

EN 13201

Parti 2-3-4-5



Importanti modifiche e utili esempi di applicabilità

12 Gennaio 2017 – ing. Diego Bonata

Classe di abbagliamento G

EN 13201 – 2 : 2015 - Performance requirements

Questa tabella informativa definisce la classificazione degli apparecchi ai fini dell'abbagliamento in funzione della loro emissione luminosa

Table A.1 — Luminous intensity classes

Class	Maximum proportion between the luminous intensity and the luminous flux emitted in directions below the horizontal in cd/klm			Other requirements
	at 70° ^a	at 80° ^a	at 90° ^a	
G*1		200	50	None
G*2		150	30	None
G*3		100	20	None
G*4	500	100	10	Luminous intensities above 95° ^a) to be zero ^{b)}
G*5	350	100	10	Luminous intensities above 95° ^a) to be zero ^{b)}
G*6	350	100	0	Luminous intensities above 90° ^a) to be zero ^{b)}

^a Any direction forming the specified angle from the downward vertical, with the luminaire installed for use.

^b Luminous intensities up to 1 cd/klm can be regarded as being zero.

Come da requisiti della UNI 11248 se si scelgono apparecchi con $G > 3$, dichiarando nel progetto si può omettere di calcolare l'abbagliamento

Definizione dei decimali dei risultati

EN 13201 – 3 : 2015 - Calculation of performance

La norma definisce in modo inequivocabile oltre agli algoritmi di calcolo (e non più fonte di contestazioni) il numero di decimali di ciascun parametro calcolato di progetto

4.2 Decimal places of the requirements

	\bar{L}	u_o	u_l	$TI\%$	EIR	$\bar{E} < 10lux$	$10lux \leq \bar{E} \leq 20lux$	$\bar{E} > 20lux$
Number of decimal places	2	2	2	0	2	2	1	0

Calcolo del Re_l

EN 13201 – 3 : 2015 - Calculation of performance

Questo criterio tiene conto che deve essere illuminata, anche solo per favorire una visione laterale dei possibili pericoli ed ostacoli, anche parte dell'area esterna alla carreggiata.

$$R_{EI\ 12} = \frac{\bar{E}_{h, \text{strip } 1}}{\bar{E}_{h, \text{strip } 2}} \quad (35)$$

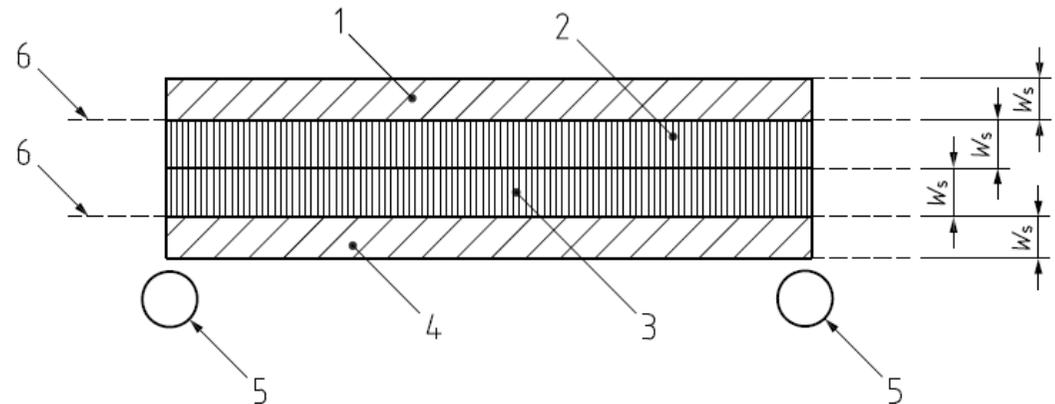
$R_{EI\ 43}$ for Strip 4 and 3 :

$$R_{EI\ 43} = \frac{\bar{E}_{h, \text{strip } 4}}{\bar{E}_{h, \text{strip } 3}} \quad (36)$$

From which the operative R_{EI} is defined :

$$R_{EI} = \min(R_{EI\ 12} ; R_{EI\ 43}) \quad (37)$$

The calculated value shall be printed or displayed in the form and with the number of digits defined in the tables of requirements of EN 13201-2 (summarized in Section 4 of this part 3), i.e. two decimal places.



Questo parametro è molto importante conoscerlo, calcolarlo e gestirlo

Calcolo del Rei

EN 13201 – 3 : 2015 -

Calculation of performance

d) questo criterio si applica solo quando non ci sono aree di traffico con propri requisiti di illuminazione adiacenti alla carreggiata. I dati riportati sono indicativi e possono essere modificati quando ci sono specifiche requisiti nazionali o del singolo progetto “individual scheme requirements are specified”. Tali valori possono essere superiori o inferiori ai valori tabulati, tuttavia si dovrebbe cercare di assicurare un'illuminazione adeguata delle zone interessate.

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry and wet road surface condition			Disability glare	Lighting of surroundings	
	Dry condition		Wet	Dry condition		
	\bar{L} in cd/m^2 [minimum maintained]	U_0 [minimum]	U_1^a [minimum]	U_{0w}^b [minimum]	f_{T1} in % ^c [maximum]	R_E^d [minimum]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

d This criterion shall be applied only where there are no traffic areas with their own lighting requirements adjacent to the carriageway. The values shown are tentative and may be amended where specific national or individual scheme requirements are specified. Such values may be higher or lower than the values shown, however care should be taken to ensure adequate illumination of the areas is provided.

