

I. DISPOSICIONS GENERALS

MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ

18634 *Reial decret 1890/2008, de 14 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries EA-01 a EA-07.*

L'eficiència i l'estalvi energètics constitueixen objectius prioritaris per a qualsevol economia, i es poden assolir sense que afectin el dinamisme de la seva activitat, perquè milloren la competitivitat dels processos productius i redueixen tant les emissions de gasos d'efecte hivernacle com la factura energètica.

L'elaboració de l'Estratègia d'estalvi i eficiència energètica a Espanya 2004-2012 (E4) va constituir una nova baula que s'unia a una llarga cadena d'actuacions normatives, totes adreçades a la millora del sistema energètic espanyol. L'oportunitat de l'Estratègia estava justificada tant en termes energètics com per consideracions d'índole socioeconòmica i mediambiental.

A més, l'execució de l'estratègia promou una reducció significativa d'emissions de contaminants atmosfèrics, en concordança amb les directives europees i orientacions internacionals.

Com a desplegament de l'Estratègia, l'1 d'agost de 2008 el Consell de Ministres va aprovar el Pla d'estalvi i eficiència energètica 2008-2011, que preveu entre una de les seves principals mesures la millora de l'eficiència de les instal·lacions d'enllumenat exterior.

L'article 2 de la Llei 21/1992, de 16 de juliol, d'indústria, assenyala com un dels seus objectius el de «contribuir a compatibilitzar l'activitat industrial amb la protecció del medi ambient».

Així mateix, l'article 9.1 de l'esmentada Llei indica que l'objecte de la seguretat industrial és «la prevenció i limitació de riscos, així com la protecció contra accidents i sinistres capaços de produir danys o perjudicis a les persones, flora, fauna, béns o medi ambient, derivats de l'activitat industrial o de la utilització, funcionament i manteniment de les instal·lacions o equips i de la producció, ús o consum, emmagatzematge o rebuig dels productes industrials».

El Reglament electrotècnic per a baixa tensió, aprovat pel Reial decret 842/2002, de 2 d'agost (REBT), té per objecte «establir les condicions tècniques i garanties que han de reunir les instal·lacions elèctriques connectades a una font de subministrament en els límits de baixa tensió, amb la finalitat de preservar la seguretat de les persones i els béns, assegurar el funcionament normal de les instal·lacions, prevenir les pertorbacions en altres instal·lacions i serveis, i contribuir a la fiabilitat tècnica i a l'eficiència econòmica de les instal·lacions».

La Instrucció tècnica complementària ITC-BT 09 de l'esmentat Reglament es refereix a instal·lacions d'enllumenat exterior, amb prescripcions específiques per a la seguretat de les instal·lacions.

L'ús irracional de l'energia i la contaminació lumínica suposen un impacte negatiu sobre el medi ambient, per la qual cosa, davant l'escassetat de recursos naturals, es fa imperatiu evitar-los, en la mesura que sigui possible.

Tot i que hi ha alguns antecedents normatius parcials sobre l'aspecte considerat, aquests són limitats, o bé pel seu objectiu (per exemple, la Llei 31/1988, de 31 d'octubre, sobre protecció de la qualitat astronòmica dels observatoris de l'Institut d'Astrofísica de Canàries), o bé perquè es restringeixen a l'àmbit de la comunitat autònoma o ajuntament que els va promulgar.

En conseqüència, s'ha considerat convenient i necessari abordar el problema de l'eficiència energètica en les instal·lacions d'enllumenat exterior elèctric, de manera general

per a tot el territori espanyol, en el marc legal anteriorment descrit, i plasmar-ho en un reglament específic que, alhora, complementa el que estipula el REBT.

Per tot això, mitjançant aquest Reial decret s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior, que conté prescripcions generals, i set instruccions tècniques complementàries (anomenades «ITC-EA»), relatives als aspectes tècnics i de desplegament de les previsions establertes en el Reglament.

El Reglament que ara s'aprova permet que es puguin concedir excepcions a les seves prescripcions, en casos degudament justificats, a fi d'evitar situacions d'inaplicabilitat.

Atès que l'execució de les instal·lacions a què es refereix aquest Reglament no té cap canvi i únicament s'han d'afegir alguns elements en la documentació, els instal·ladors que les duguin a terme són els que indica el REBT.

Igualment, l'execució i posada en servei de les instal·lacions s'ha de fer tal com disposa el REBT, amb els complements corresponents per al disseny i la revisió inicial.

En la documentació que es lliuri al titular de les instal·lacions s'hi han d'incloure les característiques fonamentals d'eficiència energètica, la llista de receptors i làmpades, i les instruccions d'ús i manteniment.

Pel que fa a les inspeccions, també s'han de fer conjuntament amb les prescrites per a les instal·lacions de BT.

Finalment, s'encarrega a l'òrgan directiu competent en matèria de seguretat industrial del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç l'elaboració d'una guia com a ajuda als diferents agents afectats per millorar la comprensió de les prescripcions reglamentàries.

Han estat consultades les comunitats autònomes, entitats locals i sectors més representatius potencialment afectats, i se n'han recollit, en les diferents fases de la tramitació, les aportacions i millores.

El text també ha estat sotmès a informe del Consell de Coordinació de la Seguretat Industrial, d'acord amb el que preveu el Reial decret 251/1997, de 21 de febrer, pel qual s'aprova el seu Reglament.

Aquest Reial decret ha estat comunicat en la fase de projecte a la Comissió Europea i als altres estats membres en compliment del que preveu pel Reial decret 1337/1999, de 31 de juliol, pel qual es regula la tramesa d'informació en matèria de normes i reglamentacions tècniques i reglaments relatius als serveis de la societat de la informació, d'aplicació de la Directiva del Consell 98/34/CE.

Aquest Reial decret es dicta a l'empara del que disposa l'article 149.1.13a de la Constitució, i constitueix una norma de desplegament de la Llei 21/1992, de 16 de juliol, d'indústria, i, en concret, l'article 12.5, que atribueix al Govern l'aprovació dels reglaments de seguretat industrial, categoria en la qual s'ha d'entendre comprès el Reglament de l'aprovació del qual es tracta.

Sobre això es pot assenyalar que la regulació que s'aprova té caràcter de normativa bàsica i recull previsions de caràcter exclusivament i marcadament tècnic, per la qual cosa la llei no és un instrument idoni per al seu establiment i està justificada la seva aprovació mitjançant un reial decret.

En virtut d'això, a proposta del ministre d'Indústria, Turisme i Comerç, d'acord amb el Consell d'Estat, amb la deliberació prèvia del Consell de Ministres en la reunió del dia 14 de novembre de 2008,

DISPOSO:

Article únic. Aprovació del Reglament i les seves instruccions tècniques complementàries.

S'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-EA-01 a ITC-EA-07, el text del qual s'insereix a continuació.

Disposició addicional única. *Guia tècnica.*

La Subdirecció General de Qualitat i Seguretat Industrial del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç ha d'elaborar i mantenir actualitzada una guia tècnica, de caràcter no vinculant, per a l'aplicació pràctica de les previsions del Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-EA-01 a ITC-EA-07, la qual pot establir aclariments a conceptes de caràcter general inclosos en el Reglament i instruccions tècniques complementàries.

Disposició transitòria única. *Instal·lacions pendents d'execució.*

S'eximeix del compliment del Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-EA-01 a ITC-EA-07 les instal·lacions l'execució de les quals s'hagi començat abans de la data d'entrada en vigor del Reglament, sempre que aquesta circumstància es justifiqui de manera fefaent davant el corresponent òrgan competent de la comunitat autònoma, i es finalitzin dins de l'any següent a aquesta data.

Disposició derogatòria única. *Derogació normativa.*

Queden derogades totes les disposicions del mateix rang o inferior, en tot el que contradiguin o s'oposin al que disposa el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-EA-01 a ITC-EA-07 aprovats per aquest Reial decret.

Disposició final primera. *Títol competencial.*

Aquest Reial decret es dicta a l'empara del que disposa l'article 149.1.13a i 25a de la Constitució, que atribueixen a l'Estat la competència exclusiva sobre bases i coordinació de la planificació general de l'activitat econòmica i sobre bases del règim miner i energètic, respectivament.

Disposició final segona. *Facultats d'aplicació i actualització tècnica.*

1. S'autoritza el ministre d'Indústria, Turisme i Comerç per dictar, en l'àmbit de les seves competències, les disposicions de caràcter exclusivament tècnic que siguin indispensables per assegurar l'adequada aplicació d'aquest Reial decret.

2. Així mateix, es faculta el ministre d'Indústria, Turisme i Comerç per introduir en el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i, en particular, en les seves instruccions tècniques complementàries, totes les modificacions de caràcter tècnic que siguin necessàries per mantenir-les adaptades al progrés de la tècnica i especialment al que disposa la normativa comunitària i internacional.

Disposició final tercera. *Entrada en vigor.*

Aquest Reial decret entra en vigor l'1 d'abril de 2009.

Madrid, 14 de novembre de 2008.

JUAN CARLOS R.

El ministre d'Indústria, Turisme i Comerç,
MIGUEL SEBASTIÁN GASCÓN

REGLAMENT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT EXTERIOR**Article 1. Objecte.**

1. Aquest Reglament té per objecte establir les condicions tècniques de disseny, execució i manteniment que han de complir les instal·lacions d'enllumenat exterior, amb la finalitat de:

- a) Millorar l'eficiència i l'estalvi energètic, així com la disminució de les emissions de gasos d'efecte hivernacle.
- b) Limitar la resplendor lluminosa nocturna o contaminació lluminosa i reduir la llum intrusa o molesta.

2. No és objecte d'aquest Reglament establir valors mínims per als nivells d'il·luminació en els diferents tipus de vies o espais a il·luminar, que es regixen per la normativa que els és aplicable.

Article 2. Àmbit d'aplicació.

1. Aquest Reglament s'aplica a les instal·lacions, de més d'1 kW de potència instal·lada, incloses a les instruccions tècniques complementàries ITC-BT del Reglament electrotècnic per a baixa tensió, aprovat pel Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, següents:

- a) Les d'enllumenat exterior, a què es refereix la ITC-BT 09;
- b) Les de fonts, objecte de la ITC-BT 31;
- c) Les d'enllumenats festius i de Nadal, que preveu la ITC-BT 34.

2. Als efectes d'aquest Reglament, es consideren els següents tipus d'enllumenat:

- a) Viari (funcional i ambiental);
- b) Específic.
- c) Ornamental;
- d) Vigilància i seguretat nocturna
- e) Senyals i anuncis lluminosos
- f) Festiu i de Nadal

3. Aquest Reglament s'aplica:

- a) A les noves instal·lacions, a les seves modificacions i ampliacions.
- b) A les instal·lacions existents abans de la seva entrada en vigor, quan, mitjançant un estudi d'eficiència energètica, l'Administració pública competent ho consideri necessari.
- c) A les instal·lacions existents abans de la seva entrada en vigor, que siguin objecte de modificacions importants i a les seves ampliacions, entenent per modificació important aquella que afecti més del 50% de la potència o llums instal·lats.

4. S'exclouen de l'aplicació d'aquest Reglament les instal·lacions i equips d'ús exclusiu en mines, usos militars, regulació del trànsit, balises, fars, senyals marítims, aeroports i altres instal·lacions i equips que estiguin subjectes a una reglamentació específica.

Article 3. Definicions.

Als efectes d'aquest Reglament s'entén el següent:

1. **Enlluernament pertorbador:** enlluernament que pertorba la visió dels objectes sense causar necessàriament una sensació desagradable. El mesurament de la pèrdua de visibilitat produïda per l'enlluernament pertorbador, ocasionat pels llums de la instal·lació d'enllumenat públic, s'efectua mitjançant l'increment del llindar de contrast. El símbol TI no té unitats i la seva expressió, en funció de la luminància de vel L_v i la luminància mitjana de la calçada L_m (entre 0,05 i 5 cd/m²), és la següent:

$$TI = 65 \frac{L_v}{(L_m)^{0,8}} \text{ (en \%)}$$

On:

TI = increment de llindar corresponent a l'enlluernament pertorbador

L_v = luminància de vel total en cd/m².

L_m = luminància mitjana de la calçada en cd/m².

En el cas de nivells de luminància mitjana en la calçada superiors a 5 cd/m², l'increment de llindar de contrast ve donat per:

$$TI = 95 \frac{L_v}{(L_m)^{1,05}} \text{ (en \%)}$$

2. **Eficàcia lluminosa d'una làmpada:** és la relació entre el flux lluminós emès per la làmpada i la potència consumida per aquesta. S'expressa en lm/W (lumens/watt).
3. **Flux lluminós:** potència emesa per una font lluminosa en forma de radiació visible i avaluada segons la seva capacitat de produir sensació lluminosa, tenint en compte la variació de la sensibilitat de l'ull amb la longitud d'ona. El símbol és Φ i la unitat és el lumen (lm).
4. **Flux hemisfèric superior instal·lat del llum (FHS_{inst}):** anomenat també ULOR_{inst}, es defineix com la proporció en % del flux d'un llum que s'emete sobre el pla horitzontal que passa pel centre òptic del llum respecte al flux total sortint del llum, quan aquest està muntat en la posició d'instal·lació.
5. **Il·luminació horitzontal en un punt d'una superfície:** quocient entre el flux lluminós incident sobre un element de la superfície que conté el punt i l'àrea d'aquest element. El símbol és E i la unitat el lux (lm/m²).

