	M5
			50				
E	800	Strade urbane di quartiere	50	M3	M4	M5	M6
F	450	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70÷90	M2	M3	M4	M5
			50	M4	M5	M6	M6
	450	Strade locali extraurbane	30	C4/P2	C5/P3	C5/P4	C5/P5
			50	M4	M5	M6	M6
800	Strade locali urbane	50	M4	M5	M6	M6	

Tipo di strada	Portata massima di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria Illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi	Categoria Illuminotecnica di Progetto/Esercizio		
					-1	-2	-3 (**)
					Complessità campo visivo normale	Condizioni NON di conflitto o traffico inferiore al 50% (*)	Traffico inferiore al 25% (*)
F	800	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1	C4/P2	C5/P3	C5/P4
		Strade locali urbane: altre situazioni	30				
	800	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2	C5/P3	C5/P4	C5/P5
		Strade locali interzonali	50	M3	M4	M5	M6
F bis		Itinerari ciclo-pedonali	-	P2	P3	P4	P5
		Strade a destinazione particolare	30	P2	P3	P4	P5

(\*) Riferito alla colonna 2 che rappresenta la portata di servizio

(\*\*) Riduzione applicabile solo per la regolazione del flusso luminoso che deve valutare il progettista in relazione alla sicurezza e considerando l'interazione tra tutti i parametri di influenza.

**TABELLA 6.h - Requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale**

Categoria	Luminanze delle superfici stradali				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] cd x m <sup>2</sup>	$U_0$ [minima]	$U_l$ <sup>a)</sup> [minima]	$U_{ow}$ <sup>b)</sup> [minima]	$f_{TI}$ <sup>c)</sup> [massima] %	$R_{EI}$ <sup>d)</sup> [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

- a) L'uniformità longitudinale ( $U_l$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica; tuttavia, possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.
- b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- c) I valori indicati nella colonna  $f_{TI}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.
- d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati; tuttavia, si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato alle zone.

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto per la conformità alla Legge Regionale n. 17/2009 della progettazione illuminotecnica, si devono minimizzare:

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali;
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti.

**TABELLA 6.i - Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare**

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
<b>Strade</b>  <b>Rotatorie, zone conflitto, sottopassi, intersezioni, strade non di classe M in aree di conflitto</b>  <b>Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili, strade non di classe M</b>	M	Luminanza media mantenuta	$\bar{L}$ [cd/m <sup>2</sup> ]	<b>Unif. gen. U<sub>0</sub> [%]</b> <b>Unif. long. U<sub>l</sub> [%]</b>	Abbagliamento massimo	<b>T<sub>i</sub> [%]</b>
	C	Illuminamento orizzontale	$\bar{E}$ minimo mantenuto [lx]	<b>U<sub>0</sub></b> <b>Uniformità di E medio</b> (E <sub>med</sub> /E <sub>min</sub> )	Illuminamento verticale	E <sub>v</sub> minimo mantenuto [lx]
	P	Illuminamento orizzontale	$\bar{E}$ minimo mantenuto [lx]	E <sub>min</sub> Mantenuto [lx]	Illuminamento semicilindrico	E <sub>sc</sub> minimo mantenuto [lx]

**TABELLA 6.I - Parametri illuminotecnici di progetto delle classi C-P-SC-EV**

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico	
Categoria	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	U <sub>0</sub> [minimo]	f <sub>TI</sub> (valore dell'incremento di soglia)	Categoria	E <sub>sc, min</sub> [mantenuto] lx
<b>C0</b>	50	0,40	10	<b>SC1</b>	10,0
<b>C1</b>	30	0,40	10	<b>SC2</b>	7,50
<b>C2</b>	20,0	0,40	10	<b>SC3</b>	5,00
<b>C3</b>	15,0	0,40	15	<b>SC4</b>	3,00
<b>C4</b>	10,0	0,40	15	<b>SC5</b>	2,00
<b>C5</b>	7,50	0,40	15	<b>SC6</b>	1,50
				<b>SC7</b>	1,00
				<b>SC8</b>	0,75
				<b>SC9</b>	0,50



Illuminamento orizzontale				Illuminamento verticale	
Categoria	$\bar{E}$ a) [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$f_{II}$ (valore dell'incremento di soglia)	Categoria	$E_{v, min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	15	EV1	50
P2	10,0	2,00	15	EV2	30
P3	7,50	1,50	15	EV3	10,0
P4	5,00	1,00	20	EV4	7,50
P5	3,00	0,60	20	EV5	5,00
P6	2,00	0,40	20	EV6	0,50
P7	Non determinata				

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di  $\bar{E}$  indicato per la categoria.

*Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti:* quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

 **TABELLA 6.m - Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue**

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
<b>Classe EN 13201</b> <b>Luminanze [cd x m<sup>2</sup>]</b>		M1 2	M2 1,5	M3 1	M4 0,75	M5 0,5	M6 0,3		
<b>E orizzontali</b>	C0 (50 lx)	C1 (30 lx)	C2 (20 lx)	C3 (15 lx)	C4 (10 lx)	C5 (7,5 lx)			
<b>E orizzontali</b>				P1 (15 lx)	P2 (10 lx)	P3 (7,5 lx)	P4 (5 lx)	P5 (3 lx)	P6 (2 lx)
<b>E semicilindrici</b>		SC1 (10 lx)	SC2 (7,5 lx)	SC3 (5 lx)	SC4 (3 lx)	SC5 (2 lx)	SC6 (1,5 lx)	SC7 (1 lx)	SC8 (0,75 lx)
<b>E verticali</b>			EV3 (10 lx)	EV4 (7,5 lx)	EV5 (5 lx)				

#### 6.4. Il progetto illuminotecnico stradale

Analizzati tutti i parametri e verificate le diverse classificazioni dello stato di fatto della viabilità del territorio, si passa alla parte progettuale.

Il progetto illuminotecnico deve comprendere:

- Informazioni dettagliate sulla zona o le zone in cui si esegue l'intervento;

- Corretta classificazione della strada e la giustificazione delle scelte unitamente alla categoria illuminotecnica di riferimento;
- L’analisi del rischio e le sue conseguenze sul progetto;
- I parametri d’influenza eventualmente considerati per completare il progetto con giustificazione della scelta e dei valori adottati;
- Griglie e parametri di calcolo, parametri di riflessione della pavimentazione stradale;
- Requisiti fotometrici calcolati per le categorie illuminotecniche di progetto e/o di esercizio, corredati dalle tabelle di luminanza e dai valori di illuminamento,
- Un piano di manutenzione per garantire il mantenimento dei requisiti illuminotecnici di progetto.

 **TABELLA 6.n**

<b>Tipo</b>	<b>Distinzioni</b>	<b>Zona di studio</b>
Strade a traffico veicolare (escluse F con V<=30km/h)	senza corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza)
	Con corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Strade di classe F con limite di velocità V<=30km/h	senza marciapiedi	Zona compresa fra due edifici
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Piste ciclabili e strade/zone i cui utenti principali sono i pedoni	senza marciapiedi	Zona su cui insistono, passaggi pedonali o piste ciclabili (si possono sommare se adiacenti)
Zone di Conflitto	senza marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza e compreso isolotto centrale di rotonde percorribile da veicoli autorizzati)
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Zone con dispositivi rallentatori	-	Solo la zona circostante il rallentatore o l'intera area fra due rallentatori se vicini
Attraversamenti	-	La zona di studio considera: - lo spazio definito dalla segnaletica orizzontale; - lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa; - il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona

## 6.5. Flussi di traffico

La Norma UNI 11248 permette di ridurre i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50 % e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia.

Per esempio:

- Una strada urbana di scorrimento che dalle 17.00 alle 19.00 presenta il massimo traffico consentito (es. 950 veicoli/ora/corsia) deve avere una luminanza di 1cd/mq. ;



- Con un flusso di traffico dalle 19.00 alle 21.00 ridotto del 50% (457 veicoli/ora/corsia) la luminanza può essere ridotta a 0,75 cd/mq.
- Dalle 21.00 in poi con traffico ridotto a meno del 25% del massimo (237 veicoli/ora/corsia) la strada può avere una luminanza di 0,5 cd/mq.

Vedi tabella 6.g e relativi parametri illuminotecnici.

In funzione di numerosi rilievi sul territorio si evidenzia che la maggior parte di strade comunali è di categoria F e indice illuminotecnico 2 ed in particolare non raggiungono mai i livelli massimi di traffico ammesso per la loro categoria, anzi risultano spesso al di sotto del 25% del flusso massimo ammesso.

Per esempio, una tipica via residenziale centrale, strada urbana locale, ha un flusso massimo ammesso di 800 autoveicoli/ora, cioè 1600 autoveicoli/ora considerando le due corsie, cioè una macchina ogni poco più di 2 secondi.

Già transitando un'automobile ogni 5 secondi, il flusso risulta inferiore al 50% del massimo e l'indice della categoria illuminotecnica può essere portato a 1.

Questo riduce la luminanza media mantenuta da 0,5 cd/mq a 0,3 cd/mq. permettendo quindi un risparmio in energia elettrica indicativamente anche del 40% durante i periodi di riduzione del flusso luminoso.

La riduzione della luminanza del manto stradale in funzione dei livelli di traffico viene normalmente attuata con l'introduzione di riduttori di flusso luminoso che sono prescritti dalla L.R. n. 17/2009 e che oltre a permettere risparmi che possono superare il 30-40% dei consumi elettrici, permettono di allungare considerevolmente la vita media delle lampade installate e ridurre i costi manutentivi.

Se un impianto è progettato e dimensionato con l'indice di categoria illuminotecnica corrispondente al flusso massimo, la riduzione in funzione del traffico viene attuata mediante sistemi di riduzione del flusso luminoso che dispongono di programmi personalizzati di gestione e telegestione della variazione del flusso luminoso.

Nelle tavole grafiche CS.03.01, CS.03.02, CS.03.03 e CS.03.04 sono individuate le tipologie stradali, la loro classificazione e la loro declassificazione di esercizio a seconda del flusso del traffico.

Il Comune di Fontanelle presenta principalmente un'asse viario di primaria importanza che è rappresentato dalla strada provinciale n. 15 Cadore- Mare.

Tale arteria presenta il maggior numero di veicoli transitanti, l'attuale copertura data dalla pubblica illuminazione è buona copre quasi interamente tutto il suo sviluppo e assicura una buona illuminazione per quanto riguarda la sicurezza stradale.

Le altre strade urbane più importanti collegano le varie frazioni, e il flusso di traffico riscontrabile può dirsi nella norma con qualche incremento negli orari di fine lavoro o al mattino per andare sempre al lavoro. La rimanenza di viabilità è formata da strade di campagna quindi strade locali extraurbane, la cui percorrenza è sporadica e di fatto principalmente compiuta dai residenti.



I picchi di traffico, quindi, sono fortemente influenzati da fenomeni di pendolarismo, ma data la situazione di piccolo Comune, essi calano bruscamente nelle prime ore della sera, a tal punto che già dopo le 21.00 sono sempre inferiori al 25% di quelli previsti per tali tipologie di strade.

Il drastico calo del traffico continua sino alle 24 dove è evidente un moderato traffico notturno, per questo motivo quasi tutte le vie possono essere declassate di una categoria illuminotecnica già dopo le 21.00.

## 7. Linee guida per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione

### 7.1. Definizioni illuminotecniche

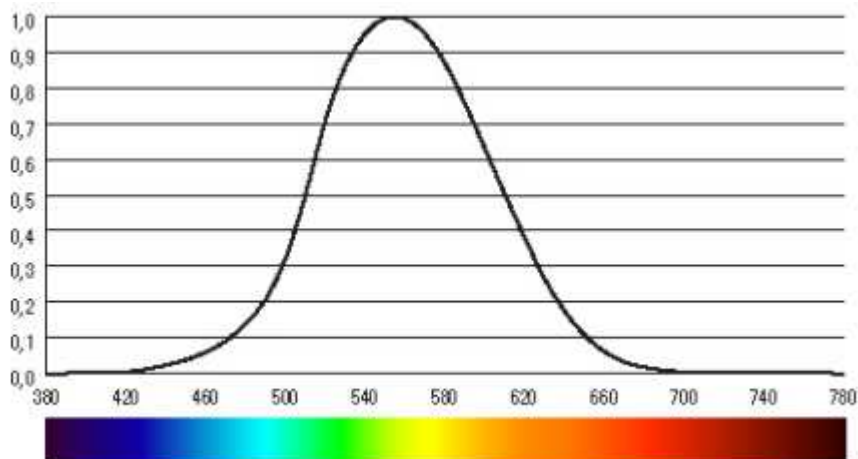
L'uomo, nel corso della sua evoluzione, ha sviluppato i propri sensi rendendoli maggiormente efficaci per le necessità legate al loro utilizzo.

L'occhio umano si è andato evolvendo fino a raggiungere la capacità visiva che oggi abbiamo imparato a conoscere ed a tradurre con una serie di grandezze fotometriche.

L'occhio si è 'specializzato' come comprensibile nelle frequenze di emissione proprie della luce solare, con la maggior sensibilità visiva attorno per una lunghezza d'onda  $\lambda = 555$  nm, perdendo sensibilità man mano che ci si allontana, verso frequenze superiori od inferiori. Alla lunghezza d'onda della massima visibilità corrisponde un colore tra il giallo ed il verde, aumentando la lunghezza d'onda, e di conseguenza diminuendo la frequenza, ci si sposta verso il colore rosso, mentre al contrario diminuendo la lunghezza d'onda si va verso il viola. Definita  $K_{max}$  la massima sensazione di visibilità, che, come detto, corrisponde ad una lunghezza d'onda di 555 nm, si può definire il coefficiente di visibilità come il rapporto tra la sensazione di visibilità alla lunghezza d'onda considerata  $K(\lambda)$  e la sensazione massima  $K_{max}$ .

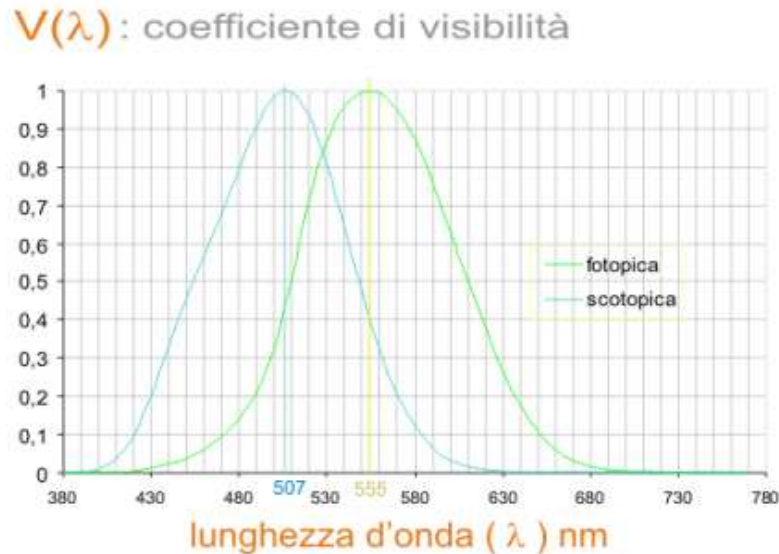
Incrociando i dati di lunghezza d'onda e visibilità si ottiene la curva di visibilità.

Grafico: Curva di visibilità



Inoltre, nelle ore di luce minore, all'alba o alla sera, l'occhio modifica la propria sensibilità dalla visione diurna, o fotopica, alla visione notturna, o scotopica, abbassando il picco di sensazione di circa 48 nm rispetto alla lunghezza d'onda diurna.

Grafico: Curva di visibilità diurna e notturna



### Visibilità (V)

È la grandezza fotometrica fondamentale, che caratterizza le radiazioni luminose per la loro capacità di suscitare nell'occhio la generica intensità di sensazione.

Unità di misura: candela internazionale.

### Flusso luminoso ( $\Phi$ )

È il prodotto tra la visibilità e la potenza radiante luminosa della sorgente:  $\Phi : V \times P$

Corrisponde all'energia radiante emessa nell'unità di tempo. Unità di misura: **Lumen (lm)**

### Illuminamento (E)

È il rapporto tra il flusso luminoso emesso su di una superficie e la superficie stessa

$$E = \Phi / S$$

È la grandezza fotometrica di riferimento nei capitolati, nelle normative e nella legislazione tecnica.

Più precisamente la normativa prescrive una quantità minima di illuminamento da garantire negli ambienti a seconda della loro destinazione d'uso e, se sono ambienti di lavoro, a seconda del lavoro che si deve svolgere. Più di precisione sarà il lavoro che si deve compiere, maggiore dovrà essere l'illuminamento da garantire.

Unità di misura: **lux (lx)** flusso in lumen per ogni metro quadro di superficie  $1\text{lux} = 1 \text{lumen} / 1 \text{mq}$

### Intensità luminosa

È una grandezza che caratterizza le sorgenti luminose e si trova nelle prescrizioni progettuali e normative.

Unità di misura: **candela (cd)**;  $1 \text{cd} = 1 \text{lm} / 1 \text{sr}$ .

sr è la misura in 'steradiani' dell'angolo solido interessato dall'emissione luminosa della sorgente considerata. Ogni sorgente potrà avere un flusso luminoso distribuito in un particolare angolo solido, a seconda della propria conformazione.

### Curva fotometrica

Le curve fotometriche che rappresentano l'intensità luminosa di una specifica lampada nelle varie direzioni in cui emette la propria luce. Le curve fotometriche possono essere riportate per ogni piano secante il volume di distribuzione del flusso luminoso nello spazio.

In linea teorica i diagrammi fotometrici di ogni lampada potrebbero essere infiniti.

Solitamente i produttori di lampade forniscono per ogni sorgente le due curve fotometriche fondamentali, ovvero la curva fotometrica longitudinale e trasversale ricavata negli assi dell'apparecchio da descrivere.

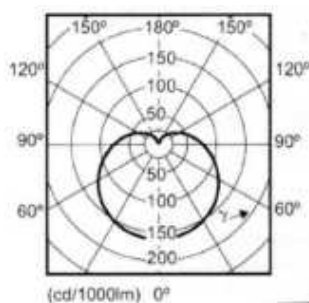
Le circonferenze rappresentano l'intensità luminosa in candele.

I raggi indicano la direzione della luce nel piano secante.

I valori di intensità sono, in genere riferiti al flusso di 1000 lm

Per valori diversi di flusso l'intensità varia proporzionalmente:

$$X \text{ [cd]} : Y \text{ [lm]} = n \text{ [cd]} : fl \text{ mis [lm]}$$



### Luminanza (L)

La luminanza di una superficie emittente un flusso luminoso corrisponde al rapporto tra l'intensità luminosa 'I' emessa in una direzione considerata e la superficie emittente 'A' proiettata su un piano ortogonale alla direzione di emissione indagata.

È definibile anche la luminanza delle superfici illuminate - fondamentale per la visione degli oggetti e per la progettazione di impianti di illuminazione pubblica ma anche privati - ossia il rapporto tra l'intensità 'I' riflessa in una direzione dall'oggetto illuminato e l'area 'A' della superficie riflettente normale alla direzione considerata.

La luminanza o brillantezza è il rapporto  $L = I / A$ . Unità di misura cd/mq oppure in nit.

### Radianza (M)

Si definisce radianza di un punto di una superficie emittente il rapporto tra il flusso luminoso emesso da un elemento di superficie considerata e la sua superficie.

$M = d\Phi / dS$ . Unità di misura: lux s.b. (lux su bianco).



## 7.2. Progettazione illuminotecnica e ambiti d'applicazione

Il Piano d'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso ha come obiettivi :

- ❖ Il contenimento dell'inquinamento luminoso e la salvaguardia ambientale del territorio;
- ❖ Miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi;
- ❖ Progettazione coordinata su tutto il territorio;
- ❖ Ottimizzazione degli impianti di illuminazione;
- ❖ Riduzione dei costi, dei consumi energetici e di manutenzione.

Il perseguimento di tali obiettivi primari si ottiene adottando le precauzioni ed i consigli progettuali previsti nella L.R. n. 17 del 2009 nei successivi criteri attuativi e nelle disposizioni delle Linee Guida DGR n. 1059 del 24/06/2014:

- Controllo del flusso luminoso direttamente inviato al di sopra del piano dell'orizzonte;
- Adozione di lampade ad elevata efficienza compatibilmente con le condizioni d'uso ed esercizio;
- Adozione dei valori minimi di luminanze e di illuminamenti previste dalle norme a seconda della tipologia di strada o ambito da illuminare;
- Ottimizzazione degli impianti in termini di minimizzazione delle potenze installate e massimizzazione dei rapporti tra interdistanza e altezza dei sostegni;
- Adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso;
- Riduzione dell'abbagliamento diretto e controllo dei gradienti di luminanza;
- Identificazione di sistemi alternativi d'illuminazione e segnalazione a supporto della sicurezza stradale in linea con le disagiate condizioni di visibilità nell'ambito di eventuali progetti di riqualificazione del territorio.
- Contenere i consumi energetici per l'illuminazione.

**La Legge Regionale del 07 Agosto 2009 n. 17** come abbiamo già visto nel paragrafo 5.6 "Conformità alla L.R. del Veneto" detta in armonia con il protocollo di Kyoto i nuovi compiti dei Comuni ( art. 5) .

- Ridurre dell'1% i consumi energetici annui comunali totali;
- Sostituire i vecchi impianti con nuovi a maggior efficienza;
- Preferire sorgenti inferiori a 75W a parità di punti luce;
- Adottare dispositivi di riduzione del flusso.





Entro 6 mesi dall'entrata in vigore della Legge i Comuni devono:

- 1) Rilevare i consumi degli impianti per esterni (in kWh/anno)
- 2) Definire la quota ammissibile di incremento annuo
- 3) Realizzare capitolati di appalto conformi alla Legge regionale e orientati a:
  - risparmio energetico
  - risparmio manutentivo
  - minori potenze installate e minor numero di corpi illuminanti a parità di area da illuminare e requisiti illuminotecnici.

I Comuni, quindi, sono tenuti secondo l'articolo 5, comma 1, lettera a di dotarsi "entro 3 anni dalla data di entrata in vigore della presente legge (entro il 2012) del PICIL Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso, che è l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale".

**Il Decreto della Giunta Regionale del Veneto n. 2410 del 29 Dicembre 2011 successive integrazioni con DGR n. 1059 del 24/06/2014** ha specificato i primi indirizzi per la redazione del piano individuando un profilo tecnico ed un profilo economico.

L'Allegato A contiene le Linee Guida per la redazione del Piano che si articolano in 6 punti principali:

- 1) **Inquadramento territoriale – suddivisione del territorio in aree omogenee;**
- 2) **Stato di fatto dell'illuminazione del territorio – censimento dei punti luce, descrizione della situazione illuminotecnica, dei consumi energetici e della conformità degli impianti alla normativa;**
- 3) **Programma degli adeguamenti degli impianti esistenti – modalità e tempistiche per gli interventi di bonifica secondo i requisiti disposti dall'art.9 della L.R. n. 17/2009;**
- 4) **Programma delle nuove installazioni di illuminazione – modalità e tempistiche per le nuove installazioni secondo i requisiti disposti dall'art. 9 della L.R. 17/2009;**
- 5) **Piano di manutenzione;**
- 6) **Analisi economica e previsioni di spesa;**

**L'attuazione del PICIL comporta dei benefici concreti riassumibili :**

- 1) **Riduzione della dispersione flusso luminoso intrusivo**
- 2) **Controllo dell'illuminazione per la riduzione di sprechi**
- 3) **Ottimizzazione degli impianti**
- 4) **Riduzione dei flussi luminosi negli orari notturni**
- 5) **Uso di sorgenti ad alta efficienza**

### 7.3. Controllo del flusso luminoso diretto e indiretto

Un apparecchio per l'illuminazione stradale ad alte prestazioni deve soddisfare delle specifiche caratteristiche, deve avere il vetro di protezione piano in posizione orizzontale, deve riuscire a spingere adeguatamente il flusso luminoso anche in direzione trasversale in modo da permettere di illuminare adeguatamente l'intera carreggiata come raffigurato nell'immagine seguente.

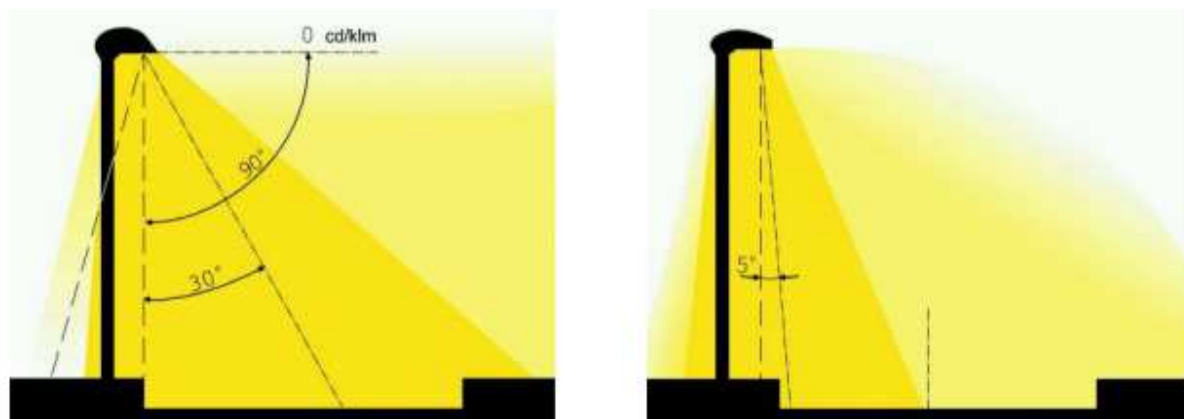


Fig. 7.3.1. Apparecchio che illumina adeguatamente tutta la carreggiata lungo la direzione trasversale dotato di fascio luminoso inclinato di 25 – 30°, la ridotta inclinazione del fascio luminoso non permette di spingere il fascio oltre la metà carreggiata.

A titolo esemplificativo si riportano di seguito alcune immagini per meglio chiarire le tipologie di corpi illuminanti adottabili



Fig. 7.3.2 Tipologie di apparecchi non conformi



Fig. 7.3.3 Tipologie di apparecchi conformi alla legge regionale n. 17/2009

Per capire la conformità di un apparecchio dobbiamo ricorrere alle informazioni che ci vengono date dalle case produttrici, che sono tenute a corredare l'oggetto di tutta la documentazione necessaria per:

- certificare la conformità alla L.R. n. 17/2009, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio Veneto;
- la misurazione fotometrica dell'apparecchio sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale Eulumdat o analogo che deve riportare
  - la temperatura ambiente durante la misurazione;
  - le tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
  - la norma di riferimento usata per la misurazione;
  - l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico;
  - le specifiche della lampada;
  - la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
  - il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
  - la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali L'IMQ circa la veridicità delle misure.

I produttori, gli importatori ed i fornitori di apparecchi per l'illuminazione SONO per legge obbligati a fornire i dati sopracitati, soprattutto perché senza questi il progettista non sarebbe in grado di verificare la conformità del prodotto e di eseguire una corretta progettazione illuminotecnica.

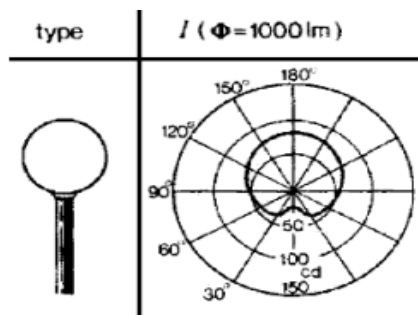
Per capire maggiormente ciò la Legge Regionale del 07 Agosto 2009 n. 17, descrive nell'**Allegato G** come leggere le curve fotometriche e verificarne la conformità.

Le Curve Fotometriche consentono di prevedere l'impatto sull'ambiente circostante di un apparecchio di illuminazione e le sue effettive performance.

Il Solido fotometrico rappresenta graficamente come una sorgente luminosa emette luce nello spazio, vale a dire in quali direzioni, e con quale intensità.

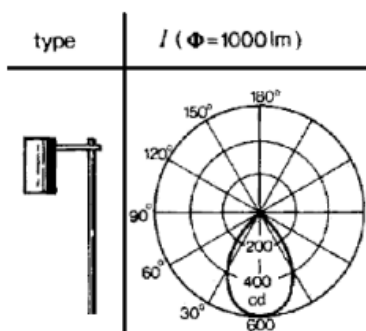
A qualsiasi oggetto che emette luce può essere associata una curva fotometrica, sia esso una semplice lampadina, che un apparecchio illuminante o uno schermo che riflette luce.

Per costruire un Solido fotometrico è necessario misurare l'intensità luminosa, cioè vedere con quale intensità la sorgente emette luce in una determinata direzione, in pratica è come se si girasse attorno alla sorgente e a diverse angolazioni si misurasse l'intensità della luce emessa.



Angolo	Intensità /1000lm	Angolo	Intensità /1000lm
0°	25	180°	80
30°	35	210°	75
60°	45	240°	68
<b>90°</b>	<b>50</b>	270°	50
120°	68	300°	45
150°	75	330°	35

Fig. 7.3.4 Curva e dati fotometrici di un apparecchio illuminante a forma sferica



Angolo	Intensità /1000lm	Angolo	Intensità /1000lm
0°	600	180°	0
30°	400	210°	0
60°	0	240°	0
<b>90°</b>	<b>0</b>	270°	0
120°	0	300°	0
150°	0	330°	400

Fig. 7.3.5 Curva e dati fotometrici di un apparecchio illuminante a forma cilindrica.

Per verificare la conformità di un apparecchio a quanto previsto dalle leggi regionali che ammettono emissioni di intensità luminose massime a 90° e superiori inferiore a 0,49 cd/klm, non è sufficiente una sommaria visione della curva fotometrica, che potrebbe comunque non essere realmente veritiera in tutti i suoi parametri, ma è indispensabile avere la tabella delle intensità luminose della curva, in quanto spesso, le basse intensità, possono non essere individuabili nella sola rappresentazione grafica della curva fotometrica.

Maggior sicurezza si può avere richiedendo dati fotometrici certificati da enti terzi, come ad esempio per il marchio "Performance" dell'Istituto Marchio di Qualità Italiano.

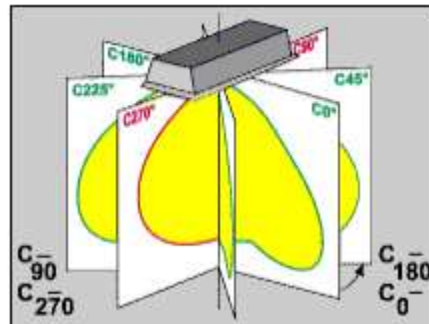


Fig. 7.3.6 Intensità luminosa tracciata in ciascun piano che taglia il corpo illuminante. La somma di tutte le intensità luminose a 360° su tutti i piani rappresenta il "solido" fotometrico dell'apparecchio.

Un apparecchio simmetrico invia le medesime intensità luminose in ogni direzione, e quindi anche su piani differenti.

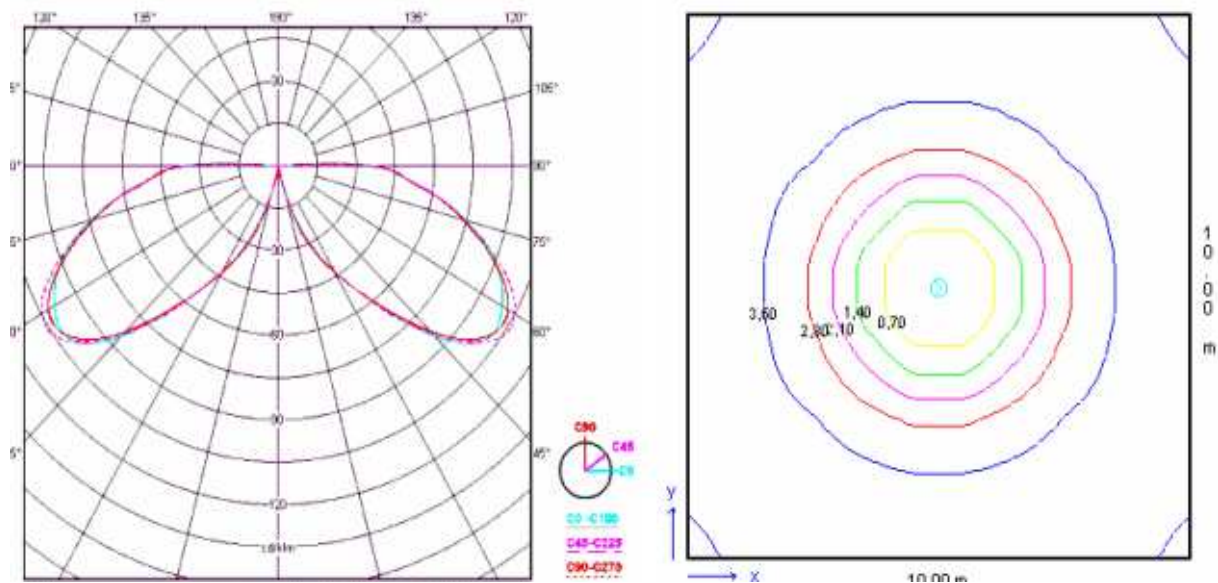


Fig. 7.3.7 Curva fotometrica simmetrica (le misure sui 3 piani sono identiche) così come le curve isolux si presentano rotonde e concentriche.

Non tutti gli apparecchi però hanno ottiche simmetriche, gli apparecchi asimmetrici, osservando la luce proiettata al suolo assumono conformazioni più irregolari proprio per la direzionalità dell'intensità luminosa veicolata solo in parti dello spazio.

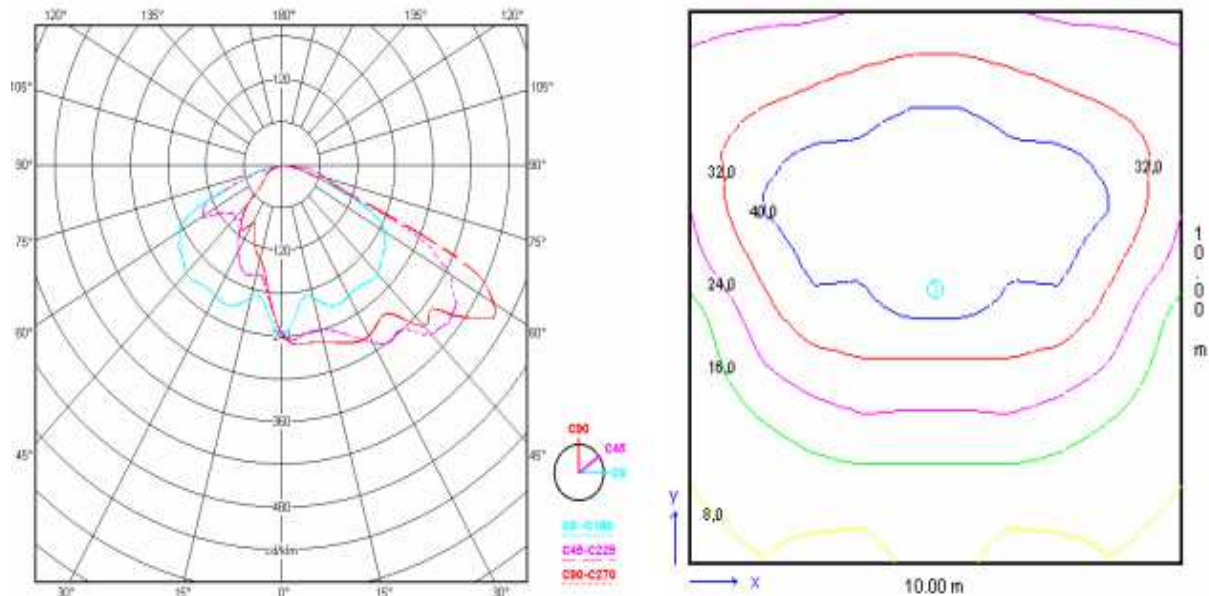


Fig. 7.3.8 Curva fotometrica di apparecchio asimmetrico misurata su 3 piani e livelli irregolari di curve isolux.

Le aziende produttrici di apparecchi negli ultimi anni hanno studiato ottiche sempre più performanti, ottenere coefficienti elevati di uniformità conduce a risultati migliori in termini di percezione visiva: Strade con minore intensità luminosa ma con migliori parametri di uniformità sono senz'altro da preferirsi a vie molto luminose con scarsa uniformità.