Non obbligatorio il suo rispetto anche se consigliato fortemente!

Software di calcolo illuminotecnico

EN 13201 – 3 : 2015 - Calculation of performance

Gravi errori di progettazione comunemente riscontrati nei software di calcolo quali Dialux se non usati con conoscenza:

1- Scelta di una griglia di calcolo non conforme alla EN13201-3 sugli illuminamenti delle aree

Dialux non considera di default una griglia di calcolo come da EN13201-3 e per pedonali e ciclabili trattate come aree di calcolo, non considera gli apparecchi prima e dopo. Lo farebbe se li inserissimo come strada.

Software di calcolo illuminotecnico

Gravi errori di progettazione comunemente riscontrati nei software di calcolo quali Dialux se non usati con conoscenza:

- 2- Errato utilizzo del fuoco della lampada (non previsto dalle norme EN-UNI)
Dialux usa i valori relativi ai fuochi per il calcolo delle luminanze
e non le altezze effettive dei punti luce

La somma di tali errori del progettista può fare la differenza fra un progetto conforme o non!

Se si usano i software senza adeguato controllo i risultati potrebbero non essere conformi alla EN13201-3 e quindi non potremo dichiarare la regola dell'arte ai sensi della UNI 11248!

Indicatori di performance energetiche

EN 13201 – 5 : 2015 - Energy performance indicators

Scopo della norma - Definire indicatori di performance energetiche:

- The Power Density Indicator (DPI)
- Annual Energy Consumption Indicator (AECI)
- Installation lighting factor (qinst)



Indicatori di performance energetiche

EN 13201 – 5 : 2015 - Energy performance indicators

The Power Density Indicator (DPI)

$$D_P = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\overline{E}_i \cdot A_i)} \quad (1)$$

where

D_P is the power density indicator, $W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$;

P is the system power of the lighting installation used to light the relevant areas (see 4.3), in W;

\overline{E}_i is the maintained average horizontal illuminance of the sub-area "i" determined in accordance with 4.2, in lx;

A_i is the size of the sub-area "i" lit by the lighting installation, in m^2 ;

n is the number of sub-areas to be lit.

Indicatori di performance energetiche

The Power Density Indicator (DPI)

- Per variazioni di categoria illuminotecnica , durante le ore notturne, dovrebbe essere calcolato il D_p per ciascuna di esse
- The system Power P deve essere calcolato considerando:
 - i. Gli apparecchi di illuminazione
 - ii. Sistemi di controllo
 - iii. Ogni altro Sistema come fotocellule, switch, centraline di controllo e tutti quei dispositivi necessari al funzionamento dell'impianto di illuminazione
- Per calcoli “tipologici” dell'intera area da illuminare, la Potenza degli “electrical device” deve essere considerata e proporzionata in funzione del n. di punti luce

Indicatori di performance energetiche

EN 13201 – 5 : 2015 - Energy performance indicators

Annual Energy Consumption Indicator (AECI)

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \cdot t_j)}{A} \quad (3)$$

where

D_E is the annual energy consumption indicator for a road lighting installation, in $\text{Wh}\cdot\text{m}^{-2}$;

P_j is the operational power associated with the j^{th} period of operation, in W ;

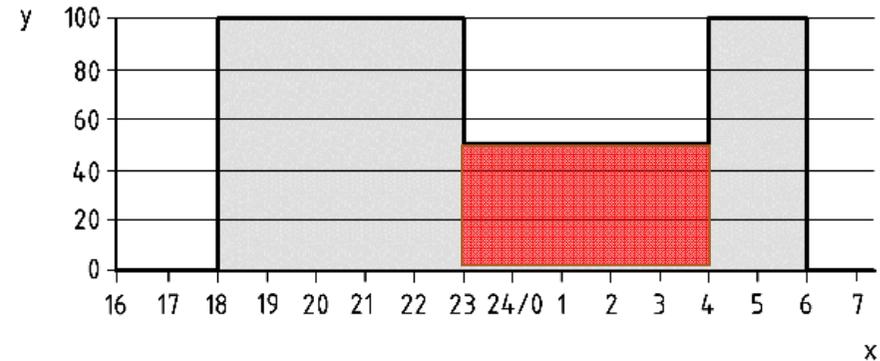
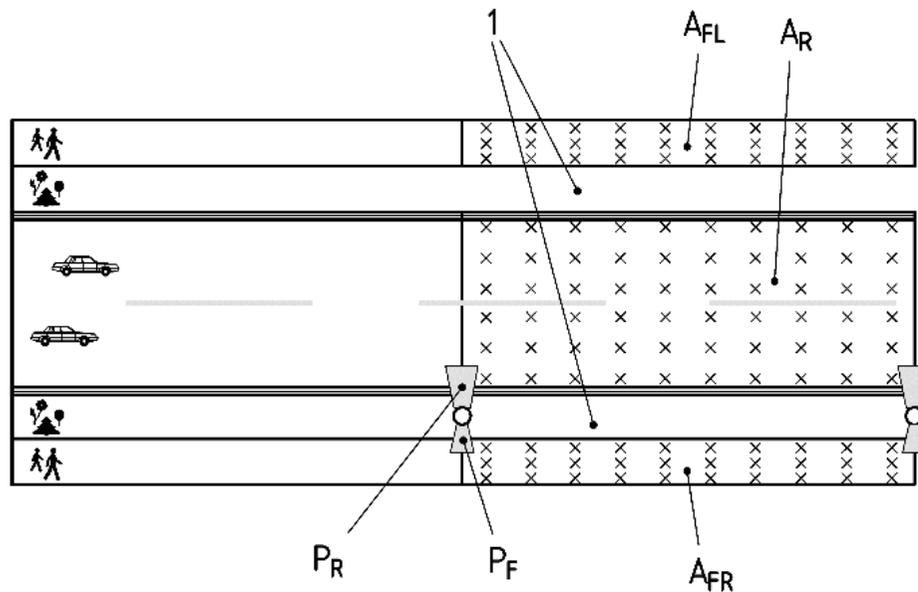
t_j is the duration of j^{th} period of operation profile when the power P_j is consumed, over a year, in h ;