L'expressió de la il·luminació horitzontal en un punt P, en funció de la intensitat lluminosa que incideix en aquest punt, definida per les coordenades (C, γ) en la direcció d'aquest, i de l'altura h de muntatge del llum, és la següent:

$$E = \frac{I(c, \gamma) \cos^3 \gamma}{h^2}$$

6. **Il·luminació mitjana horitzontal:** valor mitjà de la il·luminació horitzontal en la superfície considerada. El símbol és E_m i s'expressa en lux.
7. **Il·luminació mínima horitzontal:** valor mínim de la il·luminació horitzontal en la superfície considerada. El símbol és E_{\min} i s'expressa en lux.
8. **Il·luminació vertical en un punt d'una superfície:** la il·luminació vertical en un punt P en funció de la intensitat lluminosa que incideix en aquest punt i l'altura h de muntatge del llum és la següent:

$$E_v = \frac{I(c, \gamma) \sin \gamma \cos^2 \gamma}{h^2}$$

9. **Índex d'enlluernament GR** : és l'índex que caracteritza el nivell d'enlluernament (*glare rating*), mitjançant la formulació empírica reflectida en la norma CIE 112:94 segons l'expressió següent:

$$GR = 27 + 24 \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0,9}}$$

On:

L_v = luminància de vel deguda als (n) llums.

L_{ve} = luminància de vel denominada equivalent, produïda per l'entorn.

10. **Intensitat Iluminosa**: és el flux lluminós per unitat d'angle sòlid. Aquesta magnitud té característica direccional, el símbol representatiu és I i la unitat és la candela, $cd = lm/sr$ (lumen/estereoradiant).
11. **Luminància de vel**: és la luminància uniforme equivalent resultant de la llum que incideix sobre l'ull d'un observador i que produeix el velat de la imatge a la retina, i fa disminuir així la facultat que té l'ull d'apreciar els contrastos. El símbol és (L_v) i s'expressa en cd/m^2 .

La luminància de vel es deu a la incidència de la llum emesa per un llum sobre l'ull d'un observador en el pla perpendicular a la línia de visió, i depèn així mateix de l'angle comprès entre el centre de la font enlluernadora i la línia de visió, així com de l'estat fisiològic de l'ull de l'observador.

La luminància de vel L_v respon a l'expressió següent:

$$L_v = K \frac{E_g}{\theta^2}$$

On:

K = constant que depèn fonamentalment de l'edat de l'observador i, encara que és variable, s'adopta com a valor mitjà 10 si els angles s'expressen en graus, i 3×10^{-3} si s'expressen en radians.

E_g = il·luminació en lux sobre la pupil·la, en un pla perpendicular a la direcció visual i tangent a l'ull de l'observador.

θ = angle entre el centre de la font enlluernadora i la línia de visió, és a dir, angle format per la direcció visual de l'observador.

Per al conjunt total d'una instal·lació d'enllumenat públic és necessari tenir en compte totes les luminàncies de vel per a cada llum, considerant a més que el primer llum que s'ha de tenir en compte és el que forma 20° en angle d'alçada amb l'horitzontal, és a dir:

$$L_v = K \sum_{i=1}^{i=n} \frac{E_g}{\theta^2}$$

On i = el primer llum on l'angle d'alçada amb l'horitzontal és 20° , i és vàlida l'expressió per a $1,5^\circ < \theta < 30^\circ$

12. **Luminància de vel equivalent L_{ve} produïda per l'entorn**: es defineix considerant que la reflexió de l'entorn és totalment difusa, s'expressa en cd/m^2 , i es calcula com

$$L_{ve} = \frac{0,035 r E_{hm}}{\pi}$$

On:

r = coeficient de reflexió mitjà de l'àrea

E_{hm} = il·luminació horitzontal mitjana de l'àrea

- 13. Luminància en un punt d'una superfície:** és la intensitat lluminosa per unitat de superfície reflectida per la mateixa superfície en la direcció de l'ull de l'observador. El símbol és L i la unitat la candela per metre quadrat (cd/m^2).

L'expressió de la luminància en un punt P , en funció de la intensitat lluminosa que incideix en aquest punt, de l'altura h de muntatge del llum i de les característiques de reflexió del paviment $r(\beta, \text{tg } \gamma)$, és la següent:

$$L = \frac{I(c, \gamma) r(\beta, \text{tg } \gamma)}{h^2}$$

- 14. Luminància mitjana d'una superfície:** valor mitjà de la luminància de la superfície considerada. El símbol és L_m i s'expressa en cd/m^2 .
- 15. Llum intrusa o molesta:** llum procedent de les instal·lacions d'enllumenat exterior que dona lloc a incomoditat, distracció o reducció de la capacitat per detectar una informació essencial i, per tant, produeix efectes potencialment adversos en els residents, ciutadans que circulen i usuaris de sistemes de transports.
- 16. Relació entorn:** relació entre la il·luminació mitjana de la zona situada a l'exterior de la calçada i la il·luminació mitjana de la zona adjacent situada sobre la calçada, en els dos costats de les vores d'aquesta. La relació entorn SR és la més petita de les dues relacions entorn calculades. L'amplada de les dues zones de càlcul per a cada relació d'entorn es considera que és 5 m o la meitat de l'amplada de la calçada, si aquesta és inferior a 10 m.
- 17. Rendiment d'un llum:** és la relació entre el flux lluminós total procedent del llum i el flux lluminós emès per la làmpada o làmpades instal·lades en el llum. El símbol és η i no té unitats.
- 18. Resplendor lluminosa nocturna:** lluminositat o brillantor nocturna produïda, entre altres causes, per la llum procedent de les instal·lacions d'enllumenat exterior, o bé per l'emissió directa cap al cel o reflectida per les superfícies il·luminades.
- 19. Uniformitat global de luminàncies:** relació entre la luminància mínima i la mitjana de la superfície de la calçada. El símbol és U_o i no té unitats.
- 20. Uniformitat longitudinal de luminàncies:** relació entre la luminància mínima i la màxima en el mateix eix longitudinal dels carrils de circulació de la calçada, que adopta el valor inferior de tots aquests. El símbol és U_l i no té unitats.
- 21. Uniformitat mitjana d'il·luminacions:** relació entre la il·luminació mínima i la mitjana de la superfície de la calçada. El símbol és U_m i no té unitats.
- 22. Uniformitat general d'il·luminacions:** relació entre la il·luminació mínima i la màxima de la superfície de la calçada. El símbol és U_g i no té unitats.

Article 4. *Eficiència energètica.*

Per tal d'aconseguir una eficiència energètica adequada a les instal·lacions d'enllumenat exterior, aquestes han de complir, com a mínim, els requisits següents:

- 1r- Els nivells d'il·luminació de la instal·lació no han de superar el que estableix la Instrucció tècnica complementària ITC-EA 02, llevat de casos excepcionals, que requereixen l'autorització prèvia de l'òrgan competent de l'Administració pública.
- 2n- Per a l'enllumenat viari, s'han de complir els requisits mínims d'eficiència energètica establerts a la ITC-EA-01. Per a la resta d'instal·lacions d'enllumenat, s'han de complir els requisits de factor d'utilització, pèrdues dels equips, factor de manteniment i altres establerts a les instruccions tècniques complementàries corresponents.
- 3r - On es requereixi, han de disposar d'un sistema d'accionament i de regulació del nivell lluminós, tal com defineix la ITC-EA-04.

Artículo 5. *Qualificació energètica de les instal·lacions*

Les instal·lacions d'enllumenat exterior es qualifiquen energèticament en funció del seu índex d'eficiència energètica, mitjançant una etiqueta de qualificació energètica segons especifica la ITC-EA-01. Aquesta etiqueta s'ha d'adjuntar a la documentació del projecte i ha de figurar a les instruccions que es lliurin als titulars, segons especifica l'article 10 del Reglament.

Article 6. *Resplendor lluminosa nocturna, llum intrusa o molesta.*

Amb la finalitat de limitar la resplendor lluminosa nocturna i reduir la llum intrusa o molesta, les instal·lacions d'enllumenat exterior s'han d'ajustar, particularment, als requisits establerts a la ITC-EA-03.

Article 7. *Nivells d'il·luminació.*

S'han de complir els nivells màxims de lluminància o il·luminació, i d'uniformitat mínima permesa, en funció dels diferents tipus de l'enllumenat exterior, segons el que disposa la ITC-EA-02.

Article 8. *Règim de funcionament.*

1. Els sistemes d'accionament han de garantir que les instal·lacions d'enllumenat exterior s'encenguin i s'apaguin amb precisió, quan la lluminositat ambient ho requereixi.
2. Per obtenir estalvi energètic en casos com ara instal·lacions d'enllumenat ornamental, anuncis lluminosos, espais esportius i àrees de treball exteriors, s'han d'establir els corresponents cicles de funcionament (encesa i apagada) de les instal·lacions, i per això s'ha de disposar de rellotges astronòmics o sistemes equivalents, capaços de ser programats per cicles diaris, setmanals, mensuals o anuals.
3. Les instal·lacions d'enllumenat exterior excepte els túnels i passos inferiors, han d'estar en funcionament com a màxim durant el període comprès entre la posta i la sortida del sol o quan la lluminositat ambiental ho requereixi.
4. Quan s'especifiqui, els enllumenats exteriors han de tenir dos nivells d'il·luminació de manera que en els casos del període nocturn en què disminueixi l'activitat o característiques d'utilització, es passi del règim de nivell normal d'il·luminació a un altre amb nivell d'il·luminació reduït, i es mantingui la uniformitat.
5. Es pot variar el règim de funcionament dels enllumenats ornamentals, i establir condicions especials, en èpoques com festivitats i temporada alta d'afluència turística.
6. Es pot ajustar un règim especial d'enllumenat per als esdeveniments nocturns singulars, festius, firals, esportius o culturals, que compatibilitzin l'estalvi energètic amb les necessitats derivades d'aquests esdeveniments.
7. Correspon a les administracions locals regular el temps de funcionament de les instal·lacions d'enllumenat exterior que estiguin en el seu àmbit territorial i que no siguin de competència estatal o autonòmica.

Artículo 9. *Documentació de les instal·lacions*

Amb la finalitat de justificar el compliment de les exigències que estableix aquest Reglament, qualsevol instal·lació d'enllumenat exterior ha d'incloure la documentació, en forma de projecte o memòria tècnica de disseny, segons estableix la ITC-EA-05.

Article 10. *Execució i posada en servei de les instal·lacions.*

Les instal·lacions d'enllumenat exterior estan sotmeses al procediment general d'execució i posada en servei que determina l'article 18 del Reglament electrotècnic per a baixa tensió, aprovat pel Reial decret 842/2002, de 2 d'agost. La documentació de les instal·lacions

lacions i el manual d'instruccions per a l'usuari, així com la revisió i, quan sigui procedent, la inspecció inicial, s'han de complementar amb el que disposa aquest Reglament, en particular seguint el que indica la ITC EA-05.

Article 11. Informació als titulars de la instal·lació.

Com a annex al certificat d'instal·lació que es lliuri al titular de la instal·lació, l'empresa instal·ladora ha de confeccionar unes instruccions per l'ús correcte de la instal·lació, i també per al seu manteniment d'acord amb el que disposa l'article 12 i el que especifica la ITC-EA-05.

Així mateix, l'empresa instal·ladora ha d'aportar l'etiqueta energètica de la instal·lació segons el que especifica la ITC-EA-01. L'etiqueta s'ha d'adjuntar a la documentació del projecte, juntament amb la relació de receptors i làmpades.

Qualsevol modificació o ampliació requereix l'elaboració d'un complement a l'anterior, en la mesura que sigui necessari.

Article 12. Manteniment de l'eficiència energètica de les instal·lacions.

1. Els titulars de les instal·lacions han de mantenir en bon estat de funcionament les instal·lacions, les han d'utilitzar d'acord amb les seves característiques i s'han d'abstenir d'intervenir-hi per modificar-les.

2. La gestió del manteniment de les instal·lacions exigeix l'establiment d'un registre de les operacions portades a terme, que s'ha d'ajustar al que disposa la ITC-EA-06.

3. Totes les instal·lacions han de disposar d'un pla de manteniment que ha d'incloure fonamentalment les reposicions massives de làmpades, les operacions de neteja de llums i les tasques d'inspecció i mesuraments elèctrics. La programació de les tasques i la periodicitat s'han d'ajustar al factor de manteniment adoptat, segons el que estableix la ITC-EA-06.

4. Per tal de disminuir els consums d'energia elèctrica en els enllumenats exteriors, el titular de la instal·lació ha de portar a terme, com a mínim un cop l'any, una anàlisi dels consums anuals i de la seva evolució, per observar les desviacions i corregir les causes que les han motivat durant el manteniment periòdic de la instal·lació.