Un altro punto da tenere in considerazione è l'asimmetria necessaria per garantire il mantenimento dei parametri qualitativi anche con impianti di illuminazione più semplice ed economici, realizzati su un solo lato della carreggiata. Per evitare di portare l'apparecchio verso il centro della carreggiata, solitamente attraverso i classici pali a sbraccio, si lavora sull'ottica spingendo la luce, oltre che lateralmente anche in profondità. L'introduzione di questa ulteriore asimmetria ha consentito di riportare l'apparecchio sul bordo della carreggiata, con la classica applicazione su palo dritto.

Importante diviene la distanza degli apparecchi di illuminazione uno dall'altro a parità di intensità luminosa che si proietta sulla carreggiata. È importante, infatti, che non si verifichi il cosiddetto taglio di luce "cut-off", e che tutto il complesso di illuminazione renda in maniera omogenea l'intensità luminosa evitando così tratti di abbagliamento a tratti poco illuminati.



#### 7.4. Tecnologie esistenti

Le lampade attualmente in commercio appartengono a 3 grandi famiglie, distinte dal diverso principio fisico su cui si basa la produzione di radiazioni luminose

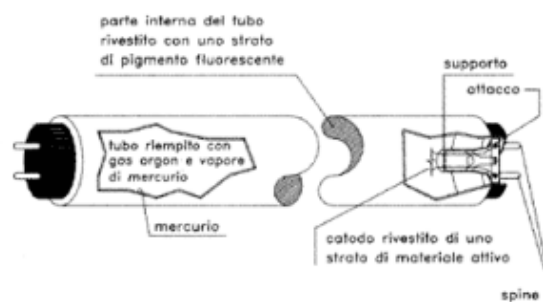
- 1) ad incandescenza;
- 2) a scarica di gas;
- 3) a elettroluminescenza, in particolare i led.

Nelle lampade a incandescenza il filamento metallico presente è portato ad altissima temperatura (2000-3000 °C) per effetto Joule e questo determina l'emissione di energia luminosa.

Nelle lampade a scarica di gas l'emissione di luce è prodotta dall'eccitazione degli atomi di uno o più gas presenti all'interno di un tubo

In pratica, le lampade a incandescenza emettono per temperatura (la luce è parte della trasformazione di energia elettrica in calore), le lampade a scarica di gas emettono per luminescenza (la luce è l'effetto della conversione diretta di energia elettrica in energia luminosa).

Le lampade a vapori di mercurio ad alta pressione sono state le prime nel tempo ad essere utilizzate in larga scala per l'illuminazione pubblica.





Attualmente tali lampade non sono più installate e lentamente il loro utilizzo è sempre più ridotto. Il largo impiego fatto nel passato non ha tenuto conto della pericolosità e delle problematiche relative allo smaltimento delle sostanze chimiche contenute all'interno della lampada stessa come, per l'appunto, il mercurio. Proprio a causa dell'elevata presenza di mercurio la direttiva comunitaria 2002/95/CE le ha messe al bando; infatti, la vendita e l'installazione sono vietate dal 1° luglio 2006 (v. Direttiva 2002/95/CE, art. 4 'prevenzione').

Le lampade ai vapori di mercurio emettono una tonalità di luce fredda (bianco-azzurra), con una temperatura di colore da 3.000 a 4.200 K, la resa cromatica è medio buona con  $Ra = 40 \div 50$ . I tempi di accensione possono essere anche 5 minuti e l'efficienza luminosa non è particolarmente elevata, variando intorno ai 30 - 60 lm/W. La durata è di circa 12.000 ore. Non necessitano di un accenditore ma di un reattore elettromagnetico.

Come anticipato il colore è bianco-bluastrò, ma può essere migliorato con un rivestimento al fosforo.

#### VANTAGGI

- Notevole affidabilità
- Buona durata (vita media)

#### SVANTAGGI

- Scarsa qualità della luce emessa
- Scarsa efficienza luminosa, consumi elevati
- Necessità dell'alimentatore (reattore elettromagnetico)
- Lunghi tempi di accensione
- Presenza di mercurio, sostanza tossica ed inquinante
- Sovracorrenti di accensione del 50%

#### VALORI MEDI

- Efficienza luminosa = 30 - 60 lm/W
- Temperatura di colore = 3.000 ÷ 4.200 K (fredda)
- Indice di resa cromatica = 40 ÷ 50
- Durata di vita = circa 10.000 – 12.000 ore

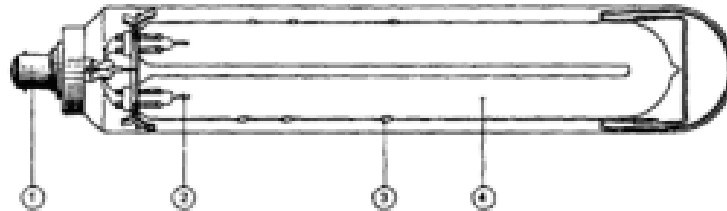
Le **lampade a vapori di sodio** sono attualmente le più utilizzate per l'illuminazione pubblica. Sono presenti sul mercato in due diverse tipologie: quelle ai vapori di sodio a bassa pressione e quelle ai vapori di sodio ad alta pressione, abbreviato come SAP (Sodio Alta Pressione).

All'interno della loro ampolla si trovano i vapori di sodio, uniti ad un miscuglio di gas inerti quali il neon o l'argon.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 72 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



La **lampada al sodio a bassa pressione** è stata la prima lampada a scarica in gas, introdotta nel 1932, ancora oggi rimane la sorgente luminosa migliore in fatto di efficienza luminosa.



Schema di una lampada al sodio a bassa pressione  
1 - Base a barometria; 2 - Catodo al tungsteno; 3 - Piccola cavity per raccolta sodio; 4 - Tubo di scarica.

Le lampade a bassa pressione sono caratterizzate da una elevata efficienza luminosa, circa 200 lm/W, e da una buona durata, soprattutto rapportata all'epoca di introduzione.

Questi tipi di lampade emettono solo luce monocromatica (589 nm, giallo), nella lunghezza d'onda in cui l'occhio umano presenta quasi la massima sensibilità. A causa di questa limitazione hanno una scarsa resa cromatica e sono dunque idonee solamente all'illuminazione di aree esterne e vengono installate soprattutto in zone industriali, depositi, svincoli stradali o in distributori di carburanti fuori città. Hanno una durata fino a 12.000 ore.

Questo tipo di lampada, oltre a contenere sodio, ha al suo interno anche piccole quantità di gas inerte, generalmente neon.

#### VANTAGGI

- Elevata efficienza luminosa (fino a 200 lm/W)
- Buona resistenza alle variazioni di temperatura ambiente
- Buona durata di vita media
- Rapidità nelle riaccensioni a caldo

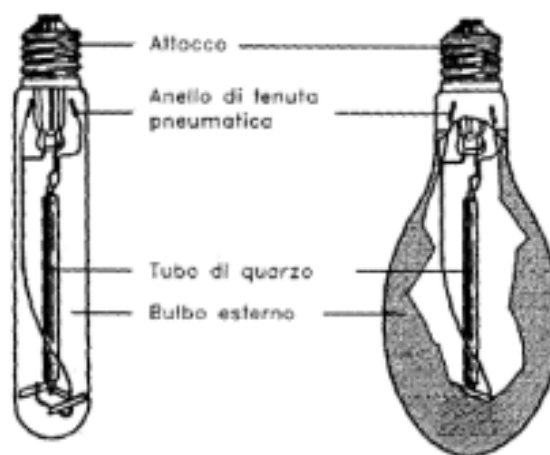
#### SVANTAGGI

- Luce concentrata nella frequenza del giallo accentuato, inutilizzabile nei centri urbani perché non permette la visione del colore 'naturale' degli oggetti
- Necessità di dispositivi appositi come l'alimentatore
- Lungo periodo di messa a regime (8-12 minuti)
- Decadimento luminoso fino al 30%
- Costo relativamente elevato, soprattutto a confronto con la tecnologia al Mercurio
- Impossibili da parzializzare applicando ad esempio riduttori di flusso

#### VALORI MEDI

- Efficienza luminosa = 70 - 150 lm/W
- Temperatura di colore = 2.000 K
- Indice di resa cromatica = 0
- Durata di vita = fino a 12.000 ore

Le **lampade ai vapori di sodio ad alta pressione** costituiscono l'evoluzione della tecnologia ai vapori di sodio a bassa pressione.



Lampada a vapori di sodio ad alta pressione

Le lampade al sodio ad alta pressione si dividono in tre grandi gruppi a seconda della pressione di funzionamento: standard, a resa migliorata e a luce bianca. Quelle standard hanno una pressione di circa 10 kPa (kilo Pascal) e sono caratterizzate da una efficienza fino a 150 lm/W e da una temperatura di colore di 2.000 K (Kelvin). Quelle a resa migliorata hanno una pressione di circa 40 kPa permettendo di migliorare la resa cromatica fino a circa Ra=60, mentre l'efficienza è circa il 66% di quella della lampada standard e la temperatura di colore si assesta sui 2.150 K. L'ultima tipologia è quella a luce bianca, con pressione di 95 kPa con una efficienza luminosa di circa 70 - 150 lm/W, con una temperatura di colore intorno ai 2.500 K ma con una resa cromatica ancora più elevata rispetto alle altre due categorie di circa Ra=80.

Tutte queste caratteristiche hanno reso questa tipologia di lampada la più utilizzata nel panorama nazionale dell'illuminazione pubblica con oltre il 60% di utilizzo nella versione standard (minor pressione e a maggior efficienza luminosa), mentre la sua flessibilità a adattarsi alle varie esigenze di installazione, variando la propria resa cromatica, non viene molto sfruttata a causa dei maggiori consumi e costi. Esistono in commercio lampade al sodio/xeno che possono funzionare con tonalità di colore diverse. Queste lampade non contengono mercurio e possono essere regolate riducendo il flusso luminoso anche del 50% rispetto al nominale.



Particolare attenzione all'utilizzo di queste lampade deve essere posta per l'illuminazione di strade o di oggetti in movimento in quanto possono presentare effetti stroboscopici (l'effetto ottico che fa sembrare fermi organi di macchine in rotazione se la sorgente luminosa ha una frequenza simile a quella della rotazione). Per questo sarebbe bene utilizzare sorgenti luminose con frequenza di alimentazione differente dai 50 Hz.

Sono indicate per l'illuminazione stradale urbana; devono essere previsti adeguati apparecchi illuminanti per evitare l'abbagliamento e non disperdere la luce verso l'alto.

Pertanto, dove non sono già adottate, richiedono la sostituzione dell'intero sistema di illuminazione.

La lampada è costituita da un tubetto di speciale ceramica trasparente racchiuso in un bulbo di vetro duro. La proprietà caratterizzante di questa speciale ceramica a base di ossido di alluminio è la resistenza alle elevate temperature della scarica e all'aggressività chimica del vapore di sodio.

#### **VANTAGGI**

- Ottima efficienza luminosa
- Consumi molto contenuti per la versione standard
- Buona durata di vita media
- Possibilità di regolazione del flusso luminoso

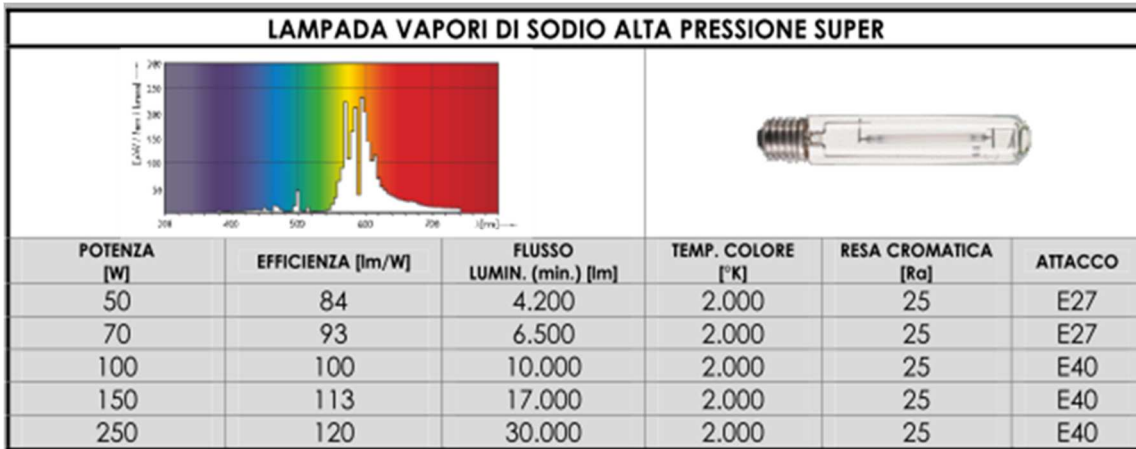
#### **SVANTAGGI**

- Necessità di dispositivi appositi come l'alimentatore
- Tempo di messa a regime relativamente lungo (circa 5 minuti)
- Decadimento luminoso fino al 30%
- Tempi di riaccensione oltre il minuto
- Modesta resa dei colori (Luce gialla accentuata).

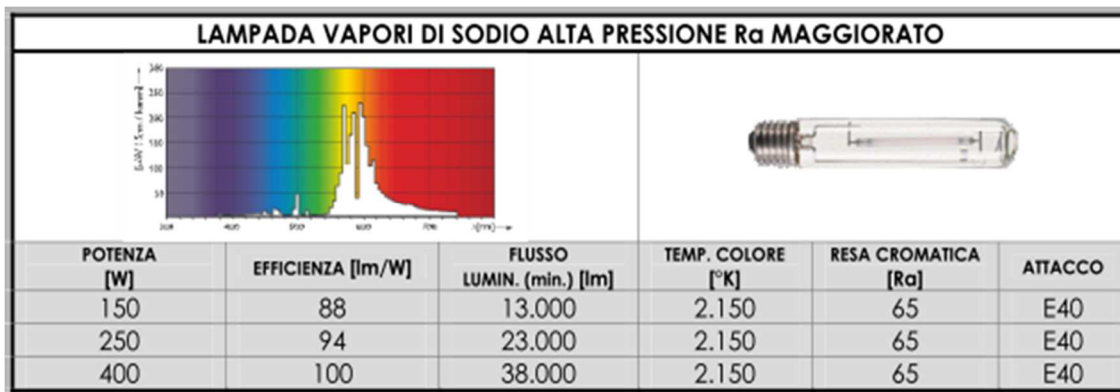
#### **VALORI MEDI**

- Efficienza luminosa = 70 - 150 lm/W
- Temperatura di colore = 2.000 ÷ 2.500 K
- Indice di resa cromatica = 25 ÷ 80
- Durata di vita = fino a 12.000 ore

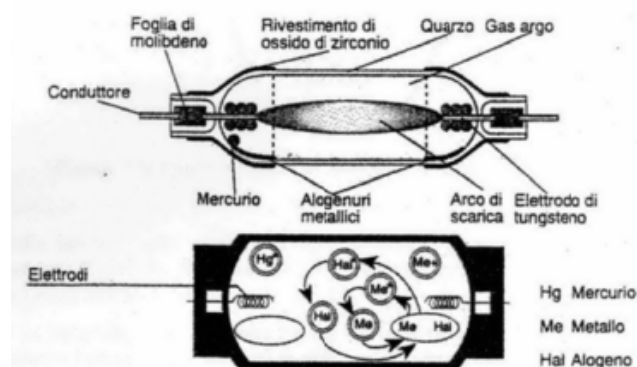
File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 75 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Applicazione: Illuminazione di aree generiche e strade urbane ed extraurbane, pubbliche e private.



**Lampade agli ioduri metallici:** sono lampade a vapori di mercurio nelle quali sono stati introdotti ioduri metallici come cadmio, indio, tallio che permettono di ottenere un notevole miglioramento della resa cromatica emettendo radiazioni distribuite lungo la banda delle radiazioni visibili in modo da riempire le lacune dello spettro del mercurio. Si evita così di ricorrere al rivestimento dell'ampolla con polvere fluorescente, che comunque viene ancora utilizzato per qualche applicazione per ridurre la luminanza.





Sono lampade che necessitano di un alimentatore per la stabilizzazione della scarica, di un accenditore in grado di fornire impulsi di tensione 4-5 kV e di un condensatore di rifasamento.

Questa lampada trova il suo impiego maggiore nell'illuminazione artistica, nell'illuminazione di impianti sportivi, piazze e strade particolari, dove si rende necessaria una buona resa cromatica.

Affinché la temperatura di colore della luce emessa sia costante e al durata di vita sia ottimale, la temperatura di funzionamento di queste lampade non deve superare i limiti imposti dalle case costruttrici, limiti in corrispondenza dei quali la tensione di lampada aumenta di più di 5 volt della tensione nominale. Per fare questo gli apparecchi di illuminazione nei quali queste lampade vengono collocate, dovranno avere caratteristiche tali da mantenere un buon equilibrio termico.

Dovranno essere evitate superfici ottiche per cui ci sia una riflessione emessa verso la lampada perché potrebbe prodursi un effetto termico causa di annerimento precoce della lampada e della diminuzione della durata di vita. Ci sono poi modelli di nuova generazione che hanno notevolmente superato la barriera di efficienza dei 100 lm/W con alogenuri metallici in ceramica che hanno luce bianca calda di elevata qualità e con lunga durata, in grado di ridurre il consumo del 50% rispetto alle lampade al vapore di mercurio e risparmi notevoli di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Hanno dimensioni ridotte, simili alle alogene, ma con un'efficienza e una durata di vita paragonabili a quelle delle lampade fluorescenti. Sono caratterizzate da un'alta temperatura di colore (luce bianchissima) e da un'elevata resa cromatica.

Avendo un flusso luminoso molto concentrato, consentono di realizzare impianti di illuminazione con potenze installate più basse rispetto a quelle che comporterebbe l'adozione di altri tipi di lampade. Nella maggior parte dei casi, le lampade a ioduri metallici vengono installate all'interno di proiettori dotati di un vetro protettivo.

Il principale svantaggio è dato dalla lentezza in fase di accensione: impiegano infatti circa 5 minuti per arrivare a pieno regime. E in caso di spegnimento e di riaccensione a caldo, i tempi aumentano ulteriormente, fino 10 minuti e oltre per recuperare interamente il flusso luminoso. Questi aspetti problematici sono dovuti ai complessi dispositivi che ne regolano l'accensione e l'innesco.

#### **VANTAGGI**

- Buona efficienza luminosa
- Buona resa cromatica
- Lunga durata di vita
- Esaltazione di elementi di pregio architettonico, monumenti, statue, ecc.

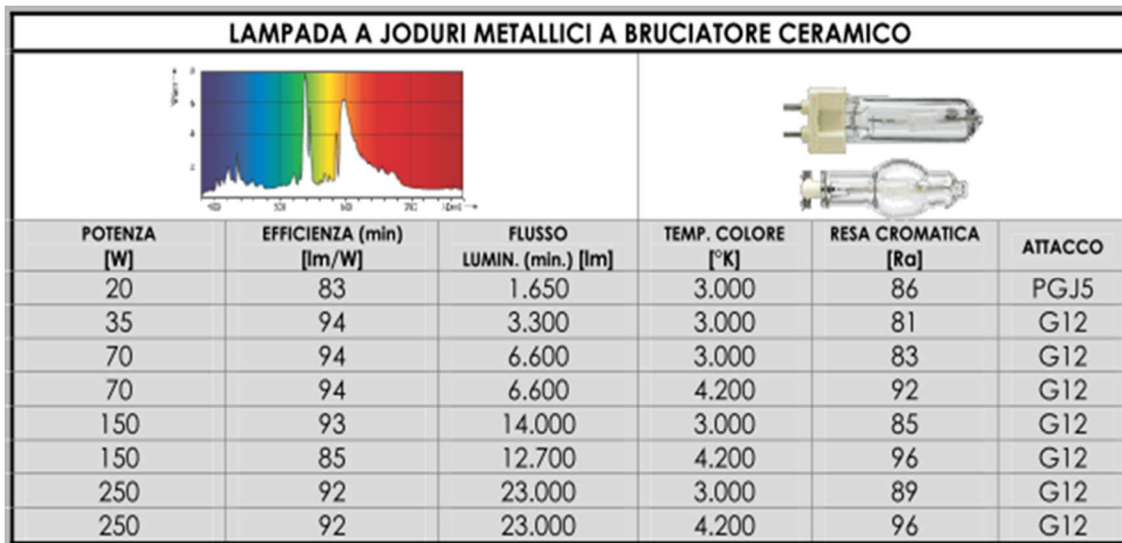
#### **SVANTAGGI**

- Costo elevato
- Necessità di dispositivi appositi, ausili elettrici, ecc.
- Tempi di accensione prolungati superiori agli 8 minuti
- Emissione di raggi ultravioletti
- Decadimento del flusso più rapido

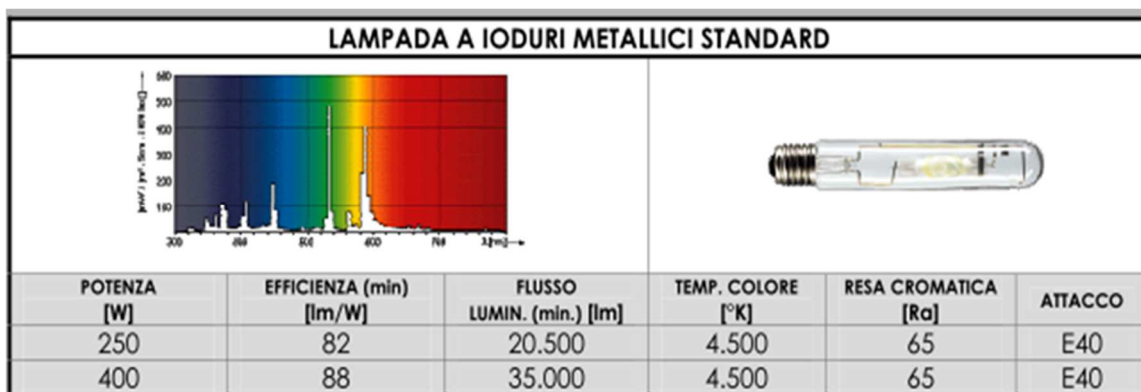
File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 77 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

**VALORI MEDI**

- Efficienza luminosa = 60 - 120 lm/W
- Temperatura di colore = 3.000 ÷ 6.000 K
- Indice di resa cromatica = 75 ÷ 95
- Durata di vita = fino a 10.000 ore



Applicazione: illuminazione di aree limitate per cui è richiesta una elevata resa cromatica (alcuni elementi del centro storico come monumenti o passeggiate pedonali). Il loro impiego è spesso indicato per l'illuminazione decorativa dei manufatti. Data la loro durata limitata ed alto potere inquinante dello spettro elettromagnetico, limitarne l'uso ove strettamente necessario.



Applicazione: illuminazione di aree per cui è obbligatoria una elevata resa cromatica come gli impianti sportivi. Data la loro bassa efficienza, durata limitata, l'alto potere di inquinamento dello spettro elettromagnetico ed infine le alte potenze impiegate limitarne l'uso ove strettamente necessario.

Le **lampade a induzione** sono state poco considerate e utilizzate.

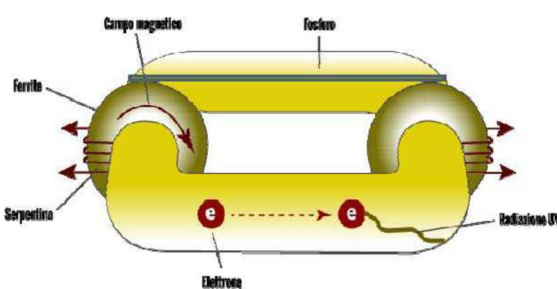
Il principio di funzionamento è basato sulla presenza, in un'ampolla di vetro rivestita da uno strato di sostanze fluorescenti, di un gas inerte a bassa pressione e di una modesta quantità di mercurio; al centro dell'ampolla vi è una bobina avvolta attorno ad un nucleo di ferrite, alimentata dall'esterno della lampada da un generatore ad alta frequenza (a circa 2,65 MHz), dando luogo ad un campo magnetico. Le correnti indotte nell'impulso con gli atomi di mercurio danno luogo all'emissione delle radiazioni proprie di tale elemento, in massima parte nella regione dell'ultravioletto. La spolveratura fluorescente è poi la responsabile della radiazione nel campo del visibile con composizione spettrale in funzione delle proporzioni delle polveri impiegate.

La caratteristica fondamentale di queste lampade è la mancanza degli elettrodi, i quali condizionano normalmente la durata delle lampade a scarica tradizionali. L'eliminazione degli elettrodi aumenta l'affidabilità di questo tipo di sorgente in tutte le situazioni dove esistono sollecitazioni meccaniche ripetute, che nelle lampade fluorescenti normali determinano guasti accidentali.

La lampada a induzione viene prodotta anche con un altro tipo di schema, utilizzando un anello tubolare fluorescente entro cui la scarica è indotta da due magneti toroidali, alimentati ad alta frequenza (a circa 250 kHz) da un alimentatore elettronico esterno alla lampada che favorisce la scarica, dando luogo a radiazioni rese visibili dalla spolveratura fluorescente.

In entrambe le soluzioni vi è assenza di parti deteriorabili come i catodi delle tradizionali lampade a scarica nonché assenza di estrazione di materiale ad ogni accensione, il che rende questo tipo di lampada particolarmente durevole nel tempo.

Quando apparve sul mercato fu considerata come la lampada del futuro nell'ambito dell'illuminazione pubblica ma le venne in seguito preferita la tipologia a vapori di sodio; la lampada a induzione fu relegata a particolari applicazioni, soprattutto in luoghi di difficile accesso o di difficile manutenzione grazie alla possibilità della sua installazione in qualsiasi posizione.



## VANTAGGI

- Ottima durata
- Buona resa cromatica

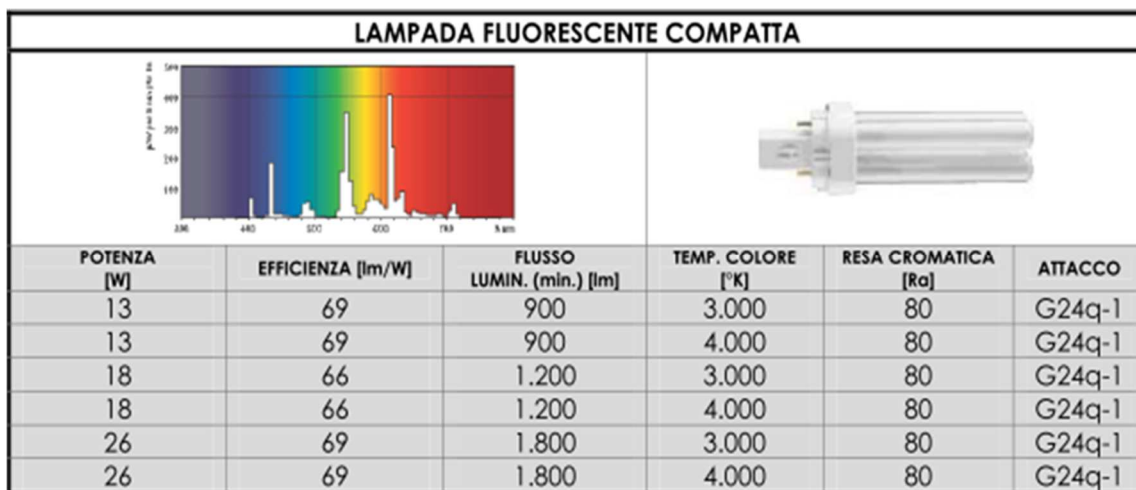
- Accensione immediata
- Assenza di sfarfallamento della luce
- Indipendenza alle oscillazioni di tensione

**SVANTAGGI**

- Alimentatore esterno
- Intervallo di temperatura di colore ridotto
- Necessità di attacco speciale

**VALORI MEDI**

- Efficienza luminosa = 50 - 80 lm/W
- Temperatura di colore = 2.700 ÷ 4.000 K
- Indice di resa cromatica = 80 ÷ 90
- Durata di vita = fino a 60.000 ore



Applicazione: illuminazione di aree in cui vi sia presenza di vegetazione. Il loro utilizzo è anche utile in quanto avendo accensione immediata possono essere utilizzati per illuminazione di ciclabili o passaggi pedonali regolati da sensori di movimento.

Le lampade a led sono presenti sul mercato già da alcuni anni, il colore della luce utilizzata per l'illuminazione pubblica e stradale è bianco, simile all'accensione dei tubi fluorescenti, con differente tonalità. L'efficienza luminosa, inizialmente bassa, è andata via via incrementando e attualmente ha superato i 100 lm/W, con ulteriori prospettive di crescita. Analizzando gli elevati valori di durabilità temporale installare tali tipi di lampade con elevato potenziale tecnologico costituisce nel lungo periodo un vantaggio economico e di garanzia del servizio.

Lo sviluppo di dispositivi Led, capaci di coprire un ampio scettro di emissione dal verde fino all'ultravioletto, sta portando ad una rivoluzione nell'industria dedicata all'illuminazione.



I vantaggi nell'adottare la tecnologia Led è legato sia alla riduzione delle emissioni prodotte nella generazione di energia elettrica che alla eliminazione dal pericolo di inquinamento da mercurio, contenuto nelle attuali lampade a scarica.

L'evoluzione di questa tecnologia con l'estensione dell'emissione in diverse lunghezze d'onda ha permesso di realizzare Led a luce bianca di buona efficienza, ottimale per l'illuminazione pubblica.

Le migliori efficienze dei Led bianchi sono attualmente ottenute per temperature di colore di 4000 K che possono presentarsi vantaggiosi per l'illuminazione esterna, in particolare lavorando a bassi livelli di luminanza per i quali l'occhio umano ha una maggiore sensibilità nel verde-blu (visione scotopica). La loro applicazione potrebbe permettere di adottare livelli di luminanza minori, pur mantenendo gli stessi standard di sicurezza, rispetto all'impiego delle convenzionali lampade al sodio, con emissione gialla.

**Nel comune di Fontanelle, per gli interventi di efficientamento energetico effettuati e futuri, sono stati adottati apparecchi di illuminazione a LED con temperatura di colore pari a 3000 K, in conformità alla Nota ARPAV di Febbraio 2017 a cura dell'Osservatorio Permanente sull'Inquinamento Luminoso "Sorgenti di luce artificiale – Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare ed alla loro classificazione illuminotecnica".**

Si evidenzia che l'attuale normativa per l'illuminazione esterna considera la possibilità di ridurre i livelli di luminanza (declassamento) in presenza di sorgenti con buona resa cromatica.

Per quanto riguarda le distanze, nell'ipotetica sostituzione di un impianto esistente con lampade a tecnologia LED gli apparecchi illuminanti possono essere installati ad interdistanza superiore rispetto agli impianti tradizionali, in virtù delle nuove ottiche più performanti. In tal modo in alcuni casi si può arrivare a correggere un difetto di interdistanza delle attuali installazioni rispetto alla Legge Regionale n.17/2009, che prescrive un rapporto minimo di 3,7 tra la distanza tra i pali e la loro altezza.

Dal punto di vista del consumo energetico l'impianto a LED ha una efficienza molto superiore a quella del sodio ad alta pressione, permettendo quindi minori consumi, proprio per la capacità di illuminare la stessa porzione di spazio ad una potenza inferiore.



## VANTAGGI

- Elevatissima durata, almeno 50.000 ore, ma ci sono apparecchi garantiti per oltre 120.000 ore.
- Minore manutenzione.

- Assenza di sostanze pericolose.
- Accensione a freddo immediata.
- Resistenza agli urti e alle vibrazioni.
- Dimensioni ridotte.
- Flessibilità di installazione.
- Possibilità di regolare la potenza.

#### **SVANTAGGI**

- Alto costo iniziale.

#### **VALORI MEDI**

- Efficienza luminosa = 90 - 120 lm/W
- Temperatura di colore = 3.000 ÷ 9.000 K
- Indice di resa cromatica = 60 ÷ 80
- Durata di vita = 30.000/100.000 in media si considerano 50.000 ore



*Esempio illuminazione rotatoria con apparecchi di illuminazione a LED.*

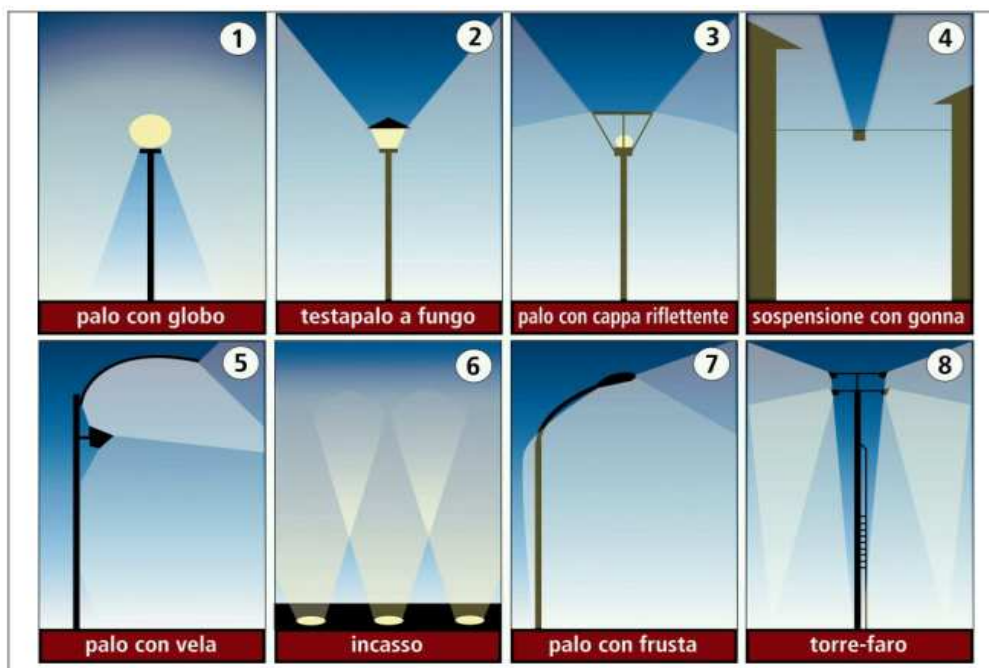
### 7.5. Scelta delle tipologie delle sorgenti per l'illuminazione

I criteri di scelta delle tipologie di illuminazione e dei sostegni è fortemente condizionato dalla realtà del territorio e deve comunque necessariamente essere commisurata alla destinazione d'uso ed all'ambito territoriale in cui vengono inseriti.

La scelta poi è motivata sostanzialmente da esigenze funzionali, impiantistiche, estetiche e di costo; spesso è necessario eseguire confronti fra sorgenti diverse o tra potenze diverse della stessa lampada. La valutazione per la scelta di ogni singola potenza disponibile è resa necessaria dal fatto che le prestazioni delle lampade, all'interno della stessa famiglia, possono variare di molto da una taglia all'altra, specialmente per quanto riguarda l'efficienza.

Per quanto riguarda i nuovi impianti come considerazione generale si ritiene opportuna l'adozione di altezze di installazione degli apparecchi non superiori all'altezza degli edifici circostante, comunque, con altezze entro 6-8 metri nei centri cittadini in ambito stradale, e 8 – 10 metri in ambito stradale fuori dai centri abitati.

Di seguito viene riportata una selezione visiva di punti luce che sono presenti nei nostri territori, questi non sono conformi alla Legge Regionale n.17/2009 (fig. 7.8), mentre la seconda immagine (fig.7.9) riporta una casistica conforme alla legge regionale.