A is the size of the area lit by the same lighting arrangement, in m^2 ;

m is the number of periods with different operational power P_j . m shall also consider the period over which the quiescent power is consumed. This period would generally be the time when the lighting is not

Indicatori di performance energetiche

Esempio:



$$D_P = \frac{P_R + P_F}{E_{FL} \cdot A_{FL} + E_R \cdot A_R + E_{FR} \cdot A_{FR}}$$

$$D_E = \frac{(P_R + P_F) \cdot (t_{full} + k_{red} \cdot t_{red})}{A_{FL} + A_R + A_{FR}}$$

Indicatori di performance energetiche

EN 13201 – 5 : 2015 - Energy performance indicators

Installation Lighting Factor (qinst)

EN 13201-2 prescribes that the lighting installations for the motorized roads be designed and realised according to the average road luminance levels (M lighting classes). However, the power density (D), the system power (P) and the energy consumption indicator (ECI_y) depend on the average horizontal illuminance (E).

Where M lighting classes are used the lighting designer should select the luminaires that realising the road luminance \overline{L}_{cal} as defined in EN 13201-2 with the lowest road illuminance \overline{E}_{cal} . With this aim, it is essential to use a simple parameter for an easy and quick comparison of the energy performance obtained with different luminaires and/or in different installations. This can be done through the installation luminance factor q_{inst} , defined as:

$$q_{inst} = \frac{\overline{L}_{cal}}{Q_0 \overline{E}_{cal}}$$

Where:

\overline{L} is the calculated average luminance in accordance with EN 13201-2;

\overline{E}_{cal} is the calculated average horizontal illuminance of the road surface when the road surface luminance is \overline{L} ;

Q_0 is the average luminance coefficient of the r-table adopted in luminance calculation is a normalising parameter, which gives to q_{inst} a dimensionless character through a reference to a standardised photometric property of the road surface.

Metodi di misura

EN 13201 – 5 : 2015 - Energy performance indicators

La norma illustra una serie di progetti tipo per mostrare come questi parametri possono variare ma non arriva a individuare delle best practice e per questo motivo è tutt'oggi un po' sotto utilizzata soprattutto visto che in Italia i CAM promuovono l'utilizzo delle Label energetiche per apparecchi IPEA e per impianti IPEI pur con tutte le loro limitazioni.

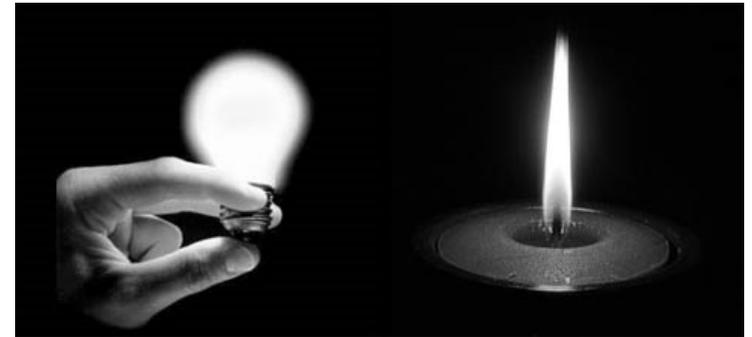


Metodi di misura

EN 13201 – 4 : 2015 - Methods of measuring lighting performance

Scopo della norma:

- Stabilire convenzioni e procedure
- Dare consigli sui luminanziometri e luxmetri
- Specificare le esigenze di misurazione in base allo scopo delle misure
- Stabilire convenzioni per la definizione dell'incertezza di misura dei parametri coinvolti (informativa)
- Dare informazioni in merito all'analisi delle tolleranze del progetto illuminotecnico (informativa)



Metodi di misura

EN 13201 – 4 : 2015 - Methods of measuring lighting performance

Elenco di possibili misure:

- Verifica della conformità ai requisiti standard
- Verifica della conformità con il progetto illuminotecnico
- Monitoraggio impianto di illuminazione stradale per scopi di manutenzione
- Controllo di impianto di illuminazione stradale per ottimizzare il risparmio energetico
- Indagine delle discrepanze tra condizioni di luce reali e le aspettative di design