5. En les instal·lacions d'enllumenat exterior és necessari disposar d'un registre fiable del seus components que inclogui les làmpades, llums, equips auxiliars, dispositius de regulació del nivell lluminós, sistemes d'accionament i gestió centralitzada, quadres d'enllumenat, etc.

Article 13. Inspeccions i verificacions.

Sense perjudici de la facultat que, d'acord amb el que assenyala l'article 14 de la Llei 21/1992, de 16 de juliol, d'indústria, té l'Administració pública competent per portar a terme, per si mateixa, les actuacions d'inspecció i control que consideri necessàries, segons el que preveu l'article 12.3 de la Llei esmentada, el compliment de les disposicions i els requisits d'eficiència energètica que estableix aquest Reglament s'ha de comprovar en tots els casos mitjançant una verificació inicial prèvia a la posada en servei de la instal·lació, feta per un instal·lador autoritzat en baixa tensió i, a més, segons la potència instal·lada, mitjançant una inspecció inicial i verificacions o inspeccions periòdiques, portades a terme d'acord amb el que indicat la ITC-EA 05.

Article 14. Excepcions.

Quan, per motius de seguretat o interès públic, i amb caràcter d'excepcionalitat, no es puguin complir determinades prescripcions d'aquest Reglament, el titular de la instal·lació ha de presentar, davant l'òrgan competent de l'Administració pública, prèviament al procediment que preveu l'article 10, una sol·licitud d'excepció, on se n'exposin els motius i s'indiquin les mesures d'eficiència alternativa que es proposen.

L'òrgan competent pot **denegar** la sol·licitud, requerir la modificació de les mesures alternatives o **concedir** l'excepció, **sempre de manera** expressa.

Article 15. Normes de referència.

1. Les instruccions tècniques complementàries poden establir l'aplicació de normes UNE o altres reconegudes internacionalment, de manera total o parcial, a fi de facilitar l'adaptació a l'estat de la tècnica a cada moment.
2. Quan una o diverses normes variïn el seu any d'edició respecte a les vigents en el moment de l'aprovació d'aquest Reglament, o se n'editin modificacions posteriors, han de ser objecte d'actualització, mitjançant una resolució del centre directiu competent en matèria de seguretat industrial del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, en la qual s'ha de fer constar la data a partir de la qual la utilització de la nova edició de la norma és vàlida i la data a partir de la qual la utilització de l'antiga edició de la norma deixarà de ser-ho, a efectes reglamentaris.

A falta de resolució expressa, s'entén que també compleix les condicions reglamentàries l'edició de la norma posterior a la que figuri a la ITC, sempre que no modifiqui criteris bàsics.

Article 16. Infraccions i sancions.

Les infraccions al que disposa el present Reglament se sancionen d'acord amb el que disposa el títol V de la Llei 21/1992, de 16 de juliol, d'indústria.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

ITC - EA - 01

Instrucció tècnica complementària EA - 01 Eficiència energètica

ÍNDEX

1. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ
2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA
 - 2.1 Instal·lacions d'enllumenat viari funcional
 - 2.2 Instal·lacions d'enllumenat viari ambiental
 - 2.3 Altres instal·lacions d'enllumenat
 - 2.4 Instal·lacions d'enllumenat festiu i de Nadal
3. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
<p>1. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ</p> <p>1.1 L'eficiència energètica d'una instal·lació d'enllumenat exterior es defineix com la relació entre el producte de la superfície il·luminada per la il·luminació mitjana en servei de la instal·lació entre la potència activa total instal·lada.</p> $\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$ <p>On:</p> <p>ε = eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux/W}$) P = potència activa total instal·lada (làmpades i equips auxiliars) (W); S = superfície il·luminada (m^2); E_m = il·luminació mitjana en servei de la instal·lació, considerant el manteniment previst (lux);</p> <p>1.2 L'eficiència energètica es pot determinar mitjançant la utilització dels factors següents:</p> <p>ε_L = eficiència de les làmpades i els equips auxiliars ($\text{lum/W} = \text{m}^2 \text{ lux/W}$); f_m = factor de manteniment de la instal·lació (en valors per unitat) f_u = factor d'utilització de la instal·lació (en valors per unitat)</p> $\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right),$ <p>on:</p> <p>Eficiència de la làmpada i els equips auxiliars (ε_L): és la relació entre el flux lluminós emès per una làmpada i la potència total consumida per la làmpada més el seu equip auxiliar.</p> <p>Factor de manteniment (f_m): és la relació entre els valors d'il·luminació que es pretenen mantenir al llarg de la vida de la instal·lació d'enllumenat i els valors inicials.</p> <p>Factor d'utilització (f_u): és la relació entre el flux útil procedent dels llums que arriba a la calçada o superfície a il·luminar i el flux emès per les làmpades instal·lades en els llums.</p> <p>El factor d'utilització de la instal·lació és funció del tipus de làmpada, de la distribució de la intensitat lluminosa i rendiment dels llums, així com de la geometria de la instal·lació, tant pel que fa a les característiques dimensionals de la superfície a il·luminar (longitud i amplada), com a la disposició dels llums en la instal·lació d'enllumenat exterior (tipus d'implantació, altura dels llums i separació entre punts de llum).</p> <p>1.3 Per millorar l'eficiència energètica d'una instal·lació d'enllumenat es pot actuar incrementant el valor de qualsevol dels tres factors anteriors, de manera que la instal·lació més eficient és aquella en la qual el producte dels tres factors -eficiència de les làmpades i equips auxiliars i factors de manteniment i utilització de la instal·lació- sigui màxim.</p>		

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
--	-----------------------	---------------

2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

2.1 Instal·lacions d'enllumenat viari funcional.

Es defineixen com a tals les instal·lacions d'enllumenat viari d'autopistes, autovies, carreteres i vies urbanes, considerades a la Instrucció tècnica complementària ITC-EA-02 com a situacions de projecte A i B.

Les instal·lacions d'enllumenat viari funcional, amb independència del tipus de làmpada, paviment i de les característiques o geometria de la instal·lació, han de complir els requisits mínims d'eficiència energètica que fixa la taula 1.

Taula 1 – Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat viari funcional

Il·luminació mitjana en servei $E_m(\text{lux})$	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Per a valors d'il·luminació mitjana projectada compresos entre els valors indicats a la taula, l'eficiència energètica de referència s'obtenen per interpolació lineal

Per a les instal·lacions d'enllumenat en zones especials de vials, s'han d'aplicar els requisits mínims d'eficiència energètica que estableix a l'apartat 2.3.

2.2 Instal·lacions d'enllumenat viari ambiental

Enllumenat viari ambiental és el que s'executa generalment sobre suports de baixa altura (3-5 m) en àrees urbanes per a la il·luminació de vies de vianants, comercials, voreres, parcs i jardins, centres històrics, vies de velocitat limitada, etc., considerats a la Instrucció tècnica complementària ITC-EA-02 com a situacions de projecte C, D i E.

Les instal·lacions d'enllumenat viari ambiental, amb independència del tipus de làmpada i de les característiques o geometria de la instal·lació -dimensions de la superfície a il·luminar (longitud i amplada), així com disposició dels llums (tipus d'implantació, altura i separació entre punts de llum)-, han de complir els requisits mínims d'eficiència energètica que fixa la taula 2.

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
--	-----------------------	---------------

Taula 2 – Requisits mínims d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat viari ambiental.

Il·luminació mitjana en servei $E_m(\text{lux})$	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Per a valors d'il·luminació mitjana projectada compresos entre els valors indicats a la taula, l'eficiència energètica de referència s'obtenen per interpolació lineal

2.3 Altres instal·lacions d'enllumenat

En l'enllumenat específic, l'enllumenat ornamental, l'enllumenat per a vigilància i seguretat nocturna, i el de senyals i anuncis lluminosos, s'han de tenir en compte els aspectes següents:

- S'ha d'il·luminar únicament la superfície que es vol dotar d'enllumenat.
- S'han d'instal·lar làmpades d'elevada eficàcia lluminosa compatibles amb els requisits cromàtics de la instal·lació i amb valors no inferiors als establerts al capítol 1 de la ITC-EA-04.
- S'han d'utilitzar làmpades i projectors de rendiment lluminós elevat segons la ITC-EA-04
- L'equip auxiliar ha de ser de pèrdues mínimes, i s'han de complir els valors de potència màxima del conjunt làmpada i equip auxiliar que fixa la ITC-EA-04.
- El factor d'utilització de la instal·lació ha de ser el més elevat possible, segons la ITC-EA-04.
- El factor de manteniment de la instal·lació ha de ser el més gran assolible, segons la ITC-EA-06.

2.4 Instal·lacions d'enllumenat festiu i de Nadal

La potència assignada de les làmpades incandescents utilitzades ha de ser igual o inferior a 15 W, i la potència màxima instal·lada per unitat de superfície (W/m^2) ha de ser la que indica la ITC-EA-02.

3. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

Les instal·lacions d'enllumenat exterior, excepte les d'enllumenats de senyals i anuncis lluminosos i festiu i de Nadal, es qualifiquen en funció de l'índex d'eficiència energètica.

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
--	-----------------------	---------------

L'índex d'eficiència energètica (I_{ϵ}) es defineix com el quocient entre l'eficiència energètica de la instal·lació (ϵ) i el valor d'eficiència energètica de referència (ϵ_R) en funció del nivell d'il·luminació mitjana en servei projectada, que s'indica a taula 3.

$$I_{\epsilon} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Taula 3 – Valors de eficiència energètica de referència

Enllumenat viari funcional		Enllumenat viari ambiental i altres instal·lacions d'enllumenat	
Il·luminació mitjana en servei projectada E_m (lux)	Eficiència energètica de referència ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Il·luminació mitjana en servei projectada E_m (lux)	Eficiència energètica de referència $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Per a valors d'il·luminació mitjana projectada compresos entre els valors indicats a la taula, l'eficiència energètica de referència s'obté per interpolació lineal

Per tal de facilitar la interpretació de la qualificació energètica de la instal·lació d'enllumenat i en consonància amb el que estableixen altres reglamentacions, es defineix una etiqueta que caracteritza el consum d'energia de la instal·lació mitjançant una escala de set lletres que va des de la lletra A (instal·lació més eficient i amb menys consum d'energia) fins a la lletra G (instal·lació menys eficient i amb més consum d'energia). L'índex utilitzat per a l'escala de lletres és l'índex de consum energètic (ICE), que és igual a l'invers de l'índex d'eficiència energètica:

$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}}$$

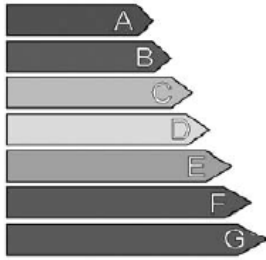
La taula 4 determina els valors definits per les respectives lletres de consum energètic, en funció dels índexs d'eficiència energètica declarats.

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
--	-----------------------	---------------

Taula 4 – Qualificació energètica d'una instal·lació d'enllumenat.

Qualificació energètica	Índex de consum energètic	Índex d'eficiència energètica
A	$ICE < 0,91$	$I_{\epsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\epsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\epsilon} > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

Entre la informació que s'ha de lliurar als usuaris figura l'eficiència energètica (ϵ), la seva qualificació mitjançant l'índex d'eficiència energètica (I_{ϵ}), mesurat, i l'etiqueta que mesura el consum energètic de la instal·lació, d'acord amb el model que s'indica a continuació:

<p>Qualificació energètica de les instal·lacions d'enllumenat</p> <p>Més eficient</p>  <p>Menys eficient</p>	
<p>Instal·lació:</p> <p>Localitat / carrer:</p> <p>Horari de funcionament:</p> <p>Consum d'energia anual (kWh/any):</p> <p>Emissions de CO₂ anual (kgCO₂/any):</p> <p>Índex d'eficiència energètica (I_{ϵ}):</p> <p>Il·luminació mitjana en servei E_m (lux):</p> <p>Uniformitat (%):</p>	

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	ITC – EA – 01
<p>Colors que s'han de fer servir en l'etiqueta:</p> <p>CMYK: cian, magenta, groc, negre.</p> <ul style="list-style-type: none">○ Exemple: 07X0: 0 % cian, 70 % magenta, 100 % groc, 0 % negre.○ Fletxes: A: X0X0; B: 70X0; C: 30X0; D: 00X0; E: 03X0; F: 07X0; G: 0XX0○ Color del contingut: X070○ Tot el text en negre. El fons és blanc.		

