

# 2011



Comune di Pedavena  
Provincia di Belluno

## PIANO DELL'ILLUMINAZIONE



- 1- STATO DI FATTO
- 2- CONTROLLO E VERIFICA**
- 3- PROGETTAZIONE INTEGRATA
- 4- PRIORITÀ / PIANIFICAZIONE
- 5- ENERGY SAVING



**AstroLight Studio**

*il giusto equilibrio la il giorno e la notte*

**ing. Diego Bonata**

Via Meucci, 17 – 24053 Brignano Gera d'Adda (BG)  
tel./fax 0363 814385 e-mail: [bonata@tiscali.it](mailto:bonata@tiscali.it)

Aprile 2011

# PARTE 2

## CONTROLLO E VERIFICA REQUISITI DI LEGGE

### ORIENTAMENTO

UFFICI TECNICI  
Verifica e controllo dei progetti illuminotecnici

### OBIETTIVI

- 1- Per l'Ufficio Tecnico Comunale: definire le linee guida per la verifica e il controllo dei progetti illuminotecnici che gli vengono sottoposti per l'approvazione.
- 2- Per i progettisti incaricati dal Comune o per i privati: definire le linee guida operative per l'applicazione della legge sul territorio comunale.
- 3- Riferimenti bibliografici e normativi.

### INDICE

<b>QUADRO DI SINTESI</b>	<b>3</b>
<b>1 - LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI</b>	<b>4</b>
a. Progettista illuminotecnico	4
b. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche	4
c. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo	6
d. Conformità installazione	8
FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE	9
FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE	10
FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE	11
FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE	12
FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI	13
FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI	14
<b>2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE</b>	<b>15</b>
<b>2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.R. 17/09</b>	<b>15</b>
<b>2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI</b>	<b>16</b>
<b>2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO</b>	<b>17</b>
a. Intensità luminosa massima	17
b. Conformità degli apparecchi	17
d. Tipologia degli impianti d'illuminazione	21
<b>2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRECTO</b>	<b>23</b>
a. Applicazioni stradali	23
b. Altre applicazioni	24
<b>2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI</b>	<b>25</b>
a. Tipologie	25
b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale	26



<b>2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI</b>	<b>28</b>
a. Ambito stradale	28
b. <i>Easy Light - Save the Sky</i> e verifica della conformità alla L.R. 17/09 e s.m.i.	29
c. Ambiti di applicazione non stradale	30
<b>2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO</b>	<b>31</b>
a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze	31
b. Quando utilizzare tali sistemi	31
c. Consigli per la scelta del prodotto	31
<b>2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI</b>	<b>32</b>
a. Grandi Aree	32
c. Impianti sportivi	33
e. Monumenti ed edifici	34
f. Insegne prive di illuminazione propria	35
g. Effetto della nebbia nella visione notturna con luce artificiale	36
<b>2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO</b>	<b>39</b>
<b>2.10 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED</b>	<b>39</b>
1- Apparecchi a luce indiretta	40
2- Apparecchi inefficienti a vetro curvo	41
3- Incassi a terra	43
4- Apparecchi a led da impiegarsi nell'illuminazione funzionale	44
<b>ALLEGATO 2</b>	<b>49</b>
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/09 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE (allegato 2b)	51
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE alla L.R. 17/09(allegato 2c)	52
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.R. 17/09 (allegato 2d)	53
Modulo: Verifica e controllo conformità del progetto alla L.r.17/09 (allegato 2e1)	54



## QUADRO DI SINTESI

### LINEE GUIDA PER IL RISPETTO DELLA L.R. 17/09

#### 1. Verifica e controllo della conformità alla L.R. 17/09 del progetto illuminotecnico

##### INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO

**PROGETTO ILLUMINOTECNICO** – Tutti gli impianti d'illuminazione **devono** essere progettati, e i progetti illuminotecnici devono essere sottoposti per l'approvazione all'amministrazione comunale. I progetti illuminotecnici devono contenere **obbligatoriamente** quanto specificato nel Capitolo 1 e devono essere realizzati da professionisti aventi le competenze e caratteristiche indicate nel Capitolo 1.

**VERIFICA E CONTROLLO** – L'Ufficio Tecnico Comunale per la verifica ed il controllo del progetto illuminotecnico deve operare, al fine di gestire l'intero processo di realizzazione dell'impianto, come indicato al capitolo 1, avvalendosi del "Modulo esemplificato di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico" (allegato 2e) e degli schemi di flusso esemplificativi:

**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**  
**FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI**

Sono allegati a questa PARTE 2 del PRIC i seguenti moduli:

- a- Integrazione del regolamento edilizio;
- b- Conformità progettazione;
- c- Conformità installazione;
- d- Conformità dei corpi illuminanti;
- e- Modulo di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico

#### 2. Linee guida per l'applicazione L.R. 17/09 e s.m.i.

##### INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI

**LINEE GUIDA APPLICAZIONE E RISPETTO DELLA L.R. 17/09** – Nel capitolo 2 sono riportati i cinque criteri fondamentali della Legge regionale con le spiegazioni per la sua corretta interpretazione e applicazione.

**APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI, INEFFICIENTI O A LED** – Nel capitolo 2.10 sono trattate quattro tipologie di apparecchi/installazioni **vietate**, fortemente sconsigliate o da usare limitatamente:

- apparecchi a luce indiretta;
- apparecchi a vetro curvo inefficienti;
- incassi a terra;
- apparecchi a led.

***Si invita ad attuare quanto prescritto nel capitolo 2.10***

**CENSIMENTO:** In generale tutti i dati relativi nel censimento dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato 1 - PARTE 1 del Piano Regolatore di Illuminazione Comunale (Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano).



## 1 - LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI

### 1.1 VERIFICA E CONTROLLO

Uno degli aspetti più ostici per i non "addetto ai lavori", è la verifica ed il controllo dei nuovi progetti d'illuminazione pubblica e privata. Questo compito spetta all'Ufficio tecnico comunale che deve autorizzare il progetto illuminotecnico in conformità alla legge (L.R. 17/09, Articolo 5, comma 1, lettera c).

Il PICIL ha fra i suoi primi obiettivi quello di superare questo inconveniente: ***il Comune deve impiegarlo come uno strumento urbanistico da imporre a chi sottopone una nuova richiesta di autorizzazione pubblico e privato.***

***Il PICIL integra anche il Regolamento Edilizio*** (L.R. 17/09, Articolo 5, comma 1, lettera b) si veda per questo l'Allegato 2-a.

#### a. Progettista illuminotecnico

*1. Il progetto illuminotecnico relativo agli impianti di cui all'articolo 5, comma 1, lettera c), è redatto da un professionista appartenente alle figure professionali dello specifico settore, iscritto agli ordini o collegi professionali, con curriculum specifico e formazione adeguata, conseguita anche attraverso la partecipazione ai corsi di cui all'articolo 3, comma 1, lettera c). (L.r. 17/09, art. 7, comma 1).*

#### Requisiti di selezione del progettista illuminotecnico:

- progettisti iscritti a ordini di Ingegneri e Architetti e collegi dei Periti Industriali e dei Geometri, ciascuno con la propria competenza professionale (inteso che per esempio gli impianti elettrici possono essere progettati solo da ingegneri e periti industriali con i dovuti distinguo);
- progettisti in possesso di un curriculum specifico e formazione adeguata sull'illuminazione e che abbiano già fatto svolto attività di questo tipo.

#### b. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche

*2. Il progetto illuminotecnico, sviluppato nel rispetto delle norme tecniche vigenti del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) e dell'ente nazionale di unificazione (UNI), è accompagnato da una certificazione del progettista di rispondenza dell'impianto ai requisiti della presente legge.*

*3. Sono esclusi dal progetto illuminotecnico gli impianti di modesta entità o temporanei e gli altri impianti per i quali è sufficiente il deposito in comune della dichiarazione di conformità ai requisiti di legge rilasciata dall'impresa installatrice. (L.r. 17/09, art. 7, commi 2-3).*



### Requisiti dei progetti:

Su tutto il territorio regionale tutti i nuovi impianti d'illuminazione pubblici e privati anche a scopo pubblicitario (ad esclusione di quelli di modesta entità - L.r.17/09 art. 7, comma 1) devono essere autorizzati dal Sindaco del Comune di competenza o dagli organi competenti che ne fanno le veci all'interno del Comune stesso. L'atto di approvazione si compie con l'approvazione del progetto illuminotecnico.

Per quanto riguarda la composizione del progetto illuminotecnico la L.r.17/09, art. 7, comma 4, riporta:

*4. Il progetto illuminotecnico deve essere corredato dalla seguente documentazione obbligatoria:*

- a) documentazione relativa alle misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, del tipo del formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quale l'IMQ. Detta documentazione deve riportare la posizione di misura del corpo illuminante, il tipo di sorgente, l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;*
- b) istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio in conformità alla legge.*

### Composizione del progetto illuminotecnico esecutivo – ai fini dell'autorizzazione:

I) TAVOLE PLANIMETRICHE

II) RELAZIONE TECNICA

III) DATI FOTOMETRICI e DOCUMENTI DI CALCOLO

IV) REQUISITI DEI PROGETTI RICHIESTI DALLA NORMA UNI 11248

#### I. TAVOLE PLANIMETRICHE

Le tavole planimetriche hanno il compito di identificare dal punto di vista della realizzazione i lavori da eseguire, e devono essere costituiti in linea di massima da:

- Posizionamento dei punti luce con indicazione della potenza della lampada, il tipo di armatura stradale e l'eventuale regolazione del portalampade all'interno del vano ottico dell'apparecchio.
- Sezioni stradali per il corretto posizionamento del punto luce e disegno tecnico quotato del supporto (palo, braccio, mensola ecc.).
- Indicazione del tipo e sezione dei conduttori e Posizione del quadro elettrico (nuovo o esistente).
- Particolari tecnici/installativi in scala adeguata.

#### II. RELAZIONE TECNICA

La relazione tecnica è una parte indispensabile per legge in quanto giustifica ciascuna scelta progettuale evidenziando le relative conformità di legge in particolare:

- indica i riferimenti legislativi e normativi adottati;
- riporta le caratteristiche elettriche dell'impianto, delle sorgenti luminose utilizzate e le caratteristiche illuminotecniche degli apparecchi illuminanti utilizzati nel progetto;
- descrive le scelte tecniche progettuali anche in termini di ottimizzazione e di efficienza dell'impianto;
- realizza un bilancio energetico dell'impianto che evidenzia le scelte in termini di ottimizzazione e di efficienza, nonché i risultati le aspettative in termini di risultati;



- valuta i risultati illuminotecnici conseguiti, identificando il rispetto dei criteri tecnici della L.R. 17/09.
- **Dichiarazione di conformità del progetto alla L.R. 17/09 di cui all'allegato 2 – b.**

### III. DATI FOTOMETRICI E DOCUMENTI DI CALCOLO

Tale parte evidenzia i risultati di calcolo e si compone dei seguenti elaborati e documenti necessari ed imprescindibili nella verifica della regola dell'arte e dell'applicazione della L.R. 17/09 e s.m.i.:

- **Dati riassuntivi di progetto:**
  1. caratteristiche geometriche dimensionali della strada o di altro ambito;
  2. classificazione;
  3. identificazione del corpo illuminante, delle sue caratteristiche e della tabella fotometrica.
- **Risultati illuminotecnici:**
  1. Tabella riassuntiva dei risultati di calcolo congruenti con il tipo di progetto: in ambito stradale (Lm, Uo, Ul, Ti), in ambito pedonale (Em, Emin, Ue, ecc.).
  2. In ambito stradale: tabelle e curve isoluminanze e isolux.
  3. In ambito non stradale: tabelle e curve isolux a seconda delle richieste della specifica norma adottata.
- **Dati fotometrici:** i dati fotometrici in formato tabellare numerico o cartaceo e sotto forma di file normalizzato "Eulumdat" certificati, per quanto riguarda la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi (si veda D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Le case costruttrici, importatrici, fornitrici") e Allegato 7 della D.d.g. n. 8950 del 3 agosto 2007. Unitamente alla **dichiarazione di conformità dei dati medesimi come all'allegato 2 – d.**

### IV. REQUISITI DEI PROGETTI RICHIESTI DALLA NORMA UNI 11248

Gli impianti realizzati in conformità alla L.R. 17/09 e s.m.i. sono realizzati a "regola dell'arte" e conformi alle norme UNI 11248, EN 13201 e UNI 10819. Per contro impianti a regola d'arte non è detto che siano conformi alla L.R. 17/09. La norma UNI 11248 richiede inoltre che il progetto contenga:

- una chiara individuazione **della zona o zone di studio** e di progetto;
- **l'analisi dei rischi** per la corretta classificazione della strada/ambito (zona) da illuminare, verificando le conseguenze sul progetto dei parametri di influenza più significativi, pesando e giustificando la scelta dei valori adottati per la definizione delle categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio;
- **la griglia ed i parametri di calcolo** quali i parametri di riflessione della pavimentazione stradale;
- **un piano per la manutenzione** per garantire il mantenimento dei requisiti illuminotecnici di progetto.

#### c. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo

L'Ufficio Tecnico Comunale competente 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.





**L'allegato 2 - e – Modulo semplificato di verifica conformità di un progetto** al termine di questo capitolo, ha lo scopo di permettere la verifica di tutti i nuovi progetti d'illuminazione stradale, ciclo e pedonale, di parcheggi, piazze, aree, incroci o rotonde.

In generale comunque ci sono alcuni **passaggi obbligati di verifica** per ogni tipologia di progetto illuminotecnico:

- I. Professionista illuminotecnico abilitato:** si veda la precedente lettera a,
- II. Verifica conformità corpi illuminanti.** Come prescritto alla precedente lettera b, il progettista fornisce i dati fotometrici dei corpi illuminanti utilizzati nel progetto. tali dati devono essere:
  - tabellari: nei quali è sufficiente verificare che i valori inseriti in tabella per gamma maggiore o uguale a 90° non siano superiori a 0,49 cd/klm,
  - file "eulumdat" (estensione .ldt): aprire tale file con un software illuminotecnico, come Easy Light (allegato al piano su CDROM) e scaricabile dal sito [www.cielobuio.org](http://www.cielobuio.org), premendo "Carica LDT" e successivamente i premendo i tasti "Dati fotometrici" per visualizzare la tabella in formato digitale e verificare che i valori dell'intensità luminosa per GAMMA maggiore o uguale a 90° siano inferiori a 0.49 cd/klm.
- III. Verifica conformità alle norme tecniche.** Per fare tale verifica è sufficiente conoscere la classificazione della strada o dell'ambito da illuminare come definito nella PARTE 3 – Classificazione di questo PRIC. **Il progettista deve dichiarare sempre l'effettiva classificazione dell'ambito da illuminare e**, mediante le tabelle 2.2 e 2.4 inserite al par. 2.4 di seguito allegate, contenenti i parametri di progetto da rispettare per ciascuna classificazione, è necessario verificare nel progetto se i parametri illuminotecnici rispettano quelli relativi alla classificazione.

#### Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo *
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ui min (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75+tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

#### Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es

Classe	Illuminamento orizzontale			Illuminamento semicilindrico	
	E. Medio (minimo mantenuto) lx	Uo Emedio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E <sub>sc</sub> minimo lx
CEO	50 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES1	10
CE1	30 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES2	7,5
CE2	20 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES3	5
CE3	15 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES4	3
CE4	10 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES5	2





<b>CE5</b>	7,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	<b>ES6</b>	1,5
<b>Classe</b>	<b>E. Medio</b> (minimo mantenuto) lx	<b>E. minimo</b> lx	<b>Ti</b> (incremento di soglia) % <b>massimo</b>	<b>ES7</b>	1
<b>S1</b>	15 +tolleranza 15%	5	15	<b>ES8</b>	0,75
<b>S2</b>	10 +tolleranza 15%	3	15	<b>ES9</b>	0,5
<b>S3</b>	7,5 +tolleranza 15%	1,5	15	<b>Illuminamento verticale</b>	
<b>S4</b>	5 +tolleranza 15%	1	20	<b>Classe</b>	<b>E<sub>v</sub> minimo lx</b>
<b>S5</b>	3 +tolleranza 15%	0,6	20	<b>EV3</b>	10
<b>S6</b>	2 +tolleranza 15%	0,6	20	<b>EV4</b>	7,5
<b>S7</b>	Non determinato			<b>EV5</b>	5

La verifica della conformità dei progetti illuminotecnici ai requisiti di legge è stata qui esemplificata con:

**I. Gli schemi di flusso per la verifica di alcuni impianti d'illuminazione tipo:**

1. Impianti d'illuminazione stradali
2. Torri faro e grandi aree
3. Arredo urbano, parchi, residenziali e ciclabili
4. Impianti sportivi
5. Monumenti ed edifici di elevato valore artistico, storico e architettonico
6. Adeguamento degli impianti nelle fasce di protezione.