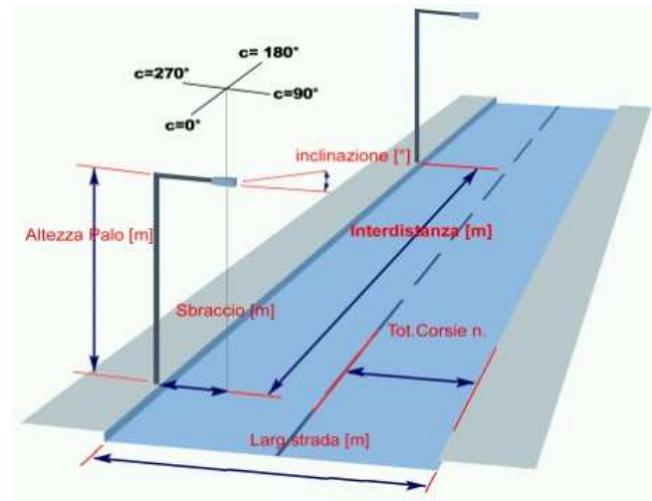


Per noi progettisti è molto importante poter gestire con questa norma le fasi di collaudo illuminotecnico degli impianti

Collaudo illuminotecnico

Scelta dei parametri – EN13201-4 5.5 Parametri misurati:

«Si può utilizzare un insieme ridotto di parametri se concordato con l'acquirente e con l'appaltatore e se questa scelta è descritta nel progetto dell'impianto»



Questo implica che possono essere fatte valutazioni su tutti i parametri coinvolti (Lm, Uo, Ul, Fti, Em, Emin) o più semplicemente su alcuni di essi omettere tali misurazioni/valutazioni se viene motivata la scelta

Collaudo – Misurazione degli illuminamenti

Scelta dei parametri – EN13201-4 5.5 Parametri misurati:

«La misurazione per la verifica della conformità alle previsioni di progetto deve considerare un insieme congruo di parametri come specificato nel progetto e ad esempio questo insieme può specificare la misurazione d'illuminamento nei punti della griglia piuttosto che della luminanza media mantenuta ed il calcolo delle uniformità considerando questi valori»



Questo implica che volendo usare gli illuminamenti il progetto deve contenere i calcoli della luminanza con relative griglie delle ma anche il calcolo degli illuminamenti altrimenti tali semplificazioni non sono ammesse.

Collaudo – Misurazione delle luminanze

Luminanzometro:

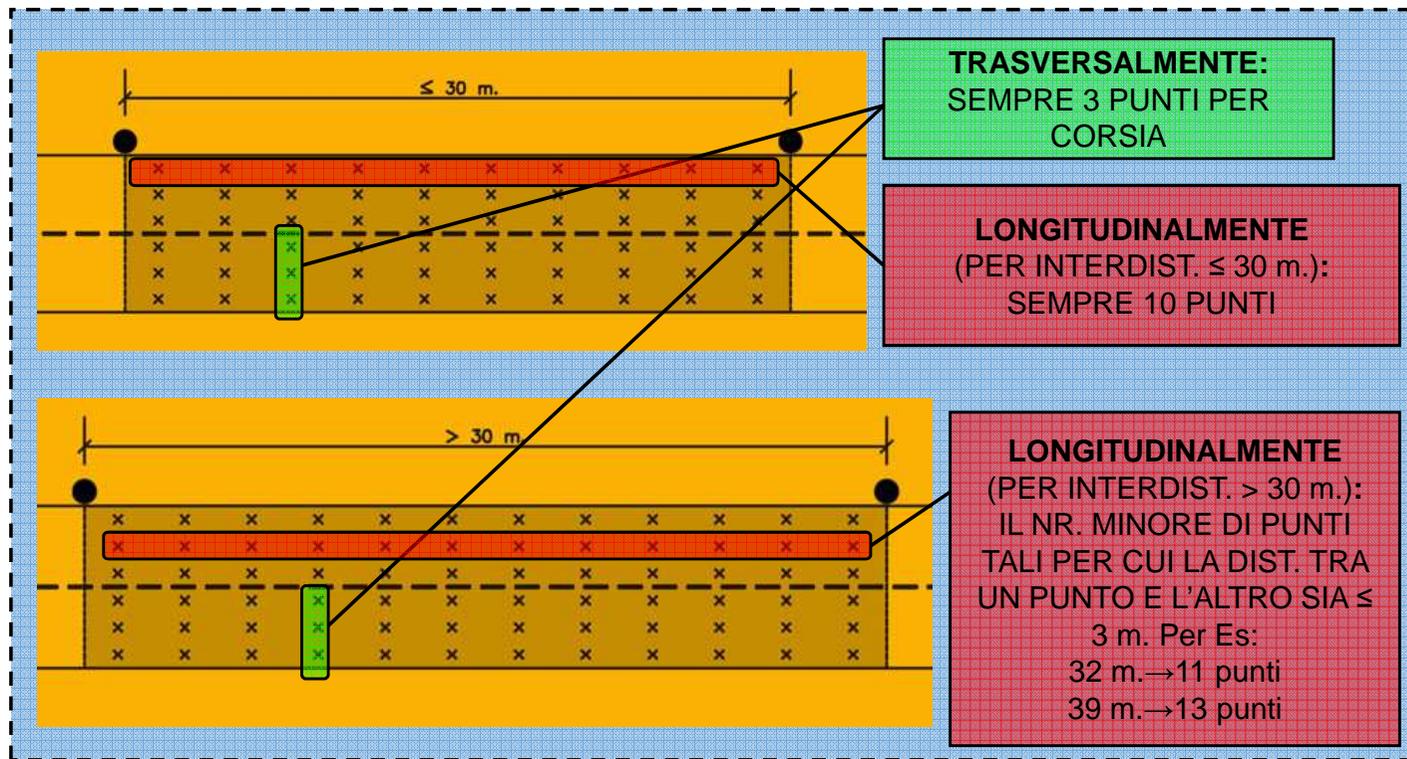
Le indicazioni sulle caratteristiche di tali strumenti e sui relativi errori di misura sono sempre indicati nella EN13201-4