*Fig. 7.5.1 Apparecchi non conformi alla L.R. n. 17/2009 – alcune di queste tipologie possono facilmente essere adattate utilizzando schermature in altri casi possono solo essere sostituite.*

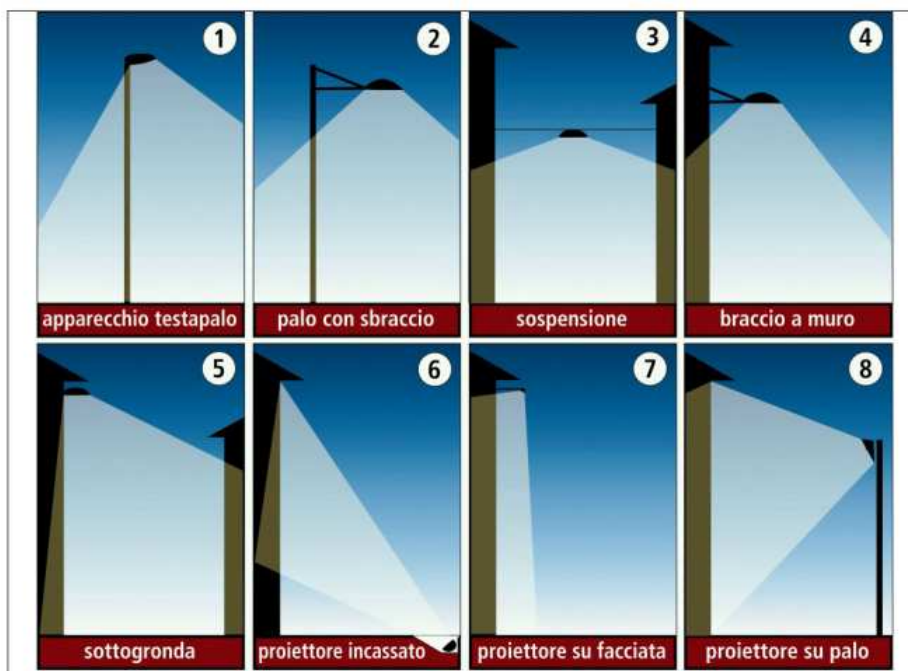


Fig. 7.5.2 Apparecchi conformi alla L.R. n. 17/2009. Le tipologie 6 e 8 sono ammesse esclusivamente per l'illuminazione di edifici storici ad alto valore architettonico dove non si possa fare altrimenti.

## 7.6. Sorgenti luminose efficienti

L'uso di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa costituisce un ulteriore criterio tecnico imposto dalla normativa regionale, affinché gli impianti possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico.

**L'art. 9, comma 2, lettera b)** della Legge Regionale n. 17/2009 descrive la regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia da illuminazione esterna:

2) Sono considerati antiinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti che contemporaneamente siano:

b) equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a  $Ra = 65$ , ed efficienza comunque non inferiore ai  $90 \text{ lm/w}$  esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi di illuminazione a Led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle disposizioni di cui al comma 2 lettere a) e c) e l'efficienza delle sorgenti sia maggiore di  $90 \text{ lm/w}$ .



Per ognuna delle potenze commerciali disponibili sul mercato, di ciascuna famiglia di lampade, è necessario verificare ciascuna delle seguenti informazioni:

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 84 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- 1- **Flusso luminoso emesso (lm):** esprime la quantità di luce erogata per unità di tempo. È espresso in lumen.
  - 2- **L'Efficienza Luminosa ( $\eta$ )** è la grandezza che descrive il rapporto tra il Flusso luminoso emesso nello spazio e la potenza che l'alimenta. Si misura in lumen/watt. È la misura del rendimento energetico, quindi maggiore è il rapporto, tanta più luce è prodotta rispetto all'energia consumata.
  - 3- **Tempo di accensione e di riaccensione.**
  - 4- **Durata di vita:** è un termine utilizzato per quantificare la durata di una lampada.
  - 5- **Vita media:** è il numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% di un certo lotto di lampade (se sottoposte a prova), cessa di funzionare, viene misurata in numero di ore (h).
  - 6- **Vita economica:** è il numero di ore dopo il quale il livello di illuminamento arriva ad una diminuzione del 30%.
  - 7- **Curva di decadimento:** è la rappresentazione grafica dell'andamento del flusso di emissione, espresso in % del flusso iniziale, al variare delle ore di funzionamento.
  - 8- **L'Indice di Resa cromatica (IRC)** è la grandezza che esprime la capacità di riprodurre in modo naturale i colori degli oggetti illuminati. Si esprime con un numero indicato come Ra= (1 a 100), dove Ra = 50-70 è considerata una resa "buona", Ra = 85-100 una resa "ottima".
  - 9- **Assorbimento di potenza** comprendenti degli ausiliari, quali l'alimentatore e accenditore, valuta l'incidenza di tali accessori sul rendimento della lampada.
  - 10- **Temperatura di colore:** è la temperatura in Kelvin (K) a cui occorre portare il corpo nero affinché emetta una luce uguale a quella emessa dalla sorgente in esame.
- In aggiunta a tali caratteristiche altri due aspetti devono essere presi in esame:
- 11- **la tipologia di attacco** che rappresenta la parte della lampada che, inserita nel portalampada, la pone in contatto funzionale con i punti terminali dell'alimentazione elettrica. Tali attacchi sono classificati da una convenzione internazionale;
  - 12- **la presenza**, tra le componenti delle lampade, **di sostanze nocive** e pericolose per l'uomo e l'ambiente come, ad esempio, il mercurio (Hg) e il piombo (Pb).

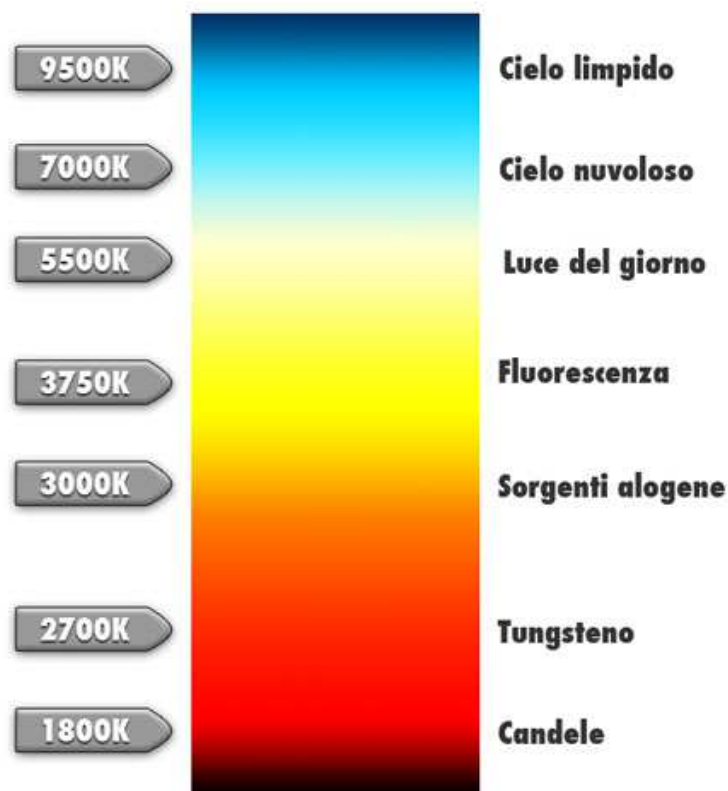
La Legge Regionale n.17/2009 suggerisce questi accorgimenti:

-  a parità di applicazione e di punti luce è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza anche se meno efficienti. Ad esempio, se un parco può essere illuminato con lampade a fluorescenza da 23W è inutile ed illogico installare lampade da 70W. È evidente che non devono essere raddoppiati i punti luce altrimenti questa scelta non è compatibile con i concetti fondamentali della legge.
-  Le scelte progettuali devono mirare alla riduzione delle potenze installate ed all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista manutentivo. Per esempio, dove possono essere utilizzati sistemi a Led, è consigliabile utilizzarli anche se l'efficienza è inferiore di una lampada al sodio ad alta pressione, in quanto le potenze installate ed i costi manutentivi vengono abbattuti in modo sostanziale.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 85 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	<i>IPEA</i>
<b>An+</b>	$IPEA \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
<b>A++</b>	$1,30 \leq IPEA < 1,40$
<b>A+</b>	$1,20 \leq IPEA < 1,30$
<b>A</b>	$1,10 \leq IPEA < 1,20$
<b>B</b>	$1,00 \leq IPEA < 1,10$
<b>C</b>	$0,85 \leq IPEA < 1,00$
<b>D</b>	$0,70 \leq IPEA < 0,85$
<b>E</b>	$0,55 \leq IPEA < 0,70$
<b>F</b>	$0,40 \leq IPEA < 0,55$
<b>G</b>	$IPEA < 0,40$

CLASSIFICAZIONE ENERGETICA APPARECCHI ILLUMINANTI



CLASSIFICAZIONE COLORE IN GRADI KELVIN

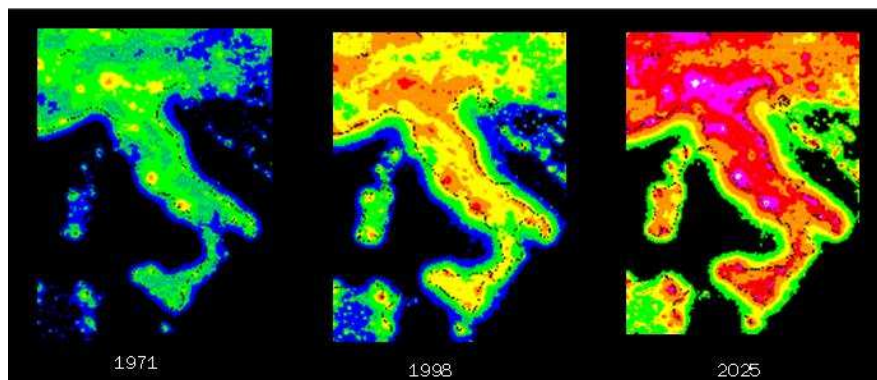


*Fig. 7.6.1 Illuminazione a Led*

La scelta del PICIL è quella di eliminare le sorgenti di luce ai vapori di mercurio.

Il piano deve prevedere la graduale sostituzione di tutti gli impianti dotati di lampade a vapori di mercurio o similari quali quelle premiscelate, il tutto per valutazioni di varia natura tecnica, economica ambientale, legislativa.

1. La ridotta efficienza (minore di 60 lm/W) e l'evidente decadimento del flusso luminoso nel tempo non permette il raggiungimento degli obiettivi della legge di ottimizzazione degli impianti e di massimizzarne l'efficienza;
2. Il costo di smaltimento di tali lampade, essendo classificate ai sensi del D.Lgs. n. 22/1997, del D.Lgs. n. 389/1997 e della Legge 9 Dicembre 1996 n. 426 come rifiuti pericoli, ha una incidenza non trascurabile se il numero di lampade da smaltire è molto consistente;
3. La DIRETTIVA 2002/95/CE del PARLAMENTO EUROPEO e DEL CONSIGLIO del 27 Gennaio 2003 "Sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche", già in vigore dal 13.02.2003, mette al bando definitivamente tali lampade dal territorio europeo dal 1° Luglio 2006.





## 7.7. Ottimizzazione impianti

Il controllo del flusso luminoso indiretto si attua anche attraverso l'ottimizzazione degli impianti di illuminazione che a sua volta comporta anche una razionalizzazione dei consumi energetici nel tempo.

**La legge Regionale n.17/2009 all'art. 9, comma 11**, detta le linee per una regolamentazione delle sorgenti di luce e per l'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna:

*11. Ai fini dell'alta efficienza degli impianti si osservano le seguenti prescrizioni:*

- a) *impiegare, a parità di luminanza, apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interesse dei punti luce e che minimizzino costi e interventi di manutenzione nell'illuminazione pubblica e privata per esterni. In particolare, per i nuovi impianti di illuminazione stradale è fatto obbligo di utilizzare apparecchi con rendimento superiore al 60%, intendendosi per rendimento il rapporto fra il flusso luminoso che fuoriesce dall'apparecchio e quello emesso dalla sorgente interna allo stesso. Gli impianti di illuminazione stradale devono altresì garantire un rapporto tra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7; sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli, fisici o arborei, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto; soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada sono consentite nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a 1.5 cd/mq. O per carreggiate con larghezze superiori a 9 metri;*
- b) *massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare. La progettazione degli impianti di illuminazione esterna notturna dev'essere tale da contenere al massimo la luce intrusiva all'interno delle abitazioni e di ogni ambiente adiacente all'impianto.*

Quindi ciò che richiede la legge è: **Impiego a parità di luminanza ed illuminamenti, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi.**

L'ottimizzazione degli impianti stradali di illuminazione si può conseguire poi con:

- ❖ Classificazione corretta del tracciato viario secondo la norma UNI 11248;
- ❖ Con la progettazione dei valori di luminanza media mantenuti minimi previsti dalle norme (con le tolleranze di misura indicati dalle norme stesse);
- ❖ Con l'utilizzazione a parità di condizioni di apparecchi che conseguono la minore potenza installata ed il maggior risparmio manutentivo.

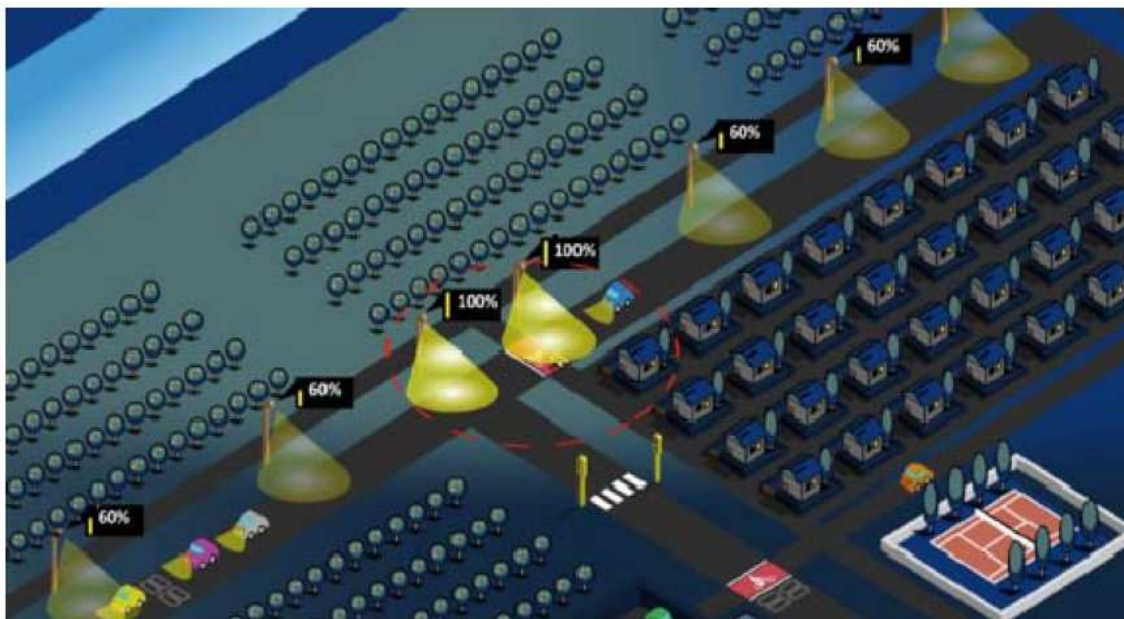
File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 88 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Per ottenere i risultati richiesti dalle norme scegliere accuratamente i corpi illuminanti normalmente preferendo quelli, che a parità di condizioni con corpo con vetro piano orizzontale, sono caratterizzati da curve fotometriche molto aperte e fortemente asimmetriche lungo l'asse trasversale alla strada per riuscire a coprire in modo uniforme tutta la strada e le sue aree attinenti.

Ci è chiaro quindi che per ottenere una progettazione illuminotecnica di buon livello bisogna prendere in considerazione tutte le variabili fin qui descritte.

Esiste un software di ottimizzazione illuminotecnica che può essere usato come strumento per tali verifiche.



Utilizzo dell'impianto secondo la singola esigenza, l'area di attraversamento ciclabile gode del 100% della potenza dei lampioni, ma le zone circostanti hanno una potenza abbassata al 60%, sufficiente per i compiti visivi richiesti in quei punti.

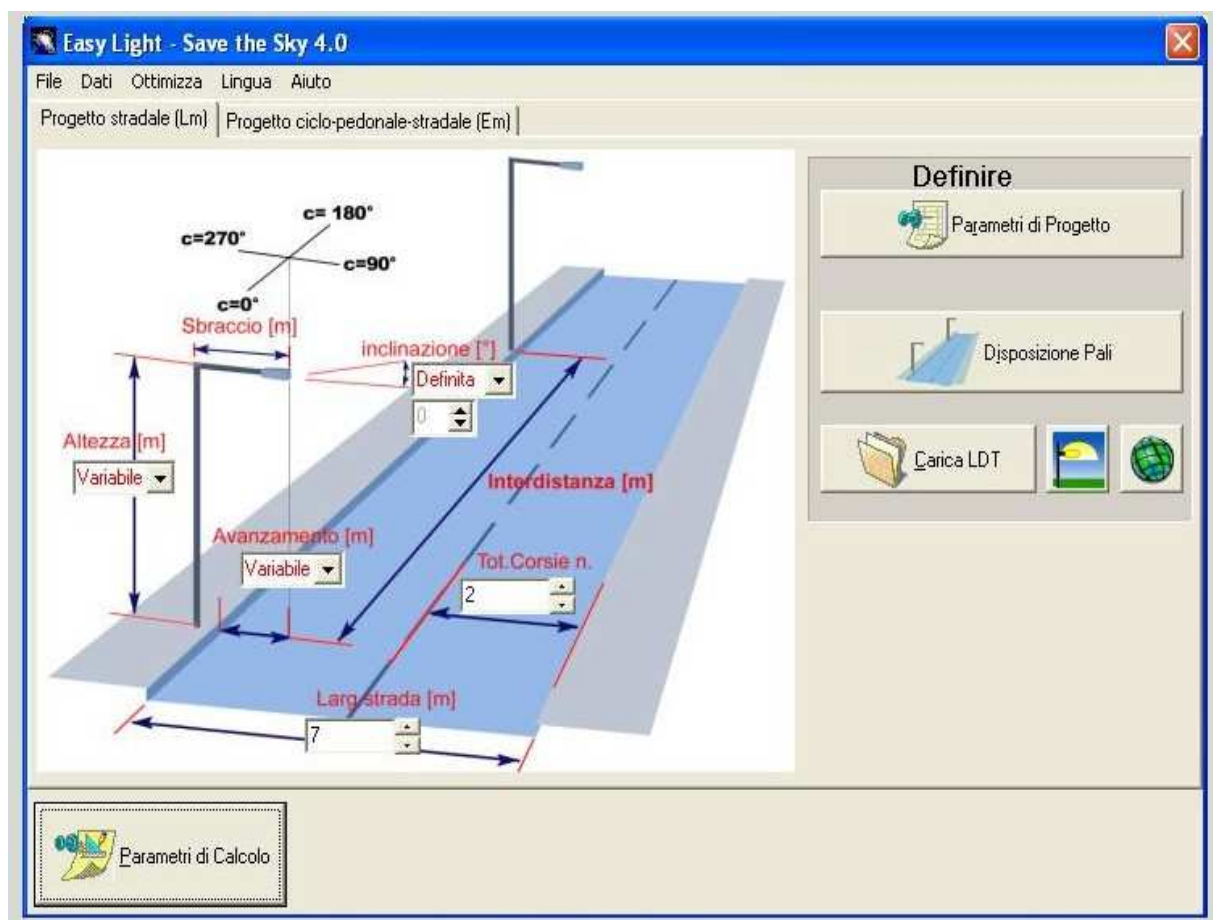
Easy Light – Save the Sky è un programma di illuminotecnica rivolto a principianti ed esperti, che si prefigge di ottimizzare i processi relativi alla progettazione illuminotecnica delle strade a traffico veicolare:

- Ottimizzazione della interdistanza degli apparecchi di illuminazione;
- Minimizzare le potenze installate per km. di strada;
- Minimizzare la luminanza media mantenuta;
- Sfruttare al meglio e scegliere le migliori ottiche stradali;
- Ed infine abbattere il flusso luminoso inviato direttamente verso il cielo nel rispetto della Legge Regionale Veneto n. 17/2009.

Tale programma può essere usato per la verifica della conformità dei corpi illuminanti alla L.R. n. 17/2009 per visualizzare le tabelle fotometriche ed in particolare i valori per gamma maggiore o uguale a 90°.

Nei programmi d'illuminotecnica in commercio, il progettista decide i parametri della strada, quindi quelli di calcolo e poi il risultato che ne esce viene confrontato acriticamente con le norme tecniche. Se si rientra nei valori prefissati il progetto è completo, altrimenti viene ripetuto il calcolo con valori diversi.

Easy Light: stabiliti i parametri della strada ed i valori da rispettare per soddisfare le norme tecniche, ottimizza le variabili di calcolo al fine di ricercare le configurazioni che consentano il maggior risparmio energetico, realizzativo, manutentivo e di gestione.



Il programma è gratuito e scaricabile.

StS è stato costruito nel pieno adempimento della norma UNI 11248 ed è stato aggiornato per le norme EN 13201.

Altri programmi per la verifica dell'attendibilità di Save the Sky sono Dialux, Litestar 4D, Relux; importante sottolineare che Easy light non è un programma di progettazione illuminotecnica, ma fornisce le informazioni necessarie per la progettazione e la verifica illuminotecnica.

## 7.8. Zone di studio e valori consigliati

Come primo passo per un corretto progetto illuminotecnico bisogna individuare **la zona o le zone di studio** da considerare ai fini del progetto stesso.

<b>Tipo</b>	<b>Distinzioni</b>	<b>Zona di studio</b>
Strade a traffico veicolare (escluse F con $V \leq 30 \text{ km/h}$ )	senza corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza)
	Con corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Strade di classe F con limite di velocità $V \leq 30 \text{ km/h}$	senza marciapiedi	Zona compresa fra due edifici
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Piste ciclabili e strade/zone i cui utenti principali sono i pedoni	senza marciapiedi	Zona su cui insistono, passaggi pedonali o piste ciclabili (si possono sommare se adiacenti)
Zone di Conflitto	senza marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Carreggiata (esclusa emergenza e compreso isolotto centrale di rotonde percorribile da veicoli autorizzati)
	con marciapiedi, passaggi pedonali o piste ciclabili laterali	Queste costituiscono zona di studio a parte
Zone con dispositivi rallentatori	-	Solo la zona circostante il rallentatore o l'intera area fra due rallentatori se vicini
Attraversamenti	-	La zona di studio considera: - lo spazio definito dalla segnaletica orizzontale; - lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa; - il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona

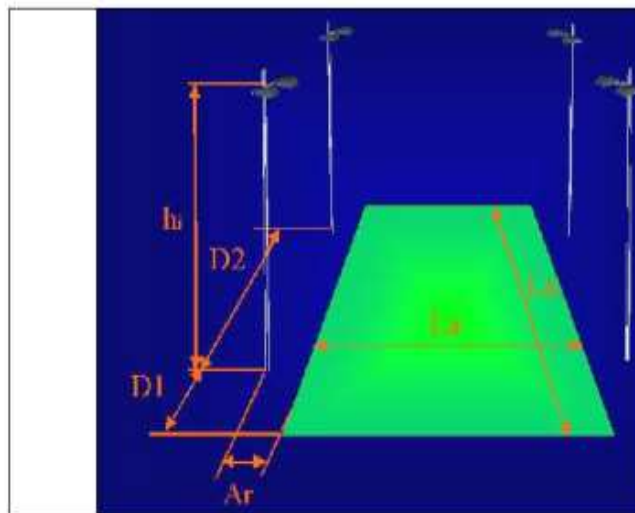
La L.R. n. 17/2009 per le stesse zone particolari consiglia una serie di valori da seguire e a cui attenersi per la costituzione di nuovi progetti illuminotecnici.

### 7.9. Criteri tecnici per impianti specifici

La stessa norma fornisce indicazioni anche per gli impianti specifici, come aree sportive, centri commerciali, percorsi ciclabili, aree industriali ecc.

Per gli impianti sportivi si sono redatte delle schede di dimensionamento con dei parametri di riferimento che possono tornare utili nel momento dei calcoli per l'installazione di torri faro d'illuminazione.

#### IMPIANTI SPORTIVI – PICCOLE E MEDIE DIMENSIONI



APPARECCHIO	W	TIPO DI IMPIANTO	Valori di rif. max	La	Lu	N°	hi	Ar	D1	D2
Apparecchio 3-4	8x400W	CALCETTO	200 Lux	18	38	8	11	0,50	4,00	10,00
Apparecchio 3-4	8x400W	TENNIS	200 Lux	11	24	4	10	1,50	5,00	14,00
Apparecchio 3-4	8x400W	BASKET	200 Lux	15	28	6	11	0,50	3,50	10,50

Gli apparecchi citati 3-4 si riferiscono a delle tipologie di apparecchi ad alta efficienza, ma di media categoria usati per le simulazioni illuminotecniche di riferimento, tali simulazioni si riferiscono ad anni precedenti per cui si ritiene che le nuove tecnologie di ultima generazione possano dare risultati migliori di quelli proposti dalla Legge Regionale.

Devono essere tecnicamente assicurata la parzializzazione dell'illuminazione, funzionale alla natura del suo utilizzo, e l'accensione degli impianti limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva.



Fig. 7.9.1 Impianti sportivi illuminati in modo conforme alla L.R. n.17/2009 con proiettori asimmetrici orientati orizzontalmente e che non disperdono luce verso l'alto.



**Gli impianti sportivi** devono essere realizzati con corpi illuminanti con una emissione luminosa verso l'alto non superiore ad una intensità luminosa massima di 0,49 cd/klm a 90° ed oltre ad esclusione di impianti di grandi dimensioni, con posti a sedere superiori a 5000 persone, per i quali è richiesto espressamente di dimostrare di aver fatto il possibile per il contenimento dei fenomeni di abbagliamento.

Nella fig. 7.12 sono riportati esempi di impianti di illuminazione per attività sportive conformi alla L.R. n.17/2009.

È vietato su tutto il territorio regionale, l'utilizzo anche temporaneo, di fasci di luce fissi o rotanti, di qualsiasi colore o potenza, come fari, i fari laser, le giostrine luminose e ogni tipo di richiamo luminoso, a scopo pubblicitario, le immagini luminose che disperdono luce verso la volta celeste.

È vietata l'illuminazione di elementi del paesaggio e l'utilizzo delle superfici di edifici o di elementi architettonici o naturali, per la proiezione o l'emissione di immagini, messaggi o fasci di luce a scopo pubblicitario o voluttuario.

Le modalità di **illuminazione degli edifici** devono essere conformi ai requisiti di cui al comma 2, lettera a), con spegnimento o riduzione della potenza d'illuminazione pari ad almeno il 30%, entro le 24 ore.

Qualora l'illuminazione di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale non sia tecnicamente realizzabile secondo i requisiti di cui al comma 2, lettera a), è ammesso il ricorso a sistemi di illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/mq. o ad un illuminamento medio fino a 15 lux.

In tal caso i fasci di luce devono essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e, qualora la sagoma sia irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il 10% del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.



*Fig.7.9.2 Nella prima foto un palazzo di valore storico con illuminazione mista, dall'alto verso il basso ed entro la sagoma dell'edificio (conforme alla L.R. n.17/2009) e dal basso verso l'alto (non conforme); Nella seconda un edificio di nessun valore illuminato dal basso con elevata potenza (non conforme); Nella terza foto l'illuminazione dell'edificio di alto valore storico fatta dal basso verso l'alto nella sagoma dell'edificio come da L.R. n. 17/2009 ma con elevata potenza installata.*

Gli impianti per gli **edifici monumentali** devono utilizzare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredato di eventuali schemi antidisersione. La luminanza media mantenuta non deve superare quella delle superfici illuminate nelle aree circostanti, quali strade, edifici o altro ed in ogni caso essere mantenuta entro il valore medio di 1cd/mq.

Si chiede di attuare lo spegnimento entro le ore 24 (per lo meno per la parte con emissione superiore a 0.49 cd/Klm a 90° ed oltre), negli altri casi si chiede di parzializzare o diminuire la potenza impiegata, entro le ore 24.

Per tutti gli impianti di illuminazione esistenti alla data d'entrata in vigore della presente legge e non rispondenti ai requisiti, fatte salve le norme vigenti in materia di sicurezza, è disposta la modifica dell'inclinazione degli apparecchi secondo angoli prossimi all'orizzonte, con inserimento di schermi paralucente atti a limitare l'emissione luminosa oltre i 90°.

## 7.10. Insegne luminose

Per quanto riguarda le **insegne luminose** la loro illuminazione deve essere realizzata con apparecchi che nella posizione di installazione hanno una emissione luminosa massima di 0,49 cd/klm a 90° ed oltre.

Nella seguente immagine vedremo delle installazioni **ammesse** dalla legge regionale.

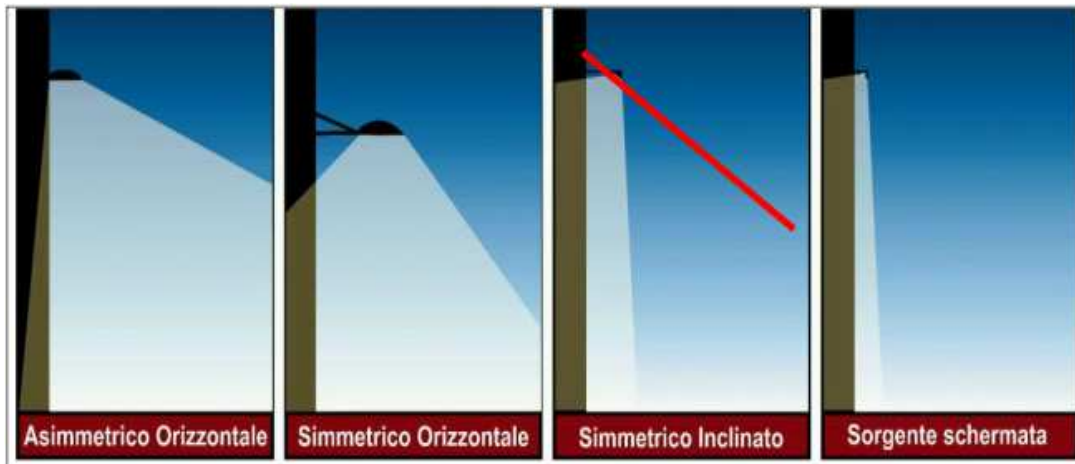


Fig. 7.10.1 Nel caso *Simmetrico inclinato* l'inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l'apparecchio non risulta più conforme.

Negli esempi seguenti vedremo invece gli interventi che **non sono più a norma** e che quindi non si possono più attuare.

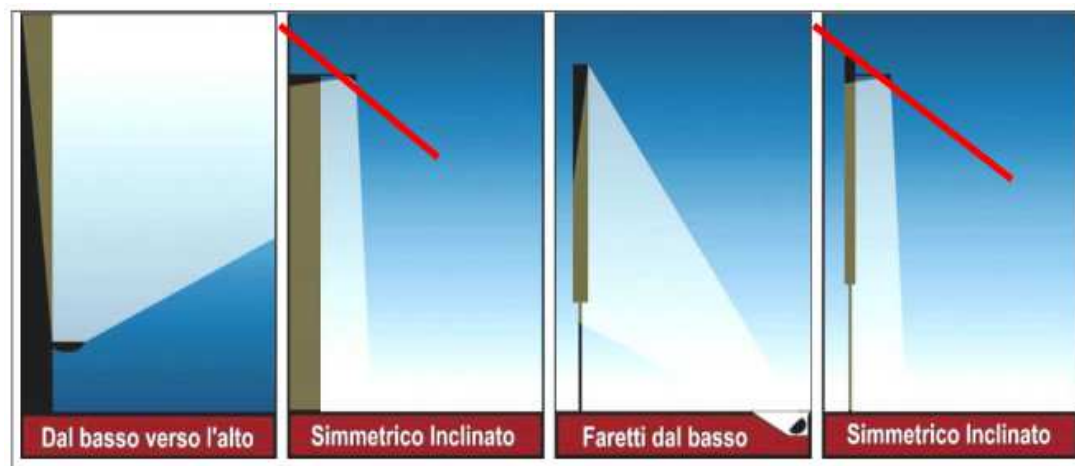


Fig. 7.10.2 Partendo dal primo riquadro l'illuminazione dal basso non è consentita se non per l'illuminazione di manufatti artistici e storici, ma mantenendo il fascio all'interno della sagoma dello stesso, nel secondo l'illuminazione dell'apparecchio inclinato va oltre l'edificio in quanto il piano passante per il vetro del proiettore inclinato non viene intercettato dalla parete.



*Nel 3° e 4° riquadro l'illuminazione del cartellone non è corretta, in quanto l'unica illuminazione corretta sarebbe con proiettore orizzontale dall'alto verso il basso.*

**L'ARPAV in correlazione alle direttive della legge regionale ha promulgato delle linee guida per la regolamentazione delle insegne luminose nei territori comunali in sintesi riportiamo tali indicazioni.**

La parola **insegna pubblicitaria** va intesa come sinonimo di impianto pubblicitario e viceversa.

- Tutti gli impianti pubblicitari *a luce non propria* devono rispettare l'emissione nulla verso l'alto, e le caratteristiche tecniche previste all'art. 9 comma 5;
- Riguardo al valore previsto di 4500 lumen come emissione totale dell'insegna luminosa o impianto pubblicitario *dotata di luce propria*, questo deve intendersi riferito al periodo notturno; per le insegne o gli impianti pubblicitari a luce propria di superficie maggiore a 10 mq. tale valore è da intendersi normalizzato a 10 mq.
- Per le insegne pubblicitarie a luce propria vale lo spegnimento alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore 24.
- Per gli impianti pubblicitari non dotati di luce propria è richiesta invece una riduzione del flusso luminoso in misura superiore al 30% entro le ore 24, come per qualsivoglia impianto di illuminazione.
- Per le insegne pubblicitarie di esercizio ad illuminazione propria non è previsto il progetto illuminotecnico, ma solo la dichiarazione di conformità contenente comunque le informazioni atte a dimostrare il rispetto dei requisiti tecnici richiesti.
- Per gli impianti pubblicitari a luce non propria deve invece essere presentato il progetto illuminotecnico, eccezion fatta per quelli con superficie inferiore a sei metri quadrati, che comunque devono prevedere un flusso nullo verso l'alto ed una dichiarazione di conformità, contenente le informazioni atte a dimostrare il rispetto dei requisiti tecnici richiesti.
- - In occasione del rinnovo di concessione per le insegne pubblicitarie di esercizio e per gli impianti pubblicitari, sia a luce propria che non, devono essere imposte sia le condizioni tecniche di emissione nulla verso l'alto ove previste sia le limitazioni orarie (spegnimento per le insegne pubblicitarie di esercizio e gli impianti pubblicitari a luce propria, riduzione di flusso per gli impianti pubblicitari a luce non propria).

**Si ricorda che ciascun Comune, una volta approvato il Piano, ne trasmette copia all'ARPAV in formato digitale, in modo che possa essere archiviato presso l'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso.**

**Linee Guida DGR n. 1059 del 24/06/2014**

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 96 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



### 7.11. Effetto della nebbia nel meccanismo della visione notturna con luce artificiale

#### Riferimenti:

1. Misurazione della distanza di visibilità in condizioni di nebbia – Relazione IEN, 1 Aprile 1993
2. Rapporto sulle prove di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 23 Gennaio 1995
3. Misurazione delle distanze di visibilità in condizioni di nebbia – Relazione IEN, 6 Febbraio 1995.

La nebbia ha un ruolo importante nel periodo invernale nell'area della pianura trevigiana, si riporta quindi un estratto di una relazione dell'Istituto Tecnico Nazionale Galileo Ferraris, che attraverso alcune rilevazioni negli anni dal 1993 al 1995, ha illustrato i risultati delle misurazioni effettuate in condizioni di nebbia ed in corrispondenza di uno svincolo autostradale in cui coesistevano impianto di illuminazione, segnaletica orizzontali (passiva) e linea di luce (segnaletica attiva). Di seguito viene riportato un breve estratto e le conclusioni riportate.

“I risultati di dette misurazioni si prestano ad un confronto sull'efficacia di questi 3 sistemi per il miglioramento della visibilità in condizioni ambientali difficili, come quelli dovuti alla nebbia.

Questi risultati possono essere estesi a casi simili, ossia a spazi in cui la sicurezza della circolazione è garantita dalla visibilità dei percorsi e dei loro confini, come le rotatorie, i piazzali ed i caselli autostradali. L'utilizzo dei 3 sistemi sopraindicati sono certamente utili, ed in condizioni ambientali ideali, ossia con buona visibilità, essi concorrono in uguale misura al miglioramento della sicurezza. Viceversa, in condizioni ambientali non ideali (foschia e nebbia) l'efficacia è molto diversa nei 3 casi.