*LEGENDA: Gli schemi di flusso di verifica sono arricchiti dai riferimenti di legge in colore rosso e dei commenti, suggerimenti e indicazioni in colore blu.*

**II. I supporti all'utilizzo degli schemi di flusso:** Capitolo 2 paragrafi dal 2 al 7, e negli allegati finali.

**III. Le linee guida per impianti specifici dei successivi paragrafi:** Capitolo 2.9 e 2.10.

#### **d. Conformità installazione**

Gli installatori **devono** realizzare l'installazione in conformità al progetto illuminotecnico, e nello specifico la cosa più delicata è:

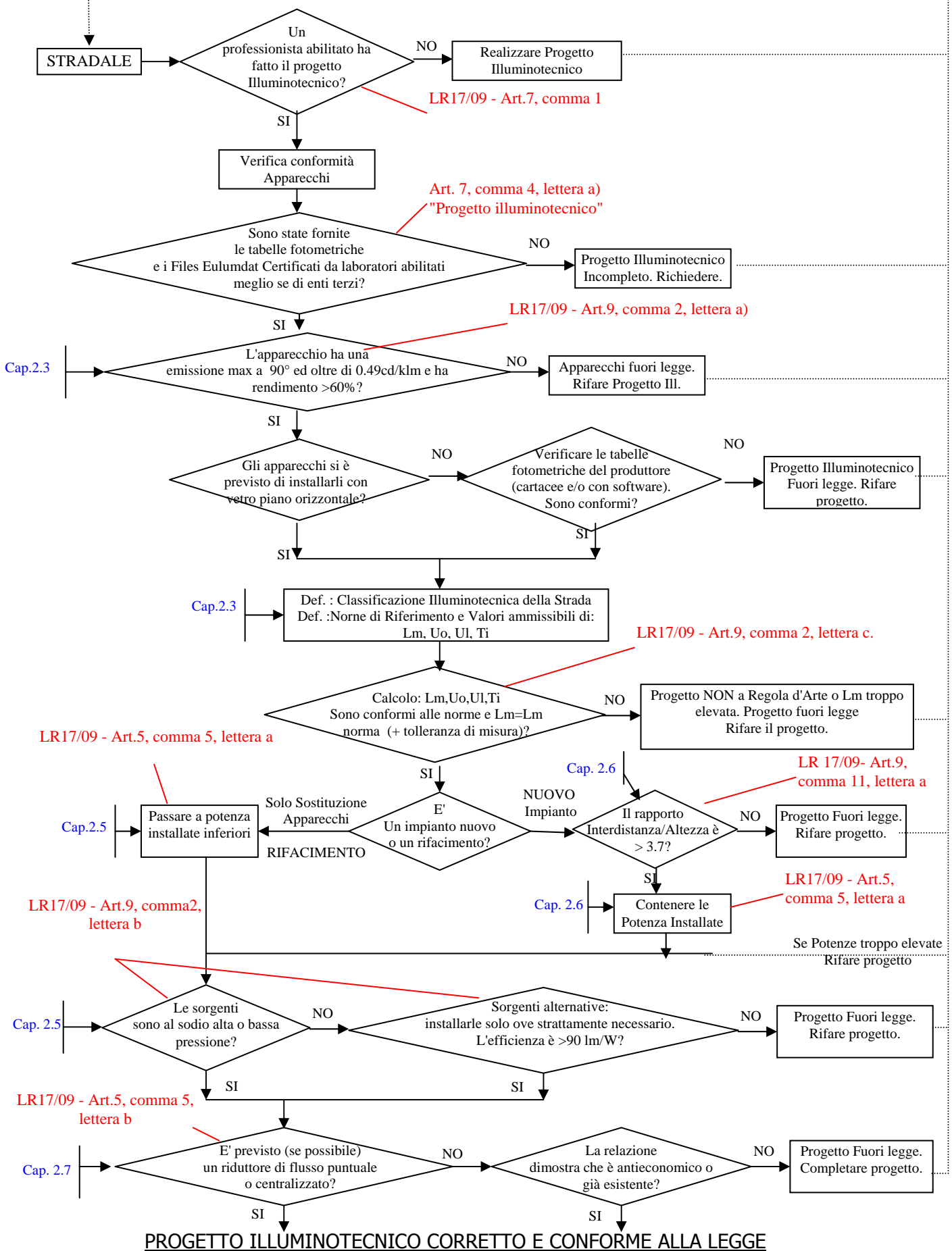
- l'installazione dei corpi illuminanti orizzontali;
- la regolazione della lampada all'interno del vano lampada.

È loro compito inoltre attestare la conformità dell'installazione ai criteri della L.r. 17/09 al progetto illuminotecnico e ove non si previsto, la sola dichiarazione di conformità alla L.r.17/09 (Art. 7, comma 3).

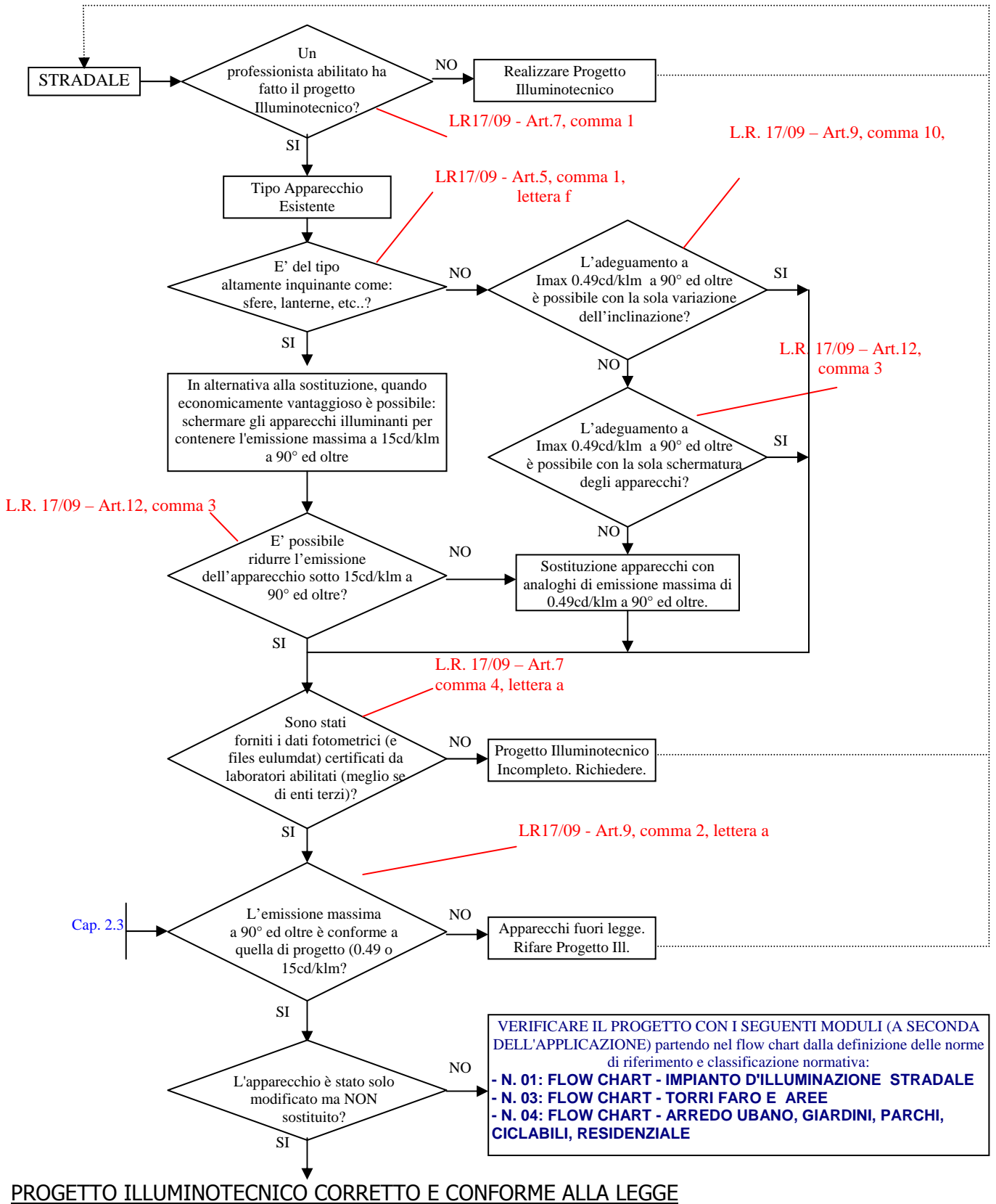
***Nell'allegato 2 – c del PICIL è inserito il modello di dichiarazione di conformità alla legge 17/09.***



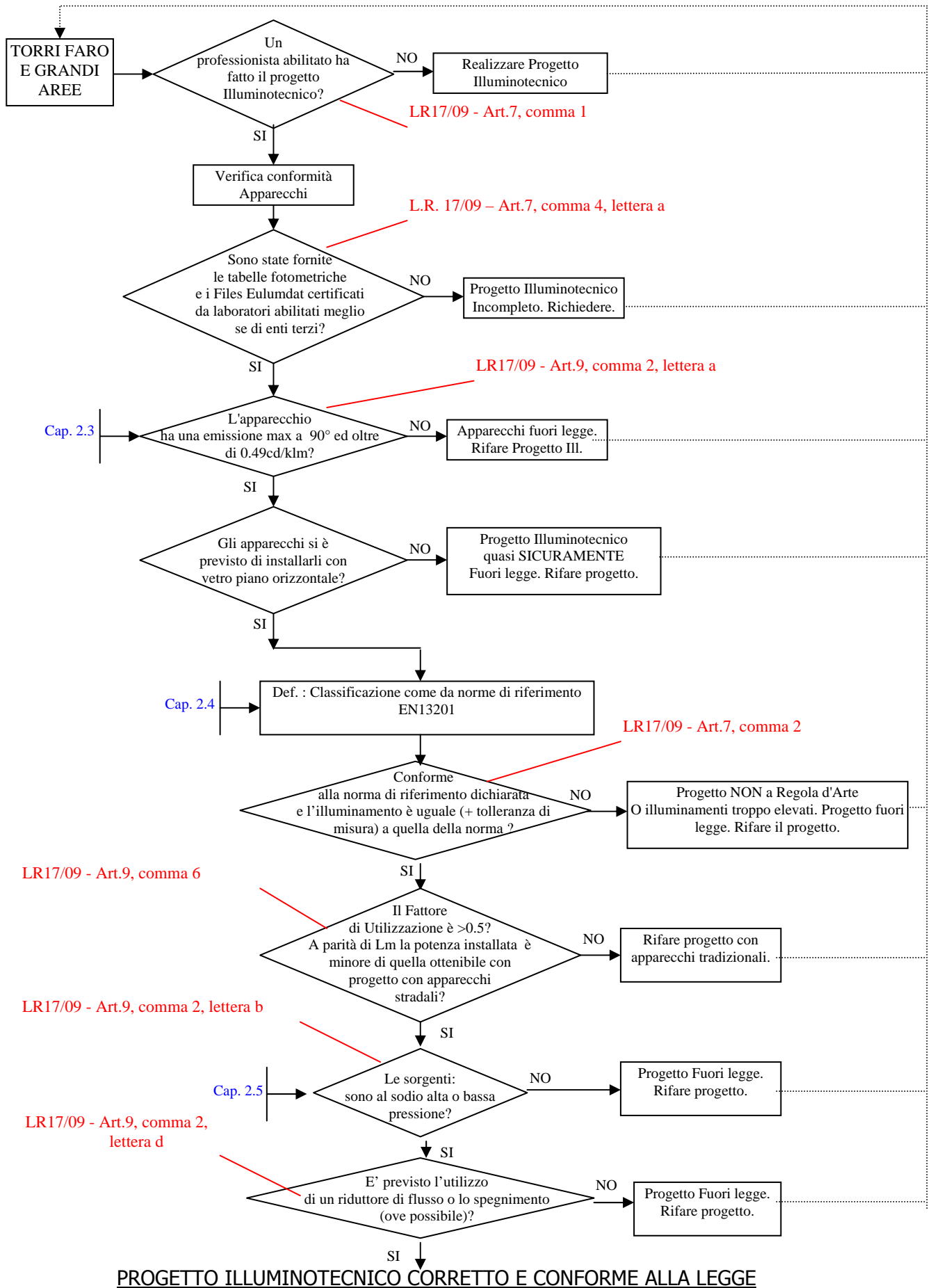
# FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE



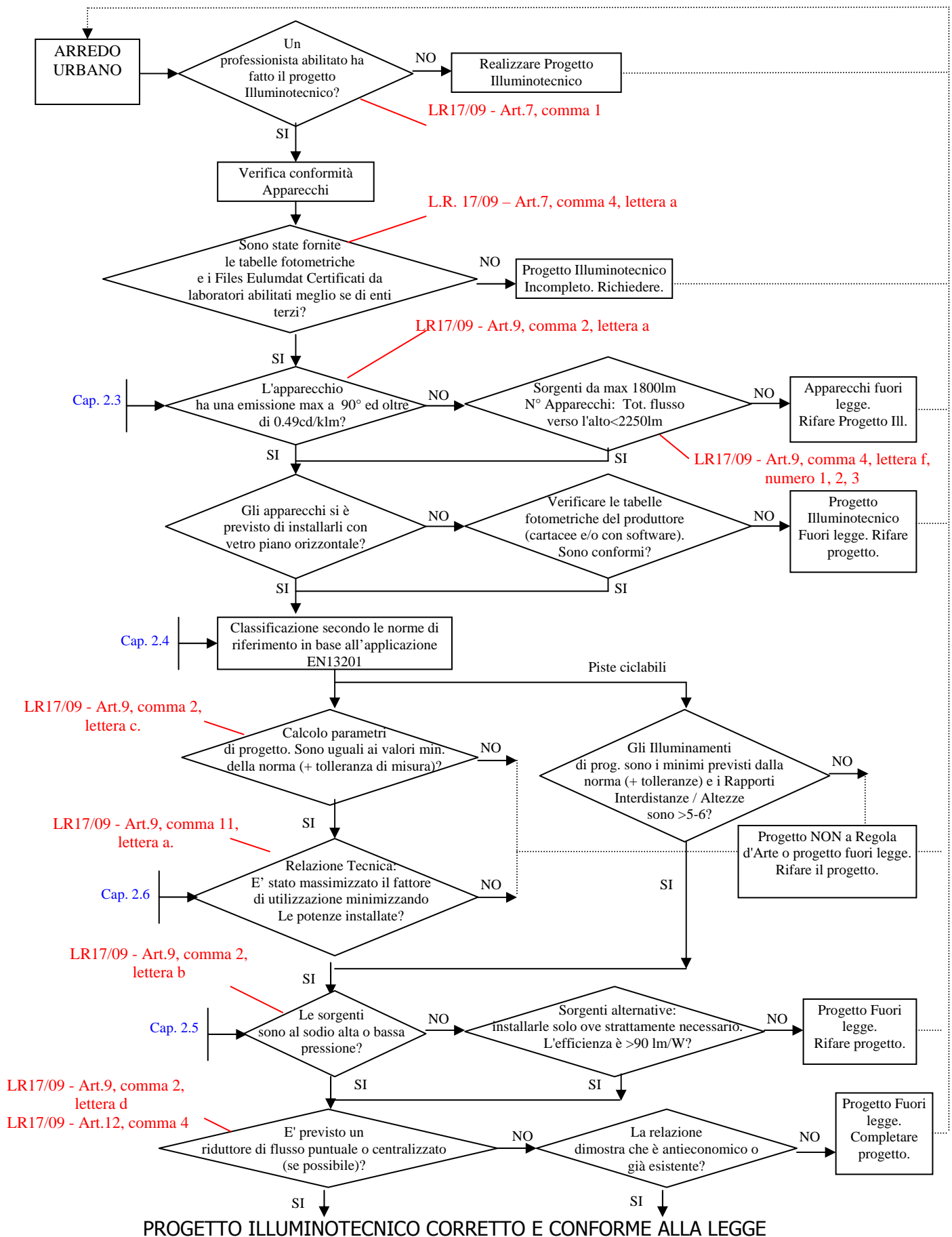
## FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE



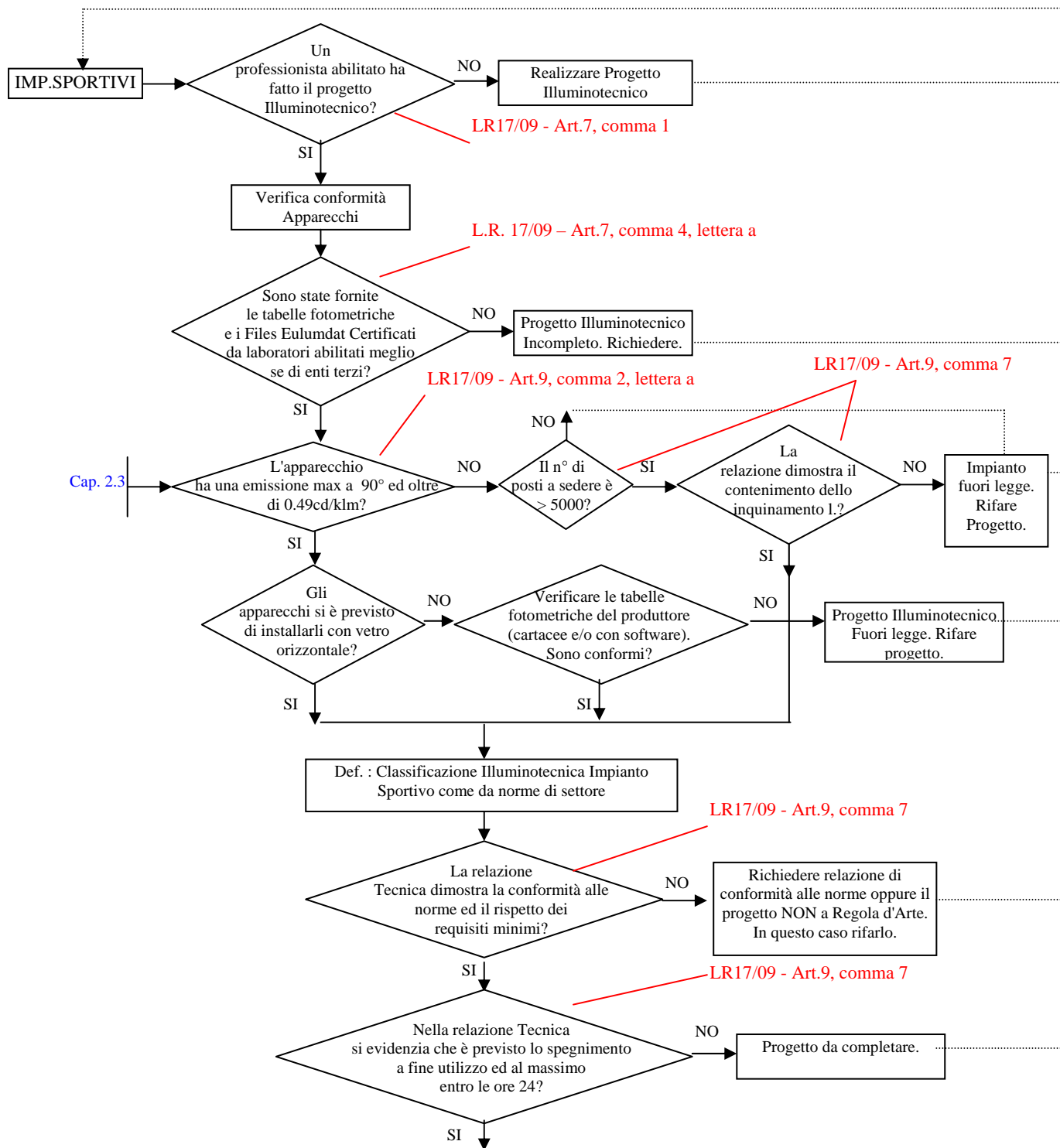
### FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE



## FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE



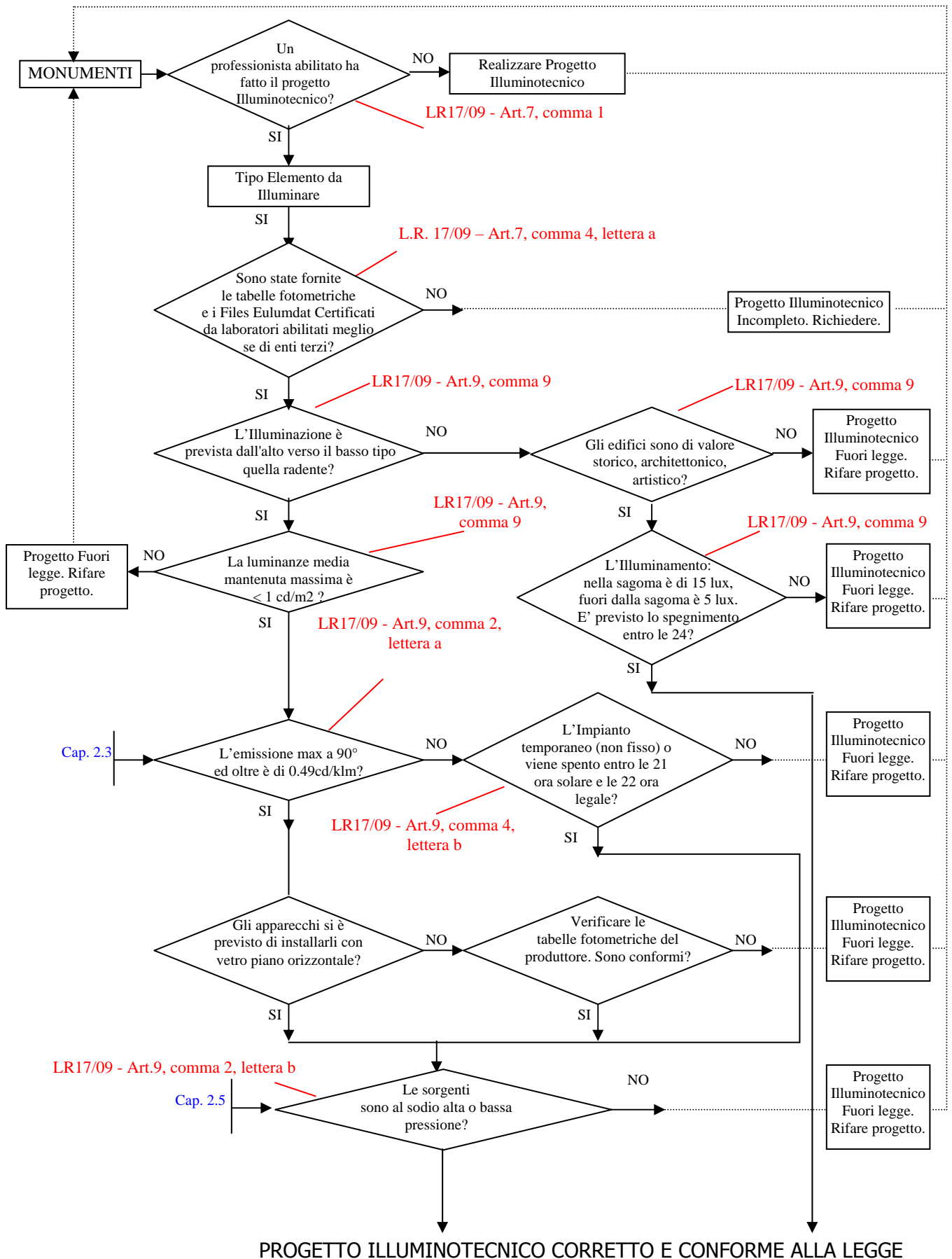
## FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI



**PROGETTO ILLUMINOTECNICO CORRETTO E CONFORME ALLA LEGGE**



## FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI





## 2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

### 2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.R. 17/09

Il Piano Regolatore di Illuminazione Comunale è stato realizzato privilegiando soluzioni e proposte illuminotecniche che mirano principalmente al conseguimento delle seguenti opportunità:

- contenimento dell'inquinamento luminoso" e salvaguardia ambientale del territorio comunale;
- miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi;
- progettazione coordinata su tutto il territorio;
- ottimizzazione degli impianti d'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. 17/09 che si fondano sui seguenti **cinque principi fondamentali**.

1. Controllo del flusso luminoso direttamente inviato al di sopra del piano dell'orizzonte, (par. 2.3)
2. Controllo del flusso luminoso direttamente indiretto: impiego dei valori minimi di luminanze e di illuminamenti previste dalle norme a seconda della tipologia di strada, o ambito da illuminare, (par. 2.4)
3. Adozione di sorgenti efficienti compatibilmente con le condizioni d'uso e di esercizio, (par. 2.5)
4. Ottimizzazione degli impianti in termini di minimizzazione delle potenze installate e massimizzazione dei rapporti interdistanze altezza dei sostegni, (par. 2.6)
5. Adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso, (par. 2.7).

In questo capitolo affronteremo inoltre i requisiti di legge per impianti specifici:

- a- panoramica dei Requisiti illuminotecnici minimi per impianti specifici, (par. 2.8)
- b- i criteri tecnici per impianti specifici, (par. 2.9)
- c- i criteri tecnici per gli impianti in deroga al progetto illuminotecnico (par. 2.10).



## 2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI

Analisi dettagliata delle prescrizioni della L.R. Veneto n. 17/09 per ciascun ambito di progetto e identificazione delle linee guida per l'illuminazione per il territorio comunale.

### a. Ambito di applicazione

L.R. 17/09, Articolo 9, comma 1:

*1. Ai fini di cui all'articolo 1, dalla data di entrata in vigore della presente legge la progettazione e l'esecuzione successiva degli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata devono conformarsi alle disposizioni di cui al presente articolo. Per gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata, per i quali, alla data di entrata in vigore della presente legge, il progetto sia stato approvato o che siano in fase di realizzazione, è prevista la sola predisposizione di sistemi che garantiscano la non dispersione della luce verso l'alto.*

#### Ambiti di applicazione

Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti devono d'illuminazione pubblica e privata devono essere realizzati in modo conforme alla L.r. 17/09, salvo le deroghe di cui all'art. 9, comma 4.



## 2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO

Documentazione in parte tratta dall'allegato 2 della D.D.G. della Regione Veneto n. 8950 del 3 Agosto 2007.

### a. Intensità luminosa massima

L.R. 17/09, Articoli 9, comma 2, lettera a:

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;

**Commenti:** A titolo esemplificativo si riportano di seguito alcune immagini per meglio chiarire le tipologie di corpi illuminanti adottabili. Come si evince dal testo e dalle immagini è comunque preferibile, a parità di rispetto delle indicazioni sopra riportate, l'utilizzo di corpi illuminanti con **vetro** di protezione **piano orizzontale**.



Figura 2.1 – Tipologie di apparecchi non ammessi (cortesia: CieloBuio)



Figura 2.2 – Tipologie di apparecchi conformi alla legge n. 17/09 (cortesia: CieloBuio)

Per verificare il valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di "90° ed oltre" e la conformità di un apparecchio alla L.R. 17/09 è indispensabile verificare i dati fotometrici dell'apparecchio per questo obbligatoria per legge.

### b. Conformità degli apparecchi

L.R. 17/09, Articoli 7, comma 4, lettera a:



4. Il progetto illuminotecnico deve essere corredato dalla seguente documentazione obbligatoria:

a) documentazione relativa alle misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, del tipo del formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quale l'IMQ. Detta documentazione deve riportare la posizione di misura del corpo illuminante, il tipo di sorgente, l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;

**Commenti:** I produttori, gli importatori ed i fornitori di apparecchi per l'illuminazione sono per legge obbligati a fornire i dati di cui sopra per permettere al progettista e al comune di verificare la conformità del prodotto prescelto alla L.R. 17/09.

**Definizione di Intensità luminosa:** Esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente in una determinata direzione. Si indica con la lettera **I** e si misura in **candele** [cd]. Per poter permettere un confronto fra sorgenti diverse essa è *normalizzata per 1000 lumen*.

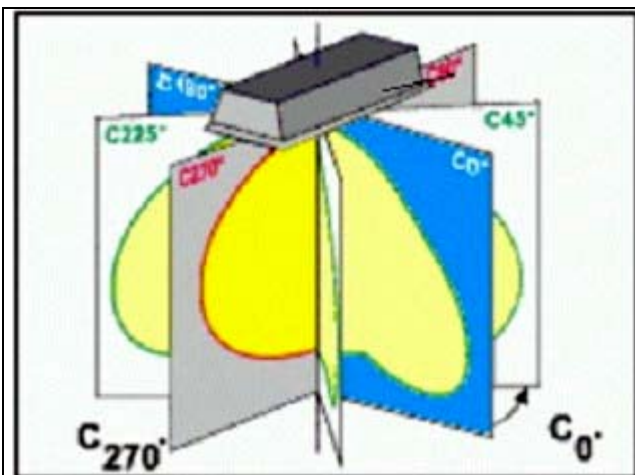


Fig. 2.3 – Intensità luminosa tracciata in ciascun piano che taglia il corpo illuminante. La somma di tutte le intensità luminose a 360° su tutti i piani rappresenta il "solido" fotometrico dell'apparecchio.

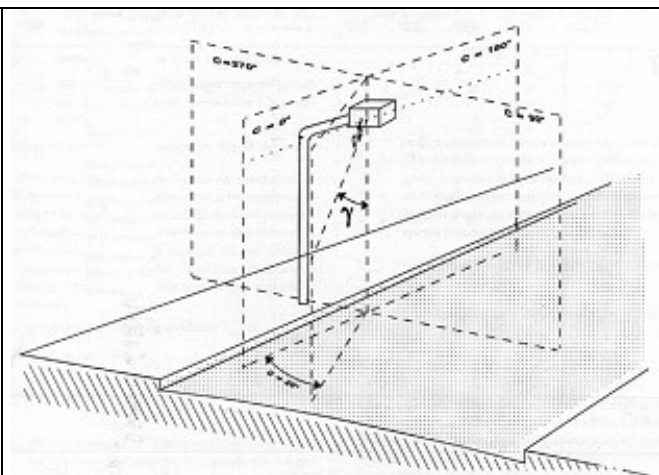


Fig. 2.4 – Schematizzazione di come viene rappresentata l'intensità luminosa. Esiste una intensità luminosa per ogni angolo Gamma su ogni piano C.

#### Metodi di lettura di una tabella fotometrica:

- 1- Inserendo un file eulumdat (di solito hanno estensione .ldt) all'interno di un software illuminotecnico e poi visualizzando la tabella fotometrica (si allega al piano il software freeware "EasyLight – Save the Sky" che permette di visualizzare tali informazioni ed una rapida verifica della conformità alla L.R. 17/09) di ogni angolo GAMMA per ogni piano C.
- 2- Facendosi rilasciare direttamente la tabella dei dati fotometrici in formato cartaceo. Si riporta di seguito in figura 2.5 una tabella fotometrica Gamma/C.



**Tabella 2.1 – Tabella dell'intensità luminosa (cd/klm) di apparecchio d'illuminazione tratto dai certificati "performance" dell' IMQ**

C	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	
<b>0</b>	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
<b>10</b>	186	186	187	188	190	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	195	194	194	194	193	193	193	193	193	188
<b>20</b>	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	203	194	195	194	192	190	185	184	182	
<b>30</b>	160	163	168	173	176	181	185	186	190	194	200	204	206	214	214	212	214	211	207	206	196	192	180	184	173	169	173	
<b>35</b>	150	154	160	167	171	176	180	183	187	195	201	209	212	215	215	215	215	211	207	200	196	186	180	178	165	160	167	
<b>40</b>	130	144	152	158	164	170	176	180	178	193	194	204	207	210	210	223	227	227	210	196	185	177	173	169	155	150	158	
<b>45</b>	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	225	230	236	236	219	201	186	174	168	162	150	142	155	
<b>47.5</b>	116	123	134	145	151	159	163	169	178	191	196	201	215	230	230	240	257	257	237	205	186	169	163	157	142	135	145	
<b>50</b>	106	114	127	136	142	140	157	166	176	188	198	210	221	235	235	256	284	284	284	211	182	162	152	147	133	126	136	
<b>52.5</b>	96	104	120	128	135	142	151	162	173	187	200	215	231	240	240	279	309	309	282	217	173	157	146	140	128	120	128	
<b>55</b>	90	99	113	121	126	135	143	155	166	180	197	215	235	245	245	303	334	334	285	223	173	150	142	136	121	114	121	
<b>57.5</b>	82	83	104	114	120	128	133	139	153	165	184	210	241	255	255	325	352	352	282	225	163	142	134	130	112	106	114	
<b>60</b>	76	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	263	340	364	364	284	225	161	138	128	122	104	95	106	
<b>62.5</b>	68	76	86	97	101	107	110	114	128	145	168	199	254	267	267	346	341	341	277	223	161	134	122	105	97	85	97	
<b>65</b>	62	68	80	90	94	99	104	110	121	138	156	190	218	257	257	359	393	393	263	222	159	127	114	100	91	77	90	
<b>67.5</b>	53	63	73	83	87	92	96	102	115	134	152	179	210	247	247	346	350	340	231	227	150	117	106	93	85	71	83	
<b>70</b>	36	47	67	74	78	82	85	91	104	126	150	177	204	241	241	324	343	333	200	215	134	101	87	84	76	65	74	
<b>72.5</b>	10	29	50	59	65	71	74	77	93	115	142	168	190	219	219	312	320	270	164	188	111	80	52	60	51	51	59	
<b>75</b>	5	8	19	29	35	43	47	65	66	97	120	151	160	168	168	279	275	185	51	144	59	33	41	34	22	27	29	
<b>77.5</b>	2	4	6	7	9	11	12	12	20	38	60	82	80	77	110	188	124	44	8	86	17	7	8	8	5	14	7	
<b>80</b>	0	1	3	4	4	5	8	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	4	27	9	3	7	2	1	2	4	
<b>82.5</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	13	5	3	1	5	2	1	1	1	1	1	0	
<b>85</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	
<b>87.5</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<b>90-180</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabella 2.1 – Tavola delle intensità luminose per ogni piano C per angolo compresi tra  $\gamma=0^\circ$  (direzione sotto l'apparecchio e  $90^\circ$  (direzione orizzonte) sino a  $180^\circ$  (direzione allo zenith dell'apparecchio). Per correttezza tale tabella non può fermarsi ad angoli  $\gamma$  di  $90^\circ$  ma deve arrivare sino a  $180^\circ$ . Per questioni di spazio questa tabella si ferma a  $90^\circ$  indicando però che da  $90$  a  $180^\circ$  i valori tabulati (intensità luminose) sono tutti uguali fra loro in tale intervallo.