Il costo di uno strumento adeguato si aggira attorno a 700-1000 €



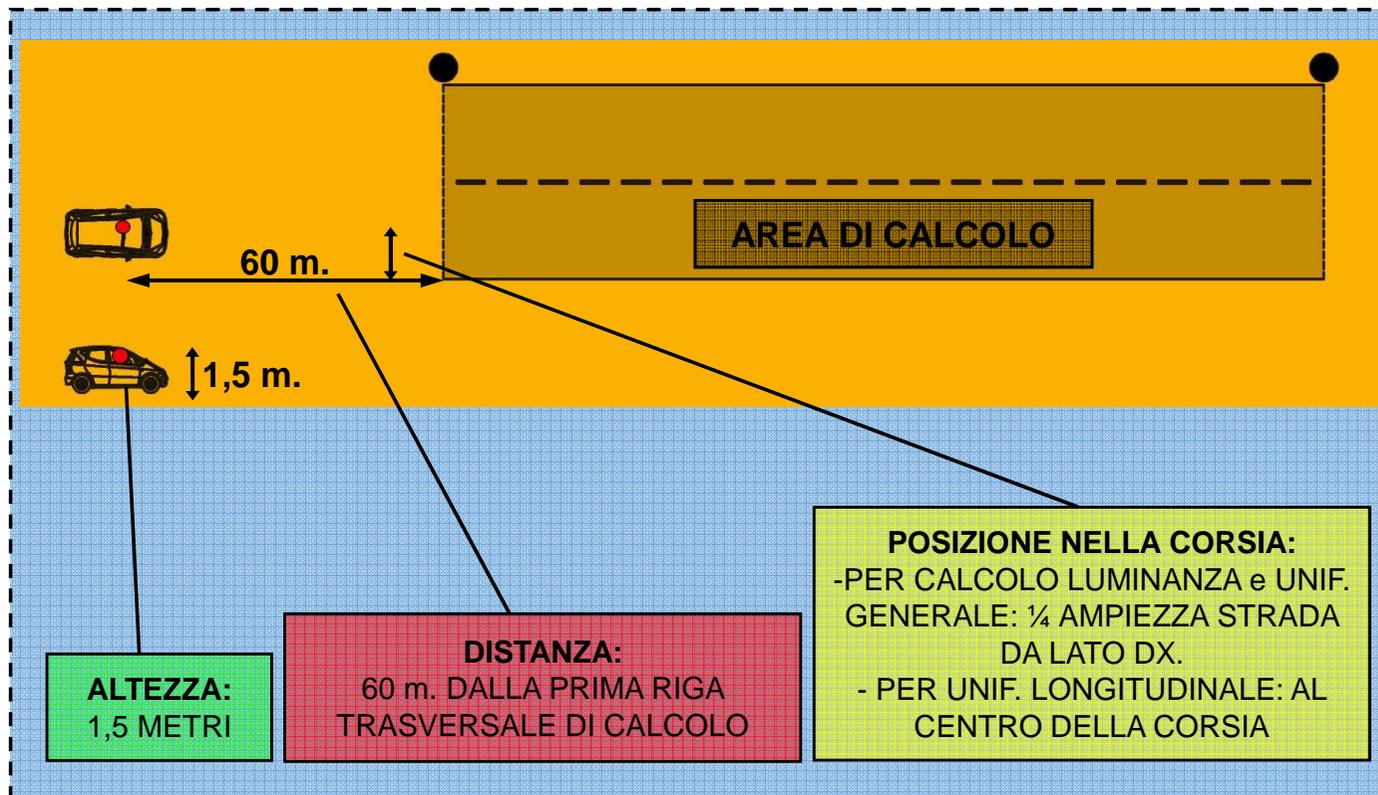
Collaudo – Misurazione degli illuminamenti

Griglia di Calcolo secondo EN 13021-:



Collaudo – Misurazione degli illuminamenti

Osservatori EN 13021-:



Collaudo – Misurazione delle luminanze

METODO DIRETTO: Utilizzo del luminanzometro direttamente sulla griglia di calcolo della EN 13201. Calcolati tutti i valori di luminanza la L_m è la media sull'intera griglia di calcolo. Angolo di apertura 1.5°

METODO INDIRETTO: Utilizzo luminanzometro che integra su una superficie di misura e da direttamente il valore finale della luminanze media mantenuta. Sistemi digitali di elaborazione di immagini.

PROBLEMI: Luminanziometri con angolo di apertura molto ridotti e precisi, difficoltà di misura sulla griglia, metodo poco pratico e di difficile applicazione o nel caso di misura indiretta strumento molto costoso (>4.500 €) e non utilizzabile «manualmente».