Come è noto, la nebbia attenua la luce in modo esponenziale con la distanza, in misura che cresce con il così detto coefficiente di estinzione, da cui dipende anche la distanza di visibilità convenzionale adottata dai meteorologi, come indicato in tabella:

<b>Condizioni atmosferiche diurne</b>	<b>Distanza di visibilità [m]</b>	<b>Coefficiente di estinzione [1/m]</b>
Nebbia leggera	1000	0.003
Nebbia moderata	500	0.006
Nebbia spessa	200	0.015
Nebbia densa	50	0.06
Nebbia molto densa	30	0.10
Nebbia estremamente densa	15	0.20

Il secondo fenomeno con cui deve fare i conti la circolazione automobilistica e veicolare è la diffusione delle minuscole goccioline d'acqua che compongono la nebbia. Come è noto, la diffusione della luce emessa dai proiettori di un'autovettura porta alla creazione di una luminanza di velo davanti agli occhi del guidatore (chiamato anche “muro bianco”), con una conseguente ulteriore riduzione della distanza di visibilità.



*Ciò avviene anche per la luce emessa da un complesso di illuminazione, la cui presenza in condizioni di nebbia può essere controproducente, provocando anche una riduzione della distanza di visibilità a causa dell'aumento della luminanza di velo e dando al guidatore un effetto psicologico di maggior sicurezza, con una conseguente inconscia spinta ad aumentare la velocità oltre i limiti di sicurezza.*

Deve inoltre essere notato che la luminanza di velo riduce la visibilità degli oggetti sulla strada e quindi anche l'efficacia della segnaletica passiva.

Viceversa, la visibilità dei sistemi di segnalazione attiva (linea di luce, segnaletica verticale internamente illuminata) non viene attenuata dalla presenza di luminanza di velo, in quanto questi sistemi non richiedono l'illuminazione da parte dei proiettori dell'autovettura. Inoltre, essi non generano luminanza di velo e perciò non riducono la visibilità degli oggetti in carreggiata. In linea di principio la segnaletica attiva si presenta decisamente più vantaggiosa per la sicurezza in condizioni di nebbia rispetto all'illuminazione passiva. “

In conclusione, dagli studi effettuati la presenza dell'impianto di illuminazione nello svincolo non ha contribuito al miglioramento della visibilità della segnaletica orizzontale, tale segnaletica infatti risulta nella stessa condizione di minima visibilità in presenza di nebbia sia con luce che senza luce.

Con la presenza della luce però il guidatore aveva la percezione di un riferimento luminoso tale da spingerlo ad accelerare e quindi abbassare notevolmente il margine di sicurezza dato da una velocità minore controllata.

La segnaletica passiva dalle analisi compiute era risultata scarsamente visibile per la sporcizia accumulata oltre che alla scarsa visibilità data dalle condizioni meteorologiche, mentre le linee di luce erano apparse conservare buone caratteristiche anche in presenza di sporcizia.

La linea di luce costituiva una guida ottica giudicata molto utile per un centinaio di metri di fronte all'autovettura era chiaramente visibile il percorso da seguire.

Per questo motivo l'utilizzo di una segnaletica attiva è preferibile a quella passiva in incroci importanti o svincoli.

La Legge Regionale n.17/2009 incentiva l'adozione di segnaletica attiva in alternativa ai normali impianti d'illuminazione tradizionali, promuovendo proprio sistemi a Led che hanno la caratteristica di fornire una informazione luminosa puntuale e per tale motivo percepibile anche a grandi distanze anche in caso di cattiva visibilità e di dare maggiore sicurezza agli ambiti stradali per la loro durabilità nel tempo.

## 7.12. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso

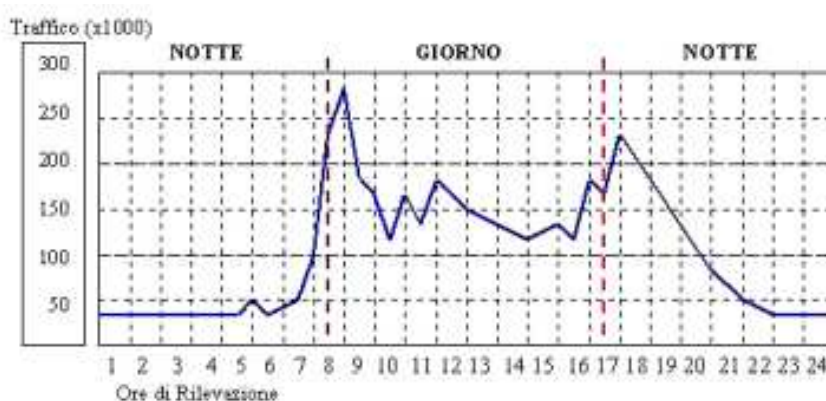
Abbiamo visto al paragrafo 7.6 come una corretta regolamentazione del flusso luminoso delle sorgenti di luce comporti un elevato risparmio energetico. A concorrere perché ciò avvenga in tutto il territorio comunale esistono diversi sistemi flessibili ed energeticamente efficienti, che permettono attraverso comandi a distanza di impostare la regolazione del flusso in base agli orari scelti ed indicati dal Comune e non ad intervalli fissi o sulla base di orologi astronomici che determinano automaticamente il momento di accendere/spegnere a seconda delle condizioni di luce, delle condizioni meteo, ecc.

Abbiamo già visto come le strade devono essere classificate secondo la norma UNI 11248 e possono essere declassate se i flussi di traffico sono inferiori a quelli previsti dalla norma per ciascun indice illuminotecnico.

Analogamente le norme europee UNI 11248, DIN5044, EN13201, ecc. permettono di declassare le strade qualora durante gli orari notturni queste presentassero flussi di traffico decisamente ridotti rispetto alle condizioni di regime:

- Se il traffico nelle condizioni più sfavorevoli non raggiunge mai il 50% del traffico orario previsto per tale tipo di strada è possibile declassarla di un indice illuminotecnico;
- Se il traffico nelle condizioni più sfavorevoli non raggiunge mai il 25% del traffico orario previsto per tale tipo di strada è possibile declassarla di 2 indici illuminotecnici.

Di solito nei Comuni di provincia i flussi di traffico iniziano a crescere rapidamente dalle 6.30 della mattina fino alle 9.00, poi il flusso decresce per incrementare in maniera decisa dalle 17.00 alle 19.00 di sera per scendere poi a livelli minimi dopo le 21.00 di sera.



È evidente che questo discorso è fortemente influenzato da molte variabili, dal tipo di strada e da dove si trova e pur essendo in parte generalizzabile, è necessaria una attenta analisi dei flussi di traffico. I sistemi per la riduzione del flusso luminoso devono mostrare soprattutto caratteristiche di flessibilità per poter far fronte a tutte le esigenze non solo astronomiche di alba e tramonto, ma anche quelle del territorio.

Lo studio del territorio permette di definire una corretta curva di calibrazione di sistemi atti a ridurre il flusso luminoso negli orari di minor traffico.

Esistono diversi sistemi per la riduzione del flusso luminoso e per il telecontrollo:

### 1) Tutta notte-mezzanotte

La soluzione è una fra le più utilizzate nei nostri comuni, prevede lo spegnimento alternato del 50% degli apparecchi illuminanti, con conseguente generazione al suolo di alternate zone di luce e ombra, **spesso non permette di mantenere l'uniformità della luminanza del manto stradale richiesta dalle norme.**

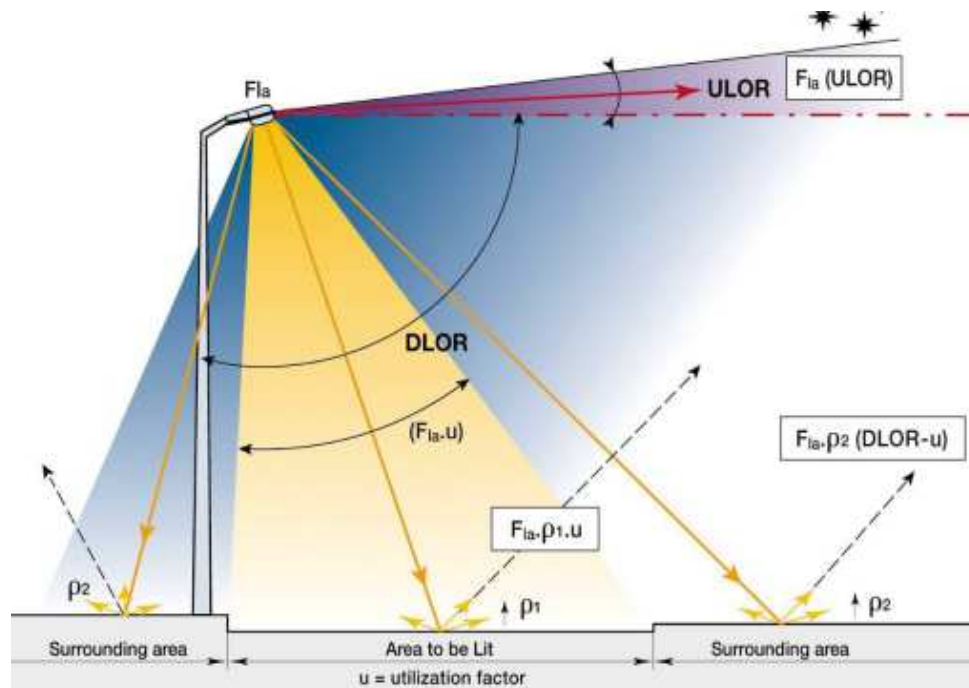


Fig.7.12.1 Flusso luminoso emesso e riflesso da un impianto stradale, le grandezze e variabili che concorrono a calcolarlo sono quelle riportate nella seguente tabella.

Variabile	Simbolo
Flusso luminoso lampade (flusso installato)	$\Phi_L$
Flusso luminoso globale emesso	$\Phi_G$
Rapporto di emissione superiore	ULOR [%]
Rapporto di emissione inferiore:	DLOR [%]
Fattore di utilizzazione:	u [%]
Angolo di elevazione sul piano orizzontale	$\varphi$
Ripartizione dell'intensità luminosa	$I(\varphi)$
Area delle superfici da illuminare	S [m <sup>2</sup> ]
Fattore di riflessione di una città diffondente	$\rho$ [%]
Fattore di riflessione medio di aree illuminate	$\rho_1$ [%]
Fattore di riflessione medio del circondario	$\rho_2$ [%]
Illuminamento medio	E [lx]
Luminanza media L	L [cd/m <sup>2</sup> ].



Abbiamo già visto come l'adozione di apparecchi di illuminazione efficienti riducano le riflessioni interne e la luce diffusa data dai vecchi modelli di lampade a vetro curvo. Quindi già la scelta della tipologia di sorgente luminosa da collocare è un fattore che riduce sensibilmente la dispersione luminosa da cui ne deriva già un risparmio in termini di energia consumata.

**2) Altro elemento usato per la gestione dell'intensità luminosa è il regolatore di flusso luminoso centralizzato.**

Sono apparecchiature elettriche che tramite la stabilizzazione e la regolazione della tensione mettono l'impianto di illuminazione nelle condizioni di erogare, esclusivamente nelle ore in cui è necessario, il massimo flusso di luce per il quale esso è stato progettato.

Il regolatore di flusso luminoso viene impiegato per permettere il passaggio da una categoria illuminotecnica ad un'altra secondo il ciclo previsto dal progettista.

Il passaggio da una categoria con prestazione più elevata a una con prestazione inferiore non può essere ottenuto con lo spegnimento selettivo di apparecchi di illuminazione: questa tecnica, sebbene permetta la desiderata riduzione del valor medio di illuminamento o di luminanza del manto stradale, generalmente non garantisce il mantenimento dei requisiti di uniformità previsti nella categoria illuminotecnica che si vuole attivare, con il rischio di aumentare la possibilità di abbagliamento.

I regolatori di ultima generazione stabilizzano le tensioni di lavoro con un sistema completamente digitale, privo di contatti mobili, con una precisione al +/- 1% e senza sovratensioni. Il controllo della tensione avviene con l'iniezione di una tensione variabile in serie al carico, generata da un trasformatore booster, a sua volta alimentato da una corrente pilota generata dalle schede elettroniche.

Pertanto, la corrente al carico non viene mai interrotta. Le macchine sono controllate da un microprocessore che supervisiona tutti i processi di regolazione e comunicazione.

Il principale vantaggio di questi dispositivi è sicuramente quello di mantenere la tensione di alimentazione entro valori definiti ed in particolare di limitarne il valore massimo permettendo quindi una maggiore durata della lampada. La L.R. n.17/2009 ne spinge l'utilizzo per il risparmio energetico e per la questione dell'uniformità luminosa nelle strade che non si raggiunge con il metodo tutta notte / mezza notte, reso non conforme dalla legge stessa.

Cose invece che non permettono di fare i regolatori di flusso sono: la variazione differenziata dei punti luce, e il fatto che si possono avere cali di tensione perché le lampade sono alimentate in maniera decrescente e se le linee non sono dimensionate correttamente gli ultimi tratti possono avere dei cali di tensione.

I regolatori sono applicabili a linee alimentate principalmente da sorgenti a sodio alta pressione, se ci troviamo in presenza di sorgenti a fluorescenza o ioduri metallici i regolatori non si possono applicare.

La stabilizzazione della tensione ai valori programmati durante il funzionamento a regime normale e la riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del flusso del traffico lo consente, determinano una contrazione nei consumi di energia elettrica. La riduzione di potenza assorbita, in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell'impianto, può variare dal 20% al 50%.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 101 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



I dati ricavati dalle lampade installate sugli impianti in esercizio confermano una riduzione rilevante del flusso luminoso mediamente dopo 8.000/12.000 ore di funzionamento, rendendo così necessaria una sostituzione programmata.

**IN OGNI CASO IL PROGETTISTA DEVE:**

- determinare le condizioni operative del regolatore di flusso luminoso ai fini del raggiungimento delle prestazioni richieste dalle categorie illuminotecniche desiderate;
- stimare il risparmio energetico conseguibile quando una data apparecchiatura è usata in definite condizioni operative;
- valutare quantitativamente le caratteristiche del prodotto più confacente per ogni specifica applicazione.
- Per essere utilizzati nell'illuminazione stradale i regolatori devono permettere il rispetto delle diverse categorie illuminotecniche di esercizio previste, categorie che richiedono, rispetto a quella di progetto, ben definiti rapporti di riduzione del flusso luminoso, chiamati livelli funzionali illuminotecnici.

Questi livelli devono essere compatibili con le riduzioni prestazionali tra le categorie illuminotecniche previste nella UNI EN 13201-2 e, inoltre, un regolatore di flusso luminoso deve permettere almeno due livelli funzionali illuminotecnici, tali da poter attivare due categorie illuminotecniche consecutive.

**3)** Altro metodo è regolarizzare il flusso attraverso **reattori elettronici dimmerabili**, la regolarizzazione del flusso avviene direttamente nel punto luce tramite un ballast elettronico.

Gli apparecchi di illuminazione a LED sono già in commercio con questo dispositivo. Questa soluzione flessibile è energeticamente efficiente perché regola il singolo punto luce riuscendo a variare la funzione degli apparecchi da zona a zona. Si arriva poi ad avere una durata elevata della lampada per la loro precisa gestione delle grandezze elettriche (Watt, Ampere, Volt)

Il reattore elettronico permette di mantenere costanti i parametri di funzionamento della lampada da fluttuazioni di tensione di rete, repentini picchi di sovra/sotto tensione, caduta di tensione sulla linea.

**Tali sistemi sono stati adottati dal comune in tutti gli interventi di sostituzione degli apparecchi di pubblica illuminazione e negli efficientamenti energetici.**

**4) Il Sistema di Telecontrollo** è una piattaforma che gestisce tutte le tipologie di dispositivi che alimentano la lampada e tutti i dispositivi che sono nel quadro di comando stradale anche per la regolazione del flusso centralizzata.

Un sistema di telecontrollo consente, da un centro di gestione remoto, di effettuare la diagnostica degli apparecchi e degli impianti permettendo di migliorare il servizio offerto all'utenza in caso di guasto, con tempi di intervento certi e contenuti.

Sono sistemi che tramite tecnologie GSM, GPRS, ecc. permettono di gestire/monitorare/variare da una centrale operativa (un semplice Pc) una serie di parametri legati all'impianto d'illuminazione o nel caso di telecontrollo punto-punto anche il singolo punto luce.



È possibile, inoltre, regolare alcuni parametri di funzionamento, quali:

- l'orario di accensione e spegnimento;
- la riduzione del flusso luminoso durante le ore notturne;
- gestire allarmi, ad esempio nei casi in cui vi sia un centro luminoso spento, un'intera via al buio, una portella del quadro aperta o un malfunzionamento del condensatore di rifasamento;
- effettuare analisi e diagnosi energetiche, nonché report statistici inerenti agli interventi eseguiti per malfunzionamenti o guasti sull'impianto.

Generalmente sono disponibili due tipologie di sistemi di telecontrollo:

- Centralizzato:** il monitoraggio è eseguibile soltanto a livello di quadro elettrico.
- "Punto-Punto":** il controllo dei parametri dell'impianto avviene su ogni singolo punto luce. Il controllo può avvenire mediante un sistema di tipo "tradizionale", ovvero con intelligenza "centralizzata" e allocata a livello di quadro elettrico, oppure con un controllo di tipo distribuito, come nei più recenti sistemi di telecontrollo. Per entrambe le tipologie di sistema i punti luce rappresentano dei nodi intelligenti che si scambiano informazioni all'interno della rete, indipendentemente dalla loro posizione fisica.

I guasti accidentali dovuti a cause non predeterminabili provocano il temporaneo annullamento del livello di illuminamento rendendo inefficiente o solo parzialmente utilizzabile un impianto.

A tali guasti si deve poter far fronte con la massima rapidità ed è perciò necessario organizzare un servizio d'intervento efficace ed immediato, legato possibilmente ad un sistema di pronta segnalazione dei guasti.

Se già la numerazione in loco dei singoli punti luce presenti sul territorio comunale, e l'adozione di un numero verde per la segnalazione da parte dei cittadini di problemi agli impianti, può rappresentare un primo passo verso una migliore conduzione degli impianti, la soluzione ottimale è quella di adottare un sistema di telesegnalazione che riporta, in un posto centrale presidiato ove fa capo la squadra di pronto intervento, la segnalazione di disservizio, la mancanza di tensione in una fase di uno qualsiasi dei cavi BT uscenti dal centralino di comando o l'annullamento della corrente nel circuito, tutti dati provenienti dalle singole periferiche poste nel quadro di comando tenendo sotto controllo le varie parti dell'impianto di illuminazione pubblica.

**Punto a punto:** grazie alla gestione telematica si ricavano informazioni in tempo reale sullo stato dei singoli punti luce, intervenendo in modo mirato dove si manifestano dei comportamenti anomali delle componenti vitali dell'impianto (lampade e relativi dispositivi di alimentazione).

Con il telecontrollo del singolo punto luce, è possibile monitorare i parametri tipici della lampade ed organizzare interventi di manutenzione straordinaria su gruppi di lampade riducendo al minimo lo spreco di tempo dei normali controlli a vista effettuati dagli addetti alla manutenzione.



Il sistema di telecontrollo è in grado di effettuare la comunicazione dei singoli sensori locali verso il loro controllore centralizzato sfruttando le linee elettriche esistenti che collegano i vari punti luce, o la trasmissione su onde radio.

L'intero sistema di controllo può essere supervisionato mediante l'utilizzo di un PC centralizzato, collegato ai vari quadri di gestione con GSM o onde radio.

L'adozione del sistema consente un controllo continuo e puntuale sullo stato di funzionamento dei singoli punti luce. In questo modo si raggiunge la massima accuratezza di controllo degli apparecchi riducendo il conseguente onere di manutenzione mediante programmazioni mirate degli interventi, analisi approfondita dello stato di conservazione e della durata della lampada, ecc.

Cosa fondamentale per la sua efficacia è che dev'essere uno strumento di facile Accesso anche ai "non addetti ai lavori", infatti i dispositivi di telecontrollo si possono collocare in una postazione remota (sede del manutentore, ufficio comunale competente o qualsiasi altra postazione) per verificare tutte le operazioni al gestore dell'impianto per una corretta e tempestiva manutenzione:

- Stato della lampada (on-off)
- Tensione di rete
- Tensione elettrica al bulbo della lampada
- Corrente di lampada
- Corrente al condensatore
- Fattore di potenza della lampada
- Fattore di potenza del condensatore
- Tempo medio di accensione della lampada
- Indice di sfarfallio.

La tecnologia di telecontrollo/telegestione "punto a punto" è ormai in uso da alcuni anni e si può definire affidabile, ma è ancora oggi una tecnologia costosa, sia per la semplice telegestione del singolo punto luce, sia in abbinamento alla riduzione puntuale del flusso (che economicamente incide poco di più). Porta però molti vantaggi e risparmi sia dal punto di vista della gestione che della manutenzione di tutto l'apparato illuminante comunale.

**Orologio astronomico:** un'altra possibilità di risparmiare energia, che si affianca alla regolazione di potenza, è l'ottimizzazione degli orari di accensione e spegnimento. Riuscire infatti ad accendere e spegnere gli impianti esattamente quando serve, evitando di anticipare l'accensione o ritardare lo spegnimento rispetto alle effettive necessità di visione, permette di risparmiare preziosa energia ogni giorno. È necessario però evitare di accendere troppo tardi (o spegnere troppo presto) l'impianto, quando il compito visivo è reso gravoso a causa della situazione di oscurità. Ciò si può ottenere mediante fotocellule per l'accensione – dette anche sensori crepuscolari - che presentano però problemi (di taratura, di regolazione in caso di giornate poco luminose anche nelle ore centrali, di pulizia della fotocellula) o con l'uso di orologi installati su ogni quadro.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 104 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023





Una proposta migliorativa di cui si è testata l'efficacia è invece l'installazione di un cosiddetto orologio astronomico in ogni quadro di comando. L'orologio astronomico contiene al suo interno un software che, sulla base dell'inserimento delle coordinate geografiche in cui si trova l'impianto, determina in maniera molto precisa, prevedendo le eventuali correzioni ambientali del caso, l'esatta ora in cui il sole tramonta e sorge ogni giorno dell'anno. Ciò riesce, rispetto ad un normale sistema con fotocellula o ancor più rispetto all'orologio tradizionale, ad abbattere il consumo di energia di circa il 10%. Inoltre, gli orologi possono essere tutti radio-sincronizzati e quindi fanno accendere gli impianti contemporaneamente e non necessitano di correzioni legate ad aggiustamenti o al cambio dell'ora. Abbinando la tecnologia alla fotocellula crepuscolare è possibile comunque anticipare l'accensione in caso di scarsa visibilità, comportando però le problematiche relative a tale tecnologia.

**Sensore crepuscolare:** gli interruttori crepuscolari determinano l'accensione delle luci in un impianto quando il livello di luminosità ambientale rilevato dall'apposito sensore scende al di sotto della soglia impostata. La loro applicazione è utile soprattutto nei luoghi di pubblico accesso (giardini, parcheggi, atri, cortili ecc.), dove consentono di ridurre i consumi di energia.

### 7.13. Analisi dei rischi

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri che determinano l'attribuzione della categoria illuminotecnica ad ogni strada che garantisca la massima sicurezza degli utenti in condizioni notturne, ma al contempo permetta il contenimento dell'inquinamento luminoso, dei consumi energetici e conseguenti emissioni in atmosfera, dei costi di installazione e di gestione.

I parametri di influenza presi in considerazione sono tutti quegli elementi che comportano la valutazione di un aumento o di una riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi assegnata dalla UNI 11248:2012 allo scopo di determinare la categoria illuminotecnica di progetto.

All'interno di ogni tratto stradale è stata valutata la presenza o meno di:

- *dispositivi rallentatori: dossi artificiali, attraversamenti pedonali rialzati, rallentatori ad effetto ottico, intersezioni rialzate, cambio di pavimentazione;*
- *zone di conflitto: attraversamenti pedonali, rotonde stradali e sottopassaggi;*
- *criticità e siti sensibili: nodi stradali e immissioni particolarmente pericolosi o in tutti quei casi dove si riscontrano incidenti ripetuti.*

A questi rischi di tipo viabilistico vanno sommati tutti i rischi riscontabili al di fuori dell'ambito stradale, come ad esempio parcheggi isolati, aree pedonali con scarsa visibilità, parchi urbani aperti anche di notte o zone in cui esiste già una statistica indicativa riguardo la frequenza di episodi di criminalità. Dove vi sia la presenza di alcuni di questi elementi è necessario adeguare la luminosità prodotta dagli impianti pubblici così da ridurre al minimo, per quanto possibile, la probabilità che avvengano episodi negativi, siano essi di tipo accidentale o criminoso.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 105 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Nel caso del Comune di Fontanelle la maggior parte della viabilità principale e i punti di maggior conflitto (rotatorie, incroci, dossi) sono perfettamente illuminati tanto da non costituire viabilità pericolosa per il traffico. Anche le zone periferiche, così come le numerose frazioni, risultano ben illuminate tanto da essere considerate dalla popolazione comunale piuttosto sicure.



## 8. Pianificazione adeguamenti per il Comune Fontanelle

### 8.1. Iter progettuale

Il seguente paragrafo rappresenta una sintesi di “procedimento tipo” per l’adeguamento degli impianti di illuminazione stradale - pubblica e privata - esistenti e per la realizzazione dei nuovi impianti.

Il PICIL è uno strumento di pianificazione a livello preliminare. La realizzazione di nuovi impianti di illuminazione pubblica così come la sistemazione di quelli esistenti non può prescindere da un progetto illuminotecnico, di cui all’articolo 7 della Legge Regionale 7 agosto 2009, n. 17. Attraverso il progetto, in base all’apparecchio illuminante scelto, sarà possibile ad esempio capire se un impianto esistente potrà essere modificato riducendo per ipotesi il numero dei punti luce e quindi riducendo i consumi.

Nell’ambito del PICIL è possibile definire un ideale procedimento preliminare, che permetta di inquadrare la strada ed il relativo impianto a grandi linee, in relazione ad alcuni parametri geometrici di riferimento ed alla categoria illuminotecnica attribuita dal Piano.

Le grandezze fondamentali da considerare con i relativi limiti di riferimento sono elencate nell’articolo 9 della Legge Regionale n. 17 del 2009.

Una prima dimensione da cui partire per la definizione di massima dell’impianto è la larghezza della strada da illuminare. Un principio pratico suggerisce di porre l’apparecchio luminoso ad un’altezza pari alla larghezza della strada:  $h \text{ palo} = L \text{ strada}$ .

Nel fare questo primo passaggio bisogna tener conto di strade di ampia larghezza, per cui potrebbe essere da considerare un’illuminazione da entrambi i lati o un’illuminazione centrale, ad esempio su uno spartitraffico, con due apparecchi illuminanti, ognuno ad illuminare una carreggiata. A tale riguardo l’articolo 9, comma 11, lettera a), della L.R. 17/2009 recita “soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada sono consentite nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a  $1,5 \text{ cd/m}^2$  o per carreggiate con larghezza superiore ai 9 metri”.

Stabilito come principio base - fatte salve le eccezioni dovute a problematiche particolari - “**altezza palo**” corrispondente alla larghezza strada”, per quanto riguarda l’interdistanza tra le luci sarà necessario tener conto di un altro valore dettato dalla Legge Regionale, articolo 9, comma 11, lettera a) “Gli impianti di illuminazione stradale devono altresì garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7”. Anche in questo caso la legge prevede delle eccezioni alla regola in presenza di casi particolari, quali ad esempio ostacoli o curve che possono oscurare l’illuminazione.  $\text{Interdistanza luci} \geq 3,7 \times \text{altezza palo}$ .

Nell’ambito degli impianti esistenti, laddove l’interdistanza dettata dalla nuova legge non fosse rispettata, un progetto illuminotecnico nel quale venisse usato l’apparecchio appropriato potrebbe consentire l’allontanamento delle fonti luminose fino al rispetto dei limiti di legge: l’esempio ipotetico riportato nel seguente paragrafo “scenario tipo di progettazione” - fondato sulle ipotesi di un caso reale - dimostra come in alcuni casi la scelta dell’apparecchio possa portare a dimezzare il numero di punti luce rispetto alla condizione di partenza.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 107 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Una volta inquadrati alcuni parametri di partenza i valori da attribuire alle varie grandezze illuminotecniche si dovranno riferire alla categoria illuminotecnica della strada, che a sua volta è correlata alla classe della stessa così come definita dal Codice della Strada.

La classificazione delle strade dovrebbe avvenire a monte della redazione del PICIL, contestualmente ad essa. La classe della strada viene attribuita sulla base della larghezza della carreggiata e in base agli ambiti che mette in comunicazione. Alla classe stradale a loro volta vengono attribuiti dei flussi di traffico di riferimento e dei limiti di velocità di percorrenza.

**La classe stradale** dipende, ai sensi dell'articolo 2 del Decreto 30 aprile 1992, n.285

“Codice della Strada” principalmente da:

- Larghezza carreggiata
- Zone del territorio messe in collegamento dalla strada
- Zone di attraversamento
- Attrezzatura complementare alla strada (spartitraffico, marciapiedi, ecc.)

Alla classe stradale individuata viene correlata:

- il limite di velocità di percorrenza;
- il flusso di traffico orario;
- la “Categoria illuminotecnica di ingresso per l’analisi dei rischi”, ai sensi della norma UNI 11248:2012.

In caso di **progetto di manutenzione** con sostituzione delle lampade, degli apparecchi, ecc. o di totale modifica dell’impianto su strada esistente, nonché in caso di progetto di realizzazione di un impianto su una strada esistente che ne sia sprovvista il PICIL contiene già l’individuazione della strada, della sua classe e della sua categoria illuminotecnica. In caso di nuova arteria si dovrà procedere con l’assegnazione di questi valori prima di realizzare un impianto che sia adeguato ad essi.

## 8.2. Pianificazione degli interventi per il Comune

Sulla base degli elementi emersi nei precedenti paragrafi e seguendo gli indirizzi di buona amministrazione impartiti dalla Regione Veneto nella L.R. n.17 del 2009, si propone la seguente programmazione degli interventi di adeguamento degli impianti esistenti non conformi alla legge stessa ed una programmazione delle sostituzioni sulla base dello stato di usura degli impianti.

Si ricorda inoltre la stesura del PICIL Piano per il Contenimento dell’Inquinamento Luminoso richiesto dalla citata legge regionale che è l’atto di programmazione per la realizzazione di nuovi impianti di illuminazione pubblica, nonché per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale alla data di entrata in vigore della presente legge.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 108 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Il PICIL risponde al fine del contenimento dell'inquinamento luminoso, per la valorizzazione del territorio, il miglioramento della qualità della vita, la sicurezza del traffico e delle persone, il risparmio energetico ed individua i finanziamenti disposti per gli interventi programmati e le relative previsioni di spesa.

Anzitutto si potrà predisporre il ri-orientamento delle armature stradali a vetro piano che sono state montate con vetro non orizzontale. Tale intervento in molti casi è facilmente realizzabile, in altri potrà richiedere una modifica del palo di supporto il cui braccio è a sua volta non orizzontale.

Alcune frazioni sono arredate da un corredo di sfere provviste di lampade installate alla base del supporto.

Tali apparecchi illuminanti disperdono una notevole quantità di luce verso l'alto, ma possono essere sostituite con armature non inquinanti, riducendo così la dispersione di luce verso l'alto e l'inquinamento luminoso del centro urbano. Gli impianti di illuminazione dei monumenti e delle chiese sono anch'essi delle sfere a più braccia di modello decorativo ma non sono conformi alla L.R. n. 17 del 2009, andrebbero sostituite con modelli decorativi di altra fattura.

La sostituzione delle armature, sempre non conformi con la sopracitata legge regionale, con quelle in commercio attualmente consente di ridurre l'inquinamento luminoso e al tempo stesso permette l'installazione di riduttori di flusso direttamente sui punti luce con una corrispettiva riduzione dei consumi energetici.

**✚ Proponiamo la scala di priorità degli interventi da realizzare:**

- 1) Sostituzione delle armature equipaggiate con lampade a vapori di mercurio nella zona industriale;**
- 2) Sostituzione dei punti luce a sfera;**
- 3) Sostituzione dei punti luce a sfera decorativi per l'illuminazione di monumenti e Chiese;**
- 4) Adeguamento dei corpi illuminanti attraverso ri-orientamento delle armature dove è possibile;**
- 5) Sostituzione delle armature per i punti luce alimentati senza regolatore di flusso;**
- 6) Sostituzione delle armature non conformi alla L.R. 17/2009 sulle sedi stradali;**
- 7) Sostituzione delle armature punti luce a valle dei regolatori di potenza.**

L'analisi delle lampade installate evidenzia un numero considerevole di punti luce di potenza variabile tra i 100 e i 150 W.

In sede di progettazione nel dettaglio dei singoli interventi di adeguamento, attraverso una corretta progettazione illuminotecnica fondata sulla classificazione delle strade, si potrà determinare la potenza più idonea da installare.

Il presente censimento dei punti luce non scende a livello progettuale ma si presenta solo come un documento di statistica sulla qualità e quantità di apparecchi illuminanti presenti nel territorio del Comune di Fontanelle, solo una precisa progettazione illuminotecnica potrà dare indicazioni sul reale fabbisogno di luce di ciascuna area.



È ragionevole attendersi, accanto ai risparmi ottenibili con la sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio (zona industriale) con lampade a LED più efficienti, un ulteriore risparmio, quantificabile, in sede di progettazione di dettaglio, dovuto proprio all'adeguamento dell'illuminazione al corretto fabbisogno strada per strada.

La stessa L.R. n. 17/2009 propone esempi per l'attuazione di una politica di Energy Saving che deve diventare prioritaria nella amministrazione del parco illuminotecnico comunale.

L'adeguamento di impianti esistenti che presentano sorgenti luminose ai vapori di mercurio, diventa un passaggio obbligato dettato dalla stessa legge regionale, lampade da 125 W ai vapori di mercurio vanno sostituite con lampade ad alta efficienza quali al sodio alta pressione e minore potenza installata SAP 70W con un risparmio calcolabile del 70%, oppure addirittura potrebbero essere utilizzate lampade a Led con manutenzione irrisoria e tempi di funzionamento di gran lunga più incisivi sul consumo energetico globale del comune.

### **8.3. Adeguamenti secondo la L.R. n.17/2009**

Lo **stato dei regolatori di flusso** è buono, nel comune ne esiste anche un altro che è collocato ma non ancora reso funzionante per la mancanza del contatore. Il regolatore dovrebbe gestire l'impianto della zona industriale di Fontanelle e si trova posizionato vicino alle cabine del campo fotovoltaico di via 1° Maggio.

In zona industriale si è rilevato che il non uso del regolatore di flusso e la mancanza di contatore, preclude l'illuminazione a due rami di viabilità di via 1° Maggio. Constatando che vi sono insediamenti esistenti e in nuova costruzione, si suggerisce l'attivazione dell'impianto soprattutto per una questione di sicurezza stradale.

In alternativa si auspica l'utilizzo di armature con lampade a LED che quindi non richiedono un regolatore del flusso luminoso ma sono autoregolate autonomamente nell'erogazione di potenza luminosa da dispositivi elettronici interni. Di seguito si riporta la nostra previsione relativa agli interventi necessari al fine di ridurre l'inquinamento luminoso ed il consumo energetico.

#### **🚧 Il primo stralcio di intervento prevederebbe:**

- 1) La sostituzione delle armature stradali equipaggiate con lampade al mercurio da 125 W. L'intervento comporta la sostituzione delle 36 armature esistenti con armature con sorgenti a LED;
- 2) Messa in funzione del regolatore di flusso non funzionante per ottimizzare e mettere a norma il funzionamento degli impianti serviti;

#### **🚧 Il secondo stralcio di intervento prevederebbe:**

- 1) Sostituzione dei punti luce con apparecchi a sfera, l'uso di tali sorgenti luminosi comporta una dispersione di luce verso la volta celeste, provocano abbagliamento e in generale diffondono una luce che non illumina dove serve e risulta così poco efficiente il loro utilizzo, tali punti luce anche se considerati decorativi, non sono più conformi alla L.R. n. 17 del 2009.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 110 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



**Il terzo stralcio di intervento prevederebbe:**

- 1) Sostituzione delle armature stradali non conformi alle direttive della Legge Regionale n.17 del 2009, ossia per tutte quelle armature con coppa prismatica, vecchie armature curve, obsolete e non idonee ad un corretto controllo del flusso luminoso emesso dalle lampade sulla sede stradale;

Si ribadisce che l'utilizzo dei regolatori di flusso luminoso singoli o centralizzati rappresenta l'unica misura di efficienza energetica prevista dalla attuale normativa per le strade a traffico veicolare, lo spegnimento alternato dei punti luce non è più permesso dal momento che produce un illuminamento disomogeneo della sede stradale, che aumenta il disagio visivo riducendo per questo la sicurezza.