N.B. Verificare sempre che le tabelle non siano state "tagliate" in quanto per chi non si occupa di inquinamento luminoso è poco interessante e "ingombrante" riportare i valori anche per  $\gamma$  maggiori di  $90^\circ$ .

Verificando in corrispondenza della linea evidenziata in rosso di figura 2.5 che corrisponde all'intensità luminosa emessa dall'apparecchio in direzione dell'orizzonte ( $\gamma = 90^\circ$ ) su ogni piano C si evince la conformità dell'apparecchio alla L.R. 17/09.

Se uno solo dei valori della linea con  $\gamma$  uguale a  $90^\circ$  è maggiore di 0 (se la tabella è espressa in numeri interi) o maggiore di 0,49 cd/klm (se la tabella è espressa con numeri con la virgola) allora l'apparecchio NON è conforme alla L.R. 17/09.

Poiché le tabelle non danno la certezza assoluta della veridicità dei dati, una maggiore garanzia della bontà delle misure fotometriche si può avere richiedendo dati fotometrici certificati da enti terzi, come ad esempio certificati da laboratori che possono apporre sugli apparecchi il marchio "Performance" dell'Istituto Marchio di Qualità.

### Effetto dell'inclinazione

Un aspetto interessante e da verificare è la posizione di misura dell'apparecchio e l'effettiva posizione di installazione.



In linea di principio quasi tutti gli apparecchi vengono fotometrati con vetro piano orizzontale e si consiglia di installarli in tale posizione.

È quindi fondamentale la verifica sul certificato di conformità alla legge come specificato al precedente punto b. per la posizione di misura dell'apparecchio e l'effettiva posizione di installazione.

Gli apparecchi che risultano conformi alla L.R. 17/09 e s.m.i., se vengano installati in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura (in laboratorio) e di conformità, è come se ruotassero la curva fotometrica, per così dire, sull'asse del diagramma per l'angolo di inclinazione. Per conoscere la nuova fotometria associata si potrà procedere come segue:

Analizzare la tabella legata all'apparecchio (posizione orizzontale) **Tabella 2.2**

Se l'apparecchio venisse inclinato di 10° i valori traslerebbero di una casella corrispondente a 10° **Tab. 2.3**

Se l'apparecchio venisse orientato di 30° i valori traslerebbero di una casella corrispondente a 30° **Tab. 2.4**

Tabella 2.2		Tabella 2.3		Tabella 2.4	
Angolo	Intensità cd/1000 lm	Angolo	Intensità cd/1000 lm	Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	335	0°	368	0°	412
10°	368	10°	335	10°	391
20°	391	20°	368	20°	368
30°	412	30°	391	30°	335
40°	435	40°	412	40°	368
50°	487	50°	435	50°	391
60°	574	60°	487	60°	412
70°	125	70°	574	70°	435
80°	12	80°	125	80°	487
90°	0	90°	12	90°	574
100°	0	100°	0	100°	125
110°	0	110°	0	110°	12
120°	0	120°	0	120°	0
130°	0	130°	0	130°	0
140°	0	140°	0	140°	0
150°	0	150°	0	150°	0
160°	0	160°	0	160°	0
170°	0	170°	0	170°	0
180°	0	180°	0	180°	0

**Apparecchio conforme alla L.R. 17/09**     
**Apparecchio non più conforme alla L.R. 17/09**     
**Apparecchio non più conforme alla L.R. 17/09**

### c. Tipologia degli apparecchi

La L.R. 17/09, lascia libertà di scelta sulla tipologia degli apparecchi, si consiglia però, a parità di conformità apparecchi a vetro piano orizzontale, rispetto agli altri in quanto:

- non inquinano e non abbagliano;
- si sporcano meno, e possono essere puliti più facilmente;
- hanno una minore perdita di efficienza;
- non ingialliscono;
- sono più resistenti anche ad eventi accidentali;





- costano meno;
- non hanno elementi mobili nell'armatura a rischio di cadute.

#### d. Tipologia degli impianti d'illuminazione

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

Di seguito è riportata una selezione visiva delle tipologie di impianti d'illuminazione idonei e non idonei a essere installati o realizzati sul territorio comunale.

È importante sottolineare che se l'apparecchio appare conforme alla L.R. 17/09, non è detto che lo sia l'impianto o semplicemente l'installazione; ciò a causa di ulteriori fattori che verranno approfonditi nei successivi paragrafi o semplicemente a causa di inclinazioni non consone con la tipologia di apparecchio utilizzato.

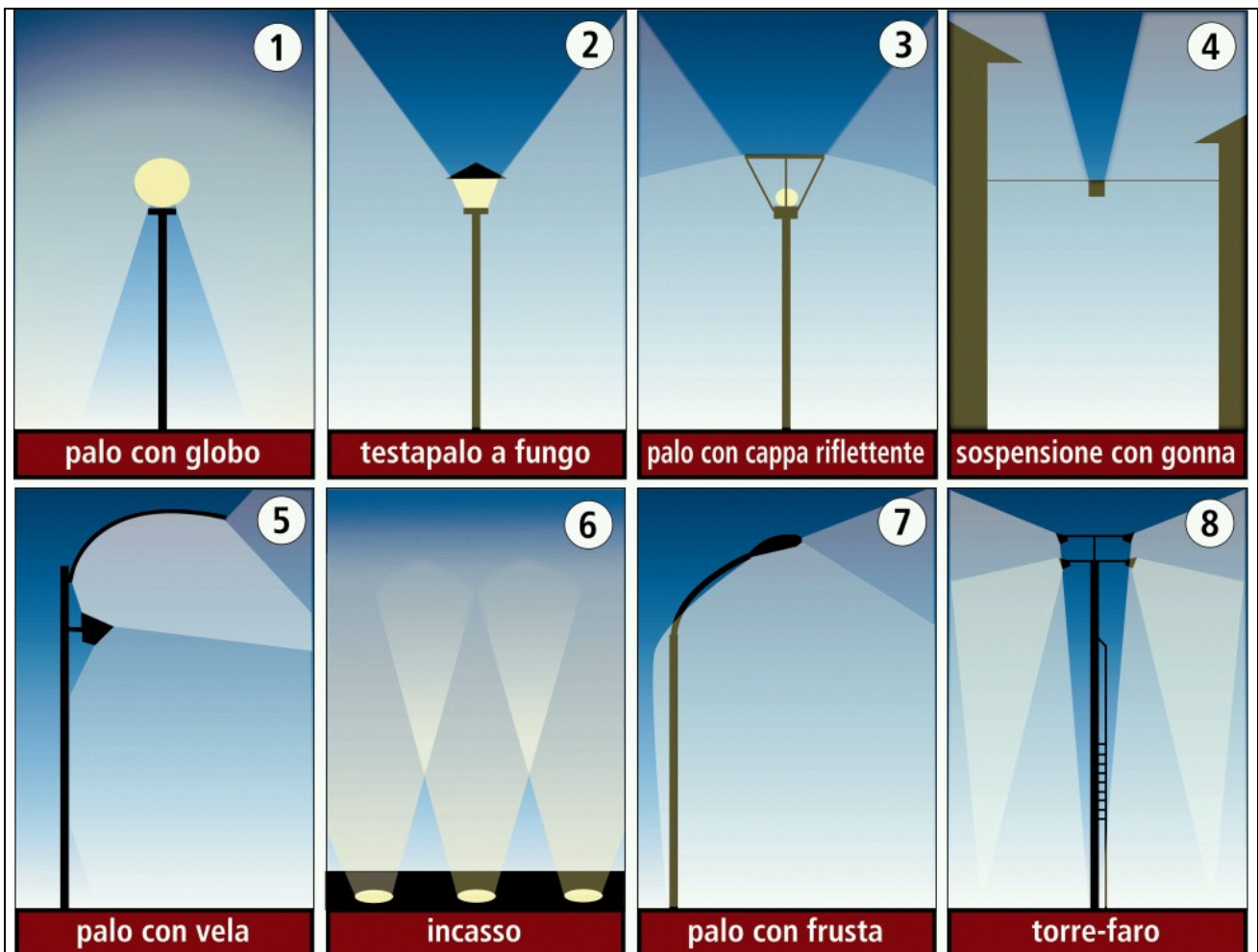


Figura 2.5 – Apparecchi non conformi con la L.R. 17/09 e s.m.i.. Alcune di queste tipologie presenti anche sul territorio comunale possono facilmente essere adattate (es. i pali a frusta se l'apparecchio installato è a vetro piano e può essere posto con vetro orizzontale) anche mediante l'inserimento di alette schermanti. Purtroppo altre possono solo essere sostituite. (Cortesia: CieloBuio)





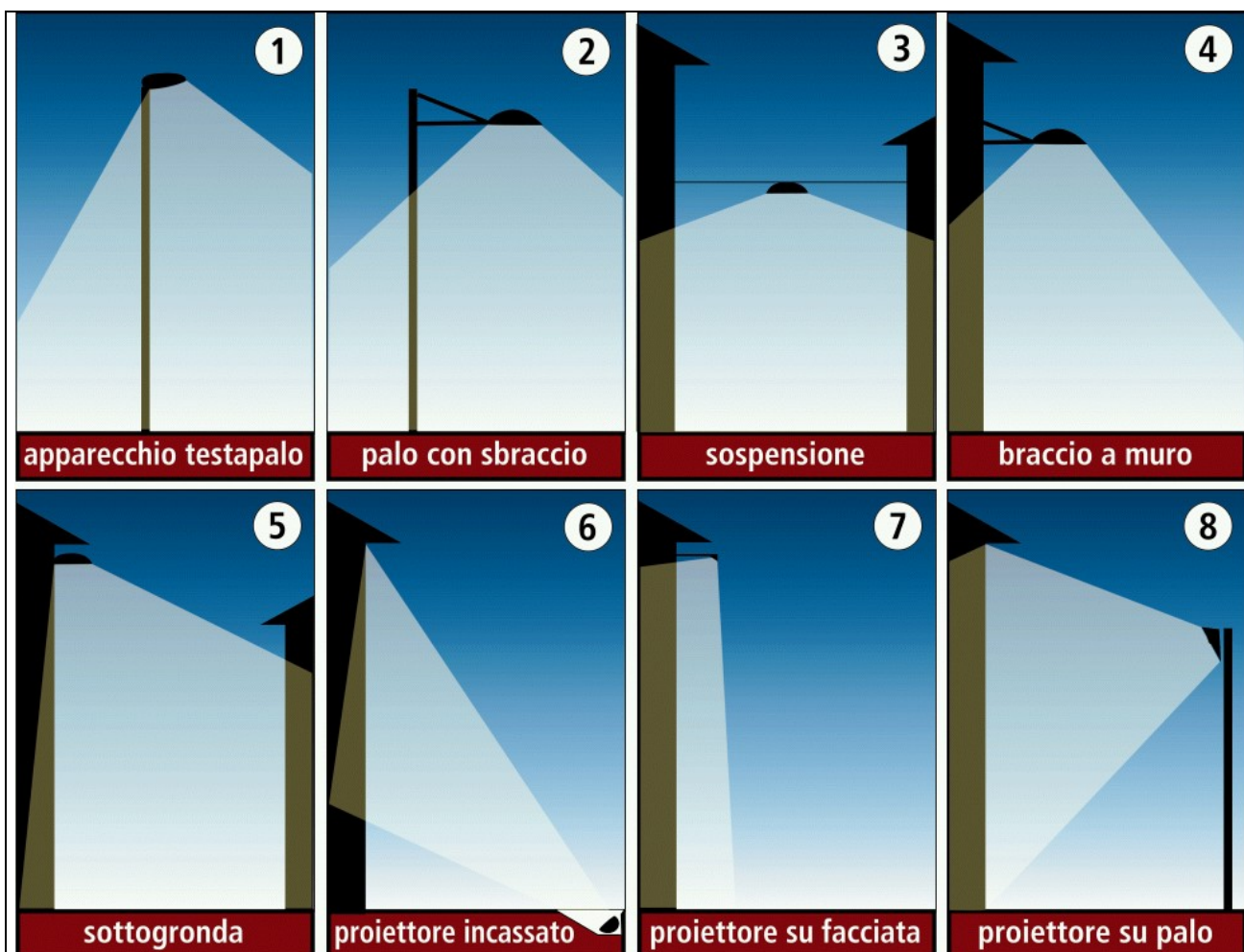


Figura 2.6 – Apparecchi conformi alla L.R. 17/09 e s.m.i.. Le tipologie 6 e 8 sono ammesse esclusivamente per l'illuminazione di edifici storici a di alto valore architettonico ove non si possa procedere ad una diversa installazione. (Cortesia: CieloBuio)



## 2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRECTO

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 2, lettera c):

*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;*

### NORME DI RIFERIMENTO

**AMBITO DI APPLICAZIONE:** strade a traffico motorizzato

**UNI 11248:** Norma Italiana in vigore da ottobre 2007

**AMBITO DI APPLICAZIONE:** strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, piste ciclabili, parcheggi, aree esclusivamente pedonali ecc.

**UNI EN 13201:** Norma Europea in vigore da fine 2004

**AMBITO DI APPLICAZIONE:** tutti quelli non ricadenti nelle precedenti categorie

*"mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m2;"*

### a. Applicazioni stradali

Tutti i progetti illuminotecnici in ambito stradale dovranno essere realizzati conformemente alla norma EN 13201, utilizzando come riferimento la classificazione stradale prevista nella parte 3 del PICIL.

Si riportano in particolare le specifiche di progetto ai fini della norma UNI 11248.

- Luminanza media mantenuta (Lm)
- Uniformità Generale (Uo)
- Uniformità Longitudinale (UI)
- Abbagliamento debilitante (Ti)

Definite nella tabella di seguito riportata.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo *
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	UI min (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75+tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Tabella 2.2: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

\*SR: Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri, adiacenti alla carreggiata.



## b. Altre applicazioni

1. Zone pedonali e giardini
2. Parcheggi
3. Piste Ciclabili
4. Rotonde e intersezioni
5. Sottopassi

Nella progettazione dei seguenti ambiti di applicazione è necessario fare riferimento alla norma EN 13201, illustrata più ampiamente nella parte 3 del PICIL. Qui ci si limiterà a riportare una tabella riassuntiva dei parametri progettuali di riferimento minimi o massimi.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto [U.M.]	Grandezza illuminotecnica da verificare 1 [U.M.]	Parametro da verificare	Grandezza illumin. da verificare 2 [U.M.]
.Zone Pedonali .Giardini .Parcheggi .Piste Ciclabili	S	Illuminamento Orizzontale	Emedio Minimo Mantenuto [lux]	Emin Mantenuto [lux]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo Mantenuto [lux]
.Rotatorie .Intersezioni principali .dove non è applicabile la classe ME	CE	Illuminamento Orizzontale	Emedio minimo mantenuto [lux]	Uo Uniformità di Emedio (Emedio/Emin)	Illuminamento Verticale	Ev minimo mantenuto [lux]
.Altri ambiti	-	Luminanza	Lmedio minimo mantenuto [cd/m2]		-	-

Tabella 2.3 – Riferimenti al fine della progettazione illuminotecnica di ambiti non stradali

Ai fini del rispetto della L.R. 17/09 e s.m.i. deve essere preso come parametro di progetto, con le dovute tolleranze di misura definite nella norma, l'illuminamento orizzontale medio.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U <sub>o</sub> Emedio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E <sub>sc</sub> minimo lx
CE0	50 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES1	10
CE1	30 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES2	7,5
CE2	20 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES3	5
CE3	15 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES4	3
CE4	10 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES5	2
CE5	7,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. minimo lx	Ti (incremento di soglia) % massimo	ES7	1
S1	15 +tolleranza 15%	5	15	ES8	0,75
S2	10 +tolleranza 15%	3	15	ES9	0,5
S3	7,5 +tolleranza 15%	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5 +tolleranza 15%	1	20	Classe	E <sub>v</sub> minimo lx
S5	3 +tolleranza 15%	0,6	20	EV3	10
S6	2 +tolleranza 15%	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5

Tabella 2.4: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es.



## 2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI

### a. Tipologie

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 2, lettera b):

*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;*

La L.R. 17/09 e s.m.i. privilegia le lampade al sodio alta pressione e bassa potenza, e in particolare quelle al sodio alta pressione da 50 e 70 W, in quanto meno inquinanti dell'intero spettro elettromagnetico.