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 02

Instrucció tècnica complementària EA - 02 NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ

ÍNDEX

1. GENERALITATS
2. ENLLUMENAT VIARI
 - 2.1 Classificació de les vies i selecció de les classes d'enllumenat
 - 2.2 Nivells d'il·luminació dels vials
 - 2.3 Nivells d'il·luminació de zones especials de vials
3. ENLLUMENATS ESPECÍFICS
 - 3.1 Enllumenat de passarel·les de vianants, escales i rampes
 - 3.2 Enllumenat de passos subterranis de vianants
 - 3.3 Enllumenat addicional de passos de vianants
 - 3.4 Enllumenat de parcs i jardins
 - 3.5 Enllumenat de passos a nivell de ferrocarril
 - 3.6 Enllumenat de cul-de-sacs
 - 3.7 Enllumenat de glorietses
 - 3.8 Enllumenat de túnels i passos inferiors
 - 3.9 Aparcaments de vehicles a l'aire lliure
 - 3.10 Enllumenat d'àrees de treball exteriors
4. ENLLUMENAT ORNAMENTAL
5. ENLLUMENAT PER A VIGILÀNCIA I SEGURETAT NOCTURNA
6. ENLLUMENAT DE SENYALS I ANUNCIS LLUMINOSOS
7. ENLLUMENAT FESTIU I DE NADAL
8. ENLLUERNAMENTS
 - 8.1 Instal·lacions d'enllumenat viari funcional
 - 8.2 Instal·lacions d'enllumenat viari ambiental
 - 8.3 Altres instal·lacions d'enllumenat
9. NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ REDUÏTS
10. CLASSES D'ENLLUMENAT DE NIVELL D'IL·LUMINACIÓ SEMBLANT

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

1. GENERALITATS

S'entén per nivell d'il·luminació el conjunt de requisits luminotècnics o fotomètrics (luminància, il·luminació, uniformitat, enlluernament, relació d'entorn, etc.) coberts per aquesta Instrucció. L'enllumenat viari es coneix també com a classe d'enllumenat.

Els nivells màxims de luminància o d'il·luminació mitjana de les instal·lacions d'enllumenat descrites a continuació no poden superar més d'un 20% els nivells mitjans de referència que estableix la ITC. Aquests nivells mitjans de referència estan basats en les normes de la sèrie UNE-EN 13201 "Il·luminació de carreteres", i no tenen la consideració de valors mínims obligatoris perquè queden fora dels objectius d'aquest Reglament.

També s'ha de garantir el valor de la uniformitat mínima, mentre que la resta de requisits fotomètrics, per exemple, valor mínim d'il·luminació en un punt, enlluernament i il·luminació dels voltants, descrits per a cada classe d'enllumenat, són valors de referència, però no exigits, que s'han de considerar per als diferents tipus d'instal·lacions.

Els requisits fotomètrics anteriors no són aplicables en les instal·lacions o en part d'aquestes instal·lacions on es justifiqui degudament l'excepcionalitat i sigui aprovada per l'òrgan competent de l'Administració pública.

2. ENLLUMENAT VIARI

El nivell d'il·luminació que requereix una via depèn de molts factors com són el tipus de via, la complexitat del traçat, la intensitat i el sistema de control del trànsit i la separació entre carrils destinats a diferents tipus d'usuaris.

En funció d'aquests criteris, les vies de circulació es classifiquen en diversos grups o situacions de projecte, i s'assignen a cadascun d'aquests uns requisits fotomètrics específics que tenen en compte les necessitats visuals dels usuaris i també aspectes mediambientals de les vies.

2.1 Classificació de les vies i selecció de les classes d'enllumenat

2.1.1 El criteri principal de classificació de les vies és la velocitat de circulació, segons estableix la taula 1.

Taula 1 – Classificació de les vies

Classificació	Tipus de via	Velocitat del trànsit rodat (km/h)
A	d'alta velocitat	$v > 60$
B	de velocitat moderada	$30 < v \leq 60$
C	carrils bici	--
D	de baixa velocitat	$5 < v \leq 30$
E	vies de vianants	$v \leq 5$

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

2.1.2. Mitjançant altres criteris, com ara el tipus de via i la intensitat mitjana de trànsit diari (IMD), s'estableixen subgrups dins la classificació anterior.

A les taules 2, 3, 4 i 5 es defineixen les classes d'enllumenat per a les diferents situacions de projecte corresponents a la classificació de vies anteriors.

Taula 2 – Classes d'enllumenat per a vies tipus A

Situacions de projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat ^(*)
A1	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteres de calçades separades amb encreuaments a diferent nivell i accessos controlats (autopistes i autovies). Intensitat de trànsit Alta (IMD) ≥ 25.000..... Mitjana (IMD) ≥ 15.000 i < 25.000..... Baixa (IMD) < 15.000..... 	ME1 ME2 ME3a
	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteres de calçada única amb doble sentit de circulació i accessos limitats (vies ràpides). Intensitat de trànsit Alta (IMD) > 15.000..... Mitjana i baixa (IMD) < 15.000..... 	ME1 ME2
A2	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteres interurbanes sense separació de voreres o carrils bici. • Carreteres locals en zones rurals sense via de servei. Intensitat de trànsit IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> • Vies col·lectores i rondes de circumval·lació. • Carreteres interurbanes amb accessos no restringits. • Vies urbanes de trànsit important, ràpides radials i de distribució urbana a districtes. • Vies principals de la ciutat i travessia de poblacions. Intensitat de trànsit i complexitat del traçat de la carretera. IMD ≥ 25.000 IMD ≥ 15.000 i < 25.000 IMD ≥ 7.000 i < 15.000 IMD < 7.000	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b

^(*) Per a totes les situacions de projecte (A1, A2 i A3), quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit han d'incrementar les exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT	ITC – EA – 02
--	--	---------------

Taula 3 – Classes d'enllumenat per a vies tipus B

Situacions de projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat ^(*)
B1	<ul style="list-style-type: none"> Vies urbanes secundàries de connexió a urbanes de trànsit important. Vies distribuïdores locals i accessos a zones residencials i finques. Intensitat de trànsit IMD ≥ 7.000..... IMD < 7.000	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteres locals en àrees rurals. Intensitat de trànsit i complexitat del traçat de la carretera. IMD ≥ 7.000..... IMD < 7.000	ME2 / ME3b ME4b / ME5

^(*) Per a totes les situacions de projecte B1 i B2, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit han d'incrementar les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

Taula 4 – Classes d'enllumenat per a vies tipus C i D

Situacions de projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat ^(*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> Carrils bici independents al llarg de la calçada, entre ciutats en àrea oberta i d'unió en zones urbanes Flux de trànsit de ciclistes Alt..... Normal	S1 / S2 S3 / S4
	<ul style="list-style-type: none"> Àrees d'aparcament en autopistes i autovies. Aparcaments en general. Estacions d'autobusos. Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> Carrers residencials suburbanes amb voreres per als vianants al llarg de la calçada Zones de velocitat molt limitada Flux de trànsit de vianants i ciclistes Alt..... Normal	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

^(*) Per a totes les situacions d'enllumenat C1-D1-D2-D3 i D4, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit han d'incrementar les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

Taula 5 – Classes d'enllumenat per a vies tipus E

Situacions de projecte	Tipus de vies	Classe d'enllumenat ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Espais peatonals de connexió, carrers de vianants, i voreres al llarg de la calçada.</i> • <i>Parades d'autobús amb zones d'espera</i> • <i>Àrees comercials de vianants</i> Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zones comercials amb accés restringit i ús prioritari de vianants</i> Flux de trànsit de vianants Alt..... Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

^(*) Per a totes les situacions d'enllumenat E1 i E2, quan les zones pròximes siguin clares (fons clars), totes les vies de trànsit han d'incrementar les seves exigències a les de la classe d'enllumenat immediatament superior.

2.1.3 Quan per a una determinada situació de projecte i intensitat de trànsit es puguin seleccionar diferents classes d'enllumenat, se n'ha de triar la classe tenint en compte la complexitat del traçat, el control de trànsit, la separació dels diferents tipus d'usuaris i altres paràmetres específics.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

2.2 Nivells d'il·luminació dels vials

A les taules 6, 7, 8 i 9 es reflecteixen els requisits fotomètrics aplicables a les vies corresponents a les diferents classes d'enllumenat.

Taula 6 – Sèries ME de classe d'enllumenat per a vials secs tipus A i B

Classe d'enllumenat	Luminància de la superfície de la calçada en condicions seques			Enlluernament pertorbador	Il·luminació dels voltants
	Luminància (4) mitjana L_m (cd/m ²)(1)	Uniformitat global U_o [mínima]	Uniformitat longitudinal U_{\square} [mínima]	Increment llindar TI (%) (2) [màxim]	Relació entorn SR (3) [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sense requisits

(1) Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat, excepte (TI), que són valors màxims inicials. A fi de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que depèn de la làmpada adoptada, tipus de llum, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

(2) Quan s'utilitzin fonts de llum de baixa luminància (làmpades fluorescents i de vapor de sodi a baixa pressió), es pot permetre un augment del 5% de l'increment llindar (TI).

(3) La relació entorn SR s'ha d'aplicar en les vies de trànsit rodat on no hi hagi altres àrees contigües a la calçada que tinguin els seus propis requisits. L'amplada de les bandes adjacents per a la relació entorn SR ha de ser igual com a mínim a la d'un carril de trànsit, i es recomana, si és possible, 5 m d'amplada.

(4) Els valors de luminància donats es poden convertir en valors d'il·luminació, multiplicant els primers pel coeficient R (segons CIE) del paviment utilitzat, i prenen un valor de 15 quan aquest no es conegui.

A la taula 7 es concreten els nivells d'il·luminació de les sèries MEW de classes d'enllumenat per aplicar en les zones geogràfiques on la intensitat i persistència de la pluja provoqui que, durant una part significativa de les hores nocturnes al llarg de l'any, la superfície de la calçada estigui mullada (aproximadament 120 dies de pluja anuals). S'hi inclou un requisit addicional d'uniformitat global amb calçada humida per evitar la degradació de les prestacions durant els períodes humits.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

Taula 7 – Sèries MEW de classe d'enllumenat per a vials humits tipus A i B

Classe d'enllumenat	Luminància de la superfície de la calçada en condicions seques i humides			Enlluernament pertorbador	II · luminació dels voltants	
	Calçada seca		Calçada humida			
	Luminància mitjana L_m (cd/m^2)(1)	Uniformitat global U_0 [mínima]	Uniformitat longitudinal U_L (2) [mínima]	Uniformitat global U_0 [mínima]	Increment llindar TI (%) (3) [màxim]	Relació entorn SR (4) [mínima]
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	Sense requisits	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	Sense requisits	0,15	15	0,50

(1) Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat, excepte (TI), que són valors màxims inicials. A fi de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que depèn de la làmpada adoptada, tipus de llum, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

(2) Aquest criteri és voluntari però es pot utilitzar, per exemple, en autopistes, autovies i carreteres de calçada única de doble sentit de circulació i accessos limitats.

(3) Quan s'utilitzin fonts de llum de baixa luminància (làmpades fluorescents i de vapor de sodi a baixa pressió), es pot permetre un augment del 5% de l'increment llindar (TI)

(4) La relació entorn SR s'ha d'aplicar en les vies de trànsit rodat on no hi hagi àrees contigües a la calçada amb els seus propis requeriments. L'amplada de les bandes adjacents per a la relació entorn SR ha de ser igual com a mínim a la d'un carril de trànsit i es recomana, si és possible, 5 m d'amplada.

(5) Els valors de luminància donats es poden convertir en valors d'II · luminació, multiplicant els primers pel coeficient R (segons CIE) del paviment utilitzat, i prenen un valor de 15 quan aquest no es conegui.

Taula 8 – Sèries S de classe d'enllumenat per a vials tipus C, D i E

Classe d'enllumenat(1)	II · luminació horitzontal en l'àrea de la calçada	
	II · luminació mitjana E_m (lux)(1)	II · luminació mínima E_{min} (lux)(1)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

(1) Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat. A fi de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que depèn de la làmpada adoptada, del tipus de llum, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

Taula 9 – Sèries CE de classe d'enllumenat per a vials tipus D i E

Classe d'enllumenat (1)	II · luminació horitzontal	
	II · luminació mitjana <i>Em (lux)</i> [mínima mantinguda ⁽¹⁾]	Uniformitat mitjana <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat. A fi de mantenir aquests nivells de servei, s'ha de considerar un factor de manteniment (f_m) elevat que depèn de la làmpada adoptada, del tipus de llum, grau de contaminació de l'aire i modalitat de manteniment preventiu.

⁽²⁾ També s'apliquen en espais utilitzats per vianants i ciclistes.

2.3 Nivells d'il·luminació de zones especials de vials

Una zona d'un vial es considera especial pels problemes específics de visió i maniobres que han de fer els vehicles que hi circulen, com ara enllaços i interseccions, gloriets i rotondes, zones de reducció del nombre de carrils o disminució de l'amplada de la calçada, revolts i vials sinuosos en pendent, zones d'incorporació de nous carrils o passos inferiors.

En els carrils bici o zones de vianants (vies del tipus C o E), no es considera que hi hagi aquest tipus de zones especials. Per a aquests espais s'han de tenir en compte, per ordre de prelación, els criteris següents:

a) Criteri de luminància

Si la zona especial és part d'una via de tipus A o B, s'apliquen els nivells basats en la luminància de la superfície de la calçada de les sèries ME de la taula 6, de manera que per a la zona especial, la classe d'enllumenat que s'estableixi és un grau superior al de la via a la qual correspon aquest espai. Si conflueixen diverses vies en una zona especial, tal com pot passar en els encreuaments, la classe d'enllumenat és un grau superior al de la via que tingui la classe d'enllumenat més elevada.

b) Criteri d'il·luminació.