Altro intervento correttivo per la messa a norma degli impianti sono l'adeguamento dei corpi illuminanti attraverso il ri-orientamento delle armature.

In sostanza si tratta di porre il vetro piano in posizione orizzontale, orientando l'apparecchio d'illuminazione.

In tal modo i corpi illuminanti a norma non disperderanno più luce oltre la linea dell'orizzonte. È infatti proprio la luce dispersa in direzione poco più che orizzontale a fare più strada all'interno dell'atmosfera terrestre determinando un fenomeno di inquinamento luminoso.

Tale intervento si riduce comunque a considerarsi come manutenzione ordinaria contestualmente alla pulizia delle ottiche e soprattutto per l'esiguo numero di armature che presentano questa condizione nel territorio comunale di Fontanelle.

*Sulla base degli elementi emersi nei capitoli precedenti gli interventi di adeguamento degli impianti esistenti non conformi alla legge si devono considerare come una programmazione nel tempo per seguire gli indirizzi di buona amministrazione impartiti dalla L.R. n. 17/2009 e per controllare il parco luci di proprietà comunale sulla base dello stato di usura degli impianti in essere.*

*La sostituzione delle armature consente quindi di ridurre l'inquinamento luminoso come previsto dalla stessa legge regionale e al tempo stesso consente in molti casi l'installazione di riduttori di flusso con la riduzione dei consumi energetici.*

#### 8.4. Consumi energetici

Dall'analisi effettuata in collaborazione con l'ufficio tecnico per i lavori pubblici del comune di Fontanelle, abbiamo desunto i costi che l'Amministrazione spende per l'energia impiegata per l'illuminazione pubblica.

Nella seguente tabella riepiloghiamo i consumi energetici degli ultimi anni:

ANNO	COSTO COMPONENTE ENERGIA	COSTO ENERGIA FINITO (IVA esclusa)	CONSUMI TOTALI	COSTO TOTALE (IVA esclusa)	COSTO MEDIO A PUNTO LUCE (IVA esclusa)	COSTO PUNTO LUCE SAP 100W (IVA esclusa)	COSTO PUNTO LUCE LED EQUIV. (IVA esclusa)
2020	0,033 €/kWh	0,160 €/kWh	385.000,00 kWh	61.600,00 €	57,04 €	70,07 €	27,86 €
2021	0,110 €/kWh	0,246 €/kWh	360.000,00 kWh	88.560,00 €	82,00 €	107,73 €	42,84 €
2022	0,269 €/kWh	0,421 €/kWh	325.000,00 kWh	136.825,00 €	126,69 €	184,36 €	73,31 €
2023	0,150 €/kWh	0,289 €/kWh	305.000,00 kWh	88.145,00 €	81,62 €	126,56 €	50,33 €

N.B.: I valori indicati per l'anno 2023 sono stimati in base ai dati disponibili in questo momento; perciò, nel corso dell'anno potrebbero subire delle variazioni.

Sono stati analizzati i consumi di energia in funzione dei 1080 punti luce e della potenza delle sorgenti luminose presenti nel territorio comunale e della ipotetica durata di accensione durante le 24 ore.

**È chiaro che è un dato indicativo in quanto il Comune stesso può apportare regolazioni diverse alle linee e può scegliere di mantenere spente più a lungo certe zone, come possono esserci guasti di alcuni punti luce come di regolatori di flusso luminoso.**

Possiamo perciò definire che è importante monitorare la voce di costo della quantità di energia utilizzata che incide notevolmente nel budget delle pubbliche amministrazioni. Una crescente sensibilità verso il tema del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale denotano da parte dell'amministrazione una particolare attenzione verso il cittadino e le sue esigenze di vivere il territorio.

**Non basta infatti la politica dello "spegnimento dei punti luce" come soluzione al risparmio energetico, perché significherebbe dimenticare che l'illuminazione pubblica è un servizio fondamentale per i cittadini e per la comunità, per la funzionalità, per la sicurezza, per la tutela del patrimonio, e per il benessere dell'uomo.**

Quindi il controllo dei costi e una pianificazione di interventi del sistema illuminazione pubblica devono essere gli strumenti per un'accurata gestione delle risorse disponibili e l'opportunità di valorizzare il territorio con progettazioni mirate.





## 8.5. Stralci di intervento e risparmio energetico

L'analisi dello stato di fatto e la proposta degli interventi con la relativa analisi dei costi permette di individuare un programma di lavoro da realizzare in un arco di tempo adeguato alla progettazione e la realizzazione dei singoli interventi e il reperimento delle risorse necessarie.

**Abbiamo individuato 3 stralci d'intervento per adeguare tutto l'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Fontanelle:**

### **1° STRALCIO DI INTERVENTO - Sostituzione di n. 36 armature stradali con lampada ai vapori di mercurio nella zona industriale.**

Analizzando l'impianto di pubblica illuminazione oggetto del 1° stralcio di intervento, è stato riscontrato un consumo energetico di circa 22.000 kWh/anno, per un totale di 36 punti luce.

Con la sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi a LED, stimiamo un risparmio energetico di circa 13.500 kWh/anno.

Tale riduzione permette di ottenere un risparmio del 60% sui consumi di energia elettrica, per i punti luce oggetto del 1° stralcio.

Per la realizzazione del 1° stralcio si presume una stima di spesa pari a 33.000,00 € (IVA 22% inclusa).

### **2° STRALCIO DI INTERVENTO – Sostituzione di n. 138 armature stradali con lampada ai vapori di sodio alta pressione ancora presenti nel territorio comunale.**

Analizzando l'impianto di pubblica illuminazione oggetto del 2° stralcio di intervento, è stato riscontrato un consumo energetico di circa 58.000 kWh/anno, per un totale di 138 punti luce.

Con la sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi a LED, stimiamo un risparmio energetico di circa 36.000 kWh/anno.

Tale riduzione permette di ottenere un risparmio del 62% sui consumi di energia elettrica, per i punti luce oggetto del 2° stralcio.

Per la realizzazione del 2° stralcio si presume una stima di spesa pari a 124.000,00 € (IVA 22% inclusa).

### **3° STRALCIO DI INTERVENTO – Sostituzione/relamping di n. 197 apparecchi di illuminazione decorativi (di cui n. 78 sfere non conformi alla L.R. 17/2009 e n. 93 relamping a LED) ai vapori di sodio alta pressione ancora presenti nel territorio comunale.**

Analizzando l'impianto di pubblica illuminazione oggetto del 3° stralcio di intervento, è stato riscontrato un consumo energetico di circa 82.000 kWh/anno, per un totale di 197 punti luce.

Con la sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi a LED, stimiamo un risparmio energetico di circa 50.000 kWh/anno.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 113 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Tale riduzione permette di ottenere un risparmio del 60% sui consumi di energia elettrica, per i punti luce oggetto del 3° stralcio.

Per la realizzazione del 3° stralcio si presume una stima di spesa pari a 180.000,00 € (IVA 22% inclusa).

La scelta della tecnologia LED (Light Emitting Diode) consente una durata di vita del gruppo ottico fino a 100.000 ore in L90B10 (L90 significa che il modulo LED emette il 90% del flusso luminoso iniziale dopo 100.000 ore - B10 significa che il 10% dei moduli LED avrà un flusso luminoso inferiore al 90% rispetto al flusso iniziale dopo 100.000 ore).

Confrontando la durata dei led rispetto alle lampade tradizionali notiamo che la vita media di una lampadina a filamento era di circa 1000/1500 ore, di una lampada a scarica è di 13000 ore circa (3 anni), e di una lampada fluorescente è di 10000 ore (2,2 anni).

Considerando 12 ore di funzionamento medio giornaliero per tutto l'anno, una sorgente a LED durerà circa 23 anni.

Una sorgente a LED, quindi non ha bisogno di manutenzione, e tale costo non viene considerato ai fini della spesa globale di intervento.

Attualmente i LED hanno un efficienza luminosa fino a 120 lm/W, rispetto ai 90/100 lm/W delle lampade a scarica di gas.

La sostituzione con sorgenti a LED comporta che venga cambiato tutto l'apparecchio di illuminazione; infatti, gli apparecchi a LED devono essere necessariamente costruiti in modo da poter dissipare il calore prodotto dal reattore interno al corpo che contiene la sorgente.

Alcuni produttori prevedono dei kit relamping a LED con potenze limitate per la sostituzione del solo corpo lampada e reattore, mantenendo il carter di copertura e di chiusura.

Con i nuovi interventi l'amministrazione farebbe scelte volte a considerare il risparmio energetico e l'importanza dell'arredo urbano, con l'uso di punti luce decorativi di soddisfacente fattezza; ci si augura che tale scelta sia perseguita e che la progettazione illuminotecnica diventi un elemento integrante nelle progettazioni urbane, per rendere l'ambientazione dei nostri luoghi piacevole, sicura e funzionale alla loro destinazione d'uso.



## 9. Specifiche, suggerimenti e linee guida operative

### 9.1. Requisiti minimi di progetto

Uno degli obiettivi del Piano della luce comunale è la classificazione del territorio per permettere la futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, piste ciclabili, incroci principali.

Questa sezione del Piano della luce comunale rappresenta il piano operativo di intervento come di seguito riassunti:

1. Individuazione dei criteri guida comunali minimi per la futura illuminazione.
2. Proposte di azioni significative di: ammodernamento, rifacimento, integrazione, sostituzione integrale, non solo richieste per legge ma azioni di indubbio interesse comunale sotto un aspetto di riqualificazione del territorio, risparmio energetico, ottimizzazione e razionalizzazione degli impianti.

Fra i principali intenti, oltre a quelli di indicare le più opportune proposte progettuali per area omogenea, si individua la necessità di ridare importanza ai tracciati storici che lo sviluppo disarticolato della rete viaria ha talvolta occultato con il rischio di farne perdere completamente le tracce.

Sarà indispensabile un'illuminazione discreta e senza stravaganze, che assolva al proprio importante ruolo di valorizzazione dell'antico tessuto viario e edilizio cittadino per un organico sviluppo dell'illuminazione stessa, integrata con quella privata in modo da consentire una gestione ottimale del territorio. Si deve realizzare una copertura graduale e misurata, senza accenti fuori misura e fonti che alterino e mettano in pericolo la percezione dell'ambiente.

L'Amministrazione comunale, nella sua libertà d'azione sul territorio in termini di nuova illuminazione e di ristrutturazione dell'esistente, sia nell'ambito dell'applicazione integrale del piano della luce che in semplici interventi, intende con il piano porre i **requisiti minimi di progetto** per chiunque si troverà ad operare sul suo territorio, sia per realizzare impianti d'illuminazione pubblica in base a specifiche richieste, sia per i privati nell'ambito di aree residenziali, artigianali, lottizzazioni, etc.

### 9.2. Specifiche minime degli impianti elettrici

Il piano d'intervento provvede alla definizione delle tipologie di apparecchi per l'illuminazione per ciascuna destinazione funzionale e più in generale per area omogenea, caratterizzando il tessuto cittadino con scelte mirate, funzionali e omogenee che si concretizzano in una gradevole ed armoniosa ridefinizione formale e spaziale del territorio comunale. Tali definizioni si affiancano e completano per le specificità del territorio le indicazioni basate sulle linee guida regionali n. 8950/07.

Dalle evidenze riscontrate sul territorio e dalle indicazioni emerse nei capitoli precedenti i principali tipi di intervento di carattere prevalentemente stradale si possono così riassumere:

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 115 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



1. **Impianti esistenti:** revisione e messa a norma degli impianti elettrici, sostituzione degli apparecchi d'illuminazione con analoghi a maggiori performance illuminotecniche e sostituzione degli apparecchi dotati di lampade ai vapori di mercurio.

2. **Nuovi impianti o Rifacimento integrale degli impianti:** adozione di soluzioni illuminotecniche ad elevata efficienza. Dal punto di vista impiantistico ciascuna soluzione deve essere basata sulla sicurezza dell'impianto nella sua globalità specialmente verso le persone, siano esse manutentori o semplici cittadini.

Un elemento di rilievo è sicuramente la lungimiranza nelle scelte in merito a soluzioni che favoriscano ridotti livelli di manutenzione periodica in quanto la vita media di un impianto d'illuminazione, 25 anni, impone valutazioni che vanno al di là dei normali costi di primo impianto e svincola da logiche di gare basate solo sul ribasso economico, privilegiando invece soluzioni tecniche a maggiore efficienza globale.

La sicurezza delle persone deve essere garantita per tutta la durata dell'impianto in condizione di normale funzionamento ed anche in caso di atti vandalici o incidenti, prevedibili in ogni contesto urbano.

#### Impianti elettrici indicazioni per l'adeguamento e per i nuovi impianti

Per quanto riguarda l'**adeguamento** di impianti esistenti:

- L'adeguamento della componentistica: deve rispettare la normativa vigente ed avere il requisito della marcatura CE, con l'aggiunta, in casi specifici, di ulteriori protezioni elettriche a monte dell'impianto.
- Le linee elettriche di alimentazione: se è possibile vanno interrate, sia per ragioni di sicurezza sia per un fatto estetico di impatto visivo; le derivazioni, punti considerati particolarmente delicati, devono essere effettuate in pozzetti e con giunzioni rigide in doppio isolamento.
- L'alimentazione di apparecchi fissati su mensola a parete: avviene tramite cavi aerei su muro, al fine di contenere sia i costi derivanti dal posare sottotraccia le condutture, sia i danni provocati a manufatti di valore storico - architettonico. Il tracciato dei cavi deve essere stabilito caso per caso prestando attenzione a ridurre al massimo l'impatto visivo. È preferibile evitare il fissaggio di scatole o cassette di derivazione a vista.
- Nel caso in cui si debba integrare l'impianto esistente con la sostituzione o l'aggiunta di pochi centri luminosi la scelta più conveniente sarà quella di rispettare la tipologia impiantistica esistente in cui si trova inserito l'impianto purché la tipologia sia conforme alla L.R. 17/09 e s.m.i.
- Realizzare sempre reti di distribuzione dedicate all'illuminazione pubblica.

I **nuovi impianti** devono:

- Prediligere impianti con analoghe caratteristiche elettriche, di normative e di sicurezza con linee interrate in cunicoli tecnologici dedicati.
- Ove non sia possibile demolire il manto stradale per gli scavi (ad esempio centri storici con pavimentazioni particolari) si potrà ricorrere, ma per brevi tratti, a linee aeree che saranno realizzate con cavi autoportanti ad elica sospesi tra eventuali pali o ancorati a parete nel caso di centri luce, staffati a muro, o proiettori sotto gronda riducendo al minimo gli interventi sugli edifici e l'impatto visivo degli impianti medesimi.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 116 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



### Caratteristiche elettriche generali degli apparecchi d'illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione pubblica dovranno essere conformi a quanto richiesto dalle leggi regionali in materia di inquinamento luminoso, alle norme di prodotto EN 60598-1-2-3, EN 62031, EN 62471, EN 61347-2-13, e dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive minime:

- **Tecnologia a LED con temperatura di colore 3000K.**
- **Dispositivo di dimmerazione automatico (regolazione custom) per ridurre i consumi elettrici nelle ore notturne di minor traffico.**
- Costruiti in alluminio pressofuso UNI EN 1706, verniciato a polveri, con viti imperdibili in acciaio INOX, e schermo in vetro piano temperato di spessore almeno 5mm ed elevata trasparenza.
- Marchio ENEC con Ta 50°C indicata nel certificato.
- Ottiche del tipo full cut-off o completamente schermati con intensità luminosa massima a 90° ed oltre (verso l'alto) non superiore a 0.49 cd/klm (requisiti della L.R.17/09 e s.m.i.).
- Caratteristiche tecniche conformi almeno ai "Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.)" di cui all'allegato al D.M. del 27 settembre 2017 e ss.mm.ii..
- Indice IPEA in accordo al DM 23/12/2013 (C.A.M.) e ss.mm.ii..
- Gli apparecchi di illuminazione ed i kit refitting dovranno essere in classe I di isolamento. **Nel caso in cui la sostituzione degli apparecchi avvenga in impianti di pubblica illuminazione sprovvisti dell'impianto disperdente di terra, la ditta appaltatrice dovrà provvedere alla sua realizzazione in conformità alla normativa vigente.**
- Grado di protezione IP 66 con valvola di scambio pressione a membrana, IK 08 totale. Grado IK e IP chiaramente indicati nel certificato ENEC. Nel caso di IP superiori si deve chiarire se sono compresi quelli inferiori.
- Gli apparecchi di illuminazione posti ad altezza inferiore ai 3 metri devono essere apribili (accesso a parti in tensione) solo con uso di chiave o di un attrezzo.
- Installazione apparecchio stradale: testa palo da 0 a 20° e su sbraccio da 0 a -20°, a passi di 5°.
- Gruppo ottico removibile.
- Cablaggio removibile.
- Dispositivo di protezione surge con SPD di classe 2, integrato e atto a disconnettere a fine vita il cablaggio, completo di led di segnalazione e termo-fusibile integrato. Resistenza alle sovratensione di almeno 8 kV a modo comune e differenziale per apparecchi in classe I di isolamento.
- Sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i seguenti dati di targa:
  - nome della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello;
  - tensione di funzionamento;
  - limiti della temperatura per cui è garantito il funzionamento ordinario, se diverso da 25°;
  - grado di protezione IP;
  - potenza nominale in Watt e tipo di lampada.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 117 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- Il costruttore dell'apparecchio deve fornire oltre a quanto specificato nella Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001 (dati fotometrici certificati e asseverati dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi) un foglio con le istruzioni per la corretta installazione in conformità alla L.R. 17/09 e s.m.i. e per la manutenzione.

Un'attenta valutazione e scelta deve essere condotta anche su caratteristiche meno legate a fattori elettrici ed illuminotecnici ma di notevole importanza per l'efficienza globale e manutentiva dell'impianto quali:

- Materiale chiusura resistente agli agenti atmosferici più critici;
- Sistemi di chiusura e protezione del vano ottico con minore predisposizione alla raccolta di sporcizia ed al deperimento (preferibilmente vetri di chiusura temprati piani);
- In fase manutentiva: facilità di sezionamento elettrico, agevole apertura e mantenimento dell'apertura del corpo illuminante, protezione del vano ottico dalla sporcizia, rapidità di sostituzione dei moduli LED, rapidità di sostituzione degli altri componenti elettrici.

#### Caratteristiche dei quadri elettrici, dei cavidotti e dei sostegni

I quadri contengono le apparecchiature di manovra, di protezione e di misura delle linee ad essi collegate. Sul fronte dei pannelli e/o all'interno dei quadri devono essere poste targhette che diano indicazioni della funzione dei vari dispositivi e adeguato manuale di istruzioni come specificato dalle norme.

Tutti i quadri elettrici dovranno essere realizzati come prescritto dalle Norme CEI 17-13 e CEI 23-51.

È fatto obbligo, durante il cablaggio del quadro, l'impiego di terminali definiti in gergo "puntalini" per evitare un cattivo contatto del rame con i morsetti di interruttori e morsettiere in genere.

I quadri che ospitano i dispositivi di protezione e sezionamento hanno le seguenti caratteristiche minime:

- In vetroresina a doppio isolamento.
- Grado di protezione: IP55 minimo, tenuta all'impatto 20j minimo.
- Ampliabilità: 30% di moduli liberi rispetto a quelli occupati per future espansioni degli impianti.

I quadri devono essere altresì alloggiati in apposite colonnine realizzate in muratura basamento in cemento di adeguate dimensioni e chiudibili a mezzo di apposita serratura o lucchetto di modo che siano accessibili solo al personale autorizzato.

Le chiavi dei quadri devono essere consegnate ai manutentori e all'Ufficio Tecnico del Municipio.

#### *Apparecchi di protezione*

- Interruttore generale del quadro elettrico di tipo automatico magnetotermico con relè differenziale polivalente per controllo di guasti a terra (da prevedersi sia per impianti in classe I che in classe II)
- Interruttore automatico differenziale di tipo selettivo  $I_d = 300\text{mA}$ , protetto contro gli scatti intempestivi, posto a protezione di ogni linea trifase in partenza (dorsali di alimentazione dei punti luce- dispositivo da prevedersi anche per apparecchi in classe II).
- Interruttori automatici magnetotermici unipolari posti a protezione delle singole linee in partenza (escluso il conduttore di neutro).

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 118 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- Protezione dei circuiti ausiliari mediante idoneo interruttore automatico magnetotermico differenziale.
- Apparecchiature di manovra (contatori) con categoria di impiego AC-3.
- Protezione da sovratensioni di origine atmosferica mediante inserzione di idonei limitatori di sovratensione (scaricatori).
- Nell'eventuale installazione di regolatori di flusso centralizzato le protezioni contro le sovratensioni dovranno essere garantite sia a monte che a valle del regolatore medesimo.
- Potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate non inferiore a 6kA per utenze con alimentazione monofase e 10kA per utenza con alimentazione trifase, salvo l'impiego documentato della protezione per filiazione.

#### *Accessori*

- Morsettiera in uscita per linee di potenza ed ausiliari.
- Cavi apparecchiature siglati e numerati.
- Selettore AUT-MAT a due posizioni per il comando di accensione dell'illuminazione.
- Orologio astronomico.
- Protezione sulle parti in tensione accessibili a portella aperta per garantire gradi di protezione IP XXB.
- Targhetta di identificazione riportante i seguenti dati: costruttore, tensione nominale, corrente nominale, grado di protezione, norma di riferimento.

#### *Pozzetti*

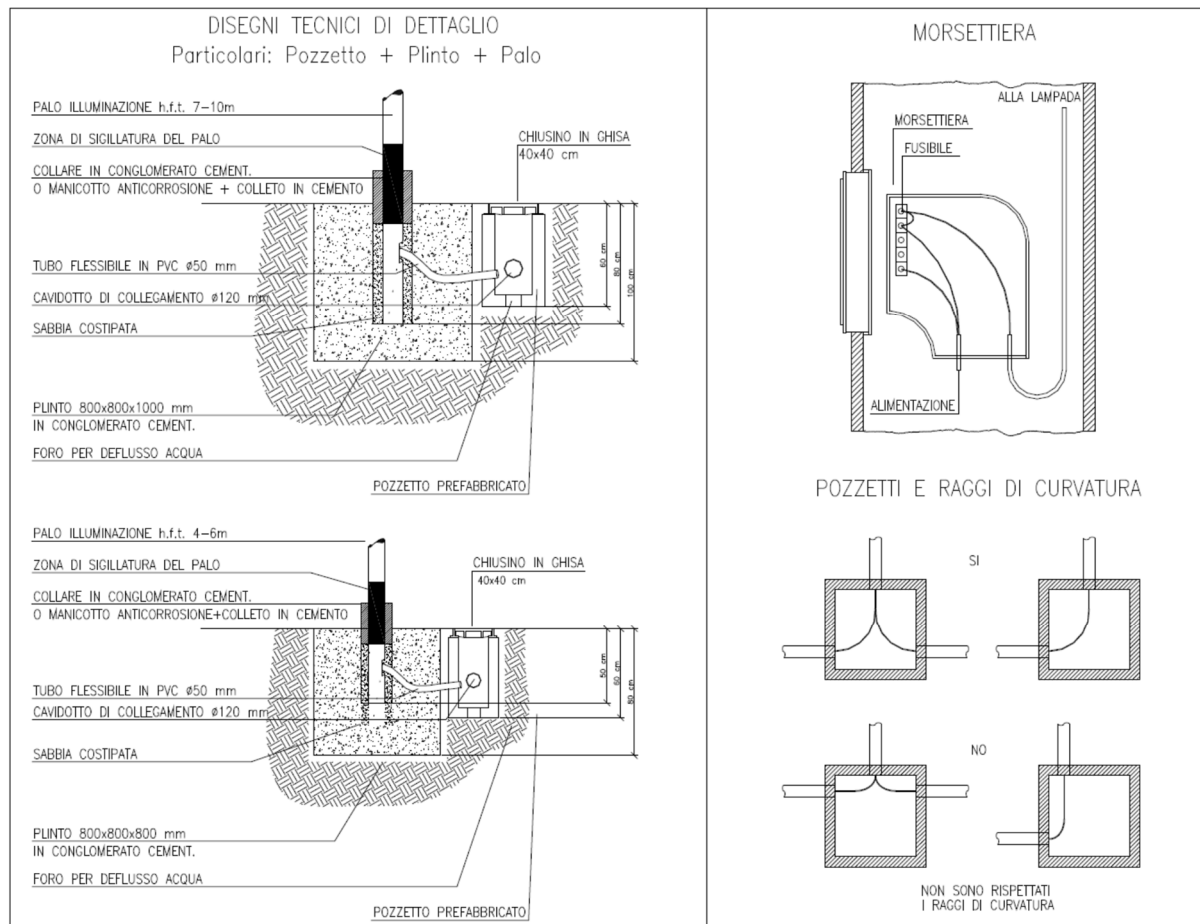
Lungo i cavidotti di alimentazione dei punti luce devono essere predisposti pozzetti d'ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi e dei cambi di direzione in modo da facilitare la posa e rendere l'impianto sfilabile ed accessibile per riparazioni o ampliamenti; su lunghe tratte i pozzetti devono essere messi ad un interdistanza non superiore a 50 m.

- I chiusini dei pozzetti devono essere rispondenti alla Norma UNI EN 124 con classe di appartenenza D400 se facenti parte della sede stradale oppure B125 se facenti parte di marciapiedi o piste ciclabili; devono essere messi in atto tutti gli accorgimenti al fine di evitare che detti chiusini emettano rumori molesti durante il transito dei veicoli su di essi; la dimensione minima è 40x40 cm.
- Anelli in CLS (senza fondo) con chiusino in ghisa carrabile ispezionabile. Dimensioni minime 40x40.

#### *Pali*

- Sostegni tronco conico in acciaio zincato a caldo ed eventualmente verniciati.
- Per l'estensione di impianti esistenti la tipologia dei pali dovrà essere conforme a quanto già installato.
- Protezione della base mediante colletto in CLS e guaina termo-resistente.
- Spessore minimo pari a 3 mm.
- Per sostegni verniciati, la verniciatura dovrà essere realizzata dalla casa produttrice e certificata.
- Morsettiera a base palo in Classe II completa di portella in alluminio.
- Fusibile su ogni punto di alimentazione in corrispondenza della morsettiera a base palo.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 119 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



*Schemi di massima sostegno, pozzetti e giunzioni*

Cavidotti e modalità di posa linee

*Linee in cavo interrato*

I cavi utilizzati saranno adatti alla posa interrata del tipo FG7R 0,6/1kV, e la posa avverrà secondo la Norma CEI 11-17. Le derivazioni entro pozzetto saranno realizzate mediante apposite muffole con caratteristiche tali da poterne certificare la Classe II di isolamento. I cavi devono essere:

- Dimensionati dal progettista in modo da rispettare quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 in merito alla portata di ciascun cavo alla corrente d'impiego e alla limitazione della caduta di tensione sui circuiti terminali non superiore al 4% dal punto di consegna ENEL.
- Posati entro tubazione interrata, ad una profondità minima di 0,5m, all'interno di cavidotti.
- Posati rispettando le distanze di sicurezza dai gasdotti come stabilito dal DM 24/11/84.

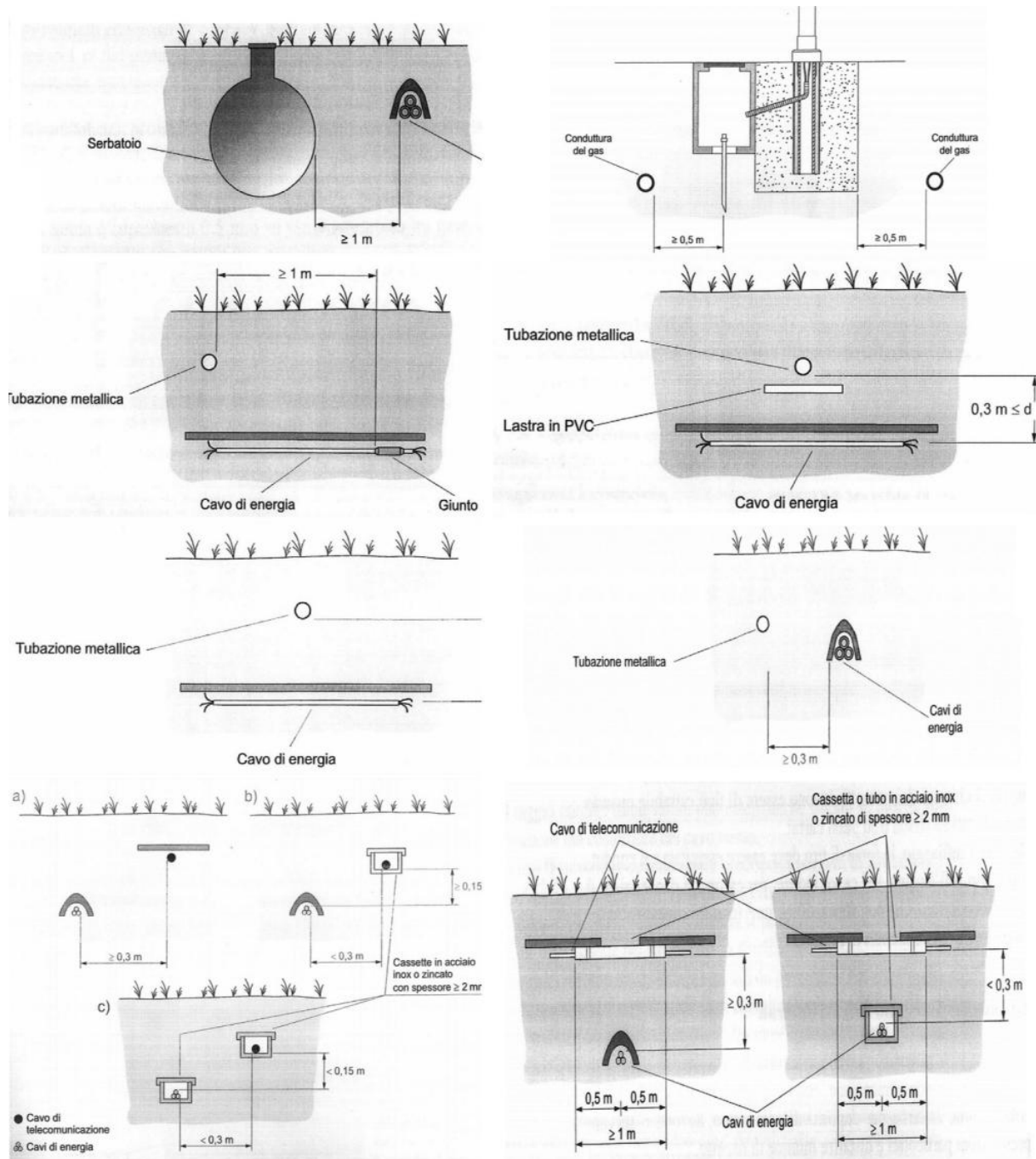
Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere la sfilatura e la re infilatura dei cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati anche in previsione di futuri ampliamenti dell'impianto.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 120 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



I cavidotti devono essere adagiati su un letto di sabbia e ricoperti sempre di sabbia prima che avvenga il riempimento con materiale stabilizzato onde evitare lo schiacciamento dello stesso. I cavidotti devono essere rispondenti ai requisiti di resistenza meccanica indicati nelle Norme CEI EN 50086-1-2-4.

Nelle figure vengono indicate le distanze minime dai diversi impianti che si possono trovare già interrati:



*Distanze minime dai diversi impianti*

Per gli interventi di nuova urbanizzazione o integrazione/rifacimento aree esistenti, le reti di distribuzione devono essere realizzate secondo le prescrizioni della norma CEI 11-47.

#### *Linee aeree*

Solamente in caso non si possa procedere alla posa di linee interrate, si possono installare tesate aeree poste ad un'altezza minima di 6m dal piano stradale (paragrafo 3.6.2 della Norma CEI 64-7) impiegando cavo di tipo RE4E4X 0.6/1 kV corredato dei componenti utili a poter definire la posa "a regola d'arte", ovvero rispettando le prescrizioni della Norma CEI 11-4; le derivazioni verranno realizzate utilizzando appositi morsetti di derivazione a perforazione di isolamento.

La distanza da tenere da altre linee aeree appartenenti ad altri impianti (distribuzione di energia elettrica, telecomunicazioni, ecc.) è identica a quella dei corpi illuminanti.

La non possibilità di posare linee interrate deve essere certificata dall'Ufficio Tecnico comunale.

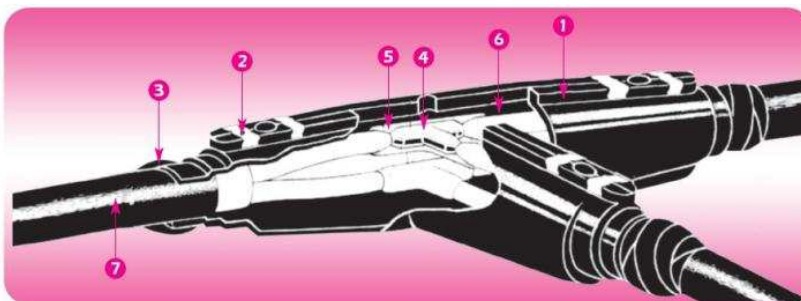
#### *Formazione e derivazioni*

Tutti i circuiti elettrici dovranno avere la seguente formazione:

- **circuiti monofase:** Fase (L) - Neutro (N);
- **circuiti trifase con neutro:** Fase (L1) - Fase (L2) - Fase (L3) - Neutro (N);

La realizzazione della derivazione dalla dorsale principale può essere effettuata in due modi:

- Dentro pozzetto con l'utilizzo di muffole stagne che consentano un grado di protezione di classe II.



- 1) muffola in gomma
- 2) molletta acciaio inox
- 3) tamponamento con mastice
- 4) connettore
- 5) fasciatura con nastro
- 6) compound isolante
- 7) guaina esterna del cavo autoagglomerante

- Dentro palo nell'apposita morsettiera in Classe II.

Il cavo di derivazione dalla linea principale in morsettiera alla base del palo ed il corpo illuminante è di tipo FG7OR 0,6/1kV sezione 3G2,5mmq.

#### Conformità degli impianti elettrici

Dovranno essere rispettati i seguenti requisiti minimi di progetto in termini di:

- Sicurezza Elettrica per la verifica di eventuali pericoli legati a sovraccarichi elettrici;  
cavi scoperti;  
mancanza di protezione dei quadri e delle linee.



- Sicurezza Meccanica  
sostegni arrugginiti, rischi strutturali;  
pericoli di caduta di elementi del complesso illuminante.
- Conformità Normativa Elettrica/Meccanica  
CEI 11-4 linee elettriche aeree e resistenza meccanica dei sostegni, CEI 64-8 protezione dei sostegni e distanze di sicurezza.
- Conformità Normativa Illuminotecnica e legislativa  
EN13201 e UNI11248 – Requisiti illuminotecnici dell'illuminazione; Legge Regionale n. 17/09 e s.m.i.

### 9.3. L'installazione

L'installazione degli impianti di illuminazione dovrà essere realizzata in conformità al progetto illuminotecnico, se previsto, e comunque sempre nel rispetto della L.R. 17/09, delle leggi vigenti in materia di sicurezza e delle norme di buona tecnica applicabili all'impiego.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella corretta installazione dei corpi illuminanti secondo quanto previsto, al fine di evitare montaggi che annullino la conformità alla Legge Regionale, ad esempio per inclinazione non corretta e conseguente illuminazione verso l'alto.

### 9.4. Caratteristiche degli impianti elettrici

**Norme di riferimento:** la progettazione e la successiva realizzazione degli impianti asserveranno rigorosamente le norme CEI 64-8/7 "impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari" sezione 714.

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

A maggior chiarimento si citano alcune prescrizioni della Norma CEI 64-8.