**Solo ove strettamente necessario in ambiti pedonali**, possono essere utilizzate anche sorgenti a maggiore resa cromatica ( $Ra>65$ ), ma con efficienza paragonabili a quelle del sodio ad alta pressione, a parità di potenza e quindi con efficienze superiori 89 lm/W. Nello specifico è **consentito l'impiego di tali sorgenti nel centro storico, aree commerciali, monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale.**

Questo principio si integra con quello altrettanto importante di contenimento delle potenze installate per ogni singolo impianto ed applicazione:

- in senso puntuale, in quanto a parità di applicazione e di punti luce è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza, anche se meno efficienti. Per esempio, se in ambito esclusivamente pedonale, un parco può essere illuminato con le sorgenti a fluorescenza da 23 W o tipo a ioduri metallici con bruciatore ceramico da 20 o 35W, piuttosto che utilizzare lampade da 70 W al sodio alta pressione. È evidente che questa valutazione va fatta a parità di punti luce altrimenti non si sta operando in modo compatibile con la *ratio* e i dettami della L.R. 17/09 e succ. integrazioni.

- In senso generale, in quanto le scelte progettuali devono mirare alla riduzione delle potenze installate e all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista manutentivo. Dove possono essere utilizzati **sistemi a LED di segnalazione o di evidenziazione**, anche se l'efficienza è inferiore rispetto a una lampada al sodio alta pressione, il loro utilizzo è preferibile, in quanto le potenze installate e i costi manutentivi vengono ridotti significativamente (vista l'aspettativa di vita dei led dalle 4 alle 7 volte superiore a quella di lampade tradizionali). **L'utilizzo di sorgenti e degli apparecchi a LED non deroga comunque dalla prescrizione della L.R. 17/09 di emissione massima di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre.** Maggiori chiarimenti sui led sono inseriti nel capitolo 2.10.4.



- L'incremento di potenza significa per ogni tipologia di sorgente luminosa un incremento di efficienza, ma ciò può non garantire la conformità alla L.R. 17/09 e succ. integrazioni. Utilizzare, per esempio, sorgenti luminose ad alta potenza agli ioduri metallici da 400 W, solo perché efficienti come le sorgenti al sodio alta pressione da 70 W, in luoghi dove queste ultime sono sufficienti e adeguate per ottenere risultati illuminotecnici richiesti dalle norme e per legge, rende *de facto* fuori legge l'installazione di sorgenti ad alta potenza con ioduri metallici.

**Riassumendo, le sorgenti luminose privilegiate sono:**

- Stradale: sodio alta pressione con potenze in relazione alla classificazione illuminotecnica della strada.
- Pedonale: sodio alta pressione e in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W
- Impianti sportivi: ioduri metallici tradizionali
- Parchi, ciclabili e residenziale: fluorescenza, sodio alta pressione e in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W
- Monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed architettonico: sodio alta pressione nelle sue tipologie o ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W in relazione alle tipologie e colori delle superfici da illuminare.

Le sorgenti previste nella redazione del Piano, tenendo in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché la normativa esistente, in particolare la legge regionale n. 17/09, sono le seguenti:

**b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale**

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

Per tale motivo si ritiene esclusa la realizzazione futura di impianti dotati di tali sorgenti e il PRIC deve prevedere la **graduale sostituzione di tutti gli impianti dotati di lampade a vapori di mercurio o similari** quali quelle pre miscelate, per motivazioni di varia natura tecnica, economica, ambientale e legislativa, quali:

1. la ridotta efficienza (minore di 60lm/W) e l'evidente decadimento del flusso luminoso nel tempo non permette il raggiungimento degli obiettivi della legge di ottimizzazione degli impianti d'illuminazione e di massimizzazione dell'efficienza;
2. il costo di smaltimento di tali lampade, essendo classificate ai sensi del D.Lgs. N.22/97 - D.Lgs. 5 feb.1997 n. 22 – D.Lgs. 8 nov. 1997 n. 389 – L. 9 dic. 1996 n. 426 come rifiuti pericolosi, ha una incidenza non trascurabile sul prezzo finale derivante dall'impiego della lampada, che è indicativamente pari se non superiore a quello di ciascun corpo illuminante nuovo dello stesso tipo, rendendo quindi in definitiva il prezzo confrontabile con quello delle lampade al sodio ad alta pressione.
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 il 13.02.2003, mette definitivamente al bando tali lampade dal territorio europeo dal 1° luglio 2006.

4. La sostituzione di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione permette inoltre di conseguire risultati sia dal punto di vista del risparmio che dell'illuminamento notevolmente superiori come di seguito evidenziato della tabella 2.6.

VECCHIA LAMPADA	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80W Mercurio	50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	37,5% (> se aumenta l'interdistanza)
80W Mercurio	70W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	12,5% (>se aumenta l'interdistanza)
125W Mercurio	70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	44%
125W Mercurio	100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	20% (>se aumenta l'interdistanza)
250W Mercurio	150W Sodio AP	+19% (da 12500 a 14700 lumen)	40% (>se aumenta l'interdistanza)

*Tabella 2.4 – Confronto e possibili sostituzioni di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione. I risultati conseguibili in termini di migliore illuminazione a terra sono generalmente di gran lunga superiori al mero computo dell'incremento di flusso luminoso in quanto spesso si passa da corpi illuminanti di bassissima efficienza a corpi illuminanti di nuova generazione.*

VECCHIA LAMPADA		NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	INCREMENTO FLUSSO A TERRA STIMATO
80W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+ 80%	100-110% (più che raddoppiato)
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61%	90-100% (raddoppia)
125W Mercurio		150W Sodio AP	+ 240%	300% (triplica)
250W Mercurio		250W Sodio AP	+ 225%	280-300% (triplica)

*Tabella 2.5 – Incremento del flusso luminoso complessivo stimato.*

Il risultato di tabella 5.5 è di un grande squilibrio fra il prima ed il dopo l'intervento, in quanto si innesca uno squilibrio dei livelli d'illuminazione e di percezione del territorio, falsando peraltro l'aspetto che assume il resto del paesaggio facendolo sembrare, per confronto, completamente buio e insicuro, imponendo quindi un incremento a catena dei livelli di illuminazione e dei dispendi energetici.



## 2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 11:

*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 interasse 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 sessanta per cento, 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 fra 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 1.5cd/m<sup>2</sup> o per carreggiate con larghezza superiore ai 9 metri;*

*b) massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza). 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 l'impianto.*

### a. Ambito stradale

L'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione stradale si può conseguire con il concorso:

- di una corretta classificazione (PARTE 4 del piano);
- dell'utilizzo dei valori minimi di luminanza previsti dalle norme;
- dell'utilizzo, a parità di condizioni illuminotecniche e numero di sostegni di corpi illuminanti che conseguono la minore potenza installata ed i maggiori risparmi di esercizio e manutentivi.

<b>Classe Illuminotecnica</b>	<b>Potenze consigliate</b>	<b>Potenze consigliate (se la larghezza della carreggiata è superiore a 8 metri)</b>
<i>Lm=0.3 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>50W-70W</i>	<i>70W</i>
<i>Lm=0.5 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>50W-70W</i>	<i>100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)</i>
<i>Lm=0.75 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>70W</i>	<i>100W (statisticamente il 25-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)</i>
<i>Lm=1 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>70W-100W</i>	<i>150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)</i>
<i>Lm=1.5 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>100W-150W</i>	<i>150W (statisticamente il 50% dei casi)</i>
<i>Lm=2 cd/m<sup>2</sup></i>	<i>150W-250W</i>	<i>250W (statisticamente il 40% dei casi)</i>

*Tabella 2.6 Orientativa (per ottimizzare i risparmi ed i risultati illuminotecnici): si vedano i progetti illuminotecnici campione della PARTE 3 del Piano*

A completamento dei concetti sopra espressi, la legge regionale specifica inoltre per i nuovi impianti d'illuminazione un **rapporto minimo di "interdistanza su altezza" dei sostegni maggiore di 3,7 a**





parità degli altri parametri di ottimizzazione. È possibile conseguire un rapporto superiore a 3,7, anche per carreggiate di larghezza pari a 14 metri, ma è necessario cercare sempre il corpo illuminante più adeguato a ciascuna esigenza di installazione e applicativa.

Sono evidenti le seguenti osservazioni emerse dall'applicazione della L.R. 17/09 e s.m.i.:

- per *impianti di illuminazione stradali tradizionali* si intende qualsiasi impianto d'illuminazione che utilizza corpi illuminanti posti su sostegni o a parete, sia di tipo stradale che di arredo urbano (lanterna o altro);
- il rapporto minimo accettabile di 3.7 non è conseguibile ovviamente, solo e unicamente in corrispondenza di ostacoli invalicabili, quali viali alberati o in corrispondenza di incroci;
- sono ammessi apparecchi su entrambi i lati della strada (*quinconce* o bilaterali) o a centro strada, solo in caso di carreggiate separate, sempre nel rispetto d un rapporto minimo accettabile di 3.7. Per installazioni *quinconce* tal rapporto è riferito a apparecchi consecutivi ma su lati opposti della carreggiata, e per bilaterali frontali deve essere moltiplicato per un fattore 2.
- La frase "*sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto*" non contempla la deroga a rapporto minimo accettabile di 3.7, se si utilizzano sistemi di riduzione di flusso luminoso (peraltro altrettanto obbligatori) o se si persegue il confronto con corpi illuminanti con potenze inferiori, ma complessivamente superiori per km di strada e con maggiori costi manutentivi.
- In caso di viali alberati, ostacoli, incroci, l'interdistanza è forzatamente limitata da tale presenza e spesso il rapporto 3.7 non è perseguibile. Si ricorda comunque che 3.7 ha valore all'interno di un progetto illuminotecnico di un tratto rettilineo di strada e come tale deve essere inteso, rivalutando la situazione in corrispondenza di intersezioni. Prevedere indicativamente la posizione dei sostegni in modo da non interferire con passaggi, ostacoli vari, curve strette o comunque alberi, affinché il valore medio del rapporto interdistanza altezza non sia inferiore a 3.7.

L'ottimizzazione si ottiene solo con una progettazione illuminotecnica accurata che tenga conto e ricerchi la configurazione dell'impianto che meglio soddisfi le seguenti indicazioni:

1. massimizzare il rapporto interdistanza su altezza palo, scegliendo i progetti con rapporti minimi. Adottare come linee guida i valori suggeriti nella tabella 2.6;
2. minimizzare la potenza installata per chilometro di strada;
3. adottare come linee guida i valori suggeriti nella tabella 2.5;
4. minimizzare i costi di esercizio e di manutenzione.

Per ottenere i risultati richiesti scegliere accuratamente i corpi illuminanti.

## **b. *Easy Light - Save the Sky* e verifica della conformità alla L.R. 17/09 e s.m.i.**

Di seguito viene illustrato uno strumento che può essere un valido ausilio per le verifiche dell'illuminazione pubblica ed in generale per il rispetto della L.R. 17/09 e s.m.i..

*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 delle interdistanze degli apparecchi di illuminazione;
- minimizzare le potenze installate per km di strada;
- minimizzare (compatibilmente con le normative tecniche e/o di sicurezza) la luminanza media mantenuta;
- sfruttare al meglio e scegliere le migliori ottiche stradali;
- abbattere il flusso luminoso inviato direttamente verso il cielo, nel rispetto del paradigma fondativo della L.R. della Veneto 17/09.

*Easy Light* può essere usato anche per la verifica della conformità dei corpi illuminanti alla L.R. 17/09 per visualizzare le tabelle fotometriche, e 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 scaturisce 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. Per converso, *Easy Light* stabiliti i parametri della strada e i valori da rispettare per soddisfare le norme tecniche ottimizza le variabili di calcolo al fine di ricercare le configurazioni che consentono il maggior risparmio energetico, realizzativo, manutentivo e di gestione.

Il programma è gratuito e scaricabile all'indirizzo: <http://www.cielobuio.org>

Una copia personalizzata di tale software è parte integrante di questo PRIC.

*Save the Sky* fa riferimento e funziona in conformità alla CIE30 e EN 13201.

*Easy Light - Save the Sky* fornisce analoghi risultati a quelli dei più noti software in commercio, con modeste differenze (sul valore della luminanza del 2-3%, maggiore talvolta per UG e UI in base alle definizioni di osservatori prescelte da ciascun programma). I sono: LiteStar 4.1 e 5.0, Relux 3.0, ewoEXCALC 1.01.03.

*Easy Light - Save the Sky* fornisce i

parametri migliori per conseguire la migliore progettazione illuminotecnica. È quindi una guida per scegliere i parametri per progettare l'illuminazione delle strade con uno o più programmi fra le decine degli stessi disponibili in commercio e per questo realizzati.

*Save the Sky* riesce ad incrementare anche dal 20 al 40% le prestazioni di un progetto illuminotecnico.

### c. Ambiti di applicazione non stradale

Per ottimizzare l'illuminazione non stradale è necessario:

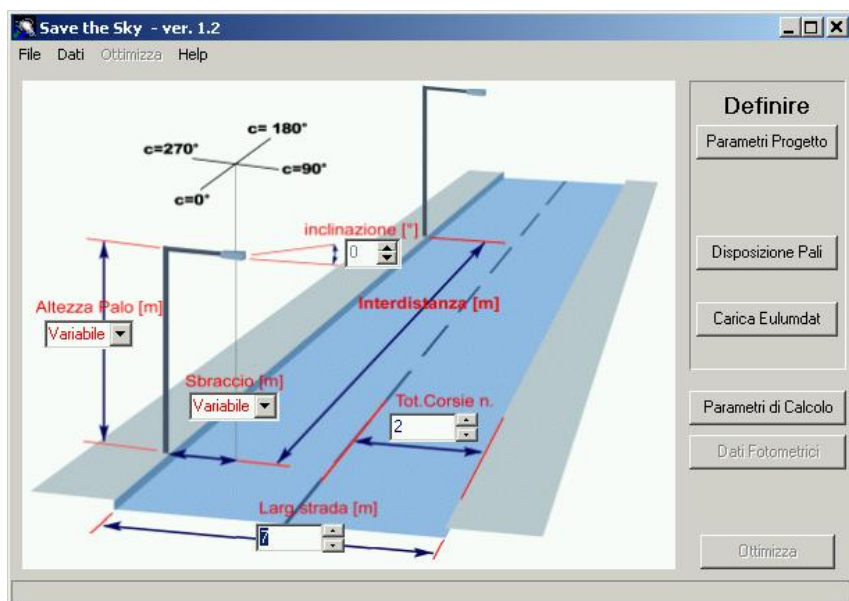


Figura 2.7 – Schermata principale di STS – Easy Light



- massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza).
- Utilizzare, a parità di condizioni, apparecchi che conseguono la minore potenza installata e il maggiore risparmio manutentivi.

Per quanto attiene alle prescrizioni normative, la legge non specifica valori da conseguire, ma solo che il progettista deve dimostrare nella sua relazione di aver cercato di conseguire i maggiori risultati in termini di ottimizzazione e risparmio energetico.

Nello specifico nella PARTE 3 del PICIL ci sono degli esempi di progetti di qualità, ma comunque in impianti d'illuminazione di piste ciclabili o ciclopedonali, qualora il passo installativo non sia vincolato dall'utilizzo di sostegni condivisi con l'illuminazione stradale, può essere considerato come minimo efficace un rapporto interdistanza/altezza minimo di progetto pari a 4,5.

## 2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 2, lettera d):

*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.*

### a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze

Per eventuali approfondimenti in materia si rimanda ai successivi capitoli 7 e 9.

In questa sezione si ricorda tuttavia che i sistemi di "riduzione del flusso luminoso" chiamati "tutta notte mezzanotte" consistenti nello spegnere alternativamente dei punti luce (disposti su due linee elettriche distinte) **non** rappresentano più una soluzione adottabile con le nuove norme tecniche di settore. Ciò perché si compromette l'effettiva uniformità dell'illuminazione del manto stradale.

### b. Quando utilizzare tali sistemi

- Sono obbligatori sempre, quando conveniente economicamente. Ed è possibile calcolare un rientro negli investimenti con i risparmi conseguiti in tempi inferiori alla vita media dell'impianto, prendendo in considerazione i costi indotti che richiedono.
- Per impianti centralizzati con meno di 3,5 kW questo intervento non è economicamente conveniente, a meno che non siano previste estensioni dell'impianto medesimo. In tale caso i sistemi di telecontrollo punto a punto sono comunque sempre applicabile e più flessibili.
- In tutti gli impianti non stradali, dove non è richiesto un requisito di uniformità normativa, continua a valere la scelta corretta di spegnimento totale, o parziale degli impianti.

### c. Consigli per la scelta del prodotto



Il mercato negli ultimi anni si è allargato e, in parte, dequalificato. Infatti numerose aziende sono entrate a operare nel settore anche senza esperienza specifica, producendo sistemi e soluzioni con tutte le tipologie sopra elencate talvolta mai testate né su "banco" né sul "campo".

Qualche consiglio pratico per la scelta.

- 1- Gestione "facile" mediante sistemi hardware e software semplici e alla portata di tutti, al fine di permettere l'utilizzazione all'installatore che gestisce il servizio per il Comune, ma anche dall'Ufficio Tecnico comunale che opera in totale autonomia.
- 2- Gestione post-vendita con manutenzioni programmate del sistema richiedendo anche la disponibilità e il supporto da parte dell'azienda produttrice.
- 3- Scegliere fornitori provvisti di certificazioni relative all'adozione di sistemi di qualità di gestione/organizzazione del prodotto e del processo, e che sono in grado di fornire soluzioni integrate e/o multiple.