Si la zona especial és part d'una via de tipus D o quan no sigui possible aplicar el criteri de luminància perquè la distància de visió és inferior a 60 m (valor mínim utilitzat en el càlcul de la luminància) i quan no es pugui situar adequadament l'observador, atesa la sinuositat i complexitat de la zona especial de vial, s'aplica el criteri d'il·luminació, amb uns nivells d'il·luminació corresponents a la sèrie CE de classes d'enllumenat de la taula 9. Entre les classes d'enllumenat CE1 i CE0, es pot adoptar un nivell d'il·luminació intermedi.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

Quan s'utilitzi el criteri d'il·luminació, la classe d'enllumenat que s'estableixi per a la zona especial de vial ha de ser un grau superior a la de la via de trànsit on se situa aquesta zona. Així mateix, si hi conflueixen diverses vies, la classe d'enllumenat de la zona especial de vial ha de ser un grau superior al de la via de trànsit que tingui la classe d'enllumenat més elevada.

Quan s'utilitza el criteri d'il·luminació no és possible calcular l'enlluernament pertorbador o increment de llindar TI fixat a les taules 6 i 7, perquè s'ha de determinar la luminància mitjana de la calçada. En aquest cas, l'avaluació de l'enlluernament s'ha de fer mitjançant la utilització dels nivells de referència de la intensitat lluminosa dels llums que estableix la taula 10.

Taula 10 - Classes G d'intensitat lluminosa dels llums

Classe d'intensitat	Intensitat màxima (cd/klm) (1)			Altres requisits
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G1	-	200	50	Cap
G2	-	150	30	Cap
G3	-	100	20	Cap
G4	500	100	10	Intensitats per sobre de 95° han de ser zero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Cap

(1) Totes les intensitats són proporcionals al flux de la làmpada per a 1.000 lm.

NOTA: Les classes d'intensitat G1, G2 i G3 corresponen a distribucions fotomètriques "semi cut-off" i "cut-off", d'ús tradicional. Les classes d'intensitat G4, G5 i G6 s'assignen a llums amb distribució "cut-off" total, com els llums de tancament de vidre pla en la posició horitzontal.

3. ENLLUMENATS ESPECÍFICS

Es consideren enllumenats específics els que corresponen a passarel·les de vianants, escales i rampes, passos subterranis de vianants, enllumenat addicional de passos de vianants, parcs i jardins, passos a nivell de ferrocarril, cul-de-sacs, glorietses, túnels i passos inferiors, aparcaments de vehicles a l'aire lliure i àrees de treball exteriors, així com qualsevol altre que es pugui assimilar a aquests.

Els requisits fotomètrics són els especificats a continuació.

3.1 Enllumenat de passarel·les de vianants, escales i rampes

La classe d'enllumenat és CE2 i, en cas de risc d'inseguretat ciutadana, es pot adoptar la classe CE1. Quan hi hagi escales i rampes d'accés, la il·luminació en el pla vertical no ha de ser inferior al 50% del valor en el pla horitzontal de manera que s'asseguri una bona percepció dels esglaons.

3.2 Enllumenat de passos subterranis de vianants

La classe d'enllumenat ha de ser CE1, amb una uniformitat mitjana de 0,5, que es pot elevar, en cas que s'estimi un risc d'inseguretat alt, a CE0 i la mateixa uniformitat. Així mateix, en cas que la longitud del pas subterrani de vianants ho exigeixi, s'ha de preveure un enllumenat diürn amb un nivell lluminós de 100 lux i una uniformitat mitjana de 0,5.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

3.3 Enllumenat addicional de passos de vianants

En l'enllumenat addicional dels passos de vianants, la instal·lació del qual és prioritària en els passos sense semàfor, la il·luminació de referència mínima en el pla vertical és de 40 lux, i una limitació en l'enlluernament G2 en la direcció de circulació de vehicles i G3 en la direcció del vianant (taula 10). La classe d'enllumenat ha de ser CE1 en àrees comercials i industrials i CE2 en zones residencials.

3.4 Enllumenat de parcs i jardins

Els vials principals, com ara accessos al parc o jardí, els passejos i les glorietses, àrees d'estada i escales, que estiguin oberts al públic durant les hores nocturnes s'han d'il·luminar com les vies de tipus E (taula 5).

3.5 Enllumenat de passos a nivell de ferrocarril

El nivell d'il·luminació sobre la zona d'encreuament, començant a una distància mínima de 40 m i finalitzant 40 m després, ha de ser CE2, i es recomana una classe d'enllumenat CE1.

3.6 Enllumenat de cul-de-sacs

L'enllumenat d'una calçada en cul-de-sac s'ha de fer de manera que s'assenyalin amb exactitud als conductors els límits de la calçada. El nivell d'il·luminació de referència ha de ser CE2.

3.7 Enllumenat de glorietses

A més de la il·luminació de la glorieta l'enllumenat s'ha d'estendre a les vies d'accés, en una longitud adequada almenys de 200 m en tots dos sentits.

Els nivells d'il·luminació per a glorietses han de ser un 50% superiors als nivells dels accessos o entrades, amb els valors de referència següents:

- Il·luminació mitjana horitzontal $E_m \geq 40$ lux
- Uniformitat mitjana $U_m \geq 0,5$
- Enlluernament màxim $GR \leq 45$

En zones urbanes o en carreteres dotades d'enllumenat públic, el nivell d'il·luminació de les glorietses ha de ser com a mínim un grau superior al del tram que conflueix amb un nivell més elevat d'il·luminació, i s'ha de complir en tot cas el que estableix l'apartat 2.3 referent a zones especials de vials.

3.8 Enllumenat de túnels i passos inferiors

Es consideren valors de referència els nivells d'il·luminació especificats a la publicació CIE 88:2004 "Guía para alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".

3.9 Aparcaments de vehicles a l'aire lliure

L'enllumenat d'aparcaments a l'aire lliure ha de complir els requisits fotomètrics de les classes d'enllumenat corresponents a la situació de projecte D1-D2, establerts a la taula 4.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

3.10 Enllumenat d'àrees de treball exteriors

Es consideren valors de referència els nivells d'il·luminació especificats a la norma EN 12464-2:2007

4. ENLLUMENAT ORNAMENTAL

Es consideren enllumenats ornamentals els que corresponen a la il·luminació de façanes d'edificis i monuments, així com estàtues, muralles, fonts, etc., i paisatgista de rius, riberes, frondositats, equipaments aquàtics, etc.

Els valors de referència dels nivells d'il·luminació mitjana en servei, amb manteniment de la instal·lació, de l'enllumenat ornamental són els establerts a la taula 11.

Taula 11 - Nivells mínims d'il·luminació mitjana en servei de l'enllumenat ornamental

NATURESA DELS MATERIALS DE LA SUPERFÍCIE IL·LUMINADA	NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ MITJANA (Lux) ⁽¹⁾			COEFICIENTS MULTIPLICADORS DE CORRECCIÓ ⁽²⁾			
	Il·luminació dels voltants			Correcció per als tipus de làmpada		Correcció per a l'estat de la superfície il·luminada	
	Baixa	Mitjana	Elevada	HM VM	SAP SBP	Bruta	Molt bruta
Pedra clara, marbre clar	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Pedra mitjana, ciment, marbre acolorit clar	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Pedra fosca, granit gris, marbre fosc	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Maó groc clar	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Maó marró clar	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Maó marró fosc, granit rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Maó vermell	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Maó fosc	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Formigó arquitectònic	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMENT D'ALUMINI:							
- Terminació natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- termolacat molt acolorit (10%) vermell, marró, groc	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacat molt acolorit (10%) blau – verdós	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacat colors mitjans (30 – 40%) vermell, marró, groc	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacat colors mitjans (30 – 40%) blau – verdós	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacat colors pastel (60 – 70%) vermell, marró, groc	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacat colors pastel (60 – 70%) blau - verdós	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

⁽¹⁾ Valors mínims d'il·luminació mitjana en servei amb manteniment de la instal·lació sobre la superfície neta il·luminada amb làmpada d'incandescència.

⁽²⁾ Coeficients multiplicadors de correcció per a làmpades d'halogenurs metàl·lics (HM), vapor de mercuri (VM), de vapor de sodi a alta pressió (SAP) i a baixa pressió (SBP), així com per a l'estat de neteja de la superfície il·luminada.

En tot cas, s'han de complir els valors màxims de luminància mitjana, establertes per a cada zona E1, E2, E3 i E4 a la taula 3 de la Instrucció tècnica complementària ITC-EA-03.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

5. ENLLUMENAT PER A VIGILÀNCIA I SEGURETAT NOCTURNA

És el corresponent a la il·luminació de façanes i àrees destinades a activitats industrials, comercials, de serveis, esportives i recreatives, etc. amb fins de vigilància i seguretat durant la nit.

La taula 12 inclou els valors de referència dels nivells d'il·luminació mitjana vertical en façana de l'edifici i horitzontal als seus voltants, en funció de la reflectància o factor de reflexió ρ de la façana.

Taula 12 – Nivells d'il·luminació mitjana en enllumenat per a vigilància i seguretat nocturna

Factor de reflexió façana edifici	Il·luminació mitjana E_m (lux) ⁽¹⁾	
	Vertical a la façana ⁽²⁾	Horitzontal als voltants
Molt clara $\rho=0,60$	1	1
Normal $\rho=0,30$	2	2
Fosca $\rho=0,15$	4	2
Molt fosca $\rho=0,075$	8	4

⁽¹⁾ Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb manteniment de la instal·lació d'enllumenat.
⁽²⁾ La il·luminació mitjana vertical només es considera fins a una altura de 4 m

A les àrees destinades a activitats industrials, comercials, de serveis, esportives, recreatives, etc. els nivells de referència mitjans d'il·luminació són els següents:

- Àrees de risc normal: 5 lux
- Àrees de risc elevat: 20 lux
- Àrees d'alt risc: 50 lux

Per obtenir aquests nivells s'admet la instal·lació d'un sistema d'enllumenat de seguretat temporitzat, activat per detectors de presència.

6. ENLLUMENAT DE SENYALS I ANUNCIS LLUMINOSOS

És el corresponent a senyals, cartells, anuncis lluminosos, anuncis il·luminats, enllumenat d'aparadors, mobiliari urbà i edicles com ara marquesines, cabines telefòniques, etc. S'exclouen d'aquest tipus tots els senyals i anuncis de trànsit.

Els valors de referència de nivells màxims de luminància (cd/m^2) per a senyals i anuncis lluminosos i il·luminats en funció de la superfície (m^2), són els determinats a la taula 13.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 02

Taula 13 – Nivells de luminància màxima de senyals i anuncis lluminosos.

Superfície (m ²)	Luminància màxima (cd/m ²)
$S \leq 0,5$	1.000
$0,5 < S \leq 2$	800
$2 < S \leq 10$	600
$S > 10$	400

En tot cas, s'han de complir els valors màxims de luminància de rètols i anuncis lluminosos establerts per a cada zona E1, E2, E3 i E4 a la taula 3 de la Instrucció tècnica complementària ITC-EA-03.

7. ENLLUMENAT FESTIU I DE NADAL

La potència màxima instal·lada per unitat de superfície (W/m²), en funció de l'amplada del carrer i del nombre d'hores de funcionament a l'any de l'enllumenat festiu o de Nadal, no ha de sobrepassar els valors establerts a la taula 14. No s'estableix límit de potència instal·lada per unitat de superfície per a enllumenats festius i de Nadal d'una durada de funcionament inferior a 100 hores anuals.

Taula 14 – Valors màxims de la potència instal·lada en enllumenat festiu i de Nadal.

Amplada del carrer entre façanes	Potència màxima instal·lada per unitat de superfície W/m ²	
	Nre. d'hores a l'any de funcionament superior a 200 hores	Nre. d'hores a l'any de funcionament entre 100 i 200 hores
Fins a 10 m	10	15
Entre 10 m i 20 m	8	12
Més de 20 m	6	9

8. ENLLUERNAMENTS

8.1 Instal·lacions d'enllumenat viari funcional

En les instal·lacions d'enllumenat funcional, l'enlluernament pertorbador o increment de llindar màxim T1 en % per a cada classe d'enllumenat és el que estableix la taula 6 d'aquesta ITC-EA-02.

Quan s'utilitzi el criteri d'il·luminació, de conformitat amb el que assenyalava l'epígraf 2.3 d'aquesta ITC, s'ha de limitar la intensitat lluminosa dels llums de conformitat amb el que disposa la taula 10 d'aquesta ITC-EA-02.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

8.2 Instal·lacions d'enllumenat viari ambiental

La taula 15 proporciona les classes D d'índex d'enlluernament que s'ha d'utilitzar per satisfer els requisits apropiats de l'enlluernament molest per als llums d'ambient amb superfície lluminosa difusora, instal·lats a baixa altura.