#### RESISTENZA DI ISOLAMENTO VERSO TERRA

- a) Con apparecchi di illuminazione disinseriti, ogni circuito di illuminazione alimentato a tensione fino a 1000V, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore ai valori presenti nella Tabella 61° della Norma CEI 64-8.
- b) Con apparecchi di illuminazione inseriti, ogni circuito di illuminazione, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:
  - b1) per gli impianti di gruppo 0: 0,25 MΩ
  - b2) per gli impianti di gruppo 1:  $[2/(L+N)]$  MΩ

Dove:

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 123 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



$L$  = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in chilometri (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);

$N$  = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico;

Questa misura deve essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi, di illuminazione inseriti.

La tensione di prova deve essere applicata per circa 60s.

#### ALIMENTAZIONE

I circuiti di alimentazione trifase degli apparecchi di illuminazione devono essere realizzati in modo da ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete.

#### PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

##### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti.

Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IP XXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate.

Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad un'altezza superiore a 2,8 m.

##### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente sezione, si applicano solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m. dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purché:

- Tali parti metalliche risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- Tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori osservati dagli operatori in occasione di interventi sugli impianti.

##### PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

Non è necessario collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.), che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto di illuminazione esterno.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 124 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



#### PROTEZIONE MEDIANTE COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE

Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra.

Per le conduttore elettriche si veda l'articolo 413.2 della norma CEI 64-8.

Ai fini di questo articolo si devono utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1KV.

#### SCelta E MESSA IN OPERA DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

I componenti elettrici devono avere, per costruzione o per installazione, almeno il grado di protezione IP33.

Per gli apparecchi di illuminazione il grado di protezione IP23 è sufficiente quando il rischio di inquinamento ambientale sia trascurabile, e se gli apparecchi di illuminazione sono posti a più di 2,50 m. al di sopra del livello del suolo.

Le prescrizioni relative alla costruzione e alla sicurezza degli apparecchi di illuminazione sono indicate nella serie di norme CEI EN 60598.

Il grado minimo di protezione deve essere:

- a) Per i componenti interrati o installati in pozzetto: IPX7 se è previsto il drenaggio, o grado di protezione IPX8 nel caso in cui sia prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso;
- b) Per gli apparecchi di illuminazione in galleria: IPX5.

#### CADUTA DI TENSIONE NEL CIRCUITO DI ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI IN DERIVAZIONE

Si applica quanto indicato in 525, e nel relativo commento, con la differenza di considerare la caduta di tensione al 5% della tensione nominale dell'impianto.

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI PALI DI ILLUMINAZIONE

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (materiale, dimensioni, protezione dalle corrosioni, ipotesi di carico, progetto e la sua verifica), si deve fare riferimento alla serie di norme UNI EN 40.

Nel caso in cui i pali di illuminazione sorreggono anche le linee aeree, per quanto riguarda la stabilità del palo e delle sue fondazioni, bisogna osservare anche quanto prescritto dalla norma CEI 11-4.

#### BARRIERE DI SICUREZZA E DISTANZIAMENTI DEI PALI DI ILLUMINAZIONE DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA E DELLA SEDE STRADALE

I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

L'uso di opportune barriere di sicurezza o distanziamenti è stabilito da appositi decreti ministeriali (DM 3 Giugno 1998; DM 18 Febbraio 1992; DM 15 Ottobre 1996; DM 21 Giugno 2004). Si veda anche la norma UNI 1317.

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm, secondo quanto specificato nel DM 14 Giugno 1989 n. 263 (art. 8.2.1).

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 125 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



**DISTANZIAMENTI DEI SOSTEGNI E DEI RELATIVI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DAI CONDUTTORI DELLE LINEE ELETTRICHE AEREE ESTERNE**

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supporti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella norma CEI 11-4 in 2.2.4 ipotesi £) non devono essere inferiori a:

- 1 m dai conduttori di linee classe 0 o 1

Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,50 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.

- $(3+0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e II, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV.
- Il distanziamento può essere ridotto a  $(1+0,015U)$  m. per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi.

**DATI UTILI PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO**

- ❖ Planimetria con l'indicazione e la definizione delle aree da illuminare (per le strade con traffico motorizzato la classificazione secondo il Codice della Strada);
- ❖ Norme di riferimento;
- ❖ Prestazioni fotometriche (livelli di luminanza e/o illuminamento, di uniformità e abbagliamento);
- ❖ Eventuali vincoli per la realizzazione dell'impianto (sottoservizi, alberature, barriere architettoniche, ecc.);
- ❖ Eventuale tipologia dell'impianto (tipo di alimentazione, tipo di sostegno: su palo, sospensione, mensola a muro, ecc.);
- ❖ Eventuali vincoli e prescrizioni inerenti alla gestione dell'impianto;
- ❖ Prescrizioni di limitazione delle perdite di energia sulle linee di distribuzione;
- ❖ Eventuali vincoli per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

**SCHEMA DELL'IMPIANTO**

Ad impianto ultimato il costruttore deve fornire al committente uno schema elettrico dell'impianto ed una planimetria nella quale siano indicate:

- Ubicazione e caratteristiche degli apparecchi di illuminazione e relativi accessori;
- Posizione, caratteristiche e schemi degli apparecchi di comando e delle eventuali cabine;
- Ubicazione e caratteristiche delle linee di alimentazione.

Nel caso di presenza di documenti progettuali, questi dovranno essere aggiornati a seguito di eventuali modifiche in tutte le loro parti di impianto.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 126 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



## CONSIDERAZIONI IN ORDINE GENERALE

**La progettazione illuminotecnica è resa obbligatoria dalla L.R. 07 Agosto 2009 n. 17 (art. 7).**

L'Amministrazione dispone che le parti elettriche siano oggetto di progettazione da parte di tecnico abilitato, iscritto all'ordine degli ingegneri o dei periti industriali, mentre per le parti urbanistiche – edilizio/architettoniche e di decoro urbano possano essere progettate da tecnico abilitato iscritto all'albo degli architetti, ingegneri, ecc., in ottemperanza alle leggi vigenti.

L'impresa appaltatrice non dovrà modificare l'impianto in fase esecutiva senza approvazione da parte della Direzione Lavori.

Nel caso in cui si apportino modifiche all'impianto progettato, l'impresa dovrà aggiornare tutti gli elaborati grafici progettuali oggetto di variante.

Per quanto attiene la scelta dei cavi si dovranno seguire le indicazioni delle norme CEI UNEL (comitato 20 del CEI) e della guida CEI 20-40 "guida per l'uso dei cavi a bassa tensione" vedi anche le varianti "V1 e V2".

Nella fase di lavoro in cui si realizza l'innesto dell'alimentazione nei corpi illuminanti, si dovrà porre particolare attenzione al tipo di cavo da utilizzare in quel preciso momento, consultando le specifiche del costruttore, in modo da garantire il grado di protezione e di tenuta dell'apparecchio.

### 9.5. Realizzazione delle infrastrutture

#### DISPOSIZIONI GENERALI

Nell'esecuzione dei disfacimenti e degli scavi, si devono osservare le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- 1) Rilevare e segnare prima di rimuovere la pavimentazione la posizione di segnaletica stradale, cippi e termini di proprietà, per poterli poi ricollocare al termine dei lavori nelle loro esatte posizioni;
- 2) Collocare in maniera ben visibile sbarramenti e segnaletica stradale per prevenire incidenti o ingombri della circolazione;
- 3) Integrare dette segnalazioni con dispositivi rifrangenti di colore rosso e con luci fisse rosse ben visibili a sufficiente distanza se lo scavo deve rimanere aperto o se i lavori provocano ingombro in condizioni di scarsa visibilità;
- 4) Accumulare il materiale di risulta, dove non sia previsto il completo trasporto in discarica, in spazi appositamente preparati e previsti dal piano della sicurezza;
- 5) Eseguire gli attraversamenti stradali, dove non sia autorizzata l'interruzione, in modo da non causare interruzione del traffico;
- 6) Assicurare transiti e accessi carrai e pedonali, dove necessario con ponticelli provvisori;
- 7) Organizzare i lavori in modo da tenere occupata la sede stradale il minor tempo possibile;
- 8) Segnalare immediatamente alla Direzione Lavori ed agli Enti preposti eventuali danni provocati a condutture o servizi presenti nel sottosuolo.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 127 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



#### SCARIFICAZIONE e RIMOZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

Le dimensioni della scarificazione devono essere limitate alla superficie strettamente indispensabile per l'esecuzione degli scavi in modo da ridurre al minimo gli oneri di ripristino e deve essere assicurata la massima riutilizzabilità degli elementi rimossi dalle pavimentazioni di un certo pregio.

In particolare, i materiali re-impiegabili dovranno essere accatastati con ordine e in accordo con le disposizioni della D.L. senza intralciare la circolazione od ostacolare i lavori successivi.

Quando trattasi di pavimentazioni in macadam bitumato, conglomerato bituminoso, asfalto o simili, si devono preventivamente eseguire delle profonde incisioni per tutto lo spessore della pavimentazione in modo da evitare costose maggiorazioni della larghezza dei ripristini.

I materiali di risulta degli scavi superficiali come asfalto e similari non dovranno in nessun modo essere reintrodotti negli scavi ma portati direttamente in discarica.

#### SCAVI

Gli scavi devono essere eseguiti tenendo il più possibile verticali le pareti, compatibilmente con la natura del terreno.

Le larghezze non devono essere maggiori di cm. 40, non sarà corrisposta nessuna maggiorazione se in presenza di pavimentazioni in lastre di qualsiasi dimensione o a causa della particolare natura del terreno e della presenza di altri servizi, saranno ritenute tollerabili larghezze fino a 50 cm., larghezze diverse dovranno essere giustificate dalla Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione degli scavi si dovrà provvedere, se necessario, al sostegno con mezzi adatti, di eventuali cavi, condutture o tubazioni esistenti interessate dai lavori con opportuni sostegni, particolari precauzioni dovranno essere prese quando lo scavo dovesse correre parallelo ed a breve distanza da muri o fondazioni superficiali.

Le profondità minime da rispettare sono:

- m.0,60 sui marciapiedi
- m. 0,80 sulle carreggiate e/o banchine
- m. 1,20 per gli attraversamenti

#### CAVIDOTTI

I cavidotti saranno costruiti con tubi di diametro minimo di 100 mm, lo spessore dei tubi non sarà inferiore mm. 2,5 la loro posa avverrà su letto di sabbia e dovranno essere protetti da una caldana in cls di cm. 10 di spessore.

Negli scavi ad una profondità minore di cm. 40 sarà posato un nastro segnalatore con la dicitura "cavi elettrici". Gli ingressi dei tubi nei pozzetti saranno realizzati ad un'altezza minima di cm. 20 dal fondo. Il fondo dei pozzetti darà del tipo a perdere.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 128 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023





I pozzetti avranno dimensioni minime di cm. 30 x 30 con chiusino in ghisa adeguato per portata alla modalità di posa (carreggiata o marciapiedi) le tratte non supereranno mai lunghezze di m. 50, negli attraversamenti stradali i tubi saranno di diametro minimo 125 mm.

Chiunque realizzi un attraversamento stradale, oltre a posare i tubi secondo la propria necessità, poserà almeno 2 tubi di scorta accompagnati da opportune segnalazioni e quotature per le future individuazioni.

#### MEZZI PER L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI

Lo scavo viene di norma eseguito a cielo aperto, a mano o con mezzi meccanici.

Nel caso di scavi con mezzi meccanici deve essere posta molta attenzione agli impianti presenti nel sottosuolo la cui posizione sarà accertata preventivamente.

È comunque consigliabile eseguire a mano tratti di scavo vicino a manufatti od impianti particolarmente delicati.

#### RINTERRI

Il rinterro, sia che venga eseguito con la terra di risulta o con materiale arido, deve essere eseguito in più strati successivi di circa 20 cm. Irrorati e costipati.

Il primo strato ad immediato contatto del manufatto dovrà essere di sabbia o terra priva di sassi corrispondente ad un vaglio di 3 cm.

#### RIPRISTINI

Prima di eseguire il ripristino della pavimentazione stradale si deve procedere a successive ricariche e livellamenti dello scavo per ovviare al naturale assestamento del terreno.

Si devono inoltre ripristinare nella loro esatta posizione, cippi, segnali, limiti di proprietà, ecc. eventualmente rimossi.

Tutti i materiali di risulta in esubero saranno portati alle pubbliche discariche.

I ripristini saranno realizzati con modalità previste dal regolamento comunale con opportune scarifiche e fresature come da tipo di pavimentazione.

Si provvederà alla stesura di tout-venant e tappeto, o di pavimentazioni particolari, secondo prescrizioni comunali e della Direzione Lavori.

#### BLOCCHI DI FONDAZIONE E PALI

I pali saranno sostenuti da blocchi di fondazione calcolati dal progettista dell'impianto, secondo normativa vigente e in funzione della verifica del ribaltamento.

I pali dovranno essere scelti secondo le prescrizioni della serie di norme UNI EN 40 in funzione del tipo di palo.

La verifica di stabilità dovrà essere fatta secondo norma CEI 11-4 che propone le formule di calcolo dei sostegni, delle fondazioni e dell'azione del vento.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 129 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



I pali dovranno essere protetti da corrosione nei punti indicati e con metodi descritti dalla norma UNI EN 40-5 per i pali in acciaio.

Per gli altri tipi di palo si seguano le altre norme della stessa serie UNI EN 40.

## 9.6. Illuminazione stradale

Sono considerati assi viari principali quelli che secondo la classificazione stradale sono stati assimilati alle strade con il maggior traffico motorizzato extraurbano ed urbano.

Esistono alcuni casi, nei quali, oltre alle caratteristiche tipicamente illuminotecniche per le strade a traffico motorizzato vanno associate caratteristiche estetiche del corpo illuminante e dei sostegni.

### Condizioni progettuali minime

**Apparecchi tipo:** stradale totalmente schermato, dotati di vetro di chiusura piano installati parallelamente al terreno, classe di isolamento II, riflettore in alluminio purissimo anodizzato con distribuzione del flusso asimmetrica (ottica stradale).

**Sostegni tipo:** sostegni per installazioni testa palo (o con sbraccio) e per altezze massime da terra di 10-12 metri posti su un lato della strada.

**Sorgente luminosa:** LED con indice di resa cromatica uguale o superiore a Ra=65 efficienza non inferiore a 90lm/w, temperatura di colore 3000 K.

**Ottimizzazione impianto:** rapporto interdistanza e altezza palo di sostegno consigliato dalla L.R. n.17/2009 – 3,7 (salvo problemi di intersezioni o la presenza di viali alberati).

**Riduzione del flusso:** Obbligatorio accorpendo più impianti sotto regolatori o utilizzando sistemi di regolazione per singoli punti luce.

Le presenti indicazioni, pur senza alcuna pretesa di completezza, hanno lo scopo di illustrare le varie disposizioni dettate dalla Legge Regionale per redigere un progetto illuminotecnico, che fornisca i dati principali per un corretto intervento sul territorio.

È chiaro che tali suggerimenti negli anni subiranno delle evoluzioni date dall'avanzamento tecnologico in cui si potranno avere performance illuminotecniche sempre migliori.

La maggior parte del tracciato viario del Comune di Fontanelle è caratterizzato da strade di piccole dimensioni e/o prevalentemente residenziali o locali.

Sia che gli interventi si presentino di adeguamento di impianti obsoleti, che per la realizzazione di nuovi impianti, si devono seguire i requisiti minimi dettati dalla L.R. n. 17/2009 per garantire adeguate condizioni di visibilità e di confort visivo nonché valori di contrasto di luminanza medio delle carreggiate e uniformità di luminanza che permettano di percepire l'immagine del tracciato stradale in modo netto e coerente.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 130 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



È utile, come abbiamo già ribadito, ed efficace l'integrazione dell'illuminazione tradizionale con sistemi di segnalazione passivi (catarifrangenti e fish-eyes) o attivi (led fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce, ecc.), per esempio per evidenziare incroci, passaggi pedonali, rotonde ecc. Tali sistemi sono molto più efficaci in caso di condizioni di scarsa visibilità al posto dell'illuminazione tradizionale.

Per le strade di campagna, deve adottarsi la condizione di una illuminazione ridotta:

- la conformazione del territorio comunale, anche a causa di possibili scarse condizioni di visibilità in periodi invernali per la presenza di nebbie, scoraggia fortemente l'installazione di illuminazione delle vie extraurbane;
- verrebbe compromesso il delicato equilibrio dell'ecosistema (flora e fauna) che ha la necessità del persistere del ciclo giorno-notte;
- il traffico ordinario notturno di tali vie è assolutamente trascurabile ed i costi dell'illuminazione e manutenzione risulterebbero non commisurati agli effettivi benefici.

#### **9.7. Illuminazione privata e pubblica**

Una particolare attenzione dovrà essere posta nella verifica dell'illuminazione privata di:

- capannoni artigianali ed industriali;
- aziende agricole;
- residenze private.

Si fa spesso utilizzo in queste entità di un uso inappropriato delle fonti di luce con gravi ripercussioni ambientali anche a notevoli distanze.

La giustificabile esigenza di salvaguardia della sensazione di sicurezza deve opportunamente essere controllata e coordinata dal PICIL secondo rigorose metodologie tecnologiche che assicurino un corretto presidio del territorio.

La maggior parte di installazioni private è costituita da proiettori simmetrici ed asimmetrici mal orientati, posti su supporti o a parete, e di potenze troppo elevate rispetto alle necessarie esigenze.

In particolare, potrebbe essere talvolta sufficiente un intervento di ri-orientamento di tali proiettori e di utilizzo di appositi schermi ed alette frangiluce per colmare i gravi scompensi che una illuminazione incontrollata provoca, situazioni di abbagliamenti e fastidio visivo, zone di controllo e zone d'ombra indesiderate, ecc.

Una luce realizzata con gli stessi proiettori esistenti (meglio se riprogettata per ciascuna esigenza) disposti in modo tale che l'intensità luminosa emessa verso l'alto risulti inferiore a 0.49 cd/klm a 90° ed oltre, può garantire la trasformazione di una visione "luminosa" da quello di una visione "illuminata".

È evidente che la luce abbagliante sparata verso i recettori della visione dona false sensazioni di illuminamento generalizzato e i problemi sopracitati.

L'impatto sul territorio di tali micro-entità abitative ed "isole di luce" (cantine, aziende agricole, piccole fabbriche) deve essere tale da non alterare l'ecosistema e la visione notturna di chi vive e di chi si approssima ad esse, utilizzando una illuminazione di entità ridotta e confinata all'interno di queste realtà.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 131 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Una illuminazione così pensata, permette di ridurre l'effetto di isolamento delle stesse dal resto del territorio, nonché riduce i punti di riferimento che guidano lo spostamento degli insetti dalle aree più umide (sorgenti e canali presenti) sino alle aree più estese e più densamente popolate.

L'utilizzo quindi di una illuminazione con potenze contenute, facilita l'adattamento dell'occhio al passaggio in prossimità di queste entità territoriali.

Dove invece viene richiesta una illuminazione prettamente di sicurezza si preferisca l'utilizzo di sensori di movimento abbinati ad apparecchi dotati di lampade ad accensione immediata.

Tali sistemi che sono sempre più diffusi, hanno un basso impatto ambientale e consentono un notevole risparmio per i ridotti tempi di accensione.

Per quanto riguarda gli impianti non conformi e non rientranti nelle deroghe di legge si dovrà intervenire spingendo i privati all'adeguamento a quanto previsto dalla L.R. n. 17/2009, il costo dell'adeguamento rimarrà in carico ai privati che hanno impianti ormai considerati fuori norma.

Una speciale attenzione va riposta nell'illuminazione delle insegne private e pubbliche, che non sono tantissime all'interno del territorio comunale.

Va comunque sottolineato come nell'art. 9 comma 5 della L.R. 17/2009 sia regolata l'illuminazione sia di insegne e vetrine non dotate di luce propria, le quali devono utilizzare apparecchi che illuminano dall'alto verso il basso, sia di insegne dotate di luce propria, che possono avere un flusso luminoso massimo di 4.500 lumen. Sempre all'articolo 9 comma 5 si legge "in ogni caso tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore 24.00".

Inoltre, è importante ricordare come rientrano tra le deroghe concesse, regolate all'art. 9 comma 4 della L.R. 17/2009, gli impianti internalizzati (sotto portici o tettoie) spesso di competenza di privati, e l'illuminazione delle insegne quando si tratti di neon nudi o scatolare con emissione inferiore a 4500 lumen.

In ambito di promozione della conoscenza del PICIL e delle norme e leggi ad esso collegate è possibile considerare l'organizzazione di almeno un incontro pubblico, la realizzazione una campagna informativa e una delibera comunale relativa ai temi di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico nell'illuminazione esterna.

#### **9.8. Illuminazione aree verdi, giardini e parchi**

La scelta per la creazione di nuove aree verdi in questo caso deve cadere su apparecchi che ne permettano la corretta fruibilità nelle fasce diurne a ridosso del crepuscolo ed allo stesso tempo, non turbino le aree abitate circostanti. Deve essere salvaguardata la sicurezza dell'area verde nelle ore notturne, evitando fenomeni di forti gradienti di luce, abbagliamenti ed aree contigue di forte discontinuità del flusso luminoso alternate con fasce d'ombra.

Il PICIL suggerisce l'identificazione di una tipologia di illuminazione univoca, in grado di essere funzionale ai vialetti ed ai percorsi pedonali.

Per tali aree omogenee si suggerisce l'installazione di apparecchi decorativi, con ottica full cut-off, su palo di altezza dai 4 metri ai 5.



Il colore predominante di parchi, giardini e viali alberati è il verde che risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti intorno ai 3000°K, tale situazione si scontra con altri fattori importanti legati alla necessità di usare limitate potenze e di non utilizzare l'illuminazione in termini di fotosensibilità delle piante.

Una adeguata soluzione per il comune potrebbe essere quella di identificare se l'area è accessibile e fruibile durante gli orari notturni ed in tal caso prevedere una illuminazione non solo di sicurezza ma che meglio valorizza la fruizione degli spazi verdi

Altra cosa importante è capire se l'illuminazione dev'essere garantita per tutta la notte, e in quali periodi dell'anno gli spazi verdi sono utilizzati dalla popolazione, in questo modo si può procedere ad una politica di risparmio dei consumi tesa a razionalizzare l'illuminazione in funzione alla reale necessità di illuminazione pubblica.

**Giardini e parchi di media dimensioni** di passaggio lungo vie principali o con orari di accesso limitato solo alle ore diurne-serali si possono utilizzare apparecchi illuminati schermati con altezze massime sino a 5 metri e sorgenti LED con temperature di colore 3000°K e flusso luminoso regolabile.

**Parchetti di piccole/media dimensioni** aperti al pubblico sempre e di passaggio si possono utilizzare apparecchi illuminanti schermati, con altezze sino al massimo di 6 metri e sorgenti LED con temperature di colore 3000°K e flusso luminoso regolabile.

**Parchi di medie/grandi dimensioni**, di aggregazione e di attività ricreative ad accesso illimitato, utilizzare apparecchi illuminanti totalmente schermati, con altezze sino ad un massimo di 6 metri e sorgenti LED con temperature di colore 3000°K e flusso luminoso regolabile.

La scelta progettuale deve comunque privilegiare soluzioni soft, che evitino abbagliamenti e rendano gradevoli e sicure le permanenze e l'utilizzo del parco anche a ridosso delle ore notturne preferendo quindi l'illuminazione specifica di vialetti e di aree ricreative piuttosto che soluzioni appiattite e senza soluzione di continuità ed indiscriminatamente diffusa ovunque.

Evitare l'illuminazione d'accento di alberi e cespugli dal basso verso l'alto anche e soprattutto con sistemi ad incasso che ha solamente valore scenico ma è inopportuna in quanto altera considerevolmente la fotosensibilità delle specie vegetali, oltre a non essere più ammessa dalla L.R. n. 17/2009.

Si sconsiglia per i nuovi parchi di dimensioni importanti l'utilizzo di sistemi di illuminazione del tipo a torre faro, da usare solo per installazione temporanee.

### 9.9. Illuminazione aree pedonali, piazze, percorsi e piste ciclabili

Le aree pedonali, le piazze, i percorsi di collegamento tra diversi punti di un centro e le piste ciclabili hanno un ruolo molto importante sul territorio comunale in quanto permettono alle persone in transito agevole da un luogo all'altro. In molti casi queste situazioni spaziali non sono illuminate o sfruttano una illuminazione residua data dagli impianti di illuminazione stradale.

Il PICIL vuole sottolineare come una buona progettazione illuminotecnica deve prendere in considerazione questi aspetti, dosare la giusta illuminazione per certe aree, e prediligere zone a più marcata presenza di pedoni ad altre invece con scarso passaggio. La stessa illuminazione poi deve essere dosata con intensità luminose soft e di potenza contenuta in modo da avere un risparmio energetico considerevole.

Per quanto riguarda le piste ciclabili dobbiamo evidenziare che la loro funzione di aumentare la vivibilità del territorio è una scelta urbanistica molto importante, la tendenza è quella di potersi spostare senza l'ausilio di mezzi a motore e raggiungere gran parte delle zone con la bicicletta, metodo salutistico a zero inquinamento. L'illuminazione di questi percorsi però ha il grave handicap di consumare energia quando la loro utilizzazione è quasi nulla. Sappiamo che le piste sono usate prevalentemente durante il giorno e nelle ore notturne soprattutto estive. In tutto il resto di tempo la loro illuminazione è pressoché sprecata.

Quindi è importante che l'illuminazione sia regolata in modo da consentirne l'utilizzo solo nelle prime ore della notte e un'ora prima dell'alba in inverno con benefici in termini di consumo energetico, di manutenzione e di realizzazione.

I parametri minimi di progetto sono dati dalla norma EN13201 – Classe P come riportato nella tabella consecutiva.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento verticale	
Categoria	$\bar{E}^a$ [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$f_{\pi}$ (valore del- l'incremento di soglia)	Categoria	$E_{v, min}$ [mantenuto] lx
<b>P1</b>	15,0	3,00	15	<b>EV1</b>	50
<b>P2</b>	10,0	2,00	15	<b>EV2</b>	30
<b>P3</b>	7,50	1,50	15	<b>EV3</b>	10,0
<b>P4</b>	5,00	1,00	20	<b>EV4</b>	7,50
<b>P5</b>	3,00	0,60	20	<b>EV5</b>	5,00
<b>P6</b>	2,00	0,40	20	<b>EV6</b>	0,50
<b>P7</b>	Non determinata				



È importante adottare sorgenti a LED con temperature di colore 3000°K e flusso luminoso regolabile.

#### 9.10. Illuminazione grandi aree, parcheggi e rotonde

Sono presenti sul territorio comunale dei parcheggi è quindi necessario definire delle indicazioni minime per il loro riassetto illuminotecnico e per la futura realizzazione di nuovi parcheggi.

La loro illuminazione deve adeguarsi alle dimensioni ed al contesto in cui sono inseriti. Per questo stesso motivo è necessario distinguere e suddividere i contesti da illuminare identificando delle linee guida univoche per ciascun contesto:

- ❖ *parcheggi lungo strade a traffico veicolare motorizzato*: l'illuminazione deve integrarsi con continuità con quella della strada lungo cui è posto il parcheggio ed analogamente i corpi illuminanti saranno della stessa tipologia di quelli stradali e posti sugli stessi sostegni di analoga altezza; (prevedere eventualmente degli sbracci per compensare gli arretramenti).
- ❖ *parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito centrale da valorizzare*: in questo caso la scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni decorativi e di design senza trascurare l'efficienza dell'impianto e con caratteristiche che si integrano con un contesto di valorizzazione urbana in cui si trovano.
- ❖ *Parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in ambito periferico*: la scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni utilizzati per applicazioni prettamente stradali. I sostegni devono aver altezze comprese non superiori a 8 metri per evitare fenomeni di luce intrusiva nel contesto in cui sono inseriti.
- ❖ *Parcheggi di medie/grandi dimensioni urbani ed extraurbani*: per impianti di medio grandi dimensioni utilizzare sistemi illuminanti posti su sostegni di altezza sino a 10-12 metri con corpi illuminati di tipo stradale o proiettori asimmetrici disposti con vetro orizzontale, per quanto possibile contenere le potenze al di sotto di 150W.

Si ricorda che per questi casi sono obbligatori i regolatori di flusso in modo da regolamentare durante le ore della notte il flusso luminoso in funzione agli orari di uso effettivi dei parcheggi.

Nei progetti illuminotecnici devono essere valutati quanti posti auto possono essere illuminati da un singolo punto luce considerando un parcheggio di dimensioni 5.5 x 2.5 ed una strada di accesso di 3.5 m. Questa valutazione può anche essere utilizzata per parcheggi con strada di accesso da 7 m. e parcheggi su entrambi i lati della strada ovviamente però devono essere considerati sia il doppio di posti auto che il doppio di punti luce.

La valutazione è assolutamente indicativa per far comprendere e verificare una buona ottimizzazione dei punti luce per ciascuna tipologia e classificazione del territorio.

Di seguito indichiamo alcune situazioni tipiche per l'illuminazione delle rotonde:

- 1) *Corpi illuminanti all'interno della rotonda*: permette una corretta percezione dell'ostacolo, se non aiutato con una illuminazione di "immissione" nella rotonda, ci sono gravi problemi di percezione degli ostacoli soprattutto per il contrasto e il fenomeno di controluce che crea rispetto agli altri sistemi.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 135 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

Questo metodo è sconsigliato in ambito urbano soprattutto se l'impianto di illuminazione è costituito da torri faro che hanno bassi fattori di utilizzazione, alte potenze installate ed un elevato impatto ambientale e visivo, con questo tipo di illuminazione bisogna dotare le strade che giungono in rotatoria di vie luminose.

- 2) *Corpi illuminanti esterni alla rotatoria*: soluzione tradizionale con corpi illuminanti posti lungo la circonferenza esterna della rotatoria. Potenze installate contenute ma minore percezione degli ostacoli soprattutto su strade ad alta velocità.
- 3) *Corpi illuminanti esterni alla rotatoria in contro flusso*: soluzione meno nota ma molto efficace che abbatta tutti i fenomeni di abbagliamento in quanto la luce segue sempre l'autista che si immette, percorre ed esce dalla rotatoria, senza mai interferire con la visione dell'autista del veicolo.

*A parità di soluzioni la 3 sembra essere la migliore per le zone centrali, ma esistono attualmente interessanti soluzioni del tipo 1 d'arredo e di grande qualità estetica che non solo permettono una migliore percezione della rotatoria ma migliorano anche l'estetica e la sua integrazione con il territorio.*

Per la progettazione illuminotecnica utilizzare i valori minimi di progetto previsti dalla norma EN13201 – Classe C come riportato dalla seguente tabella.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico	
Categoria	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	$U_0$ [minimo]	$f_{\pi}$ (valore dell'incremento di soglia)	Categoria	$E_{sc, min}$ [mantenuto] lx
<b>C0</b>	50	0,40	10	<b>SC1</b>	10,0
<b>C1</b>	30	0,40	10	<b>SC2</b>	7,50
<b>C2</b>	20,0	0,40	10	<b>SC3</b>	5,00
<b>C3</b>	15,0	0,40	15	<b>SC4</b>	3,00
<b>C4</b>	10,0	0,40	15	<b>SC5</b>	2,00
<b>C5</b>	7,50	0,40	15	<b>SC6</b>	1,50
				<b>SC7</b>	1,00
				<b>SC8</b>	0,75
				<b>SC9</b>	0,50

Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate nel caso di adeguamenti, nel caso di nuove realizzazioni verificare di sottostare ai requisiti minimi dettati dalla L.R. n.17/2009 (art. 9 punto 6), si ricorda che anche le rotatorie vanno sottoposte a regolatori di flusso in funzione dell'entità del traffico veicolare nelle ore notturne.

*Suggeriamo alcune disposizioni per la progettazione illuminotecnica delle rotatorie.*

In area urbana vengono generalmente progettate rotatorie con raggio esterno massimo di 12 m. con isola centrale sormontabile.



Queste vengono classificate come mini-rotatorie, installate solo in area urbana con limite di velocità di 50 km/h, dove si ha una percentuale di mezzi pesanti ridotta (max 5%), nella loro realizzazione si dovrà prevedere un'isola centrale visibile, utilizzando vernice bianca retroriflettente e una marcatura perimetrale discontinua.

In tale ambito la rotatoria si inserisce sia come intersezione a raso sia come arredo urbano, il cui scopo è di facilitare i cambi di direzione e limitare la velocità dei veicoli ma anche di valorizzare l'ambiente in cui viene installata.

Quindi non è richiesta una eccessiva illuminazione della superficie stradale ed è preferibile un impianto luci periferico che lasci libera l'area centrale per eventuali arredi urbani estetici e permettendo un'eventuale utilizzo di tale impianto anche per un percorso pedonale esterno alla rotatoria.

Le piccole dimensioni della rotatoria suggeriscono che lasciando libera l'area centrale si facilita l'eventuale transito di mezzi pesanti.

#### MINIROTATORIE D = 20 m ÷ 24 m



Da un punto di vista illuminotecnico, seguendo le indicazioni della norma UNI 11248 e quelle della normativa CIE 115/95 si può considerare una luminanza minima pari a 1cd/mq, una uniformità di luminanza  $U_0$  pari a 0,4 e classificando secondo EN 13201 queste intersezioni di classe C3, un illuminamento medio compreso tra i 15 lux e i 20 lux.

### ROTATORIE COMPATTE CON ISOLA CENTRALE SEMISORMONTABILE D = 25 m ÷ 30 m



Il campo di applicazione di tali rotatorie può essere sia urbano che extraurbano.

Nel primo caso si dovranno rispettare i parametri già trattati per le mini-rotatorie (luminanza minima pari a  $1 \text{ cd/m}^2$ , uniformità di luminanza pari a  $U_0=0,4$  e illuminamento medio compreso tra i 15 lux e 20 lux).

Nel caso di ambito extraurbano la luminanza minima dovrà essere  $1,5 \text{ cd/m}^2$ , l'uniformità di luminanza da garantire è ancora  $U_0=0,4$  mentre l'intersezione viene classificata di classe C1 – C2 comportando un illuminamento medio compreso tra i 20 lux e i 30 lux.

Per i diametri di 25 m. e 26 m., le tipologie di impianto presentano simili caratteristiche illuminotecniche: con una installazione centrale si ottengono valori più alti di illuminamento di 4-6 lux e una luminanza minima maggiore del 10%. La soluzione centrale è più economica in quanto si ha risparmio sul numero di sostegni.

Per diametri maggiori si osserva che, oltre al numero di sostegni, una illuminazione periferica richiede anche potenze maggiori.

Si sottolinea che a parità di uniformità di luminanza e di potenza impiegata, l'impianto periferico richiede altezze delle sorgenti luminose più basse e presentano un illuminamento inferiore rispetto ad una illuminazione centrale.

Come specificato dalla norma UNI 11248 l'angolo di visuale da prendere in considerazione per l'abbagliamento è pari a 20° gradi: altezze minori delle sorgenti aumentano la possibilità che la sorgente stessa rientri in tale campo visivo anche in prossimità della rotatoria elevando il rischio dell'abbagliamento.

L'impianto centrale alla fine risulta il più economico, ma un corretto impianto illuminotecnico prende in considerazione tutte le possibilità analizzandone i pro e i contro delle diverse scelte e possibilità.

#### ROTATORIE COMPATTE CON ISOLA CENTRALE NON SORMONTABILE D = 31 m ÷ 38 m

Per una installazione in zona extraurbana, osservando le stesse normative dei casi precedenti, l'intersezione viene ancora classificata di classe C1- C2, devono cercarsi dunque soluzioni che garantiscano una luminanza di 1,5 cd/mq, una uniformità di 0,4 e un illuminamento medio compreso tra i 20 lux e i 30 lux.

Valgono anche in questo caso le considerazioni fatte per le rotatorie di diametro compreso tra i 25 m. e i 30 m.; ricordiamo che un impianto periferico necessita di altezze minori per avere la medesima luminanza media.

Di seguito sono riportate due tipologie di rotatorie "d'arredo urbano" che contribuiscono a migliorare l'illuminazione quando sono posizionate rotatorie di un certo rilievo all'interno del territorio comunale.