Selezionare aziende che possano dimostrare risultati certificabili, e magari vi permettano di contattare direttamente altri Comuni che hanno adottato tali soluzioni per confrontarvi direttamente con loro.

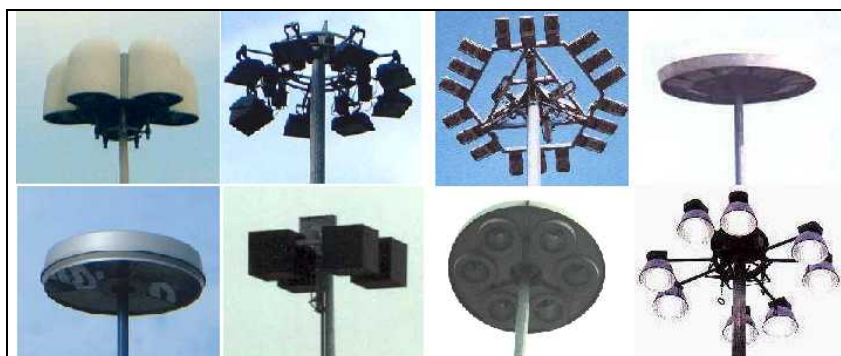
## 2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI

Si riportano di seguito i riferimenti legislativi in merito ad impianti specifici, ove necessario, appositamente commentati ed integrati.

### a. Grandi Aree

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 6:

*6. Fari, torri-faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non irradiare oltre 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre. Si privilegiano gli apparecchi d'illuminazione con proiettori di tipo asimmetrico. In particolare, l'installazione di torri-faro deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali; qualora il fattore di utilizzazione di torri-faro, riferito alla sola superficie di utilizzo, superi il valore di 0,5, gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza, nei periodi di non utilizzazione o di traffico ridotto.*



*Figura 2.8 - Torri faro conformi alla L.r.17/09 solo se gli impianti prevedono potenze installate inferiori rispetto a impianti con apparecchi tradizionali.*





Figura 2.9 - Impianti di rotonde conformi alla L.r.17/09 con apparecchi stradali posti centralmente o esternamente.

Gli impianti con apparecchi tradizionali centrali o periferici sono ovviamente da preferire quasi sempre in circostanze normali.

### c. Impianti sportivi

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 7:

*7. Nell'illuminazione degli impianti sportivi progettati per contenere oltre cinquemila spettatori, le disposizioni di cui al comma 2, lettera a) sono derogabili, salvo l'obbligo di contenere al minimo la dispersione di luce verso il cielo e al di fuori delle aree verso le quali l'illuminazione è orientata. Devono essere tecnicamente assicurate la parzializzazione dell'illuminazione, funzionale alla natura del suo utilizzo, e l'accensione dell'impianto limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva. Negli impianti sportivi è ammesso l'utilizzo di sorgenti luminose diverse da quelle di cui al comma 2, lettera b). L'illuminazione delle piste da sci deve aver luogo, compatibilmente con le esigenze di sicurezza, contenendo la dispersione di luce al di fuori della pista medesima ed il calcolo della luminanza deve tener conto dell'elevata riflettività del manto nevoso.*



Figura 2.10 - Impianti sportivi illuminati in modo conforme alla L.R. 17/09 con proiettori asimmetrici orientati orizzontalmente e che non disperdono luce verso l'alto.







Figura 2.11 – Salò (Bs): impianto sportivo di grandi dimensioni conforme alla L.R. 17/09

### Commenti

Gli impianti sportivi devono essere realizzati con corpi illuminanti con un'emissione luminosa verso l'alto non superiore ad una intensità luminosa massima di 0.49 cd/klm a 90° e oltre, a esclusione di impianti di grandi dimensioni, con posti a sedere superiori a 5000 persone, per i quali è richiesto espressamente di dimostrare di aver analizzato soluzioni alternative per il contenimento dei fenomeni di abbagliamento.

Nello specifico in figura 2.11 è riportato l'esempio di un impianto sportivo di grandi dimensioni la cui illuminazione è realizzata con emissione diretta verso l'alto contenuta entro 0.49 cd/klm a 90° ed oltre, a dimostrazione che anche per grandi impianti, la scelta di soluzioni eco-compatibili è comunque preferibile a soluzioni di illuminazione tradizionale, questo richiede una maggiore ricerca in termini di prodotti di qualità, ma comunque con risultati effettivamente superiori:

- in termini di contenimento dell'inquinamento luminoso, di abbattimento dei fenomeni di luce intrusiva, e abbagliante;
- in termini di riduzione dei costi di primo impianto ed energetici (nel caso della figura 5.25 del 15%).

Ulteriori indicazioni sugli impianti da sci sono inserire nella PARTE 3 – del Piano impianti sportivi.

### e. Monumenti ed edifici

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 9:

*9. 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 trenta per cento, entro le ventiquattro 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 d'illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/m<sup>2</sup> o ad un illuminamento medio fino a 15 lux. In tal caso i fasci di luce devono comunque 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 dieci per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.*

### **Sintesi : Disposizioni specifiche per edifici e monumenti**

illuminazione di edifici generici e/o capannoni:

- illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso, o comunque con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre;
- sorgenti al sodio a alta e bassa pressione, o in alternativa impianti dotati di sensori di movimento per l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione;
- spegnimento parziale o totale, o diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro.

illuminazione di edifici e monumenti di comprovato valore artistico, architettonico e storico:

- preferibile una illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49 cd/klm a 90° e oltre;
- sono ammesse altre forme di illuminazione, purché i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux o l luminanza (in alternativa) non sia superiore ad una luminanza media di 1cd/m<sup>2</sup>;
- adottare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce, ed essere corredato di eventuali schermi antispersione;
- spegnimento (per lo meno per la parte con emissione superiore a 0.49 cd/klm a 90° ed oltre), negli altri casi parzializzazione o diminuzione di potenza impiegata.

### **f. Insegne prive di illuminazione propria**

In particolare la L.R. 17/09, art. 9, comma 5:

*5. L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata utilizzando apparecchi che illuminino dall'alto verso il basso. Le insegne dotate di luce propria non devono superare i 4.500 lumen di flusso totale, emesso in ogni direzione per ogni singolo esercizio. 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 ventiquattro.*

### **Chiarimenti**

L'illuminazione di insegne deve essere realizzata con apparecchi che nella posizione di installazione hanno una emissione luminosa massima di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre.

Nel solo caso delle insegne questo risultato si può ottenere anche con corpo illuminante inclinato purché il prolungamento e/o l'estensione del vetro di chiusura piano del proiettore, intercetti la parete.





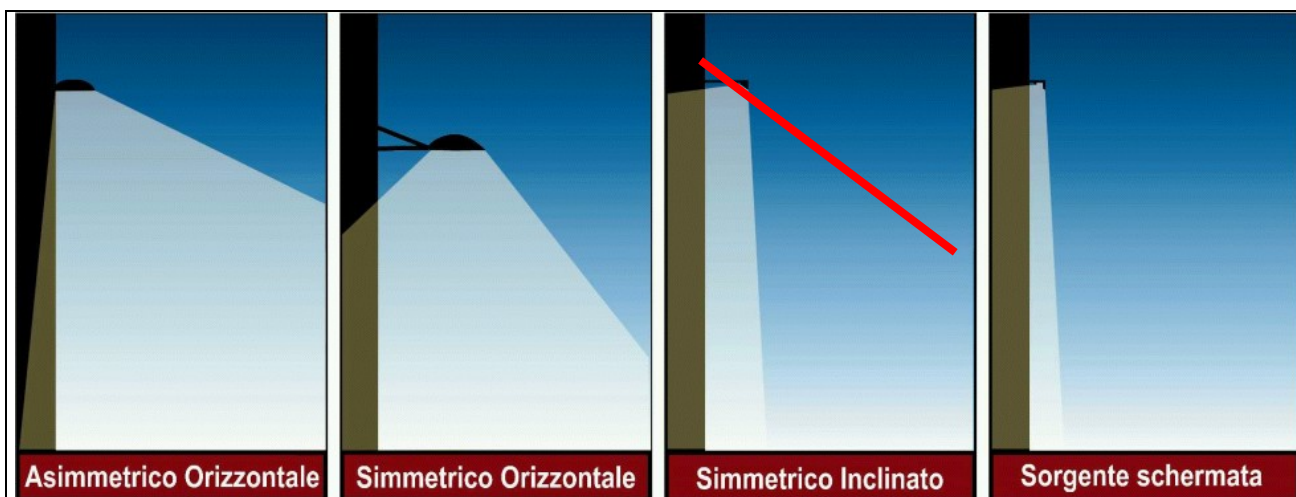


Figura 2.12– **Installazioni ammesse.** Nel caso "Simmetrico Inclinato", l'inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l'apparecchi non risulta più conforme. (Cortesia CieloBuio)

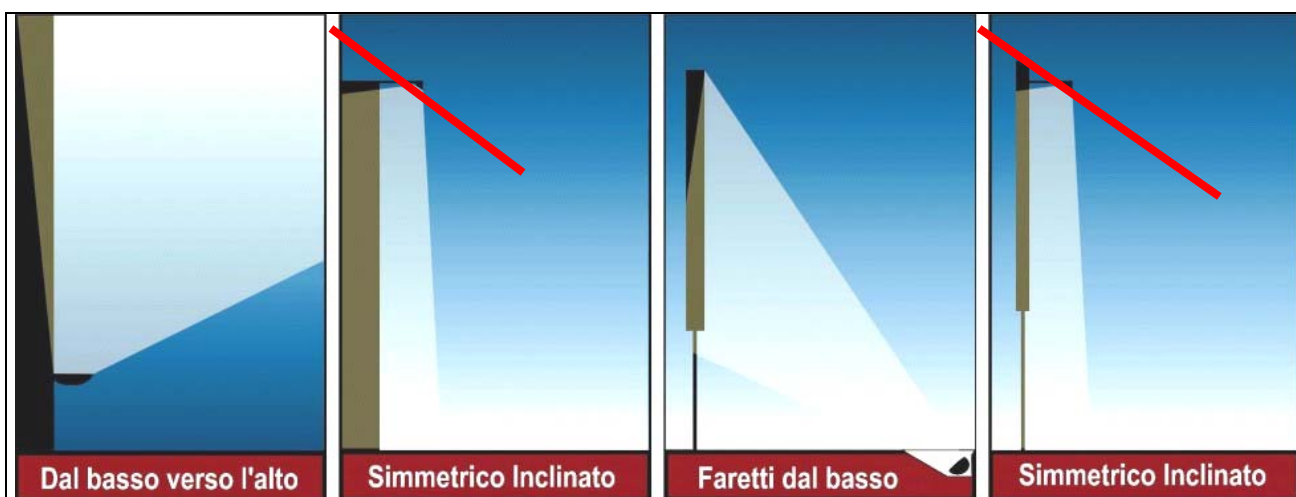


Figura 2.13 – **Installazioni non conformi alla L.R. 17/09 e s.m.i.** Nella rappresentazione grafica sovrastante, partendo da sinistra, l'illuminazione dal basso non è consentita se non per illuminazione di manufatti storici ed artistici ma mantenendo il fascio all'interno della sagoma dello stesso; nella seconda 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. Nella terza e quarta immagine l'illuminazione del cartellone non è corretta in quanto l'unica illuminazione consentita sarebbe quella con proiettore orizzontale dall'alto verso il basso. (Cortesia CieloBuio)

## g. Effetto della nebbia nella 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 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 orizzontale (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 tre sistemi per il miglioramento della visibilità in condizioni ambientali difficili, come quelli dovuti alla nebbia. Questi risultati possono essere estesi ai casi simili, ossia a spazi in cui la sicurezza della circolazione è garantita dalla visibilità dei percorsi e dei loro confini, come le rotonde, i piazzali ed i caselli autostradali.

L'utilizzo dei tre sistemi sopra indicati è certamente utile e, in condizioni ambientali ideali ossia con buona visibilità, essi concorrono in uguale misura al miglioramento della sicurezza. Viceversa, in condizioni ambientali non ideali (foschia o nebbia) l'efficacia è molto diversa nei tre casi.

Come 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 nella tabella.

Condizioni atmosferiche diurne	Distanza di visibilità [m]	Coefficiente di estinzione [1/m]
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 è la diffusione delle minuscole goccioline d'acqua che compongono la nebbia. Come è noto, la diffusione della luce messa dai proiettori di un'autovettura porta alla creazione di una luminanza di velo davanti agli occhi del guidatore (il così detto "muro bianco"), con una conseguente ulteriore riduzione della distanza di visibilità. ***Ciò avviene anche per la luce emessa da un impianto 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 sulla carreggiata. In linea di principio, la segnaletica attiva si presenta come decisamente più vantaggiosa per la sicurezza in condizioni di nebbia rispetto all'illuminazione.

## Conclusioni

***La presenza dell'impianto di illuminazione nello svincolo non ha contribuito al miglioramento***



***della visibilità della segnaletica orizzontale: la visibilità della segnaletica orizzontale era la stessa in presenza e in assenza di impianto di illuminazione.***

***Viceversa, la presenza di illuminazione dava al guidatore un effetto di falsa sicurezza spingendolo ad accelerare pericolosamente.***

La segnaletica passiva era scarsamente visibile a causa della sporcizia, il cui effetto, come prevedibile, era molto maggiore sulla segnaletica passiva mentre la linea di luce appariva conservare buone caratteristiche anche sporca.

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. Si tratta di un risultato interessante, soprattutto se confrontato con la ben minore visibilità della segnaletica passiva. Questi risultati possono essere estesi ad altre situazioni analoghe di utilizzo di segnaletica attiva.

Per questo stesso motivo la L.R. 17/09 e s.m.i. incentiva l'adozione di segnaletica attiva in alternativa ai normali impianti d'illuminazione tradizionali, promuovendo a tal proposito 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.



## 2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

L'art. 9 comma 4 della L.r.17/09 prevede una serie di deroghe alla legge medesima ma queste non sono applicabili per le aree protette come specificato al precedente art. 8, comma 12 della legge medesima infatti:  
*12. All'interno delle fasce di rispetto di cui al comma 7 da individuare, ai sensi del comma 8 e delle zone di protezione già individuate e confermate, ai sensi del comma 9, gli impianti d'illuminazione pubblica e privata nuovi debbono essere progettati e realizzati secondo i requisiti di cui all'articolo 9, commi 2 e 3; per tali impianti non è ammessa la deroga di cui al comma 4 del medesimo articolo 9.*

Il comune rientra nei comuni presenti nella delibera della Giunta Regionale n. 2301 del 22/06/2008 - L.R. n. 22/97 - Prevenzione dell'inquinamento luminoso. Comuni i cui territori ricadono nelle fasce di rispetto previste non verranno quindi descritte le deroghe di legge in quanto non applicabili.

Resta comunque evidente che non sono soggetti anche in queste aree protette i seguenti impianti in quanto non assimilabili a illuminazione:

- Impianti completamente schermati verso l'alto in quanto all'interno di strutture edili (gallerie, porticati, etc.),
- Impianti di segnalazione viaria, stradale e aeroportuale, ovviamente per la sola segnaletica,
- Illuminazione di emergenza come definita dalle relative norme tecniche di sicurezza).

## 2.10 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED

Rientrano in questa categoria quattro tipologie di apparecchi/installazioni:

- 1- apparecchi a luce indiretta
- 2- apparecchi inefficienti a vetro curvo
- 3- incassi a terra
- 4- apparecchi a led impiegati nell'illuminazione funzionale (strade, piazze, ciclopedonali, parchi, parcheggi).



## 1- Apparecchi a luce indiretta

Si riportano senza esaustività alcuni esempi tratti dal sito di Cielobuio e si invita a leggere l'articolo:

[http://cielobuio.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1179](http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1179) .

di piccole dimensioni:



E di grandi dimensioni:



### ***Compatibilità L.R. 17/09 e cinque fondamentali:***

*Sono sempre fuori legge.*

1- Emissione diretta: **VIETATE SEMPRE**. Perché lo impediscono le leggi della fisica e dell'emissione di fasci di luce non coerenti verso l'alto, anche se alcuni produttori rilasciano dichiarazioni facilmente contestabili (si veda il capitolo 2.3.b sui requisiti di legge).



2- Emissione indiretta: **IN FUNZIONE** del progetto illuminotecnico. Si veda il capitolo 2.4

3- Sorgenti luminose: SOLO nei casi in cui si utilizzano solo sorgenti al sodio alta pressione o ioduri metallici SOLO a bruciatori ceramici ( $E > 90 \text{ lm/W}$ ) o lampade a fluorescenza compatta.

4- Ottimizzazione:

delle potenze installate: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 25%

del fattore di utilizzazione: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 25%

5- Riduttori di flusso: **SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

### ***Contabilità economica spicciola***

Causa l'inefficienza, prodotti del tipo di cui all'allegato 3 – PARTE 2 del PRIC, possono ottenere gli stessi risultati illuminotecnici di apparecchi a luce indiretta, ma con potenze di 35-70 W rispetto a apparecchi con potenze di 150 W con risparmi annui a punto luce anche di 60-70 €.