L'alternativa è misurare gli illuminamenti anche con metodi approssimati

Collaudo – Misurazione degli illuminamenti

Luxmetro:

- Campo di misura da 0,01 lux a 50.000 lux
- Precisione +/-5% della lettura o +/- 10 dgts
- Tempo di integrazione 1,5 volte al secondo

Il costo di uno strumento adeguato si aggira attorno a 50-200€



Collaudo – Misurazione delle luminanze

METODO DIRETTO: Utilizzo del luxmetro direttamente sulla griglia di calcolo della EN13201. Calcolati tutti i valori di illuminamento la Lm è la media sull'intera griglia di calcolo.

Adottando come rapporto di conversione di una superficie Lambertiana su asfalto italiano classe C2 $14.5\text{lx} = 1\text{cd}/\text{m}^2$ si possono calcolare anche le relative luminanze e uniformità delle luminanze.

PROBLEMI: La griglia di calcolo risulta comunque complessa e di difficile gestione di notte con oltre 60 punti da misurare!

L'alternativa è misurare gli illuminamenti anche con metodi semplificati

Collaudo – Accortezze nelle misure

Misure in campo:

- la temperatura ambiente deve essere compresa tra 0 e 40° C
- definire il tipo di sorgente in quanto il luxmetro può dare risposte diverse a seconda del tipo di sorgente
- le misure vanno eseguite dopo l'effettiva andata a regime delle lampade, alla tensione normale di funzionamento dell'impianto a pieno regime
- le misure fotometriche devono essere effettuate in assenza di foschia e con la totale esclusione di qualsiasi apporto dovuto alla illuminazione naturale, con un manto stradale asciutto e pulito da detriti o altri elementi in grado di alterare le misure.

Metodo semplificato di rilievo in campo

Metodo Semplificato:

- Creare una griglia semplificata «con scelta significativa» da 4 a 6 punti di misura dell'illuminamento
- Utilizzo del luxmetro per misure dirette sulla griglia semplificata di calcolo della EN13201 dei valori di illuminamento.
- Calcolo dell'illuminamento medio mantenuto (E_m) e eventualmente tramite il fattore di conversione della luminanza media mantenuta (L_m) e degli altri parametri di uniformità.

Metodo semplificato di rilievo in campo

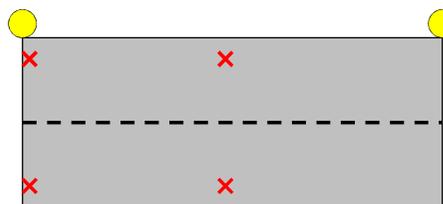
Metodo Semplificato: Per una valutazione approssimata è sufficiente una media sui punti caratteristici più importanti.

Y/X	0	3.5	7	10.5	14	17.5	21	24.5	28	31.5
6.65	0.63	0.47	0.36	0.4	0.61	0.85	0.84	0.68	0.69	0.69
5.95	0.66	0.53	0.47	0.6	0.89	1.21	1.19	0.89	0.78	0.74
5.25	0.69	0.58	0.55	0.7	1	1.31	1.27	0.96	0.78	0.75
4.55	0.64	0.57	0.51	0.64	0.88	1.15	1.13	0.95	0.71	0.72
3.85	0.55	0.51	0.45	0.56	0.72	0.93	0.93	0.87	0.65	0.64
3.15	0.47	0.46	0.41	0.49	0.57	0.68	0.74	0.77	0.58	0.56
2.45	0.39	0.4	0.37	0.41	0.44	0.51	0.59	0.63	0.5	0.49
1.75	0.32	0.33	0.33	0.35	0.35	0.38	0.46	0.52	0.45	0.4
1.05	0.26	0.27	0.29	0.29	0.28	0.28	0.35	0.43	0.39	0.32
0.35	0.21	0.22	0.25	0.24	0.22	0.21	0.26	0.32	0.33	0.25

Parametri Illuminotecnici
 O1 = [-60,1.75,1.5] **Lm= 0.58** cd/m² Uo= 0.36 UI=0.62 Ti= 6.43 %

Y/X	0	3.5	7	10.5	14	17.5	21	24.5	28	31.5
6.65	18.3	12.9	6.4	3.3	2.8	3	3	3.5	6.5	13
5.95	18.6	13.8	7.2	4.3	3.7	3.8	4.1	4.6	7.3	13.7
5.25	18.3	14.1	8	5.5	4.6	4.6	4.9	5.5	7.8	14.1
4.55	17	14.2	8.1	6.3	5.7	5.2	5.5	6.4	8	14
3.85	14.9	13.1	8.2	7	6	5.7	5.8	7.1	8.3	13
3.15	12.7	12	8.3	7.4	5.9	5.3	5.8	7.3	8.3	11.9
2.45	10.8	10.6	8	7.2	5.5	4.9	5.5	7.1	7.8	10.5
1.75	9	8.9	7.7	6.6	4.9	4.3	5	6.5	7.5	8.8
1.05	7.2	7.3	6.9	5.7	4.2	3.6	4.2	5.8	6.9	7.3
0.35	5.6	6	6.1	4.9	3.5	2.9	3.4	4.9	6.2	5.9

Parametri Illuminotecnici:
 Emed= **7.61** lx Emin= **2.83** lx Emax= 18.57 lx
 Emed/Emax= **0.41** Emin/Emax= 0.15



La Emedia calcolata sui 4 punti caratteristici = 7.46
 LA Ue calcolata sui 4 punti caratteristici = 0.4