#### 9.11. Illuminazione passaggi pedonali

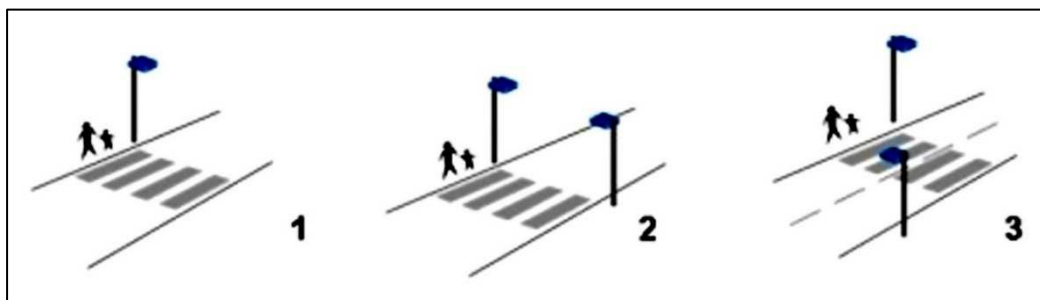
L'illuminazione dedicata ai passaggi pedonali non è una consuetudine applicabile ovunque, ma trova alcuni contesti dove risulti particolarmente consigliata:

- Lungo strade ad alto traffico e velocità superiori a 50 km/h in presenza di possibili elevati afflussi pedonali notturni (es. tipico locale notturno lungo strada grande traffico con parcheggio sul lato opposto della strada);
- Nei centri abitati lungo vie di traffico importanti (con indice illuminotecnico maggiore o uguale a 4e possibili flussi pedonali);

- In zone dove sono possibili dei flussi di traffico pedonale in assenza di illuminazione stradale che aumenti la percezione degli ostacoli sul tracciato pedonale.

La convenienza e congruità dell'utilizzo di tali sistemi deve venir valutata caso per caso.

Da utilizzare apparecchi che permettano di usare minori potenze con gli stessi risultati illuminotecnici. Riduttori di flusso obbligatori.



Le soluzioni sono 3 come illustrato nell'immagine. Naturalmente il numero 3 è la soluzione sempre preferibile in quanto permette una corretta percezione degli ostacoli per un autista di veicolo sia che provenga da destra che da sinistra.

## 9.12. Analisi delle emergenze architettoniche

L'illuminazione privata residenziale è quella che sfugge maggiormente al controllo e alla verifica.

La L.R. n. 17/2009 all'art. 9, punto 10, determina che per gli impianti di illuminazione esistenti dalla data di entrata in vigore della legge 07 Agosto 2009 e non rispondenti ai requisiti, si possono variare l'inclinazione degli apparecchi secondo angoli prossimi all'orizzonte, con l'inserimento di schermi paraluce, atti a limitare l'emissione luminosa oltre i 90°.

I nuovi progetti dovranno seguire le modalità dettate dalla legge regionale, e dalle norme del regolamento edilizio comunale, i progetti di modeste entità e gli impianti per i quali è sufficiente il deposito in Comune accompagnato dalla dichiarazione di conformità ai requisiti di legge sono quelli citati dall'art. 7 punto 3 della stessa L.R. n. 17/2009.

Attualmente nel territorio il sistema più usato per illuminare gli edifici è quello dei fari e proiettori verso le facciate principali delle residenze.

Come abbiamo già visto gran parte di questi sistemi non sono conformi, ma con accorgimenti ben studiati si può ovviare al problema apportando modifiche agli impianti già esistenti (art. 9, comma 2, lettera a) con spegnimento o della potenza d'illuminazione pari ad almeno il 30%, entro le 24 ore.

Per gli edifici di interesse storico, architettonico o monumentale qualora non fosse realizzabile un impianto secondo le norme dettate di cui al comma 2 lettera a), è ammesso il ricorso a sistemi di illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1cd/mq o ad un illuminamento medio fino a 15 lux.



I fasci luminosi devono essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e qualora la sagoma dell'edificio fosse irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il 10 % del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.

Ciò che è indispensabile fare, se si vuole costruire una immagine coordinata del centro abitativo notturno, è una vera e propria "regia della luce" che tenga conto non soltanto dei contesti ambientali immediati, ma anche delle relazioni visive, strutturali e simboliche ad una scala che comprenda tutto il territorio.

Con il termine "regia" si intende una interpretazione del che cosa e del come si debba illuminare un determinato sito o un intero centro urbano, sulla base di una conoscenza approfondita delle sue caratteristiche urbanistiche, morfologiche, architettoniche, funzionali e storiche.

Da un punto di vista concettuale la "regia della luce" si assume la responsabilità di una interpretazione "colta" del sito da illuminare ed attraverso l'individuazione di concetti e tecniche, trovare le soluzioni più adeguate a "disegnare" l'ambiente notturno.

Ciò che il PICIL offre è di rendere possibile attraverso un ponderato sistema di gerarchie e di differenze, la lettura e la vivibilità notturna dei luoghi e le potenzialità fruibili che sono negate durante il giorno, in altre parole "ordina" la visione notturna dell'abitato.

Attraverso uno sviluppo organico progettuale si individueranno priorità e criteri temporali d'intervento.

Ricordiamo che i 3 obiettivi principali del PICIL sono:

- 1) Il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso e il risparmio energetico
- 2) Comfort visivo – controllo dell'abbagliamento
- 3) Ottimizzazione dei costi di gestione e manutenzione.

Per quanto riguarda le emergenze architettoniche il comune di Fontanelle non presenta un centro storico definito, bensì le testimonianze storiche e monumentali sono disseminate in tutto il territorio con la prevalenza delle chiese che si trovano in ogni frazione.

Affinché un monumento possa emergere durante la notte anche da lontano, ha bisogno di una illuminazione studiata e mirata a definirne i volumi.

Attualmente tali edifici sono solo illuminati da sfere doppie o singole poste negli spazi verdi davanti alle chiese.

Come si è già visto tali sorgenti sono messe al bando non corrispondendo più alle direttive della L.R. n. 17/2009, quindi in una ipotesi di adeguamento di tali spazi eliminerebbe tali sorgenti di luce prediligendo di illuminare questi manufatti dall'interno attraverso le loro aperture dove fosse possibile (campanili, torri campanarie), mentre per le facciate si consiglia una illuminazione concepita come una quinta scenografica adottando una tecnica mista di proiezione entro la sagoma e radenza delle superfici.

L'illuminazione in genere per gli edifici deve mettere in evidenza la geometria della facciata e con luce d'accento sottolineare gli elementi che la caratterizzano, sempre perseguendo un effetto di luce morbida e uniforme.



### 9.13. La gestione

In merito alla gestione degli impianti, si raccomanda l'effettivo utilizzo dei dispositivi di riduzione di flusso luminoso quando previsti e necessari a garantire le corrette prestazioni illuminotecniche.

Si invita inoltre a prendere in considerazione lo spegnimento programmato nelle ore di minor traffico, nel caso in cui le situazioni di conflitto tra differenti utenze stradali siano ridotte al minimo o pressoché assenti, e quindi l'illuminazione non sia strettamente necessaria, stante la presenza nei veicoli di sistemi di illuminazione propria (ad esempio nelle strade extraurbane tra le ore 1 e le ore 5).

Si raccomanda inoltre un'accurata attività di manutenzione degli impianti, fondamentale a mantenere gli stessi in efficienza e sicurezza: vantaggioso sarà allo scopo il buon impiego dei sistemi di telecontrollo eventualmente implementati nelle installazioni.

Ai fini del contenimento dei consumi energetici sarà utile ottimizzare i tempi di esercizio degli impianti evitando accensioni anticipate e spegnimenti ritardati dovuti all'influenza di fattori esterni quali condizioni meteo, vegetazione, ostacoli, ecc. sugli interruttori crepuscolari.

Si ricorda infine l'opportunità di eseguire un'attenta indagine di mercato in merito alle molteplici soluzioni contrattuali offerte dai diversi fornitori di energia elettrica, finalizzata all'adozione di condizioni economiche che garantiscano una riduzione dei costi energetici sostenuti dall'Amministrazione Comunale.

### 9.14. Integrazione con il Regolamento Edilizio Comunale

Come previsto dall'art. 6.4 dell'Allegato A della L.R. 17/2009, per quanto attiene al settore pubblico "tutti i capitolati e i bandi di gara devono essere conformati alla L.R. 17/2009 e devono fare riferimento al PICIL approvato".

Per quanto attiene al settore privato, dato che alla data odierna il Regolamento Edilizio Comunale non è stato ancora adeguato alle disposizioni della suddetta norma, è necessario che lo stesso venga adeguato secondo quanto prescritto dall'art. 5 c. 1 della norma. Ai fini del presente PICIL si avanza pertanto una proposta di modifica/integrazione del suddetto regolamento affinché il Regolamento Comunale sia conforme alla L.R. n.17/2009 e s.m.i. L'aggiornamento dovrà avvenire tramite lo strumento dell'approvazione con delibera comunale e dovranno essere inseriti i seguenti contenuti:

- 1) Definire delle scale di valori (dimensioni, stili, colori) per gli impatti visivi notturni di insegne e cartellonistica luminosa;
- 2) Definire un cronoprogramma della luce artificiale urbana, definendo il carattere temporale delle diverse forme di illuminazione
  - Permanente
  - Stagionale



- di sicurezza
- di gala per eventi.

Per quanto riguarda gli strumenti tecnici, ai progetti illuminotecnici dovranno essere allegati i seguenti documenti:

- dichiarazione di installazione conforme alla L.R. n.17/2009 ed al progetto illuminotecnico;
- dichiarazione di conformità del prodotto installato alla L.R. n. 17/2009;
- dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico alla L.R. n.17/2009 da parte del progettista.

Il progetto illuminotecnico deve essere redatto da un professionista appartenente alle figure professionali dello specifico settore, iscritto agli ordini o collegi professionali, con curriculum specifico e formazione adeguata.

Di seguito si presentano due modelli *fac-simile* di dichiarazione da presentare per gli interventi effettuati sul territorio.



## 10. Piano di intervento e manutenzione

### 10.1. Piano di intervento

Il PICIL in attuazione a quanto dettato dalla L.R. n. 17/2009 definisce delle linee di intervento sul territorio che devono essere guidate dai seguenti principi guida:

- ❖ Emergenze urbanistiche in materia di sicurezza. Qualsiasi intervento sulla sicurezza degli impianti è certamente prioritario se questo può comportare un rischio più o meno rilevante per i cittadini ed i manutentori. Fra questi spiccano principalmente interventi sugli impianti elettrici stessi, sulle reti di alimentazione e sui quadri elettrici.
- Il Comune di Fontanelle non presenta emergenze di questo tipo, le reti sono abbastanza in buono stato così come i quadri elettrici.
- ❖ Lampade al Mercurio. L'obsolescenza di tali sorgenti, la loro non conformità con la L.R. n.17/2009, la messa al bando da parte delle direttive europee per l'alto potere inquinante, le rendono le candidate per una rapida ed immediata sostituzione ed il loro smaltimento come rifiuti pericolosi.
- Il Comune come primo intervento ha l'obbligo di sostituire tutte le armature con sorgenti ai vapori di mercurio presenti in zona industriale di Fontanelle.
- ❖ Fattore cronologico e di degrado. Gli impianti più obsoleti sono spesso quelli che hanno subito un maggiore e rapido invecchiamento per cause legate alla qualità dei materiali impiegati.  
Il fattore di scelta cronologico nel processo di adeguamento degli impianti è estremamente utile in quanto un programma di adeguamento mirato permette una pianificazione temporale dove all'impianto viene dato un tempo di funzionamento ottimale e identificato il periodo di scadenza naturale in cui le sorgenti dovranno essere sostituite per garantire sempre la massima efficienza di funzionamento, come dettato dall'art.9 della L.R. n.17/2009.
- ❖ Apparecchi non a norma antinquinamento luminoso secondo la L.R. n. 17/2009 dotati di lampade diverse da quelle ai vapori di mercurio:
  - Impianti realizzati dopo l'entrata in vigore della L.R. n. 17/2009 e non conformi con la legge medesima;
  - Impianti per cui sia richiesta la messa a norma della L.R. n. 17/2009. I tempi di adeguamento sono quelli riportati dall'art. 12 della presente legge;
  - Impianti in palese contrasto con la L.R. n. 17/2009, per i quali sarebbe estremamente utile la messa a norma anche per il notevole impatto: ambientale, energetico, in termini di sicurezza stradale e pedonale e di qualità della luce.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 144 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023





- Il Comune di Fontanelle presenta una minima parte del complesso luci non conforme alle disposizioni della L.R. n.17/2009, la legge consente la loro completa sostituzione entro l'anno 2024, avendo principalmente potenze variabili tra i 100We i 150W.
- ❖ Adeguamento dell'inclinazione. L'adeguamento dell'inclinazione delle armature per l'illuminazione in impianti, dove questo sia possibile, è una delle ultime operazioni che generalmente richiede minore impegno e per questo motivo a seconda delle priorità e delle scelte può essere attuata in ogni momento, naturalmente dove esistano sorgenti con un notevole impatto in termini di abbagliamento, luce inviata dove non funzionalmente richiesta, altamente invasiva o con flusso rivolto verso l'alto, è preferibile porvi rimedio in tempi stretti.
- Il Comune di Fontanelle presenta un numero esiguo di punti luce in questa condizione e quindi l'incidenza di tale intervento non comporta grossi benefici. È un intervento attuabile in qualsiasi momento.
- ❖ Impianti specifici. Fra gli ultimi anelli della catena di adeguamento è sicuramente annoverabile quello relativo alla messa a norma o riprogettazione ex novo degli impianti specifici con ruoli specifici nella realtà urbana del comune. In particolare, si tratta di impianti di illuminazione delle evidenze storico monumentali, oppure di riqualificazione di impianti sportivi.  
L'ultimo posto della serie di priorità è occupato da codesta tipologia di intervento che causa appunto la sua natura specifica ad elevato contenuto tecnologico e di ricerca spesso richiede la stesura di uno specifico progetto illuminotecnico per le opportune valutazioni dei casi.
- ❖ Per le nuove realizzazioni. Ultimo aspetto della riqualificazione è l'individuazione di eventuali possibili nuovi impianti d'illuminazione da programmare necessari per :
  - Completare la copertura del tessuto urbano, dove si rendesse necessario;
  - Compensare situazioni di evidente squilibrio nell'illuminazione;
  - Illuminazione di nuovi complessi residenziali e tracciati stradali;
  - Intervenire per evidenti situazioni di pericolo nell'illuminazione stradale.

*Nel caso di Fontanelle non si sono ravvisati interventi di espansione di prossima realizzazione, tali da giustificare progettazioni esecutive di carattere illuminotecnico urgenti.*

Tendenzialmente la nuova progettazione sarà volta a adeguare le aree contigue ed omogenee al fine di agevolare la qualità e l'uniformità degli impianti elettrici oltre che dal punto di vista dei corpi illuminanti, in particolare una pianificazione per l'adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso favorisce la necessità di:

- Salvaguardare ed elevare l'efficienza degli impianti;
- Stabilizzare la tensione di alimentazione;

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 145 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- Aumentare la durata delle sorgenti luminose;
- Contribuire al conseguimento di un risparmio energetico, mediante programmi personalizzati di variazione del flusso luminoso in relazione al traffico notturno.
- Monitorare lo stato di funzionamento del sistema e delle sue eventuali disfunzioni;
- Agevolare i programmi di manutenzione.

## 10.2. Piano di manutenzione

L'integrità dell'impianto di illuminazione viene garantito attraverso un adeguato programma di manutenzione che preveda per tutta la durata della vita dell'impianto un costante monitoraggio del suo stato.

Nello specifico il riferimento normativo che pone l'accento e l'attenzione sulla conservazione del bene comune nel tempo è la legge quadro in materia di lavori pubblici (L.109/94- DPR n.554/1999 e s.m.i.).

Gli strumenti operativi che costituiscono il piano di manutenzione di un impianto e di una serie di impianti sono:

- **IL MANUALE D'USO E CONDUZIONE**
- **IL MANUALE DI MANUTENZIONE**
- **IL PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

Riportiamo le principali attività che compongono le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria:

- Rilevazione lampade fuori servizio
- Ricambio delle lampade
- Riparazione dei guasti
- Pulizia degli apparecchi d'illuminazione con particolare attenzione al gruppo ottico ed agli schermi di protezione
- Controllo periodico dello stato di conservazione dell'impianto
- Sostituzione dei componenti elettrici e meccanici deteriorati
- Verniciatura delle parti ferrose

Altre variabili che possono incidere sui costi di manutenzione sono:

- La rilevazione delle lampade fuori servizio mediante personale specializzato e sistemi di telecontrollo;
- Il presidio continuato per il pronto intervento in caso di disservizio;
- La riparazione dei guasti per atti vandalici o incidenti stradali.

### a. MANUALE D'USO E CONDUZIONE

Gli obiettivi principali sono:

- prevenire e limitare gli eventi di guasto che comportano l'interruzione del funzionamento;
- evitare un invecchiamento precoce degli elementi tecnici e dei componenti costitutivi;

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 146 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- fornire una adeguata conoscenza all'utilizzatore dell'impianto medesimo.

Impianto d'illuminazione in generale.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde, una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo contenente i gas esauriti.

*Anomalie riscontrabili:*

- Abbassamento livello di illuminazione
- Avarie
- Difetti agli interruttori

Pali per l'illuminazione

*Anomalie riscontrabili:*

- Corrosione
- Difetti di stabilità

**b. MANUALE DI MANUTENZIONE**

Il manuale di manutenzione definisce i passaggi ed i processi della manutenzione programmata degli impianti d'illuminazione. Il suo utilizzo permette di razionalizzare e rendere più efficienti le attività inerenti alla manutenzione attuando tutte le procedure necessarie per prevenire malfunzionamenti, anomalie e guasti.

Le operazioni di manutenzione sono regolamentate dalle vigenti norme di legge in materia D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e devono essere effettuate esclusivamente da personale autorizzato dotato di tutti i dispositivi di protezione personale previsti per legge e della strumentazione minima prevista per tali tipi di interventi mantenuta in perfetta efficienza.

L'esigenza di una manutenzione programmata periodica è quella di conservare gli impianti d'illuminazione nel tempo in perfetta efficienza sino alla morte naturale degli impianti medesimi (prevista dopo 30 anni), migliorandone l'economia di gestione.

A tal fine è indispensabile una completa pianificazione ed organizzazione del servizio di manutenzione unito ad una adeguata formazione del personale operativo.

Si evidenziano a tal proposito le tipologie più comuni di interventi legati ad un uso normale ed ordinario degli impianti:

- Sostituzione delle lampade
- Pulizia degli apparecchi di illuminazione
- Stato di conservazione dell'impianto

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 147 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



- Verniciatura e protezione dalla corrosione dei sostegni.

Gli automezzi per la manutenzione devono essere dotati degli idonei dispositivi di sollevamento o di accesso ai corpi illuminanti, partendo dalle semplici scale doppie per i sostegni di apparecchi decorativi posti a meno di 3,5 metri da terra, sino a sistemi con cestello mobile per sostegni sino a 8 – 12 metri d'altezza.

Gli interventi manutentivi devono essere coordinati in modo da minimizzare i costi d'intervento e massimizzarne l'efficacia:

- far corrispondere il cambio lampada con la pulizia dei vetri di protezione e chiusura;
- gli interventi di manutenzione sugli impianti elettrici sono estremamente delicati in quanto è necessario mantenere l'integrità nel tempo dell'impianto documentando adeguatamente eventuali interventi che ne modifichino le caratteristiche, utilizzando materiali identici a quelli esistenti ( nel caos di cavi anche nel colore), con analoghe prestazioni evitando di alterare il grado di protezione di quei componenti che sono suscettibili si esposizione alle intemperie;
- i quadri elettrici vanno puliti periodicamente , ogni anno, assicurandosi che i contrassegni conservino la loro leggibilità .Ogni anno occorre controllare le linee nei pozzetti e l'efficienza dei relè crepuscolari.
- Per quanto riguarda i sostegni di acciaio, essi vanno tenuti in osservazione, in relazione alle condizioni atmosferiche, al fine di provvedere alla verniciatura quando necessaria.

Una periodicità per la verniciatura, in ogni caso, può essere prevista intorno ai 5 anni limitatamente per sostegni verniciati e per periodi molto più lunghi per pali in acciaio zincato che comunque perdono gran parte del loro strato protettivo in meno di 10 anni.

Gli interventi manutentivi devono essere adeguatamente documentati e registrati.

Un particolare chiarimento è necessario nei confronti delle operazioni di cambio lampada:

- Calcolare i tempi di accensione media annua dei singoli circuiti e confrontarli con le tabelle fornite dai produttori della vita media delle lampade installate; per valutare i tempi di relamping programmati;
- Calcolare il costo dell'intervento di manutenzione come somma del costo della sorgente e del tempo medio di sostituzione della medesima (comprensiva di eventuale noleggio cestello);
- Le sorgenti luminose mal sopportano sbalzi di tensione e frequenti cicli di accensione e spegnimento;
- Non maneggiare le sorgenti luminose con le dita;
- Non utilizzare apparecchiature in condizioni di lavoro differenti da quelli suggeriti dalla ditta costruttrice;
- Utilizzare sistemi di stabilizzazione della tensione che migliora le performance, riduce i costi energetici ed aumenta la vita media delle sorgenti luminose.

**Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite con apparecchiature non in tensione (dopo aver controllato che gli interruttori dei relativi circuiti siano aperti) da personale qualificato ed autorizzato.**

Per quanto attiene l'efficienza dell'impianto di terra, valgono le disposizioni di legge D.P.R. n. 462 del 22/10/2001.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 148 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



Elemento manutenibile: armature stradali dotate di lampade a scarica.

*Anomalie riscontrabili:*

- Abbassamento livello di illuminazione
- Avarie
- Difetti agli interruttori

*Controlli eseguibili da personale specializzato:*

- Verifica a vista
- Verifica strumentale ed elettrica

*Manutenzioni eseguibili da personale specializzato*

- Verifica a vista
- Pulizia dei vetri
- Sostituzione delle lampade

Elemento manutenibile: Pali e sostegni

*Anomalie riscontrabili:*

- Posizioni anomale da incidenti esterni
- Cedimenti fondazioni
- Corrosione

*Controlli eseguibili da personale specializzato:*

- Verifica a vista
- Verifica strumentale ed elettrica

*Manutenzioni eseguibili da personale specializzato:*

- Verifica vista corrosioni e difetti di stabilità
- Sostituzione dei pali

**c. PROGRAMMA DELLE MANUTENZIONI**

Il programma delle manutenzioni definisce in modo puntuale e specifico la tempistica degli interventi programmati e periodici sul territorio per agevolare un servizio di maggiore qualità al cittadino e per una migliore gestione delle risorse favorendo economie gestionali e organizzative.

Programma delle manutenzioni.

Segue un programma operativo adeguato al parco impianti d'illuminazione comunale.

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 149 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

PROGRAMMA DI MANUTENZIONI - CONTROLLI

ELEMENTI MANUTENTIBILI / CONTROLLI	Tipologia	Frequenza
<b>Armature stradali dotate di lampade a scarica ed elementi di arredo urbano</b>	Controllo a vista	Ogni 2 mesi
Controllo : verifica a vista Verifica a vista della funzionalità degli impianti, della integrità dei sostegni, del funzionamento delle lampade		
Controllo : verifica strumentale ed elettrica Analisi dei consumi e dei transistori, della programmazione con apposita apparecchiatura che rilevi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• consumi in KW</li> <li>• Programmazione come da esigenze</li> <li>• Stato e risposta degli interruttori</li> <li>• Verifiche elettriche canoniche come da norma CEI 64-7 e 64-8</li> <li>• Verifica del serraggio dei morsetti serracavi nei pali e nei quadri</li> </ul>	Ispezione	Ogni 2 anni
<b>Pali per illuminazione</b>	Controllo a vista	Ogni 2 anni
Controllo : verifica strumentale ed elettrica Controllo dello stato generale e dell'integrità dei pali per l'illuminazione		

PROGRAMMA DI MANUTENZIONI – INTERVENTI

ELEMENTI MANUTENTIBILI / CONTROLLI	Frequenza
<b>Armature stradali dotate di lampade a scarica ed elementi di arredo urbano</b>	Ogni 4 mesi
Intervento : verifica a vista Verifica a vista della funzionalità dell'impianto	
Intervento : pulizia vetri A) Pulizia dei vetri e dei riflettori al fine di garantire la migliore illuminazione della strada nel rispetto delle normative illuminotecniche vigenti B) Stato del palo C) Verifica serraggio dei morsetti all'interno della morsettiera e nei quadri D) Verifica dei giunti all'interno dei pozzetti	Ogni 4 anni
Intervento : sostituzione delle lampade Sostituzione delle lampade e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media delle lampade fornite dal produttore.	Ogni 4 anni
<b>Pali per illuminazione</b>	A guasto
Intervento : sostituzione dei pali Sostituzione dei pali e dei relativi elementi accessori secondo la durata di vita media fornita dal produttore. Nel caso di eventi eccezionali ( temporali, incidenti stradali, terremoti ecc. ) verificare la stabilità dei pali per evitare danni a cose e persone	

## 11. Pianificazione energetica ed economica

### 11.1. Piano di energy saving

L'obiettivo principale di un piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso è la riduzione e razionalizzazione dei costi energetici e manutentivi.

Dall'analisi effettuata in collaborazione con l'ufficio tecnico per i lavori pubblici del comune di Fontanelle, abbiamo desunto che i costi che attualmente l'Amministrazione spende per l'energia impiegata per l'illuminazione pubblica, possono essere ottimizzati ricercando un risparmio negli adeguamenti degli impianti più vecchi e quindi nella scarsa efficienza degli apparecchi illuminati e delle sorgenti luminose.

Nella seguente tabella riepiloghiamo i consumi degli ultimi anni:

ANNO	COSTO COMPONENTE ENERGIA	COSTO ENERGIA FINITO (IVA esclusa)	CONSUMI TOTALI	COSTO TOTALE (IVA esclusa)	COSTO MEDIO A PUNTO LUCE (IVA esclusa)	COSTO PUNTO LUCE SAP 100W (IVA esclusa)	COSTO PUNTO LUCE LED EQUIV. (IVA esclusa)
2020	0,033 €/kWh	0,160 €/kWh	385.000,00 kWh	61.600,00 €	57,04 €	70,07 €	27,86 €
2021	0,110 €/kWh	0,246 €/kWh	360.000,00 kWh	88.560,00 €	82,00 €	107,73 €	42,84 €
2022	0,269 €/kWh	0,421 €/kWh	325.000,00 kWh	136.825,00 €	126,69 €	184,36 €	73,31 €
2023	0,150 €/kWh	0,289 €/kWh	305.000,00 kWh	88.145,00 €	81,62 €	126,56 €	50,33 €

N.B.: I valori indicati per l'anno 2023 sono stimati in base ai dati disponibili in questo momento; perciò, nel corso dell'anno potrebbero subire delle variazioni.

Questa situazione non è certo destinata a migliorare, ma anzi i cittadini vedranno nei prossimi anni aumentare il costo dell'energia e conseguentemente il costo fisso per l'Amministrazione comunale.

A fronte di tali consumi la qualità illuminotecnica differisce molto per zone nel territorio, mentre bisognerebbe garantire un buon livello di illuminazione in ogni luogo, studiato e dato da una progettazione mirata al reale fabbisogno per ogni singolo intervento.

L'unica alternativa è un intensivo lavoro di riduzione delle potenze che deve andare di pari passo con una netta scelta qualitativa del Comune in termini di prodotti.

Gli obiettivi del piano di energy saving sono:

- Azzerare l'inquinamento luminoso diretto e indiretto
- Minimizzare l'incidenza economica ed energetica dell'illuminazione pubblica
- Ottimizzare i costi di gestione degli impianti
- Rinnovare gli impianti presenti sul territorio rendendoli più moderni ed efficienti



Non potendo disporre di dati certi per poter valutare le crescite annue dei costi nei prossimi anni possiamo comunque fare delle proiezioni di spesa partendo dallo stato attuale e considerando una crescita annua del costo dell'energia variabile a seconda dell'andamento dei mercati, del costo del petrolio, ecc.

È necessario, in base a queste prospettive, che il comune attui le sue politiche di adeguamento alla L.R. n. 17/2009 e consideri i futuri progetti di illuminazione pubblica in un'ottica di funzionalità, decoro e massima razionalizzazione dei consumi per avere la massima efficienza con il minimo consumo.

Il Piano di Energy Saving quindi delinea la ristrutturazione e le nuove procedure per la costituzione degli impianti con la possibilità di ottimizzare le potenze installate e le interdistanze.

L'ottimizzazione dell'interdistanza tra i punti luce permette, ovviamente, la riduzione dei punti luce stessi con grandissimo beneficio sui consumi energetici e sui costi di manutenzione.

Con le nuove tecnologie ottiche i prodotti di media qualità riescono agevolmente ad ottenere rapporti  $l/h = 3.7$  (ad esempio se il palo è alto 9 metri l'interdistanza tra i punti deve essere di almeno 33 m.), è ovvio che il progettista che effettua i calcoli illuminotecnici svolge un ruolo fondamentale per l'ottenimento di risultati sempre più ottimali seguendo le direttive della L.R. n.17/2009.

Anche le potenze saranno calibrate in modo da garantire i livelli di luminanza previsti dalla norma di riferimento, in fase di progettazione la scelta della potenza dovrà essere attentamente calibrata utilizzando la MINORE POSSIBILE garantendo i livelli di luminanza (illuminamento) previsti nel presente piano.

Sarà cura del progettista incaricato redigere piani illuminotecnici esecutivi per i vari interventi siano essi singole strade, lottizzazioni, aree urbane ecc. seguendo le direttive di tale piano e proponendo prodotti del mercato di avanzata tecnologia corrispondenti alle normative in vigore.

Per ogni strada deve essere analizzata la classe illuminotecnica, la larghezza e le condizioni di posa.

Le cifre da investire sia per gli adeguamenti che per le nuove realizzazioni sono sicuramente impegnative e il calcolo di rientro da tali investimenti (pay-back) risulta nella maggior parte dei casi molto dilatato nel tempo, però in contropartita si può asserire che il risparmio energetico risulterà sempre più cospicuo a mano a mano che tutti gli impianti verranno sostituiti con nuove tecnologie.



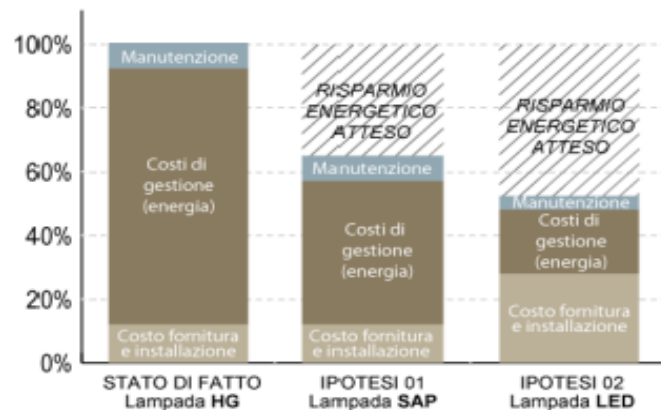
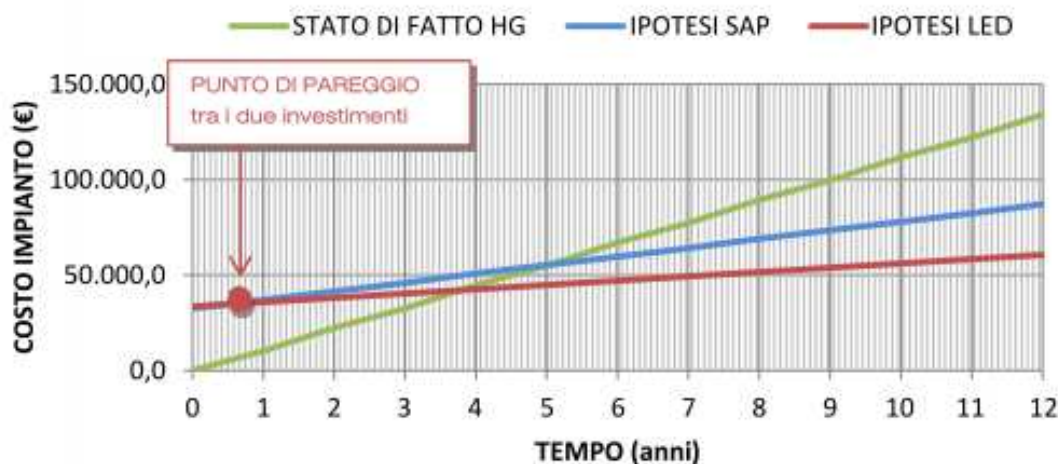


Grafico con confronto tra i costi totali delle 3 tecnologie principali sulla base di 12 anni di vita di un impianto.

Altro intervento da realizzare è la sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio e SAP con tecnologia LED: i costi iniziali (fornitura e posa in opera degli apparecchi illuminanti) e i costi annuali (costo energetico e manutenzione dell'impianto) in funzione del tempo si può definire il punto in cui l'intervento di adeguamento con lampade a Led diventi conveniente dal punto di vista economico rispetto all'opzione Sap. Nella fase iniziale (t=0) l'ipotesi a Led risulta più costosa ma dopo solo 6 mesi dall'installazione raggiunto il *breakeven point* (punto di pareggio) indicato nel grafico sottostante dal pallino rosso.

Da questo punto in poi l'impianto a LED in virtù del relativo risparmio energetico e di conseguenza economico permetterà di risparmiare rispetto ad un impianto SAP.





## 11.2. Titoli di efficienza energetica

I risparmi di energia primaria derivanti da interventi di efficienza energetica sono attestati dai Titoli di Efficienza Energetica (TEE ex Certificati Bianchi), emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) sulla base delle indicazioni dell'autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG). In particolare, il risparmio lordo di energia elettrica primaria derivante da un intervento di efficienza energetica è costituito dalla differenza fra il consumo dopo la realizzazione ed è espresso in tonnellate equivalenti di petrolio (tep).

L'autorità definisce i risparmi specifici lordi di energia primaria per diverse tipologie di interventi mediante apposite schede tecniche.

Nel nostro caso la valutazione della quantità dei TEE è da calcolare intervento per intervento.

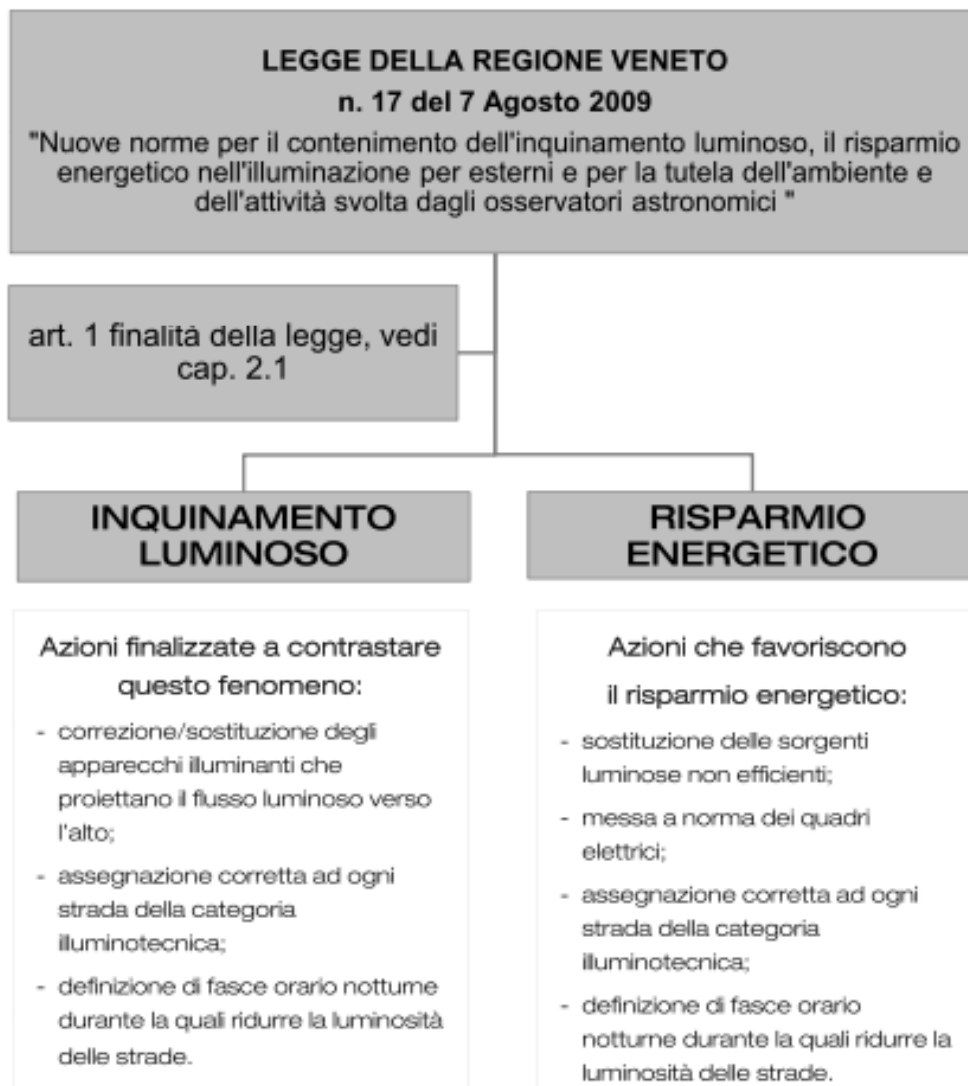
File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 154 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

## 12. Supporti normativi alle indicazioni del PICIL

L'Amministrazione Comunale ha il compito di assicurare e provvedere all'efficienza e funzionalità dell'illuminazione cittadina, prima dell'approvazione della Legge Regionale 07 Agosto 2009 n. 17, non esistevano normative specifiche per il settore illuminazione dei centri urbani.