**Il loro utilizzo è di fatto direttamente o indirettamente VIETATO dalla L.R. 17/09.**

**Da non utilizzare mai** in quanto esiste sempre una valida alternativa a norma di legge, a livello estetico, di qualità della luce e comfort visivo, nonché con maggiore efficacia illuminante.

### **2- Apparecchi inefficienti a vetro curvo**

Si riportano senza esaustività alcuni esempi tratti dal sito di Cielobuio e si invita a leggere per maggiori approfondimenti l'articolo:

[http://cielobuio.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1181](http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1181)



***Compatibilità L.R. 17/09 e cinque criteri fondamentali:***

***Sono sempre fuori legge.***



1- Emissione diretta: **NO**. Proprio per le leggi della Fisica e in particolare della rifrazione dei vetri curvi, anche se alcuni produttori rilasciano alcune dichiarazioni facilmente contestabili (si veda il capitolo 2.3.b sui requisiti di legge)

2- Emissione indiretta: **IN FUNZIONE** del progetto illuminotecnico. Si veda il capitolo 2.4

3- Sorgenti luminose: **SI SOLO** nei casi in cui si utilizzano solo sorgenti al sodio alta pressione o ioduri metallici solo a bruciatori ceramici ( $E > 90 \text{lm/W}$ ) o lampade a fluorescenza compatta.

4- Ottimizzazione:

delle potenze installate: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 35-40%

del fattore di utilizzazione: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 35-40%

5- Riduttori di flusso: **SI SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

### ***Contabilità economica spicciola***

Causa l'inefficienza, diversi prodotti del tipo di cui all'allegato 3 – PARTE 2 del Piano, possono ottenere gli stessi risultati illuminotecnici di apparecchi di codesti tipo, passando però da potenze di 70-100 e 150 W a rispettivamente 35-70W con risparmi annui a punto luce anche di 60 €.

**Da non utilizzare mai** in quanto in vetro curvo si sporca molto facilmente e in pochi giorni dall'installazione l'apparecchio perde parte della sua efficienza (già bassissima), si rompe rapidamente, ingiallisce se si usa policarbonato tradizionale e soprattutto introduce elevati e incontrollati fattori di abbagliamento che deteriorano considerevolmente il comfort visivo. Inoltre esiste sempre una valida alternativa a livello estetico, di qualità della luce e comfort visivo, nonché con maggiore efficacia illuminante.

Le foto sotto riportate non sono esaustive delle **possibili alternative a prodotti a sfera o a fungo**.





### 3- Incassi a terra



#### **Compatibilità L.R. 17/09 e cinque criteri fondamentali**

*In generale sono sempre fuori legge a meno delle deroghe di cui al precedente capitolo 2.10 o all'interno di aree coperte.*

- 1- Emissione diretta: **NO** proprio perché sono degli incassi a terra rivolti verso l'alto.
- 2- Emissione indiretta: **NO**. Non applicabile in quanto sono rivolti verso l'alto.
- 3- Sorgenti luminose: **SOLO** nei casi in cui si utilizzano sorgenti a led (compatibilmente con le deroghe del capitolo 2.10), sodio alta pressione, ioduri bruciatori ceramici ( $E > 90 \text{ lm/W}$ ) o sorgenti a fluorescenza compatta.
- 4- Ottimizzazione:  
delle potenze installate: **NO** perché puntando verso l'alto non hanno alcun rendimento illuminante  
del fattore di utilizzazione: **NO** perché puntando verso l'alto non hanno alcun rendimento illuminante
- 5- Riduttori di flusso: **SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

#### **Vantaggi degli incassi:**

- essendo l'impianto interrato, non vi sono ostacoli alla visione e/o sul percorso (niente pali); possono essere asserviti a impianti internalizzati.

#### **Svantaggi degli incassi:**

- capacità illuminante prossima allo zero (se non impiegati per l'illuminazione di edifici di elevato valore storico, artistico e/o architettonico nell'ambito delle deroghe previste dalle varie leggi regionali);
- sono delicati e presentano elevati fattori di manutenzione, usura ed invecchiamento e facilmente suscettibili di atti vandalici;
- possibili fonti di pericolo per l'elevato calore sviluppato;
- evidenti e fastidiosi fenomeni di abbagliamento al passaggio, con nessun comfort visivo.

#### **Contabilità economica spicciola**

Considerando un incasso da 70 W, al costo attuale dell'energia, il suo consumo medio annuo è di circa 40 €, e i costi manutentivi sono pari a 15 €.

Un percorso di soli 50 metri, composto da soli 10 incassi, comporta un costo annuo per l'energia di 400 € + 150 € per la manutenzione e quindi complessivamente di 550 € per anno.





Si invita al completamento della trattazione a leggere l'articolo:

[http://cielobuio.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1185](http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1185)

**Da non utilizzare mai** in particolare per illuminare elementi arborei e della vegetazione in quanto:

- non sono considerabili elementi fissi schermati verso l'alto;
- la flora è l'elemento dell'eco-sistema più fotosensibile e maggiormente soggetto ad alterazione dei suoi cicli biologici (fotosintesi, fototropismo, ecc.).
- favoriscono il rapido invecchiamento di tali elementi del territorio e l'attivazione di numerosi batteri e insetti che, a loro volta favoriscono l'insorgere di numerose malattie delle piante.

#### **4- Apparecchi a led da impiegarsi nell'illuminazione funzionale**

Nel 2010 le tecnologie a led, nonostante siano proliferati i rivenditori ed i proselitismi su tale tecnologia, **non permettono ancora di realizzare impianti eco-compatibili** con tali apparecchi nell'illuminazione funzionale (strade, piazze, ciclopeditoni, parchi, parcheggi, ecc.), e la grande disinformazione in materia tende a far credere erroneamente che utilizzando tali prodotti:

- si evita l'inquinamento luminoso;
- si risparmia energia e non si sostituiscono più lampade;
- si rispettano leggi e norme.

Uno studio su oltre 100 prodotti (la quasi totalità dell'attuale produzione presente sul mercato), ha evidenziato che solo 2 o 3 modelli potrebbero avvicinarsi al rispetto delle norme di settore (capitolo 2.4) senza però alcun risparmio energetico (anzi con risultati di molto inferiori a impianti tradizionali) e soprattutto questo è possibile solo nel caso di utilizzo di sorgenti luminose da 6000 °K che implicano una illuminazione assolutamente non confortevole, spesso abbagliante, pericolosa per l'ambiente e la salute dell'uomo (si vedano i riferimenti di fondo pagina) e senza certezza in termini di durata di funzionamento nel tempo.

Gli impianti a led saranno probabilmente entro il 2015 un'alternativa valida agli impianti tradizionali e con temperature di colore accettabili (minori di 3500 K) quando appunto saranno vantaggiosi su tutti e tre i seguenti punti, sempre a parità di condizioni e di rispetto delle norme (spesso vengono proposti dai sostenitori dei LED scappatoie o deroghe NON ammesse da leggi e norme dell'illuminazione e soprattutto assolutamente pericolosi):

- risparmio di prima installazione (oggi non possibile)
- risparmio energetico (oggi non possibile)
- risparmio manutentivo sull'intera vita dell'impianto pari a 25 anni (oggi quasi mai raggiungibile).



### **LINEE GUIDA MINIME PER IMPIANTI FUNZIONALI A LED**

1. Rispetto dei cinque criteri della legge regionale n. 17/09 e s.m.i. (capitoli 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7)
2. Adozione di apparecchi a led con temperatura di colore < 3500 K

### **LINEE GUIDA MINIME PER IMPIANTI DI EDIFICI E MONUMENTI, ARREDO, RESIDENZIALI, GIARDINI, SEGALAZIONI, ECC. CHE IMPIEGANO LED**

1. Rispetto dei cinque criteri della legge regionale n. 17/09 e s.m.i. (capitoli 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7) e delle deroghe di legge ove applicabili (capitoli 2.9 e 2.10)

Si è dunque portati a ritenere che almeno per i prossimi 3-5 anni non saranno disponibili prodotti a led economici per applicazioni funzionali, in grado di garantire i livelli di qualità della luce previste dalle LINEE GUIDA sopra riportate, dalle indicazioni di legge e normative, per valori adeguati in termini di affidabilità del prodotto e con risparmi energetici e manutentivi certificabili.

### **UTILIZZO LED**

**SI SCONSIGLIA** vivamente il loro impiego in applicazioni funzionali (piazze, strade, parcheggi, etc.)

**SI CONSIGLIA** l'impiego intensivo di prodotti a led in alternativa a prodotti per l'illuminazione tradizionali, nell'ambito dei contenuti della L.R. 17/09 e s.m.i. e delle norme esistenti per applicazioni decorative residenziali, segnalazione stradale e semaforica, illuminazione di monumenti e edifici di valore storico e architettonico.

Si invita, a completamento della trattazione, a leggere gli articoli:

FACCIAMO CHIAREZZA SUI LED - Parte 1

[http://cielobuio.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1247](http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1247)

COME REALIZZARE IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE CON APPARECCHI A LED (E NON SOLO QUELLI) IN CONFORMITÀ ALLE NORME ED ALLE LEGGI REGIONALI - Parte 2

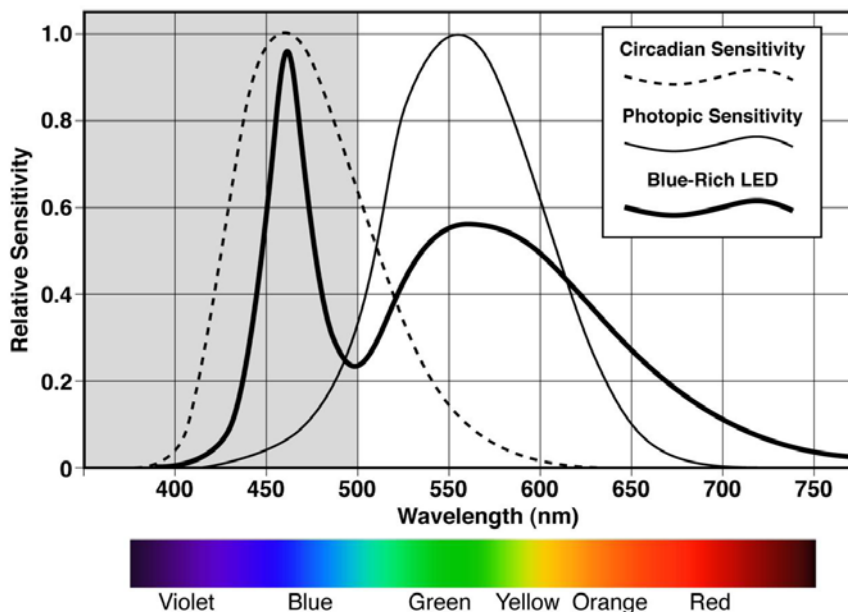
[http://cielobuio.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1248](http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1248)

Si riportano solo 3 indicazioni fondamentali tratte dalla bibliografia internazionale per porre l'attenzione E

**SCONSIGLIARE FORTEMENTE SIA PER L'AMBIENTE CHE PER LA SICUREZZA CHE PER LA SALUTE UMANA l'utilizzo dei led con temperatura di colore maggiore di 3500 K.**

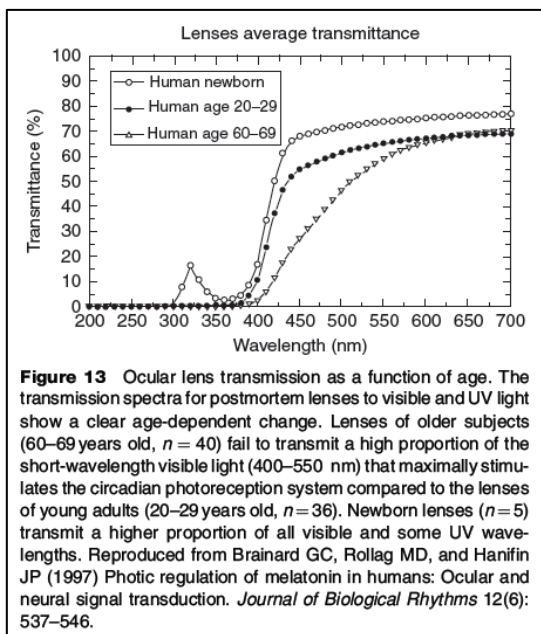


## 1. Grafico di influenza della luce blu sull'ambiente



Nelle sorgenti a led la componente blu (si veda il picco in grassetto) tende ad aumentare avvicinandoci a 4000-5000-6000 K e oltre. Questa componente influenza fortemente i cicli circadiani degli esseri viventi, e non è l'emissione luminosa che più coincide con la visione del nostro occhio durante gli orari notturni ed a bassi valori di illuminamenti (minori di 20-30 lx).

## 2. Grafico di influenza della luce blu sull'ambiente



Guardiamo il grafico pubblicato su:

*Encyclopedia of Neuroscience (2009), vol. 2, pp. 971-988, Circadian Rhythms: Influence of Light in Humans, S.W. Lockley, Brigham and Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, MA, USA- 2009 Elsevier Ltd. All rights reserved*

Il grafico mostra che il cristallino delle persone fra 60 e 69 anni, trasmette la metà della luce a 450 nm rispetto ai 20-29 anni e un terzo di quella a 425 nm.

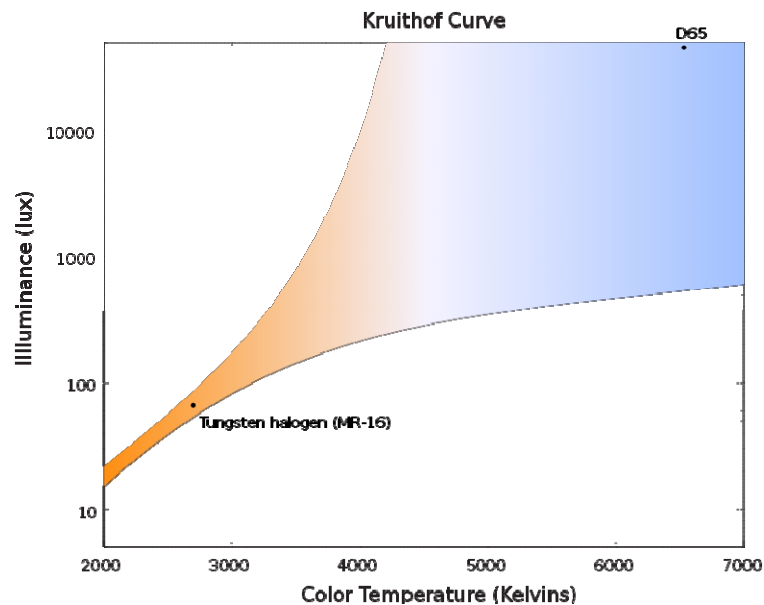
Significa che la luce blu (si veda il grafico precedente) viene diffusa maggiormente all'interno dell'occhio umano senza essere sfruttata nella visione. L'utilizzo quindi di lampade ad alto contenuto di blu o ad elevato rapporto scotopico/fotopico aumenta la disparità di visibilità che hanno le persone di diverse età. Questo non avviene per la luce gialla delle

lampade al sodio a alta pressione che viene trasmessa praticamente allo stesso modo anche in età avanzata. Ciò significa che per la popolazione che supera i 60-69 anni una luminanza misurata di 1 cd/m<sup>2</sup> su una strada è percepita con lampade al sodio ad alta pressione pari a circa 1 cd/m<sup>2</sup>, mentre con lampade a luce blu (ioduri metallici a bruciatore ceramico ed ancora peggio LED da 4000-5000-6000 K e oltre) viene



percepita in modo inferiore. La differenza è quella che sussiste fra l'illuminazione di una statale e l'illuminazione di una strada urbana qualsiasi.

### 3. Curva di Kruithof



Questa curva mostra come a basse luminanze (al massimo ricordiamo che sulle strade abbiamo 20-30 lx di notte) le sorgenti luminose che rendono più confortevole e piacevole la visione sono quelle "calde" con bassa temperatura di colore inferiore anche a 2500 K. Quindi sorgenti a led sino a 3000-3500 K hanno temperature di colore accettabili man mano che ci si allontana da questi valori 4000-5000-6000 K ed oltre la luce artificiale diventa di bassissima qualità, vivibilità e piacevolezza. In particolare il led con temperature di colore elevata, hanno fortissime componenti blu e l'emissione appare fortemente sbilanciato verso uno spettro "freddo", che genera una percezione di illuminazione artificiale alquanto sgradevole.

#### Bibliografia:

Bass J, Turek FW. (2005) Sleepless in America: a pathway to obesity and the metabolic syndrome?, Arch Intern Med; 165:15-16

Berman, S.M. and Clear R.D., (2008), Past visual studies can support a novel human photoreceptor. Light and Engineering, v. 16, no. 2, p. 88-94

Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner G., et al., (2001) Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor, Journal of Neuroscience, 21(16), 6405-6412.