Lm calcolato = 0.52cd/m²
 Errore calc. = 10%

Lm stimato = 0.51cd/m²
 Errore stim. = 12%

Metodo semplificato di rilievo in campo

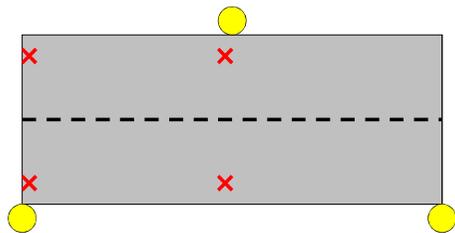
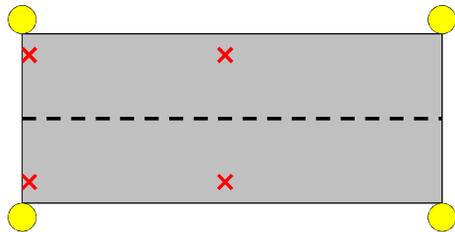
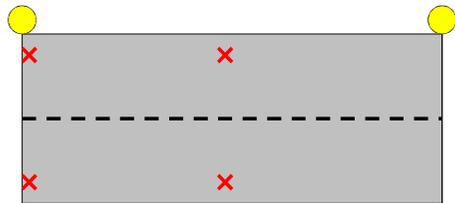
E' possibile verificare che scegliendo una griglia di calcolo semplificata con almeno 6 punti di misura l'errore fra valore di progetto calcolato e valore ed il mediato su solo questi 6 punti è inferiore al 10%.

Per misure in campo solo in questi 6 punti il risultato non si discosta di molto da quello reale e l'errore è inferiore (per l'approssimazione di cui sopra) se sommato a quello dello strumento del 5% ad un 15%.

Le tolleranze di progetto e misura indicate nella UNI11248 (25 e 35%) sono molto superiori e quindi abbiamo un discreto margine di errore

Metodo semplificato di rilievo in campo

Fondamentale è la scelta dei punti caratteristici – Ambiti Stradali:



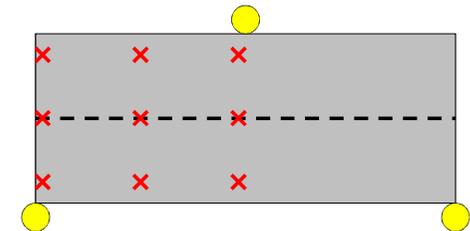
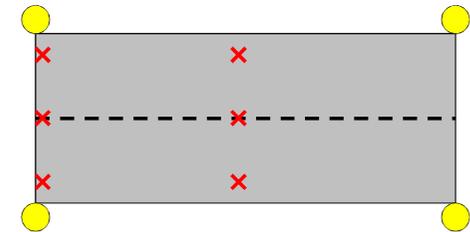
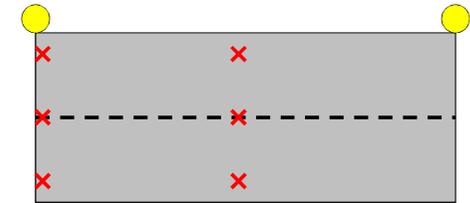
Punti caratteristici

la scelta deve cadere su punti che non falsifichino la media semplificata

Note:

- Infittendo i punti tende a aumentare la precisione

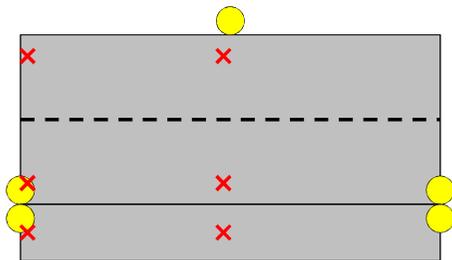
- Facendo la media su più tratti stradali miglioro l'affidabilità della misura



Prediligere sempre almeno sei misurazioni nella griglia EN13201

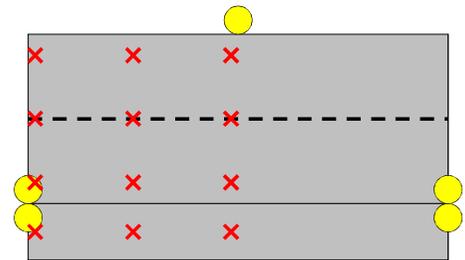
Metodo semplificato di rilievo in campo

Fondamentale è la scelta dei punti caratteristici – Ambiti stradali:



Altri esempi tipici

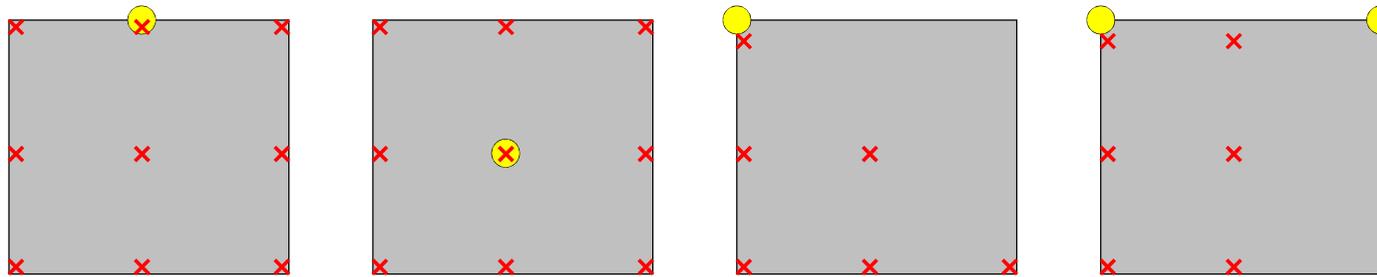
Si consiglia una media degli illuminamenti medi mantenuti su una sequenza di almeno 3 sezioni consecutive di strada