L'índex d'enlluernament d'una instal·lació d'enllumenat viari ambiental és

$$D = I \cdot A^{-0.5} \text{ cd/m}^2$$

on:

I és el valor màxim de la intensitat lluminosa (cd) en qualsevol direcció que formi un angle de 85° amb la vertical. A és l'àrea aparent (m²) de les parts lluminoses del llum en un pla perpendicular a la direcció de la intensitat (I).

Si en la direcció de la intensitat I són visibles parts de la font lluminosa, o bé directament o bé com a imatges, s'aplica la classe D0. En aquest cas s'han d'utilitzar fonts lluminoses de baixa brillantor, per exemple làmpades fluorescents.

Taula 15 - Classes D d'índex d'enlluernament

Classe	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índex d'enlluernament màxim	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Per a l'enllumenat de vies de vianants, les classes D d'índex d'enlluernament màxim en funció de l'altura h de muntatge en metres dels llums són les que indica la taula 16:

Taula 16 - Índex d'enlluernament en funció de l'altura de muntatge

Altura de muntatge	Classes D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

8.3 Altres instal·lacions d'enllumenat

Per avaluar l'enlluernament en la il·luminació -de recintes oberts-, superfícies, instal·lacions esportives i àrees de treball exteriors, aparcaments i, en general, en la il·luminació a gran altura s'utilitza l'índex d'enlluernament GR amb una escala de 0 a 100, en ordre creixent d'enlluernament, que és la que indica la taula 17:

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

Taula 17 - Avaluació de l'enlluernament mitjançant l'índex GR

Enlluernament	Índex GR
Insignificat	10
Lleuger	30
Límit admissible	50
Molest	70
Insuportable	90

Els límits d'enlluernament per a aquest tipus d'instal·lacions d'enllumenat són els establerts a la taula 18.

Taula 18 - Límits de l'enlluernament en recintes oberts i, en general en la il·luminació a gran altura

Destí de l'enllumenat	Tipus d'activitat	GR _{màx}
La salvaguarda i seguretat	Riscos baixos	55
	Riscos mitjans	50
	Riscos alts	45
El moviment i seguretat	Només vianants	55
	Trànsit lent	50
	Trànsit normal	45
El treball	Bast	55
	Bast i mitjà	50
	Fi	45
Instal·lacions esportives	Entrenament	55
	Competició	50
Per a tasques decisives de visió en àrees de treball els valors de GR _{màx} són 5 unitats per sota de les establertes		

9. NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ BAIXOS

Amb la finalitat d'estalviar energia, disminuir la resplendor lluminosa nocturna i limitar la llum molesta, a determinades hores de la nit s'ha de reduir el nivell d'il·luminació en les instal·lacions d'enllumenat viari, enllumenat específic, enllumenat ornamental i enllumenat de senyals i anuncis lluminosos, amb una potència instal·lada superior a 5 kW, llevat que, per raons de seguretat, que s'han de justificar en el projecte, no sigui recomanable fer variacions temporals o reducció dels nivells d'il·luminació.

Quan es redueixi el nivell d'il·luminació, és dir, variï la classe d'enllumenat a una hora determinada, s'han de mantenir els criteris d'uniformitat de lluminància / il·luminació i enlluernament establerts en aquesta Instrucció ITC-EA-02.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 02

10. CLASSES D'ENLLUMENAT D'UN NIVELL D'IL·LUMINACIÓ SEMBLANT

A la taula 19 s'indiquen a la mateixa columna les diferents classes d'enllumenat que es consideren equivalents per tenir un nivell d'il·luminació semblant.

TAULA 19 – Classes d'enllumenat d'un nivell d'il·luminació semblant

	ME 1 MEW 1	ME 2 MEW 2	ME 3 MEW 3	ME 4 MEW 4	ME 5 MEW 5	ME 6
CEO	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	
			S 1	S 2	S 3	S 4

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA I LLUM INTRUSA O MOLESTA

ITC – EA – 03

Instrucció tècnica complementària EA -03

RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA I LLUM INTRUSA O MOLESTA

ÍNDEX

1. RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA
 - 1.1 Limitacions de les emissions lluminoses
 - 1.2 Làmpades
2. LIMITACIÓ DE LA LLUM INTRUSA O MOLESTA

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA I LLUM INTRUSA O MOLESTA

ITC – EA – 03

1. RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA

La resplendor lluminosa nocturna o contaminació lumínica és la lluminositat produïda al cel nocturn per la difusió i reflexió de la llum en els gasos, aerosols i partícules en suspensió a l'atmosfera, procedent, entre altres orígens, de les instal·lacions d'enllumenat exterior, o bé per emissió directa cap al cel o reflectida per les superfícies il·luminades.

A la taula 1 es classifiquen les diferents zones en funció de la seva protecció contra la contaminació lluminosa, segons el tipus d'activitat que es porta a terme en cadascuna de les zones.

Taula 1 – Classificació de zones de protecció contra la contaminació lluminosa

CLASSIFICACIÓ DE ZONES	DESCRIPCIÓ
E1	ÀREES AMB ENTORNS O PAISATGES FOSCOS: Observatoris astronòmics de categoria internacional, parcs nacionals, espais d'interès natural, àrees de protecció especial (xarxa natura, zones de protecció d'ocells, etc.), on les carreteres estan sense il·luminar.
E2	ÀREES DE BRILLANTOR O LLUMINOSITAT BAIXA: Zones periurbanes o extraradis de les ciutats, sòls no urbanitzables, àrees rurals i sectors generalment situats fora de les àrees residencials urbanes o industrials, on les carreteres estan il·luminades.
E3	ÀREES DE BRILLANTOR O LLUMINOSITAT MITJANA: Zones urbanes residencials, on les calçades (vies de trànsit rodat i voreres) estan il·luminades.
E4	ÀREES DE BRILLANTOR O LLUMINOSITAT ALTA: Centres urbans, zones residencials, sectors comercials i d'oci, amb elevada activitat durant la franja horària nocturna.

1.1 Limitacions de les emissions lluminoses

S'han de limitar les emissions lluminoses cap al cel en les instal·lacions d'enllumenat exterior, excepte les d'enllumenat festiu i de Nadal.

La lluminositat del cel produïda per les instal·lacions d'enllumenat exterior depèn del flux hemisfèric superior instal·lat i és directament proporcional a la superfície il·luminada i al seu nivell d'il·luminació, i inversament proporcional als factors d'utilització i manteniment de la instal·lació.

El flux hemisfèric superior instal·lat FHS_{inst} o emissió directa dels llums a implantar en cada zona E1, E2, E3 i E4 no ha de superar els límits que estableix la taula 2.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA I LLUM INTRUSA O MOLESTA

ITC – EA – 03

Taula 2 - Valors límit del flux hemisfèric superior instal·lat

CLASSIFICACIÓ DE ZONES	FLUX HEMISFÈRIC SUPERIOR INSTAL·LAT FHS_{INST}
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

A més d'ajustar-se als valors de la taula 2, per reduir les emissions cap al cel tant directes com les reflectides per les superfícies il·luminades, la instal·lació dels llums ha de complir els requisits següents:

- S'ha d'il·luminar només la superfície que es vol dotar d'enllumenat.
- Els nivells d'il·luminació no han de superar els valors màxims establerts a la ITC-EA-02.
- El factor d'utilització i el factor de manteniment de la instal·lació ha de satisfer els valors mínims establerts a la ITC-EA-04.

1.2 Làmpades

A la zona E1 s'han d'utilitzar làmpades de vapor de sodi. Quan no sigui possible utilitzar aquestes làmpades, s'ha de procedir a filtrar la radiació de longituds d'ona inferiors a 440 nm.

2. LIMITACIÓ DE LA LLUM INTRUSA O MOLESTA

Amb l'objecte de minimitzar els efectes de la llum intrusa o molesta procedent d'instal·lacions d'enllumenat exterior, sobre residents i sobre els ciutadans en general, les instal·lacions d'enllumenat exterior, excepte l'enllumenat festiu i de Nadal, s'han de dissenyar perquè compleixin els valors màxims establerts a la taula 3 dels paràmetres següents:

- Il·luminació vertical (E_v) en finestres;
- Luminància (L) dels llums mesurada com a intensitat lluminosa (I) emesa per cada llum en la direcció potencial de la molèstia;
- Luminància mitjana (L_m) de les superfícies dels paraments dels edificis que com a conseqüència d'una il·luminació excessiva pugui produir molèsties;
- Luminància màxima ($L_{m\grave{a}x}$) de senyals i anuncis lluminosos;
- Increment llindar de contrast (TI) que expressa la limitació de l'enlluernament pertorbador o incapacitador en les vies de trànsit rodat produït per instal·lacions d'enllumenat diferents de les de vials. Aquest increment constitueix la mesura per la qual es quantifica la pèrdua de visió causada per l'enlluernament. El TI produït per l'enllumenat viari està limitat per la ITC-EA-02.

En funció de la classificació de zones (E1, E2, E3 i E4) la llum molesta procedent de les instal·lacions d'enllumenat exterior s'ha de limitar als valors indicats a la taula 3:

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

RESPLENDOR LLUMINOSA NOCTURNA I LLUM INTRUSA O MOLESTA

ITC – EA – 03

Taula 3.- Limitacions de la llum molesta procedent d'instal·lacions d'enllumenat exterior

Paràmetres luminotècnics	Valors màxims			
	Observatoris astronòmics i parcs naturals E1	Zones periurbanes i àrees rurals E2	Zones urbanes residencials E3	Centres urbans i àrees comercials E4
Il·luminació vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensitat lluminosa emesa pels llums (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminància mitjana de les façanes (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminància màxima de les façanes ($L_{m\max}$)	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminància màxima de senyals i anuncis lluminosos ($L_{m\max}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Increment de llindar de contrast (TI)	Classe d'enllumenat			
	Sense il·luminació	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% per a adaptació a L = 0,1 cd/m ²	TI = 15% per a adaptació a L = 1 cd/m ²	TI = 15% per a adaptació a L = 2 cd/m ²	TI = 15% per a adaptació a L = 5 cd/m ²

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ITC - EA - 04

Instrucció tècnica complementària EA -04

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ÍNDEX

1. GENERALITATS
2. LÀMPADES
3. LLUMS
 - 3.1 Prescripcions específiques dels projectors
4. EQUIPS AUXILIARS
5. SISTEMES D'ACCIONAMENT
6. SISTEMES DE REGULACIÓ DEL NIVELL LLUMINÓS

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 04

1. GENERALITATS

Pel que fa als mètodes de mesurament i presentació de les característiques fotomètriques de làmpades i llums, s'ha de seguir el que estableixen les normes rellevants de la sèrie UNE-EN 13032 "Llum i enllumenat. Mesurament i presentació de dades fotomètriques de làmpades i llums".

El flux hemisfèric superior instal·lat (FHS_{INST}), rendiment del llum (η), factor d'utilització (f_u), grau de protecció IP, eficàcia de la làmpada i altres característiques rellevants per a cada tipus de llum, làmpada o equips auxiliars, els ha de garantir el fabricant mitjançant una declaració expressa o certificació d'un laboratori acreditat.

A fi de garantir que els paràmetres de disseny de les instal·lacions s'ajustin als valors nominals previstos, els equips auxiliars que s'incorporin a les instal·lacions d'enllumenat han de complir les condicions de funcionament que estableixen les normes UNE-EN de prescripcions de funcionament següents:

- a) UNE-EN 60921 - Estabilitzadors per a làmpades fluorescents
- b) UNE-EN 60923 - Estabilitzadors per a làmpades de descàrrega, excloses les fluorescents.
- c) UNE-EN 60929 - Estabilitzadors electrònics alimentats en c.a. per a làmpades fluorescents.

2. LÀMPADES

Excepte les il·luminacions de Nadal i festives, les làmpades utilitzades en instal·lacions d'enllumenat exterior han de tenir una eficàcia lluminosa superior a:

- a) 40 lum/W, per a enllumenats de vigilància i seguretat nocturna i de senyals i anuncis lluminosos
- b) 65 lum/W, per a enllumenats viaris, específic i ornamental

3. LLUMS

Els llums, incloent-hi els projectors, que s'instal·lin a les instal·lacions d'enllumenat excepte els d'enllumenat festiu i de Nadal, han de complir els requisits de la taula 1 respecte als valors de rendiment del llum (η) i factor d'utilització (f_u).

Pel que fa al factor de manteniment (f_m) i al flux hemisfèric superior instal·lat (FHS_{INST}), han de complir el que disposen la ITC-EA-06 i la ITC-EA-03, respectivament.

A més, els llums s'han de triar de manera que es compleixin els valors d'eficiència energètica mínima per a instal·lacions d'enllumenat viari, i la resta de requisits per a altres instal·lacions d'enllumenat, segons el que estableix la ITC-EA-01.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 04

Taula 1 - Característiques dels llums i projectors.