Brugger P, Marktl W, Herold M. (1995) Impaired nocturnal secretion of melatonin in coronary heart disease. Lancet; 345:1408

Bullough JD, Rea MS, Figueiro MG. (2006) Of mice and women: light as a circadian stimulus in breast cancer research. Cancer Causes Control; 17:375-383

Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D. (2001) The first world atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328, 689-707 (ISSN: 0035-8711)

Glickman, G., Levin, R., Brainard, G. C., (2002) Ocular Input for Human Melatonin Regulation: Relevance to Breast Cancer, Neuroendocrinology Letters, 23 (suppl 2):17-22



- Hankins MW, Lucas RJ, (2002) The Primary Visual Pathway in Humans Is Regulated According to Long-Term Light Exposure through the Action of a Nonclassical Photopigment, *Current Biology*,12(3), 191–198
- Haus E, Smolensky M. (2006) Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. *Cancer Causes Control*; 17:489–500
- Kloog, I., Haim, A., Stevens, R.G., Barchana, M., Portnov, B.A., (2008) Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel, *Chronobiology International*, 25(1), 65-81
- Leonid, K., Casper R.F., Hawa R.J., Perelman P., Chung S.H., Sokalsky S., Shapiro C.M., (2005) Blocking Low-Wavelength Light Prevents Nocturnal Melatonin Suppression with No Adverse Effect on Performance during Simulated Shift Work, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 90(5):2755–2761
- Navara, K., J., Nelson, R., J., (2007) The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J. Pineal Res.* 43:215-224
- Rich, C and Longcore, T., (2004) Ecological Light Pollution, *Front. Ecol. Environ.*; 2(4): 191-198
- Rich, C and Longcore, T., editors, (2006) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press
- Shigang He, Wei Dong, Qiudong Deng, Shijun Weng, and Wenzhi Sun, (2003), *Seeing More Clearly: Recent Advances in Understanding Retinal Circuitry*, Science, v. 302, p. 408-411
- Stevens, R.G., Blask, E. D., Brainard, C. G., Hansen, J., Lockley, S. W., et al., (2007) Meeting Report: The Role of Environmental Lighting and Circadian Disruption in Cancer and Other Diseases, *Environmental Health Perspectives*, vol. 115, n.9, p.1357-1362
- Thapan K, Arendt J, Skene DJ, (2001) An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans, *Journal of Physiology*, 535, 261–267.
- Wright, K., P., Jr., Hughes, R., J., Kronauer, R.E., Dijk, D., J., Czeisler, C., A., (2001) Intrinsic near-24-h pacemaker period determines limits of circadian entrainment to a weak synchronizer in humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98(24): 14027-32
- Weintraub, Steven (September 2000). "The Color of White: Is there a "preferred" color temperature for the exhibition of works of art?". *Western Association for Art Conservation Newsletter* 21 (3).
- Kruithof, Arie Andries (December 12 1934). "Aanslag van het waterstofmolecuulspectrum door electronen". [http://dap.library.uu.nl/cgi-bin/dap/dap?diss\\_id=7789](http://dap.library.uu.nl/cgi-bin/dap/dap?diss_id=7789). (PhD dissertation at Utrecht University under Leonard Ornstein)
- Kruithof, Arie Andries (1941). "Tubular Luminescence Lamps for General Illumination". *Philips Technical Review* 6 (3): 65–96. ISSN 0031-7926.
- Frisby, John P. (1980). *Seeing: Illusion, Brain and Mind*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0192176721.



## **ALLEGATO 2**

**ALLEGATO 2a- INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO**

**ALLEGATO 2b- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO  
ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/09 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A  
REGOLA D'ARTE**

**ALLEGATO 2c- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE  
alla L.R. 17/09 e s.m.i.**

**ALLEGATO 2d- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO  
alla L.R. 17/09 e s.m.i.**

**ALLEGATO 2e- MODULO SEMPLIFICATO DI VERIFICA CONFORMITA' DI UN  
PROGETTO**



## INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO

### Articolo XXX

#### *Illuminazione per esterni e insegne luminose*

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, strade, piazze, ecc. è soggetta alle disposizioni della L.R. 17/09 e delle successive D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, L.R. 38/04, L.R. 19/05 che dispongono in materia di contenimento di tutti i fenomeni di inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

In particolare i professionisti incaricati della realizzazione dei progetti d'illuminazione, dovranno corredare la relazione illustrativa, nella sezione relativa all'illuminazione, della seguente documentazione:

- progetto illuminotecnico, di cui il professionista illuminotecnico se ne assume le responsabilità, certificandolo e dimostrandone con adeguata relazione tecnica la conformità alle leggi sopra riportate ed alle normative tecniche di settore;
- 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; la stessa deve riportare la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure (Allegato 2d);
- Dichiarazione di conformità del progetto alla L.R. 17/09 e succ. integrazioni (Allegato 2b).

A fine lavori gli installatori rilasciano la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione al progetto illuminotecnico ed ai criteri della L.R. 17/09 (Allegato 2c). È compito del progettista verificare la corretta installazione degli apparecchi illuminanti e segnalarlo al comune anche se non direttamente coinvolto nella direzione dei lavori.

I progettisti abilitati a realizzare progetti d'illuminotecnica devono essere:

- iscritti a ordini e collegi professionali;
- indipendenti professionalmente e intellettualmente da Società produttrici di corpi illuminanti, o distributori/venditori di energia;
- avere un curriculum specifico, con la partecipazione a corsi e master mirati alla formazione sulla progettazione ai sensi della L.R. 17/09 e succ. integrazioni, o aver realizzato almeno altri 3 progetti illuminotecnici analoghi.

Qualora l'impianto d'illuminazione fosse di "modesta entità", come specificato al capitolo 9), lettere a), b), c), d) ed e) del D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, non è richiesta l'autorizzazione sindacale ed il progetto illuminotecnico. In tal caso è sufficiente che al termini dei lavori d'installazione la società installatrice rilasci, agli uffici comunali competenti, la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.R. 17/09 e succ. integrazioni, con l'identificazione dei riferimenti alla specifica deroga al progetto illuminotecnico.

Nello specifico, nel caso l'impianto rientri nella tipologia identificata al capitolo 9), lettere b), del D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, e all'art. 7, comma 1 della L.R. 38/04, la dichiarazione deve essere corredata dalla documentazione tecnica che attesta la rispondenza dei prodotti utilizzati e dell'impianto, ai vincoli di legge della relativa deroga (Allegato 2c).





**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA  
L.R. 17/09 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE (allegato 2b)**

Il sottoscritto ..... con studio di progettazione  
con sede in via ..... n. .... CAP .....  
Comune ..... Prov. .... tel. ....  
fax ..... e-mail .....  
Iscritto all'Ordine/Collegio: ..... n. iscrizione .....  
Progettista dell'impianto d'illuminazione (descrizione sommaria): .....

*DICHIARA*

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla legge della Regione Veneto n. 17 del 27/03/00 "MISURE URGENTI IN TEMA DI RISPARMIO ENERGETICO AD USO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E DI LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO", artt. 6 e 9, ed alle successive integrazioni e modifiche, avendo in particolare:

- riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico esecutivo tutti gli elementi per una installazione corretta ed ai sensi della L.R. 17/09 e succ. integrazioni
- rispettato le indicazioni tecniche della L.R. 17/09 e succ. integrazioni medesima, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto, che dimostri la completa applicazione della L.R. 17/09 medesima
- seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego e nello specifico la norma UNI 11248 o analoga (.....) e di aver realizzato un progetto illuminotecnico a "regola d'arte"
- corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
  - Relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di legge della L.R. 17/09 e s.m.i.
  - calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti)
  - dati fotometrici del corpo illuminante in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat. Tali dati sono stati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal Responsabile tecnico del laboratorio di misura dell'Ente terzo certificatore.

*DECLINA*

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo,
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione (non conforme alla L.R. 17/09) dei corpi illuminanti. In tal caso il progettista si impegna a segnalarlo al committente (pubblico o privato), in forma scritta,

Data .....

Il progettista

.....



**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE  
alla L.R. 17/09 (allegato 2c)**

Il sottoscritto ..... titolare o legale rappresentante della ditta

..... operante nel settore .....

con sede in via ..... n. .... CAP .....

Comune ..... Prov. .... tel. ....

fax ..... P.IVA .....

iscritta nel Registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n. 2011) della C.I.A.A. di .....  
..... al n. ....

iscritta all'Albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n. 443) di .....  
..... al n. ....

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica): .....

.....

.....

inteso come:  nuovo impianto     trasformazione     ampliamento  
 manutenzione straordinaria     altro .....

realizzato presso: ..... comune: .....

**DICHIARA**

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato realizzato in conformità alla legge della Regione Veneto n. 17 del 27/03/00 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso", del Regolamento attuativo d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001 ed alla successiva L.R. 38/04, tenuto conto delle condizioni di esercizio, avendo in particolare:

- seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego .....
- installato i componenti elettrici in conformità alla Legge 46/90 ed altre leggi vigenti;
- installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
- controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.

*Per impianti di "modesta entità", cap. 9, lettere a), b), c), d) ed e) della  
d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001:*

- seguito le indicazioni dei fornitori per l'installazione in conformità alla l.r. 17/09 e s.m.i.;
- installato i corpi illuminanti in conformità alla L.R. 17/09 e s.m.i.;

Allegati:

- documentazione tecnica del fornitore e relazione che attesta la rispondenza dei prodotti utilizzati e dell'impianto realizzato ai vincoli di legge (obbligatoria se impianto è in deroga secondo quanto specificato al capitolo 9, lettere b, della d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001 o all'art. 7, comma 1, della L.R. 38/04)

.....  .....

*Per tutti gli altri impianti per cui sia previsto il progetto illuminotecnico:*

- rispettato il progetto esecutivo realizzato in conformità alla L.R. 17/09 da professionista abilitato;

Rif. Progetto Illuminotecnico .....

Allegati:

.....  .....

**DECLINA**

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi.

Data .....

Il dichiarante

.....



## DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.R. 17/09 (allegato 2d)

[CARTA INTESTATA PRODUTTORE – IMPORTATORE – LABORATORIO DI MISURA]

**Dichiarazione di Conformità**  
Alla Legge della Regione Veneto n. 17/09 e s.m.i.

In riferimento alla richiesta nostro rif. n. \_\_\_\_\_

Il laboratorio : .....

dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto della serie o modello:

[NOME PRODOTTO]

Con lampade: [POTENZA E TIPO LAMPADA]

### Laboratorio Accreditato:

Testato nel Laboratorio	
Responsabile Tecnico	

### Parametri di prova:

Sistema di Misura:	
Posizione dell'apparecchio durante la misura:	

### Apparecchio:

Tipo di Riflettore		Tipo di Schermo	
Parametri di Misura		Temperatura Ambiente	
Tensione Alimentazione		Frequenza	

### Norme di Riferimento:

UNI 10671	Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati
PrEN 13032	Measurement and presentation of photometric data and luminaires
CIE 27	Photometry luminaires for street lighting
CIE 43	Photometry of floodlights
CIE 121	The photometry and goniophotometry of luminaires

Se installato come specificato nel foglio d'istruzioni,

**è Conforme alla L.R. 17/09 e s.m.i.**

ed in particolare, come evidenziano i dati fotometrici rilasciati da codesto laboratorio, in formato tabellare numerico cartaceo e sotto forma di file eulmdat allegati alla presente, l'apparecchio nella sua posizione di installazione ha un'intensità luminosa massima approssimata all'intero e per  $\gamma \geq 90^\circ$  di 0 cd per 1000 lumen a  $90^\circ$  ed oltre.

[Luogo], [DATA]

Firma del responsabile tecnico del Laboratorio che ha emesso le misure

.....



## Modulo: Verifica e controllo conformità del progetto alla L.r.17/09 (allegato 2e1)

In blu parti da compilarsi a cura del progettista – Verde Conforme – Rosso NON Conforme alla L.r.17/09

- Progettista che ha firmato il progetto: Nome Cognome .....  
Ordine/Collegio ..... Iscrizione n. ....
- Progettista non definito o che non ha asseverato il progetto
- Documentazione di progetto presente
- 1-Planimetria punti luce e dimensioni impianto
  - 2-Calcoli illuminotecnici sottoscritti dal progettista
  - 3-Relazione che descrive il progetto e dimostra l'applicazione e il rispetto della L.r.17/09 e s.m.i.
  - 4-È fornita tabella fotometrica firmata dal responsabile del laboratorio che l'ha emessa – Modello di dichiarazione di conformità corpi illuminanti accompagnatoria dei dati fotometrici (Allegato 2d)
  - 5-Dichiarazione conformità progetto (Allegato 2b)
- Documentazione di progetto incompleta o assente

### Conformità L.r.17/09 e s.m.i.:

- Corpi illuminanti – Marca e **Modello corpo illuminante** .....  
**Inclinazione (Tilt) di progetto del corpo illuminante (OK se orizzontale o 0°)** .....  
 **Emissione verso l'alto minore di 0.49cd/klm a 90° ed oltre (Vetro piano e orizzontale)**  
*(OK SE dalla tabella fotometrica di cui allegato 4 l'emissione per angoli G (gamma) >=90° è inferiore a 0.49cd/klm o è pari a 0cd/klm)*  
 **Emissione verso l'alto > di 0.49cd/klm a 90° ed oltre (Vetro curvo e/o apparecchio inclinato)**
- Calcoli illuminotecnici (da confrontare con le tabelle dell'allegato 1 per il loro rispetto):  
 Risultati del progetto:  
 Norma di riferimento:  EN 13201 – UNI11248  **Altra norma** .....  
 Classe di riferimento (come da PRIC o per nuovi ambiti coerente con le aree circostanti):  
 **ME** ..... - **Lm** = ..... cd/m<sup>2</sup> - **Uo**= ..... % - **Ui**= ..... % - **Ti**= ..... %  
 **CE** ..... - **Em** = ..... lx – **Uniformità E** = ..... %  
 **S** ..... - **Em** = ..... lx – **Eminimo (Emin)** = ..... %  
 **Altro** ..... - **Risultati:** .....  
 **I valori di progetto (Lm o Em) rispettano con tolleranza del 15% i valori delle norme (Allegato e2)**  
 **I valori di progetto sono inferiori o superiori del 15% a quelli delle norme (Allegato e2)**
- Tipo di Sorgente - **Potenza W** .....  
 **Sodio alta pressione**  **Ioduri metallici bruciatore ceramico**  **Altro:** .....  
 In ambiti stradali:  **Sodio alta pressione**  **Altri**  
 In ambiti Pedonali:  **Sodio alta pressione, ioduri metallici a bruciatore ceramico, led**  **Altri**
- Ottimizzazione (per ambiti stradali I/A>3.7 in altri ambiti minore potenza a parità di installazione):  
**Altezza sostegno (A)** ..... m **Interdistanza media sostegni (I)** ..... m  
*(confrontare con i progetti tipo di cui alla PARTE 3 - capitolo 2.3 del piano della luce)*  
 In ambiti stradali o di percorsi:  **I/A > 3.7**  **I/A < 3.7**
- Riduttori di Flusso  
 **Presenti**  **Assenti**  **Non necessari (potenza tot. <1kW o estensione di linea esistente)**

A fine lavori l'installatore rilascia la dichiarazione di conformità alla L.r.17/09 (Allegato 2c)

### SINTESI E CONCLUSIONI

Documentazione Richiesta minima						Requisiti minimi di legge di conformità degli Impianti					
Progettista iscritto a ordini/collegi	Planimetria di progetto	Relazione che dimostra il rispetto L.r.17/09	Calcoli illuminotecnici	Dati fotometrici corpi illuminanti	Dichiarazione di Conformità progetto	Corpo illuminanti (<0.49cd/klm a 90° ed oltre)	Luminanza e illuminamenti minimi delle norme	Sorgenti come da legge	Ottimizzazione	Riduttori di flusso	<b>IMPIANTO CONFORME</b> Solo se ogni sezione è conforme
Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	



## ALLEGATO 2-e2 – Parametri illuminotecnici di progetto

### Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo
	Lm (minima mantenuta) cd/m <sup>2</sup> Tolleranza max +15%	U <sub>0</sub> minimo (Uniformità generale)	UI minimo (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Tabella 1: Classe ME. Per ogni parametro è scritto se è minimo o massimo per la conformità alle norme

### Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto: Classi S-CE

Illuminamento orizzontale			
Classe CE	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	U <sub>0</sub> Emedio minimo	Abbagliamento Ti massimo %
CE0	50	0,4 (40%)	10
CE1	30	0,4 (40%)	10
CE2	20	0,4 (40%)	10
CE3	15	0,4 (40%)	15
CE4	10	0,4 (40%)	15
CE5	7,5	0,4 (40%)	15
Classe S	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	E. minimo lx	Abbagliamento Ti massimo %
S1	15	5	15
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15
S4	5	1	20
S5	3	0,6	20
S6	2	0,6	20
S7	Non determinato		

Tabella 2: Classe CE o S. Per ogni parametro è scritto se è minimo o massimo per la conformità alle norme

### Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti:

Questa tabella permette di definire la classificazione di un progetto in funzione della classificazione di zone contigue. Es. una ciclabile a lato di strada ME5->la ciclabile è di classe S3 (Colonna Me5).

(I gruppi di categorie illuminotecniche comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice III. UNI 10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m <sup>2</sup> ]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E. orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E. orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E. verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella3: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.