Prediligere sempre almeno sei misurazioni nella griglia EN13201

Metodo semplificato di rilievo in campo

Fondamentale è la scelta dei punti caratteristici – Altri Ambiti:

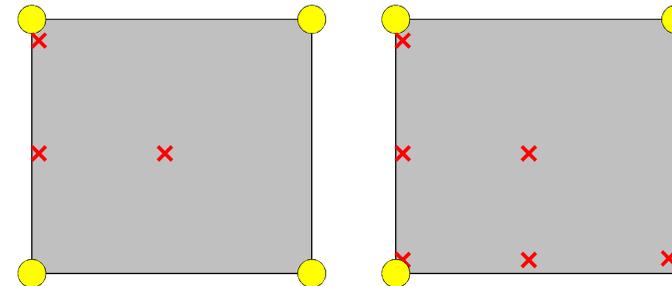


Moduli di aree pedonali

Pista ciclabile e vie pedonali $D/L \leq 10$



Pista ciclabile e vie pedonali $D/L \geq 10$



Fare attenzione a non semplificare troppo!

Metodo semplificato di rilievo in campo

Altri parametri illuminotecnici da verificare – Ambiti non stradali:

- **Uniformità degli illuminamenti (E_{min}/E_{med}) [%]:** dato dal rapporto tra il valore minimo e medio degli illuminamenti calcolata nei punti della griglia. La griglia è già stata scelta per trovare l' E_{min} .
(Di facile valutazione con i dati raccolti per la verifica di E_m)
- **Illuminamento minimo [lx]:** E' il valore minimo dell'illuminamento nella griglia di calcolo. La griglia è già stata scelta per trovare l' E_{min} .
(Dato noto per la scelta della griglia di calcolo)
- **Abbagliamento debilitante FTI [%]:** Indica la misura con cui la sorgente di luce nel campo visivo del guidatore provoca un velo di luminanza che riduce i contrasti tra sfondo ed eventuali ostacoli.
(Difficile valutazione, dichiarare l'apparecchio di classe G4 o superiore supera tale limite)

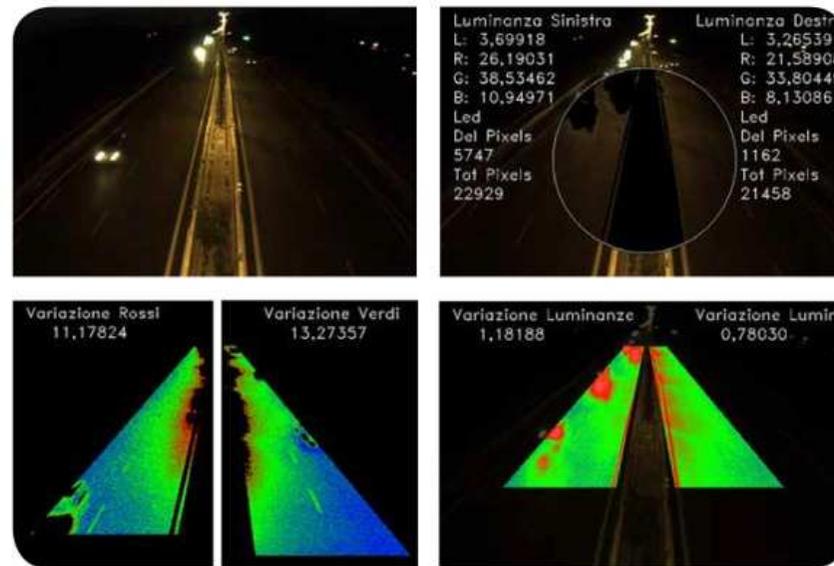
Metodo semplificato di rilievo in campo

Altri parametri illuminotecnici da verificare – Ambiti Stradali:

- **Uniformità generale U_0 (L_{min}/L_{med}) [%]:** dato dal rapporto tra il valore minimo e medio della luminanza calcolata nei punti della griglia.
(Di facile valutazione con i dati raccolti per la verifica di L_m)
- **Uniformità longitudinale U_l (L_{min}/L_{max}) [%]:** E' un valore dato dal rapporto tra il valore minimo e massimo della luminanza calcolata nel centro di ogni corsia.
(Valutazione realizzabile facendo misurazioni integrative per ogni Osservatore/Corsia)
- **Abbagliamento debilitante FTI [%]:** Indica la misura con cui la sorgente di luce nel campo visivo del guidatore provoca un velo di luminanza che riduce i contrasti tra sfondo ed eventuali ostacoli.
(Di difficile valutazione, ma in via indicativa oltre il 96% degli impianti realizzati con vetri piani orizzontali rispettano i requisiti per il FTi)

Progettista e collaudo

Qualsiasi sia il metodo impiegato e/o autorizzato deve essere dichiarato nel progetto illuminotecnico dal progettista



CONCLUSIONI

Anche in questo incontro si è dimostrata l'importanza del ruolo del progettista che dichiara scelte e modalità seguite e da seguire quale vincolo anche per le fasi realizzative.

Grazie per l'attenzione!