PARÀMETRES	ENLLUMENAT VIARI		RESTA D'ENLLUMENATS (1)	
	Funcional	Ambiental	Projectors	Llums
Rendiment	≥ 65%	≥ 55%	≥ 55%	≥ 60%
Factor d'utilització	(2)	(2)	≥ 0,25	≥ 0,30

(1) Excepte d'enllumenat festiu i de Nadal.
(2) Han d'assolir els valors que permetin complir els requisits mínims d'eficiència energètica establerts a les taules 1 i 2 de la ITC-EA-01.

3.1 Prescripcions específiques dels projectors

3.1.1 Els projectors són llums la distribució fotomètrica dels quals, aconseguida mitjançant un sistema òptic especialment dissenyat, permet la il·luminació a una certa distància de la ubicació del projector.

3.1.2 A fi d'aconseguir una elevada eficiència energètica, quan s'utilitzin projectors per a la il·luminació de superfícies horitzontals, s'han de complir els aspectes següents:

- a) S'han d'utilitzar preferentment projectors del tipus asimètric per tal de controlar la llum emesa cap a l'hemisferi superior.
- b) L'angle d'inclinació en l'emplaçament, que correspon al valor de $I_{m\grave{a}x}/2$ situat per damunt de la intensitat màxima ($I_{m\grave{a}x}$) emesa pel projector ha de ser inferior a 70° respecte a la vertical. És a dir, que la inclinació de la intensitat màxima ($I_{m\grave{a}x}$) ha de ser inferior a:
 - b.1.- 60° per a un projector amb un semiangle d'obertura per damunt de la $I_{m\grave{a}x}$ que sigui de 10° .
 - b.2.- 65° per a un projector amb un semiangle d'obertura per damunt de la $I_{m\grave{a}x}$ que sigui de 5° .

No obstant això, en tot cas, l'angle d'inclinació corresponent a la intensitat màxima ($I_{m\grave{a}x}$) ha de ser inferior a 70° respecte a la vertical.

- c) La intensitat en angles superiors a 85° emesa pel projector s'ha de limitar a 50 cd/klm com a màxim.

3.1.3 En la il·luminació de superfícies verticals, com ara l'ornamental de façanes i monuments, sempre que sigui factible, s'han de complir els aspectes següents:

- a) Per tal de controlar la llum, s'han d'utilitzar preferentment projectors del tipus asimètric o que disposin de l'apantallament necessari.
- b) La il·luminació s'ha de fer preferentment en sentit descendent, és a dir, de dalt a baix.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 04

- c) Quan això sigui impossible, s'ha d'intentar que la línia d'intensitat màxima del projector no sobrepassi l'horitzontal en més de 30°
- d) El flux lluminós emès pel projector s'ha d'ajustar a la superfície que s'ha d'il·luminar i, en tot cas, no s'ha de projectar fora d'aquesta superfície una intensitat lluminosa superior a 50 cd/km.

4. EQUIPS AUXILIARS

La potència elèctrica màxima consumida pel conjunt de l'equip auxiliar i làmpada de descàrrega no ha de superar els valors de la taula 2.

Taula 2 - Potència màxima del conjunt làmpada i equip auxiliar.

POTÈNCIA NOMINAL DE LÀMPADA (W)	POTÈNCIA TOTAL DEL CONJUNT (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270 (2,15A) 277 (3A)	--	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	--	425

La potència elèctrica màxima consumida del conjunt equip auxiliar i làmpada fluorescent s'han d'ajustar als valors admesos pel Reial decret 838/2002, de 2 d'agost, pel qual s'estableixen els requisits d'eficiència energètica dels estabilitzadors de làmpades fluorescents.

5. SISTEMES D'ACCIONAMENT

Els sistemes d'accionament han de garantir que les instal·lacions d'enllumenat exterior s'encenguin i s'apaguin amb precisió a les hores previstes quan la lluminositat ambiental ho requereixi, per tal d'estalviar energia.

L'accionament de les instal·lacions d'enllumenat exterior s'ha de portar a terme mitjançant diversos dispositius, com ara fotocèl·lules, rellotges astronòmics i sistemes d'encesa centralitzada.

Qualsevol instal·lació d'enllumenat exterior amb una potència de làmpades i equips auxiliars superior a 5 kW ha d'incorporar un sistema d'accionament per rellotge astronòmic o sistema d'encesa centralitzat, mentre que en aquelles amb una potència en làmpades i equips auxiliars inferior o igual a 5 kW també s'hi pot incorporar un sistema d'accionament mitjançant fotocèl·lula.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

COMPONENTS DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 04

6. SISTEMES DE REGULACIÓ DEL NIVELL LLUMINÓS

Amb la finalitat d'estalviar energia, les instal·lacions d'enllumenat recollides al capítol 9 de la ITC-EA-02 s'han de projectar amb dispositius o sistemes per regular el nivell lluminós mitjançant algun dels sistemes següents:

- a) estabilitzadors sèrie de tipus inductiu per a doble nivell de potència;
- b) reguladors - estabilitzadors en capçalera de línia;
- c) estabilitzadors electrònics de potència regulable.

Els sistemes de regulació del nivell lluminós han de permetre la disminució del flux emès fins a un 50% del valor en servei normal, mantenint la uniformitat dels nivells d'il·luminació, durant les hores amb funcionament reduït.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS

ITC – EA – 05

Instrucció tècnica complementària EA- 05

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS

ÍNDEX

1. DOCUMENTACIÓ TÈCNICA
 - 1.1 Projecte
 - 1.2 Memòria tècnica de disseny (MTD)
2. VERIFICACIÓ I INSPECCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS
 - 2.1 Règim de verificacions i inspeccions
 - 2.2 Mesuraments
 - 2.3 Procediment d'avaluació
 - 2.4 Classificació de defectes i deficiències de funcionament

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS

ITC – EA – 05

1. DOCUMENTACIÓ TÈCNICA

Segons el que preveu l'article 10 del Reglament d'eficiència d'enllumenat exterior, la documentació complementària de les instal·lacions incloses al seu àmbit d'aplicació ha de contenir els càlculs d'eficiència energètica i altres requisits establerts en aquesta Instrucció tècnica complementària, en forma de projecte o memòria tècnica de disseny, segons correspongui.

1.1 Projecte

La redacció del projecte ha de ser tal que permeti l'execució de les obres i instal·lacions previstes per un altre tècnic diferent al seu autor.

A la memòria del projecte s'han de concretar les característiques de tots els components i les obres projectades, amb especial referència al compliment del Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i a la millora de l'eficiència i l'estalvi energètic. Entre altres dades, s'hi han d'incloure:

- a) Les referents al titular de la instal·lació.
 - b) Emplaçament de la instal·lació.
 - c) Ús al qual es destina.
 - d) Relació de llums, làmpades i equips auxiliars que es prevegi instal·lar i la potència.
 - e) Factor d'utilització (f_u) i de manteniment (f_m) de la instal·lació d'enllumenat exterior, eficiència de les làmpades i equips auxiliars a utilitzar (ϵ_L), rendiment del llum (η), flux hemisfèric superior instal·lat (FHS_{INST}), disposició espacial adoptada per als llums i, quan sigui procedent, la relació luminància/il·luminació (L/E) de la instal·lació.
 - f) Règim de funcionament previst i descripció dels sistemes d'accionament i de regulació del nivell lluminós.
 - g) Mesures adoptades per a la millora de l'eficiència i l'estalvi energètic, així com per a la limitació de la resplendor lluminosa nocturna i reducció de la llum intrusa o molesta.
- Així mateix, d'acord amb el que disposa la ITC-EA-01, a les instal·lacions d'enllumenat exterior, excepte les d'enllumenat de senyals i anuncis lluminosos i les d'enllumenat festiu i de Nadal, s'hi ha d'incorporar:
- h) Càlcul de l'eficiència energètica de la instal·lació ϵ , per a cada una de les solucions adoptades.
 - i) Qualificació energètica de la instal·lació en funció de l'índex d'eficiència energètica (I_ϵ).

La memòria del projecte s'ha de complementar amb els annexos relatius als càlculs luminotècnics –il·luminació, luminàncies amb les seves uniformitats i enlluernaments, relació amb l'entorn-, el pla de manteniment que s'ha de portar a terme i els corresponents a la determinació dels costos d'explotació i manteniment.

1.2 Memòria tècnica de disseny (MTD)

A la memòria s'hi han de concretar les característiques de tots els components i de les obres projectades, amb especial referència al compliment del Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i a la millora de l'eficiència i l'estalvi energètic. Entre altres dades, s'hi han d'incloure:

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS	ITC – EA – 05
<p>a) Les referents al titular de la instal·lació.</p> <p>b) Emplaçament de la instal·lació.</p> <p>c) Ús al qual es destina.</p> <p>d) Relació de llums, làmpades i equips auxiliars que es prevegi instal·lar i la potència.</p> <p>e) Factor d'utilització (f_u) i de manteniment (f_m) de la instal·lació d'enllumenat exterior, eficiència de les làmpades i equips auxiliars a utilitzar (C_L), rendiment del llum (η), flux hemisfèric superior instal·lat (FHS_{INST}) i disposició espacial adoptada per als llums.</p> <p>f) Règim de funcionament previst i descripció dels sistemes d'accionament de la instal·lació.</p> <p>g) Mesures adoptades per a la millora de l'eficiència i estalvi energètic, així com per a la limitació de la resplendor lluminosa nocturna i reducció de la llum intrusa o molesta.</p> <p>Així mateix, d'acord amb el que disposa la ITC-EA-01, en les instal·lacions d'enllumenat exterior, amb excepció de les d'enllumenat de senyals i anuncis lluminosos i les d'enllumenat festiu i de Nadal, s'hi ha d'incorporar:</p> <p>h) Càlcul de l'eficiència energètica de la instal·lació ϵ, per a cada una de les solucions adoptades.</p> <p>i) Qualificació energètica de la instal·lació en funció de l'índex d'eficiència energètica (I_ϵ).</p> <p>La memòria tècnica de disseny s'ha de complementar amb els annexos relatius als càlculs luminotècnics d'il·luminació amb les seves uniformitats.</p> <p>Per a les instal·lacions d'enllumenat festiu i de Nadal, només s'hi ha d'incloure la informació corresponent als apartats a), b), c) i d) anteriors, així com:</p> <p>j) Percentatge de la potència instal·lada corresponent a làmpades incandescentes convencionals</p> <p>k) Amplada del carrer</p> <p>l) Potència de les làmpades incandescentes convencionals utilitzades.</p> <p>m) Potència màxima instal·lada, per unitat de superfície del carrer.</p> <p>2. VERIFICACIÓ I INSPECCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS</p> <p><u>2.1 Règim de verificacions i inspeccions</u></p> <p>En virtut del que preveu l'article 13 del Reglament, s'ha de comprovar el compliment de les disposicions i els requisits d'eficiència energètica establerts en el Reglament i les seves instruccions tècniques complementàries, mitjançant verificacions i inspeccions, que les han de fer, respectivament, instal·ladors autoritzats d'acord amb el Reglament electrotècnic per a baixa tensió, aprovat pel Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, i organismes de control, autoritzats per a aquest camp reglamentari segons el que disposa el Reial decret 2200/1995, de 28 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament de la infraestructura per a la qualitat i la seguretat industrial, que s'indiquen a continuació:</p> <p>a) Verificació inicial, prèviament a la posada en servei: totes les instal·lacions;</p> <p>b) Inspecció inicial, prèviament a la posada en servei: les instal·lacions de més de 5 kW de potència instal·lada;</p> <p>c) Verificacions cada 5 anys: les instal·lacions de fins a 5 kW de potència instal·lada;</p>		

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS	ITC – EA – 05
--	---	---------------

d) Inspeccions cada 5 anys: les instal·lacions de més de 5 kW de potència instal·lada.

2.2 Mesuraments

2.2.1 Una vegada finalitzada la instal·lació de l'enllumenat exterior s'ha de procedir a fer els mesuraments elèctrics i luminotècnics, per tal de comprovar els càlculs del projecte.

2.2.2 La verificació de la instal·lació d'enllumenat, tant inicial com periòdica, que l'ha de fer un instal·lador autoritzat, ha d'incloure els mesuraments següents:

- a) Potència elèctrica consumida per la instal·lació. La potència s'ha de mesurar mitjançant un analitzador de potència trifàsic amb una exactitud de més del 5%. Durant el mesurament de la potència consumida, s'ha de registrar la tensió d'alimentació i s'ha de tenir en compte la seva desviació respecte a la tensió nominal, per al càlcul de la potència de referència utilitzada en el projecte.
- b) Il·luminació mitjana de la instal·lació. El valor d'aquesta il·luminació és el valor mitjà de les il·luminacions mesurades en els punts de la retícula de càlcul, d'acord amb el que estableix la ITC-EA-07. Es pot aplicar el mètode simplificat de mesurament de la il·luminació mitjana, denominat dels "nou punts".
- c) Uniformitat de la instal·lació. Per calcular els valors d'uniformitat mitjana, s'han de tenir en compte els mesuraments individuals realitzats per calcular la il·luminació mitjana.

