

ALLEGATO 6 - CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO E CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DEL TERRITORIO

Prevedere il controllo del flusso luminoso indiretto, limitandolo al minimo previsto e richiesto dalle norme tecniche e di sicurezza, è una precisa scelta del legislatore, perché l'obiettivo è di fare in modo che il progettista adotti tra i principi ispiratori della progettazione la necessità di evitare situazioni di sovrailluminazione, che produrrebbe inutili sprechi energetici e darebbe luogo a scelte poco efficienti.

In questo senso, è necessario:

- a) classificare correttamente il territorio;
- b) progettare nel rispetto dei valori minimi previsti dalle norme, realizzando impianti efficaci ed efficienti.

La l.r. 17/00, all'articolo 6, comma 2 e la d.g.r. n. VII/6162 del 20 settembre 2001, all'articolo 5 *Criteri comuni*, lettera d recitano:

"d) luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:

- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
- *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;*
- *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
- *impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
- *orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;*
- *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta."*

La **Luminanza** indica il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente verso una superficie perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e l'area della superficie stessa, mentre la **Luminanza Media Mantenuta della superficie da illuminare** è il limite minimo del valore medio di luminanza nelle peggiori condizioni dell'impianto (invecchiamento lampade e/o sporcizia delle stesse). Entrambe le grandezze si misurano in cd/m².

L' **Illuminamento** definisce il Flusso luminoso che illumina una superficie di 1 m². L'unità di misura è il Lux [lx]= lm/m². In pratica uno stesso flusso luminoso produce un diverso illuminamento a seconda della grandezza della superficie che illumina.

a) Classificazione

Risulta fondamentale, sia ai fini della stesura di un Piano della luce che della progettazione illuminotecnica, definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito.

Classificare però una strada o un determinato ambito del territorio non significa doverlo illuminare ma vuol solo dire che, qualora si decidano degli interventi, la sua classificazione e i parametri di progetto siano già stati definiti.

Classificazione illuminotecnica di ambiti stradali

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza, che devono rispettare i progetti illuminotecnici definiti nella Tabella 1.

Indice illuminotecnico	Luminanza media mantenuta Lm (cd/m ²)	Approx. +/- su Lm	Uniformità minima (%)		Valore Max indice abbagliamento debilitante Ti (%)
			U ₀	U ₁	
6	2,0	15	40	70	10
5	1,5	15	40	70	10
4	1,0	15	40	50	10
3	0,75	15	40	50	15
2	0,5	15	35	40	15
1	0,3	15	35	40	15

NOTA

E' necessario fare sempre riferimento al documento originale UNI. La l.r. 17/00 prescrive questi valori di luminanza come valori minimi di progetto. Il margine di tolleranza è specificato dalle stesse norme in termini di tolleranze di misura (valore massimo pari al 15%).

Tabella 1 - Requisiti illuminotecnici minimi di progetti stradali in funzione dell'indice illuminotecnico ottenuto dalla classificazione delle strade secondo la norma UNI10439 rev. 2001.

A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata da un professionista, in accordo con il Comune, sulla base del seguente approccio metodologico:

- 1) utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel Piano della luce, ove esistente, o in alternativa utilizzare la classificazione della strada del Piano Urbano del Traffico (PUT). E' necessario verificare che la classificazione del PUT sia coerente con quanto definito dal Codice della Strada (D.Lgs. 285 del 30/4/1992 e s.m.i.) e sulla base al D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, in quanto a volte la classificazione riportata nel PUT è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio. Qualora non fossero presenti né il Piano della Luce né il PUT, è preferibile utilizzare gli stessi riferimenti legislativi per classificare la strada. Nella Tabella 2 sono riassunte le caratteristiche minime di ciascuna tipologia di strada ed i relativi indici illuminotecnici secondo la norma UNI10439/rev. 2001;

Classificazione	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
A - autostrada	2	2+2		6
B - extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade	6
C - extraurbana secondaria	1	1+1	- presenza di banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S	5
D - urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h	6
D - urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h	4
E - urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -solo con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata	4
F - extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C	4
F - urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato	3
F - urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato	2

NOTA

Da questa Tabella, semplificata e riassuntiva, esulano le sole strade urbane classificate con indice illuminotecnico 2, che ospitano un servizio permanente di trasporto pubblico e che devono essere classificate con indice illuminotecnico 3.