Il PICIL si integra con tutti gli strumenti urbanistici che regolano la trasformazione del territorio comunale e costituisce per il Comune, per i progettisti che devono operare nel Comune, per i progettisti che operano in ambito privato, uno strumento vincolante in materia di illuminazione e come tale l'amministrazione è tenuta a rispettarlo e farlo rispettare (l'art. 11 della L.R. n.17/2009 sancisce le sanzioni per chi non rispetta le norme).

Per questo motivo per migliorare la completezza operativa del piano medesimo, ed agevolare l'Amministrazione Comunale nella sua attuazione, sono allegati dei documenti accessori a sua integrazione.



## Finalità ed obiettivi del Piano:

### Come illuminare correttamente:

Utilizzo esclusivo di **sorgenti luminose** conformi a L.r. 17/09, Art. 9, comma 2, lettera a) *regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna*

apparecchi illuminanti, aventi un'intensità luminosa massima fra 0 e 0,49 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre.

corpi illuminanti installati ORIZZONTALI e con vetro di protezione PIANO, o chiusura PIANA (vedi cap.4)

### Per una corretta installazione:

Per installazione corretta si intende il rispetto dell'**inclinazione** dell'apparecchio illuminante così come previsto dal produttore.

L'installazione scorretta di un apparecchio illuminante conforme alla normativa vigente compromette la correttezza della diffusione del flusso luminoso.

La verifica va effettuata sull'andamento della curva fotometrica e sui dati di fotometria assoluta nei file EULUMDAT forniti dal produttore.

**Fasi di progettazione illuminotecnica:**

Preso visione della **classificazione stradale esistente**.

Da utilizzare come riferimento eventuali piani esistenti (come ad esempio il PUT). Tale classificazione sarà stata redatta in conformità al Codice della Strada, D. Lgs. 30/04/1992, n.285, art. 2



Assegnazione **categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**. Tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore in relazione alla classe stradale.



Assegnazione **categoria illuminotecnica di progetto**: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto. La variazione dalla categoria di riferimento alla categoria di progetto avviene dunque in seguito all'analisi dei rischi.



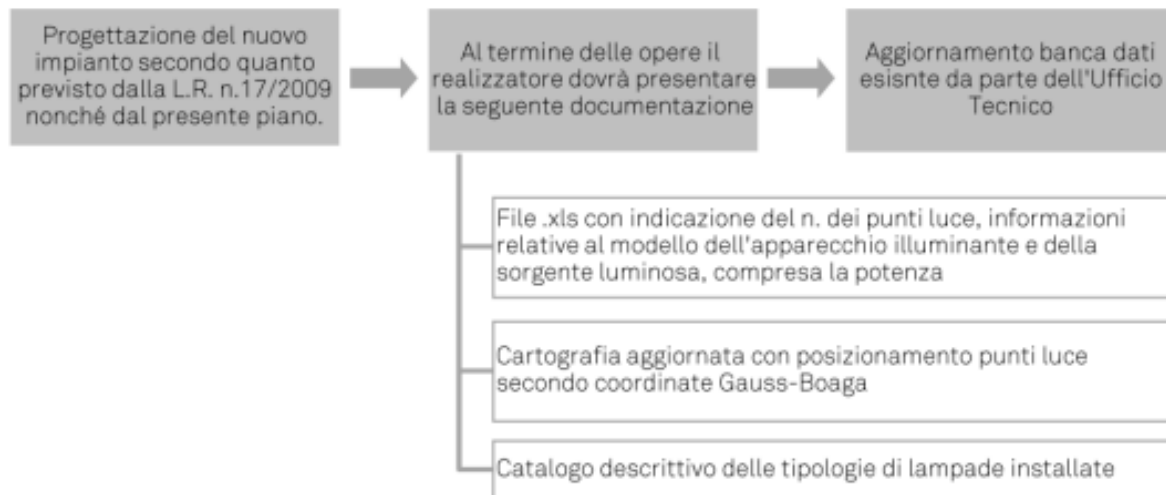
Assegnazione **categorie illuminotecniche di esercizio**: una volta definita la categoria illuminotecnica di progetto in base all'analisi dei rischi, dall'osservazione degli effettivi flussi di traffico presenti nella strada si attribuisce la definitiva categoria illuminotecnica, la categoria di esercizio.

La riduzione di una categoria sulla base dell'analisi dei rischi e dei flussi di traffico comporta un risparmio energetico e di illuminazione, al contrario una strada che necessitasse di una categoria superiore comporterebbe un aggravio dei consumi.



**Progettazione** degli impianti di illuminazione rispettando la categoria illuminotecnica di esercizio assegnata dal PICIL nonché le altre norme correlate (ad esempio interdistanza fra i pali).

**Iter nuove installazioni illuminotecniche:**



Per questo motivo per migliorare la completezza operativa del piano medesimo, ed agevolare l'Amministrazione Comunale nella sua attuazione, sono allegati dei documenti accessori a sua integrazione.

**Strumenti legislativi:**

**LEGGE REGIONALE 07 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.*

**Bozza di Regolamento Comunale**

Bozza di Regolamento Comunale conforme alla L.R. n.17/2009.

Si suggerisce attraverso lo strumento delle delibere comunali di:

- 1) Definire delle scale di valori (dimensioni, stili, colori) per gli impatti visivi notturni di insegne e cartellonistica luminosa;
  - Definire un cronoprogramma della luce artificiale urbana, definendo il carattere temporale delle diverse forme di illuminazione: permanente, stagionale, di sicurezza e di gala per eventi.

**Strumenti tecnici:**

Ai progetti illuminotecnici dovranno essere allegati i seguenti documenti:

- o Dichiarazione di installazione conforme alla L.R. n.17/2009 ed al progetto illuminotecnico;
- o Dichiarazione di conformità del prodotto installato alla L.R. n. 17/2009;
- o Dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico alla L.R. n.17/2009 da parte del progettista.



### 13. Controllo e verifica dei progetti

Uno degli aspetti importanti da parte degli studi tecnici comunali o degli enti competenti in materia è la verifica ed il controllo dei nuovi progetti di illuminazione pubblica e privata.

L'ufficio tecnico o chi viene incaricato di questa verifica può operare la sua valutazione solo sulla base del contenuto del progetto illuminotecnico che se fatto correttamente contiene tutte le informazioni necessarie per la verifica.

In sintesi, i punti più importanti di verifica possono essere:

- a. **Professionista illuminotecnico.** Il progetto deve essere realizzato da un professionista iscritto ad ordini e collegi professionali e deve possedere un curriculum specifico in materia (deve possedere conoscenze illuminotecniche ed aver lavorato nel settore impiantistico e di progettazione dell'illuminazione).
- b. **Verifica conformità corpi illuminanti.** Tale verifica può essere fatta semplicemente se, come prescritto per legge, il progettista fornisce i dati fotometrici dei corpi illuminanti utilizzati nel progetto.
- c. **Verifica conformità alle norme tecniche.** Per fare tale verifica è sufficiente conoscere la classificazione della strada o dell'ambito da illuminare.

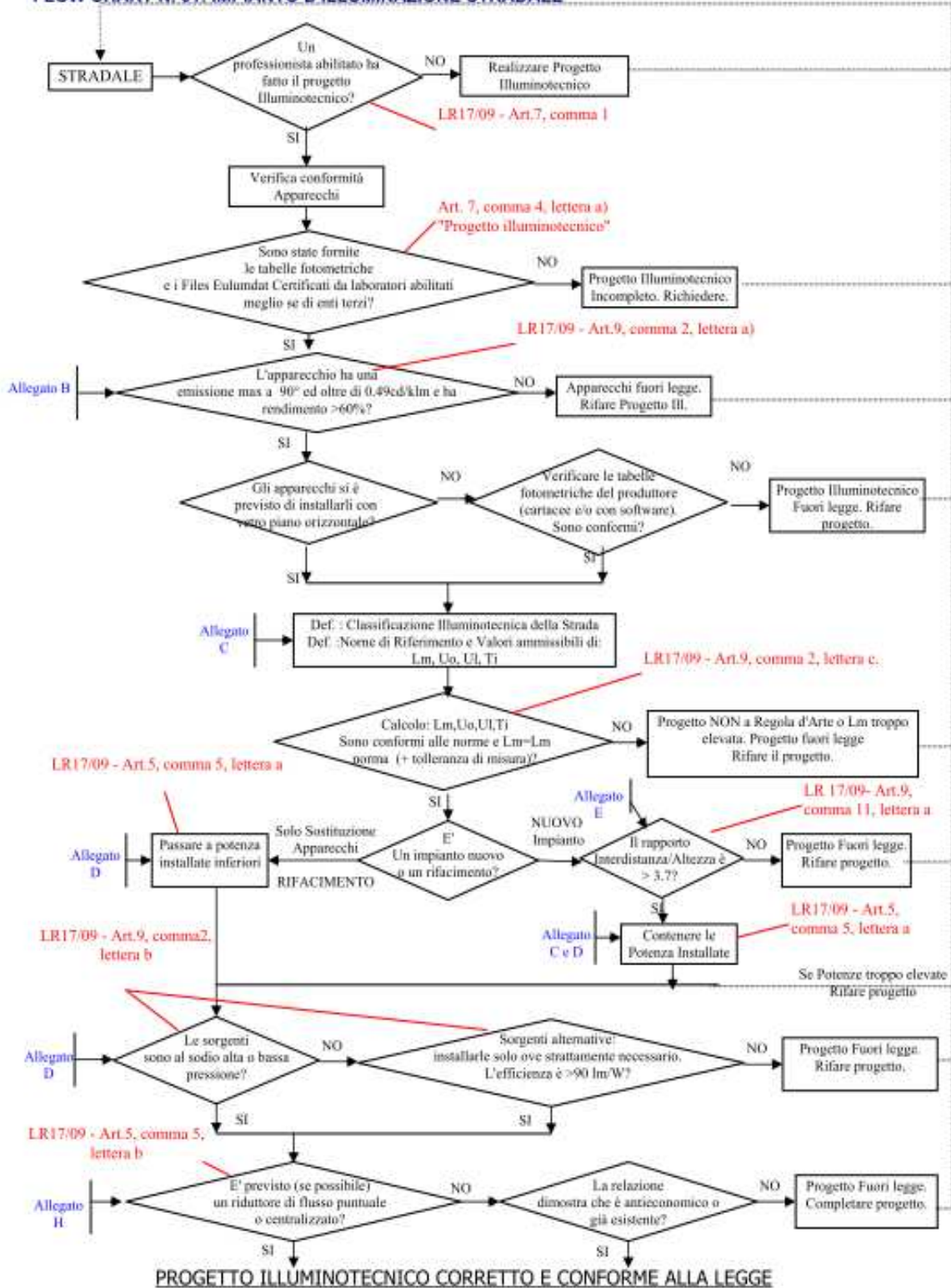
Il progettista, infatti, deve dichiarare nel progetto l'effettiva classificazione, la verifica consiste nella valutazione dei parametri illuminotecnici di progetto e la loro rispondenza a quelli della classificazione data dal PICIL.

Il riscontro di questi primi 3 requisiti fondamentali permette effettivamente di passare a rilevare la rispondenza con altri requisiti di legge.

LEGENDA: nello specifico gli schemi di flusso del processo di verifica del progetto illuminotecnico, sono arricchiti dai riferimenti di legge in colore rosso e dei commenti, suggerimenti, indicazioni in colore blu.

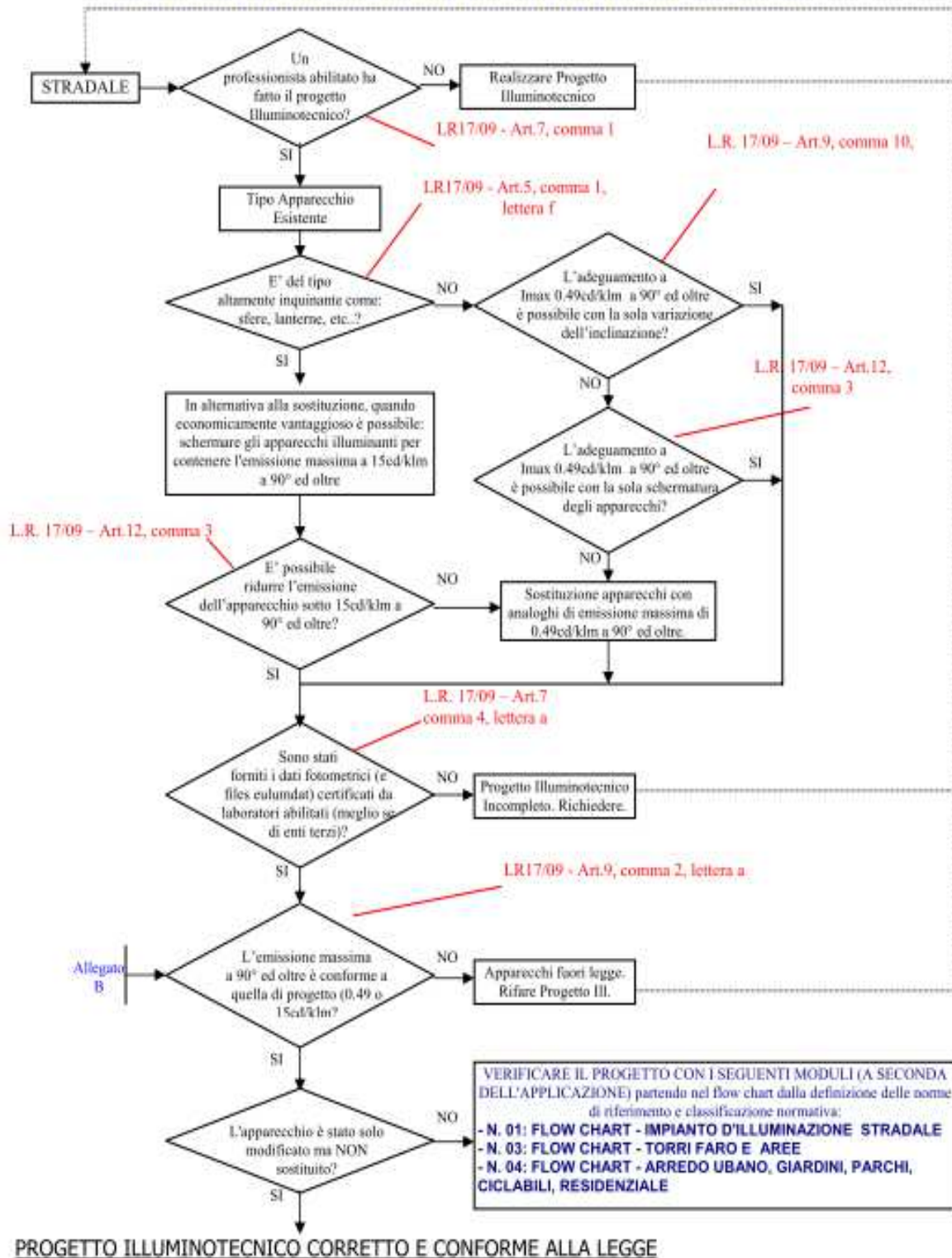
File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 159 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023

**FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE**

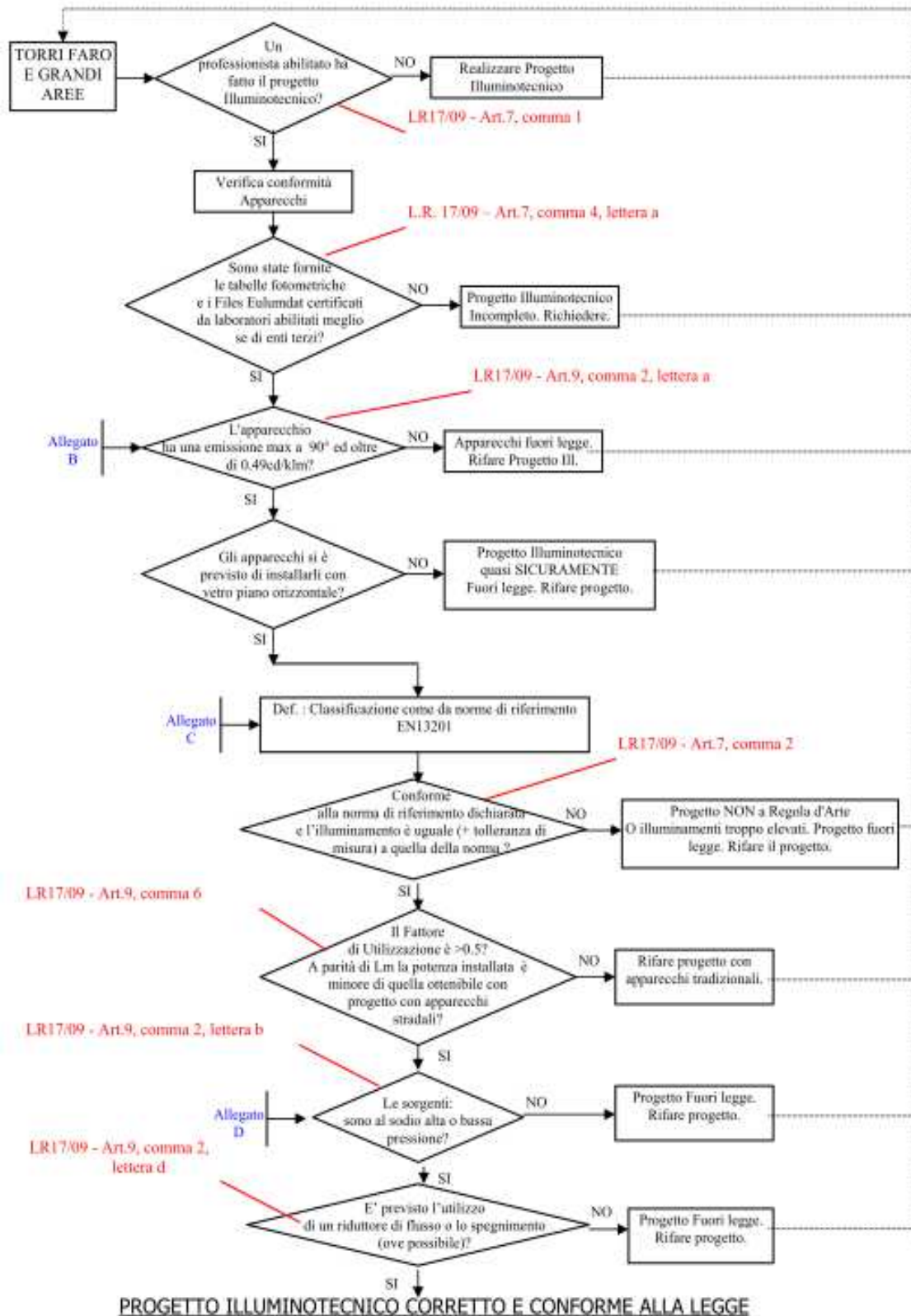




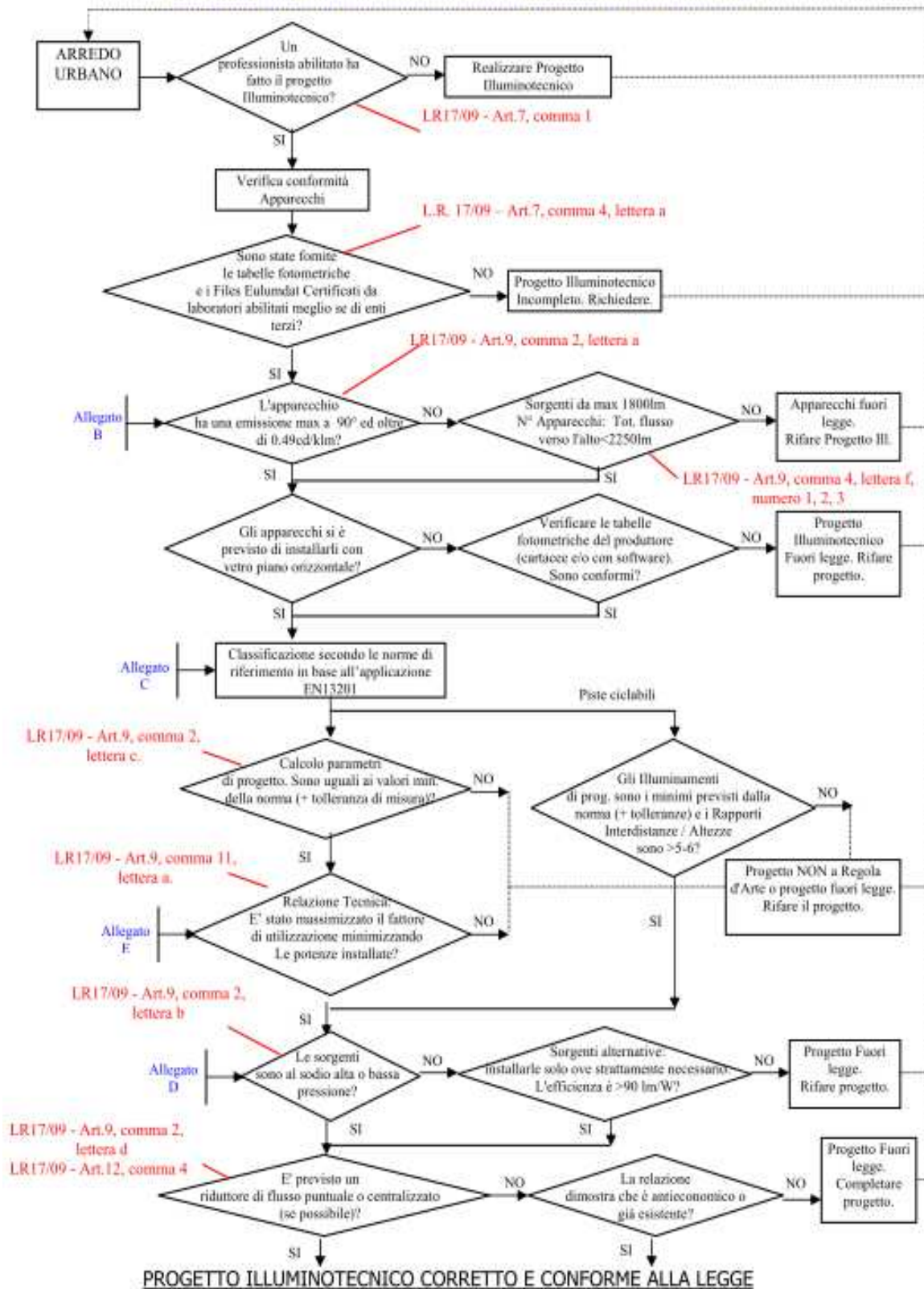
**FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE**



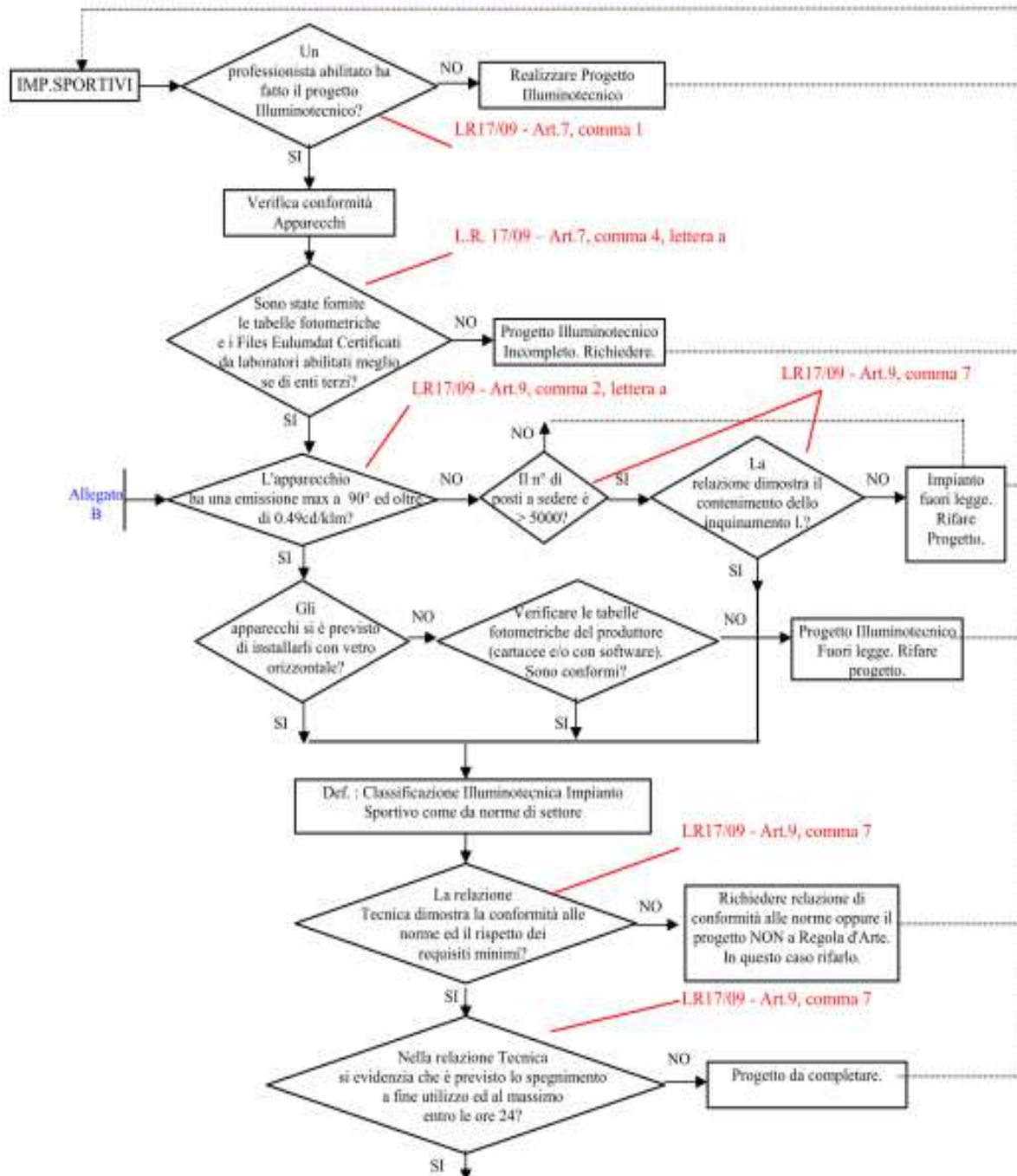
**FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE**



**FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE**

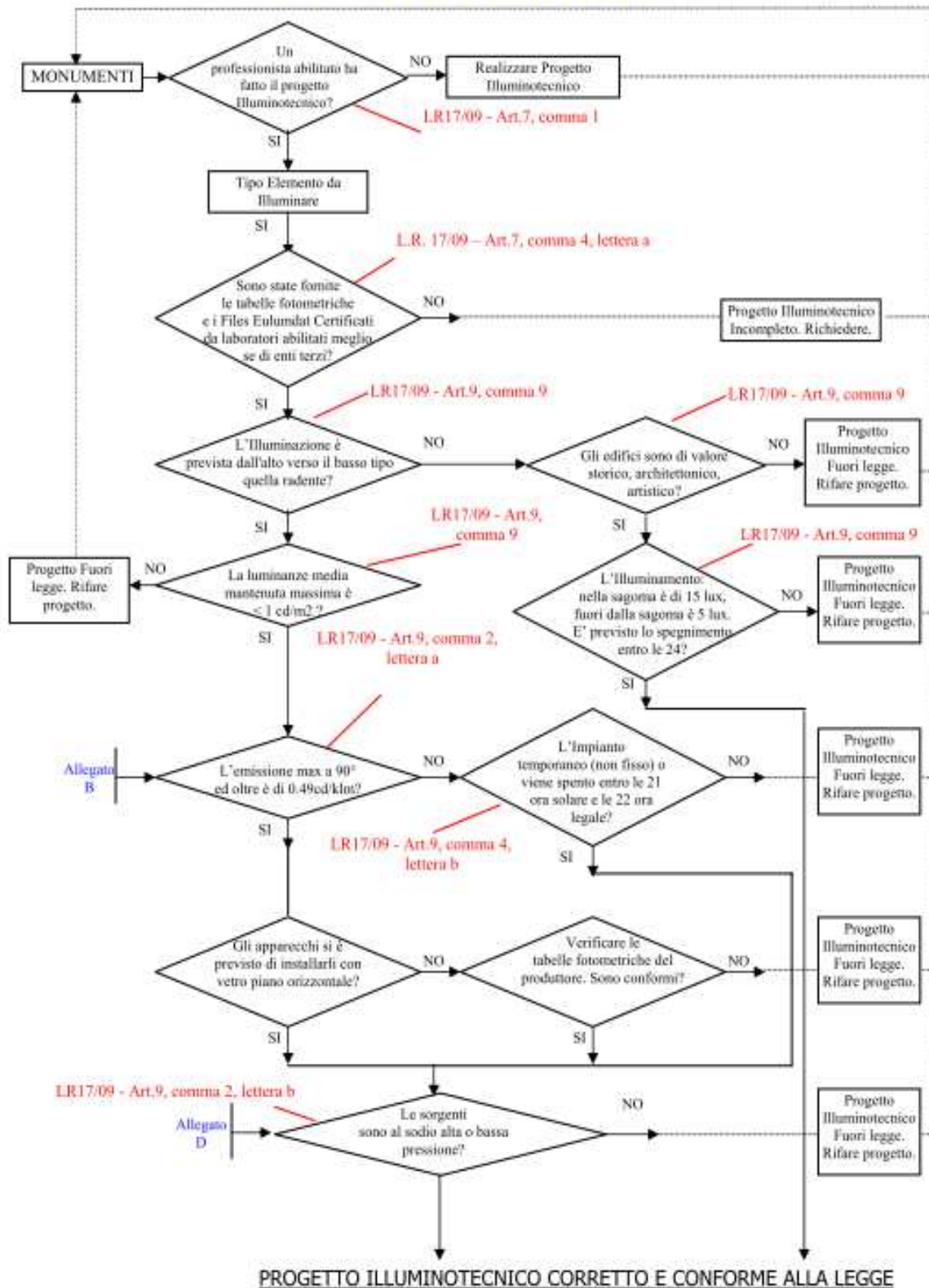


**FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI**



**PROGETTO ILLUMINOTECNICO CORRETTO E CONFORME ALLA LEGGE**

**FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI**





## 14. Bibliografia

### LEGGI

- **Legge Regionale del Veneto 07 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.*
- **Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004 n. 42;**  
*Codice dei beni culturali e del paesaggio*
- **Decreto Legislativo n. 285/1992;**  
*Nuovo codice della Strada*
- **DPR 495/1992;**  
*Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada*
- **Decreto Legislativo 360/1993**  
*Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada*
- **Decreto Legislativo n. 85 del 22 Marzo 2001;**  
*Revisione del Nuovo Codice della Strada*
- **Decreto Ministeriale 05/11/2001**  
*Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi*
- **DPR 503/96**  
*Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche*
- **Legge del 09 Gennaio 1991 n.10;**  
*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*
- **Legge del 09 Gennaio 1991 n.9;**  
*Norme per l'attuazione del Nuovo piano energetico nazionale: aspetti istituzionali centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali*
- **Decreto Ministeriale 12/04/1995**  
*Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei Piani Urbani del Traffico*
- **Legge 21 Giugno 1986 n.317 - allegato II direttiva 83/189/CEE**  
*Realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91*
- **Direttiva 2002/95/CE del PARLAMENTO EUROPEO e del CONSIGLIO**  
*27 Gennaio 2003 sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche*
- **Legge 1° Giugno 2002, n. 120;**  
*Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici - 11 Dicembre 1997*

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 166 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



• **D.L. n. 163 del 12 Aprile 2006**

*Legge quadro in materia di lavori pubblici e s.m.i. (Legge Merloni).*

NORME

- **Norma UNI EN 12464-2** "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno"
- **Norma CEN/TR 13201-1:** "Road lighting - Part 1: Guidelines on selection of lighting classes"
- **Norma UNI EN 13201-2:** "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali"
- **Norma UNI EN 13201-3:** "Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- **Norma UNI EN 13201-4:** "Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"
- **Norma UNI EN 13201-5:** "Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche"
- **Norma UNI 11248:** "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"
- **Norma UNI 10819:** "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso" (solo per le definizioni, poiché superata dalla Legge Regionale n.17/2009).
- **Norma UNI EN 40:** "Pali per illuminazione pubblica"
- **Norma CEI EN 60598:** "Apparecchi di illuminazione"
- **Norma CEI 34-33:** "Apparecchi di illuminazione. Parte II: prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"
- **Norma CEI 34** relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale
- **Norma CEI 11-4:** "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- **Norma CEI 11-17:** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- **Norma CEI 64-7:** "Impianti elettrici di illuminazione pubblica"
- **Norma CEI 64-8:** "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 100V"

NORMATIVE REGIONALI

**BUR n. 4 del 13 Gennaio 2012 1° supporto alla L.R. n.17/2009**

*Criteri e modalità per l'erogazione dei contributi da concedere ai Comuni che promuovono interventi per il contenimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso. Art. 10, punto3, L.R. n.17/2009.*

**BUR n. 10 del 31 Gennaio 2012 2° supporto alla L.R. n. 17/2009**

*Primi indirizzi per la predisposizione del Piano dell'Illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso (PICIL). Art.5, comma 1, lettera a), L.R. n. 17/2009.*

**BUR n. 17 del 28/02/2012 3° supporto alla L.R. n. 17/2009**

*Contributi per la predisposizione del Piano dell'Illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso (PICIL), per gli interventi di bonifica e adeguamento degli impianti alle norme vigenti per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione pubblica e di illuminazione stradale. Impegno fondi a favore dei Comuni del Veneto.*

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 167 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023



**Allegato A alla Dgr n. 2410 del 29 Dicembre 2011**

*Linee guida per la redazione dei piani di illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso.*

**BUR n. 89 del 30/10/2012 4° supporto alla L.R. n. 17/2009**

*Approvazione della graduatoria dei Comuni ammessi a contributo per interventi di contenimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso \_ Redazione del PICIL.*

**BUR n.65 del 04/07/2014**

**DGR n. 1059 del 24 Giugno 2014.**

*Linee Guida per la predisposizione del "Piano dell'Illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso" PICIL.  
Art. 5 comma 1 lettera a), legge regionale 7 Agosto 2009 n. 17.*

**Nota ARPAV di Febbraio 2017 a cura dell'Osservatorio Permanente sull'Inquinamento Luminoso**

Sorgenti di luce artificiale – Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare ed alla loro classificazione illuminotecnica.

IL TECNICO

*Per. Ind. Sandro SECOLO*

File: 844A ER DT 10 B Relazione				Pagina 168 di 168
Rev.: B	Elab.: P.S.	Cont.: P.S.	App.: S.S.	Data: Marzo 2023