Tabella 2 - Riferimenti per la corretta classificazione illuminotecnica di una strada.

- 2) identificare la classificazione illuminotecnica relativa applicando le più recenti norme di buona tecnica. Ad oggi, il riferimento italiano è la norma UNI 10439/2001. La Tabella 2 permette di effettuare una corretta classificazione illuminotecnica, in quanto sintetizza il Nuovo Codice della strada, il DM 6792 del 5/11/2001 e la Norma UNI 10439 rev. 1. Un secondo riferimento per la progettazione stradale sarà la norma europea EN13201, qualora venga approvata la sezione relativa alla classificazione delle strade. E' da osservare che spesso si incorre nell'errore di classificare in modo scorretto le strade urbane locali (che rappresentano la parte più consistente delle strade cittadine), in quanto queste vengono definite genericamente "strade urbane di Quartiere". Come precisa il D.M. 6792/2001 tuttavia le "strade urbane di quartiere" sono solo le "strade della rete secondaria di penetrazione che svolgono funzione di collegamento tra le strade urbane locali (facenti parte della rete locale, di accesso) e, qualora esistenti, le strade urbane di scorrimento (rete principale, di distribuzione)". Pertanto le "strade urbane di quartiere" sono solo strade che penetrano nel centro urbano come proseguimento delle strade del tipo C "extraurbane secondarie". Questo errore raddoppia il valore della classificazione illuminotecnica delle strade e di conseguenza i costi di primo impianto, energetici e di manutenzione e rischia di raddoppiare i valori di luminanza su oltre il 60% delle strade cittadine.

Classificazione del resto del territorio e progettazione

Nel resto del territorio sono tre le norme di riferimento progettuali e per la classificazione:

1. EN 13201 per i parcheggi e piazze, incroci e rotatorie, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.;
2. UNI EN12193 per gli impianti sportivi;
3. EN 12462 per le aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno.

La successiva Tabella 3 integra la Norma UNI 10439 e la norma EN 13201 per permettere una progettazione illuminotecnica coordinata su tutto il territorio, in quanto, come premesso, la norma EN13201 può essere applicata anche in ambiti non stradali. Le classi stradali secondo la norma EN13201 sono assimilabili (in termini di valori) a quelle della norma UNI10439 e quindi la successiva Tabella 4 consente di operare una correlazione tra la norma UNI10439 per le strade e la norma EN13201 per il resto del territorio (parcheggi, incroci, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice III. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
	Classe EN 13201	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m²]		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	EV1 (50lx)	EV2 (30lx)	EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)				

NOTA

Definita la classe, secondo la norma UNI10439, della strada di progetto, è possibile risalire alle classi delle aree limitrofe (parcheggi, incroci, ciclabili, parchi, pedonali, ecc...).

Tabella 3 - Correlazione UNI10439 e EN13201 per la corretta classificazione del resto del territorio con i valori massimi consentiti in termini di Illuminamenti orizzontali medi per ciascuna classe non stradale.

Illuminamento orizzontale			Illuminamento semicindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto)	U ₀ Emedio	Classe	E _{sc} Minimo (mantenuto)
CE0	50	0,4	ES1	10
CE1	30	0,4	ES2	7,5
CE2	20	0,4	ES3	5
CE3	15	0,4	ES4	3
CE4	10	0,4	ES5	2
CE5	7,5	0,4	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto)	E. min (mantenuto)	ES7	1
S1	15	5	ES8	0,75
S2	10	3	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	Illuminamento verticale	
S4	5	1	Classe	E _v Minimo
S5	3	0,6	EV1	50
S6	2	0,6	EV2	30
S7	Non determinato		EV3	10
			EV4	7,5
			EV5	5
			EV6	0,5

LEGENDA

Classe CE: Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotonde, sottopassi pedonali ecc.

Classe S: Definisce gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ecc.

Classe ES: Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

Classe EV: Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, ecc.

Tabella 4 – Estratto, a puro titolo informativo, della norma EN13201 per le classi: S, CE, EV, ES.

La Tabella 4, che integra in questo senso la Tabella 3, riporta gli elementi per la corretta classificazione e la progettazione sul resto del territorio, identificando l'elemento progettuale da minimizzare ai fini della rispondenza del progetto illuminotecnico alla l.r. 17/00 e s.m.i..

Per la conformità alla l.r. 17/00 della progettazione illuminotecnica, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali (Tabella 1);
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti (Tabella 4).

Ambito di applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto [U.M.]	Grandezza illuminotecnica da verificare 1 [U.M.]	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2 [U.M.]
Zone pedonali, parchi, giardini	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo mantenuto [lx]
Parcheggi, Piazze	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc . minimo mantenuto [lx]
Piste ciclabili	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc . minimo mantenuto [lx]
Rotatorie e intersezioni	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (E medio/E min)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]
Sottopassi e zone di conflitto	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (E medio/E min)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]

Tabella 5 - Tavola di riferimento che definisce i parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

b) Progettare nel rispetto dei valori minimi previsti dalle norme, realizzando impianti efficaci ed efficienti

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

La l.r. 17/00, all'articolo 6, commi 2 e 10 bis, lettera c) e la d.g.r. n.VII/6162, articolo 5 "Criteri comuni", lettera d, così recitano:

"c) dispone l'impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi; in particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed al suo indice illuminotecnico, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7. Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto".

Ambiti operativi: applicazioni non stradali

In questo caso le linee guida di ottimizzazione più utili definiscono che:

- il fattore da ottimizzare in tale ambito è la potenza installata (puntuale e complessiva), che deve essere la minore possibile, a parità di fattore di utilizzazione, sempre nel rispetto delle norme tecniche e di sicurezza vigenti (EN13201) e, qualora queste non siano applicabili, con luminanze medie mantenute non superiori a 1cd/m^2 ;
 - è opportuno utilizzare, a parità di condizioni, apparecchi che associano la minore potenza installata ed 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 di esercizio e nella manutenzione.

Nello specifico, 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.

Ambiti operativi: applicazioni stradali

L'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione stradale (Tabella 6) si può conseguire con il concorso:

- di una corretta classificazione,
- 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 associano la minore potenza installata ed il maggiore risparmio di esercizio e nella manutenzione.

Indice Illuminotecnico	Potenze consigliate	Potenze consigliate (larghezza della carreggiata > 8 m.)
1 ($L_m=0.3\text{ cd/m}^2$)	50W-70W	70W
2 ($L_m=0.5\text{ cd/m}^2$)	50W-70W	100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)
3 ($L_m=0.75\text{ cd/m}^2$)	70W	100W (statisticamente il 25-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)
4 ($L_m=1\text{ cd/m}^2$)	70W-100W	150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)
5 ($L_m=1.5\text{ cd/m}^2$)	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 ($L_m=2\text{ cd/m}^2$)	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

Tabella 6 - Guida Orientativa per ottimizzare i risparmi, i risultati illuminotecnici e le potenze installate.

A completamento dei concetti precedentemente 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. E' 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 ed applicazione.

Sono evidenti le seguenti osservazioni emerse dall'applicazione della l.r. 17/00 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 può essere conseguito solo ed 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 tale rapporto è riferito ad apparecchi consecutivi, ma, su lati opposti della carreggiata e per bilaterali frontali, deve essere moltiplicato per 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.