2.2.3 La inspecció de les instal·lacions, tant inicial com periòdica, que ha de fer l'organisme de control, ha d'incloure, a més dels mesuraments descrits anteriorment, els següents:

- d) Luminància mitjana de la instal·lació. Aquest mesurament es realitza quan la situació de projecte inclogui classes d'enllumenat amb valors de referència per a aquesta magnitud.
- e) Enlluernament pertorbador i relació entorn SR

2.2.4 A partir dels mesuraments anteriors, s'ha de determinar l'eficiència energètica (ϵ) i l'índex d'eficiència energètica (I_e) reals de la instal·lació d'enllumenat exterior. El valor de l'eficiència energètica (ϵ) no ha de ser inferior en més d'un 10% al del valor (ϵ) projectat i la qualificació energètica de la instal·lació (I_e) ha de coincidir amb la projectada.

2.3 Procediment d'avaluació

2.3.1 Els organismes de control han de fer la inspecció de les instal·lacions sobre la base de les prescripcions del Reglament d'eficiència energètica d'enllumenat exterior i les seves instruccions tècniques complementàries i, si s'escau, del que especifica la documentació tècnica, aplicant els criteris per a la classificació de defectes que s'esmenten a l'apartat següent. L'empresa instal·ladora, si ho considera convenient, pot assistir a la realització d'aquestes inspeccions.

En les verificacions periòdiques, els instal·ladors autoritzats s'han d'atenir als mesuraments establertes a l'apartat anterior.

Com a resultat de la inspecció o verificació, l'organisme de control o l'instal·lador autoritzat, segons el cas, ha d'emetre un certificat d'inspecció o de verificació, respectivament, on constin les dades d'identificació de la instal·lació, els mesuraments realitzats i la possible relació de defectes, amb la seva classificació, i la qualificació de la instal·lació, que pot ser:

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS

ITC – EA – 05

a) Favorable: quan no es determini l'existència de cap defecte molt greu o greu. En aquest cas, els possibles defectes lleus s'han d'anotar perquè el titular en tingui constància, amb la indicació que ha de posar els mitjans per solucionar-los abans de la pròxima inspecció. Així mateix, poden servir de base a efectes estadístics i de control de la tasca de les empreses instal·ladores.

b) Condicionada: quan es detecti l'existència d'un defecte greu o d'un defecte lleu, com a mínim, procedent d'una altra inspecció anterior que no s'hagi corregit. En aquest cas:

b.1) Les instal·lacions noves que siguin objecte d'aquesta qualificació no poden ser subministrades d'energia elèctrica mentre no s'hagin corregit els defectes indicats i puguin obtenir la qualificació de favorable.

b.2) A les instal·lacions en servei se'ls ha de fixar un termini per procedir a la correcció, que no pot superar els 6 mesos. Transcorregut aquest termini sense que s'hagin solucionat els defectes, l'organisme de control ha de remetre el certificat amb la qualificació negativa a l'Administració pública competent.

c) Negativa: quan s'observi, com a mínim, un defecte molt greu. En aquest cas:

c.1) Les noves instal·lacions no poden entrar en servei mentre no s'hagin corregit els defectes i puguin obtenir la qualificació de favorable.

c.2) A les instal·lacions en servei se'ls ha d'emetre un certificat negatiu, que s'ha de remetre immediatament a l'Administració pública competent.

2.4 Classificació de defectes i deficiències de funcionament

Els defectes i les deficiències de funcionament en les instal·lacions d'enllumenat exterior es classifiquen en molt greus, greus i lleus.

2.4.1 Defecte i deficiència de funcionament molt greu

Defecte i deficiència de funcionament molt greu són aquells que afecten molt greument l'eficiència energètica de la instal·lació, resplendor lluminosa nocturna i llum intrusa o molesta generada.

Sense caràcter exhaustiu, es consideren, de manera expressa, defectes o deficiències de funcionament molt greus, els següents:

- No assolir injustificadament el 75% dels valors d'eficiència energètica mínima (ϵ) establerts a la ITC-EA-01 o no arribar al 75% dels valors d'eficiència energètica projectats, quan no hi hagi valors mínims.
- Superar injustificadament en més del 50% els nivells màxims d'il·luminació en servei amb manteniment de la instal·lació (ITC-EA-02).
- No disposar de sistema de regulació del nivell lluminós de conformitat amb les condicions establertes a l'apartat 10 de la ITC-EA-02.
- Eludir reiteradament el compliment dels horaris d'utilització de les instal·lacions.
- Incomplir en més del 15% les limitacions del flux hemisfèric superior instal·lat emès pels llums establertes a la ITC-EA-03.

MINISTERI D'INDÚSTRIA TURISME I COMERÇ	DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS	ITC – EA – 05
--	---	---------------

- f) No implantar el servei de manteniment.
- g) La reincidència manifesta en defectes i deficiències de funcionament greus.

2.4.2 Defecte i deficiència de funcionament greu

Defecte i deficiència de funcionament greu són aquells que perjudiquen substancialment l'eficiència energètica de la instal·lació, o suposen un increment important de la resplendor lluminosa nocturna i la llum intrusa o molesta.

Sense caràcter exhaustiu, es consideren, de manera expressa, defectes o deficiències de funcionament greus, els següents:

- a) No assolir injustificadament el 85% dels valors d'eficiència energètica mínima (ϵ) establerts a la ITC-EA-01 o no arribar al 85% dels valors d'eficiència energètica projectats, quan no hi hagi valors mínims.
- b) Superar injustificadament en més d'un 30% els nivells màxims d'il·luminació en servei amb manteniment de la instal·lació establerts a la ITC-EA-02.
- c) Implantar un sistema de regulació del nivell lluminós inadequat o mantenir-lo avariats de manera repetida.
- d) Eludir de manera reiterada, més de 10 vegades durant l'últim any, el compliment dels horaris d'utilització de les instal·lacions.
- e) Incomplir en més del 8% les limitacions del flux hemisfèric superior instal·lat emès pels llums establertes a la ITC-EA-03.
- f) No adequar les accions de manteniment a les operacions preventives amb la periodicitat necessària, amb caiguda substancial del factor de manteniment establert a la documentació tècnica.
- g) La reiteració successiva en defectes i deficiències de funcionament lleus.

2.4.3 Defecte i deficiència de funcionament lleu

Defecte i deficiència de funcionament lleu és tot aquell que no pertorbi de manera essencial l'eficiència energètica de la instal·lació, o no generi un augment transcendental de la resplendor lluminosa nocturna i de la llum intrusa o molesta.

Sense caràcter exhaustiu, es consideren, de manera expressa, defectes o deficiències de funcionament lleus, els següents:

- a) No assolir, injustificadament, el 90 % dels valors d'eficiència energètica mínima (ϵ) establerts a la ITC-EA-01 o no arribar al 90% dels valors d'eficiència energètica projectats, quan no hi hagi valors mínims.
- b) Superar, injustificadament, en més d'un 15%, els nivells màxims d'il·luminació en servei amb manteniment de la instal·lació establerts a la ITC-EA-02.
- c) Funcionament deficient del sistema de regulació del nivell lluminós, amb un estalvi energètic inferior al previst a la documentació tècnica (projecte o memòria tècnica de disseny).
- d) Eludir més de 4 vegades a l'any el compliment dels horaris d'utilització de les instal·lacions.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

DOCUMENTACIÓ TÈCNICA, VERIFICACIONS I INSPECCIONS

ITC – EA – 05

- e) Incomplir en més del 3% les limitacions del flux hemisfèric superior instal·lat, emès pels llums establerts a la ITC-EA-03.
- f) Fer un manteniment insuficient amb caiguda del factor de manteniment de la instal·lació.
- g) Tots els defectes i deficiències de funcionament no qualificats com a greus i molt greus.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

Instrucció tècnica complementària EA- 06
MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA
DE LES INSTAL·LACIONS

ÍNDEX

1. GENERALITATS
2. FACTOR DE MANTENIMENT
3. OPERACIONS DE MANTENIMENT I EL SEU REGISTRE

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

1. GENERALITATS

Les característiques i les prestacions d'una instal·lació d'enllumenat exterior es modifiquen i es degraden al llarg del temps. Una explotació correcta i un bon manteniment permeten conservar la qualitat de la instal·lació, assegurar-ne el millor funcionament possible i aconseguir una eficiència energètica idònia.

Les característiques fotomètriques i mecàniques d'una instal·lació d'enllumenat exterior es degraden al llarg del temps per moltes causes. Les més importants són les següents:

- La baixada progressiva del flux emès per les làmpades.
- L'embrutiment de les làmpades i del sistema òptic del llum.
- L'envelliment dels diferents components del sistema òptic dels llums (reflector, refractor, tancament, etc.).
- El cessament de funcionament prematur de les làmpades.
- Els desperfectes mecànics deguts a accidents de trànsit, actes de vandalisme, etc.

La peculiar implantació de les instal·lacions d'enllumenat exterior a la intempèrie, sotmeses als agents atmosfèrics, el risc que suposa que una part dels seus elements siguin fàcilment accessibles, així com la funció primordial que tenen aquestes instal·lacions en matèria de seguretat viària, així com de les persones i els béns, obliguen a establir un manteniment correcte d'aquestes instal·lacions.

2. FACTOR DE MANTENIMENT

El factor de manteniment (f_m) és la relació entre la il·luminació mitjana a la zona il·luminada després d'un determinat període de funcionament de la instal·lació d'enllumenat exterior (il·luminació mitjana en servei – E_{servei}), i la il·luminació mitjana obtinguda a l'inici del seu funcionament com a instal·lació nova (il·luminació mitjana inicial – $E_{inicial}$).

$$f_m = \frac{E_{servei}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

El factor de manteniment ha de ser sempre inferior a la unitat ($f_m < 1$), i interessa que sigui al més alt possible per a la freqüència de manteniment més baixa que es pugui portar a terme.

El factor de manteniment és funció fonamentalment de:

- a) El tipus de làmpada, depreciació del flux lluminós i la seva supervivència en el transcurs del temps;
- b) L'estanquitat del sistema òptic del llum mantinguda al llarg del seu funcionament;
- c) La naturalesa i modalitat de tancament del llum;
- d) La qualitat i freqüència de les operacions de manteniment;
- e) El grau de contaminació de la zona on s'instal·li el llum.

El factor de manteniment és el producte dels factors de depreciació del flux lluminós de les làmpades, de la seva supervivència i de la depreciació del llum, de manera que s'ha de verificar:

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

On:

FDFL = factor de depreciació del flux lluminós de la làmpada.

FSL = factor de supervivència de la làmpada.

FDLU = factor de depreciació del llum.

En el cas de túnels i passos inferiors de trànsit rodat i de vianants, també s'ha de tenir en compte el factor de depreciació de les superfícies del recinte (FDSR), de manera que s'ha de complir:

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU} \cdot \text{FDSR}$$

Els factors de depreciació i supervivència màxims admesos s'indiquen a les taules 1, 2 i 3:

Taula 1 – Factors de depreciació del flux lluminós de les làmpades (FDFL)

Tipus de làmpada	Període de funcionament en hores				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodi alta pressió	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodi baixa pressió	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenurs metàl·lics	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercuri	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescent tubular trifòsfor	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescent tubular halofosfat	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescent compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Taula 2 – Factors de supervivència de les làmpades (FSL)

Tipus de làmpada	Període de funcionament en hores				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodi alta pressió	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodi baixa pressió	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenurs metàl·lics	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercuri	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescent tubular trifòsfor	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescent tubular halofosfat	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescent compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Taula 3 – Factors de depreciació dels llums (FDLU)

Grau protecció sistema òptic	Grau de contaminació	Interval de neteja en anys				
		1 any	1,5 anys	2 anys	2,5 anys	3 anys
IP 2X	Alt	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Mitjà	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Baix	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alt	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Mitjà	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Baix	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alt	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Mitjà	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Baix	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

Als efectes del càlcul del factor de manteniment, 1 any equival a 4.000 h de funcionament.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

En el cas de túnels i passos inferiors, els factors de depreciació màxims de les superfícies del recinte (FDSR) són els establerts a la taula 4.

Taula 4 – Factors de depreciació de les superfícies del recinte (FDSR)

Índex del recinte I_r	Distribució flux il·luminós	Interval de neteja en anys																	
		0,5 anys			1 any			1,5 anys			2 anys			2,5 anys			3 anys		
		Grau de contaminació ⁽¹⁾			Grau de contaminació ⁽¹⁾			Grau de contaminació ⁽¹⁾			Grau de contaminació ⁽¹⁾			Grau de contaminació ⁽¹⁾			Grau de contaminació ⁽¹⁾		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	
Petit $I_r = 0,7$	Directe	0,97	0,96	0,95	0,97	0,94	0,93	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,90	0,94	0,92	0,89	0,94	0,92	0,88
	Dir./Indir.	0,94	0,88	0,84	0,90	0,86	0,82	0,89	0,83	0,80	0,87	0,82	0,78	0,85	0,80	0,75	0,84	0,79	0,74
	Indirecte	0,90	0,84	0,80	0,85	0,78	0,73	0,83	0,75	0,69	0,81	0,73	0,66	0,77	0,70	0,62	0,75	0,68	0,59
Mitjà $I_r = 2,5$	Directe	0,98	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Dir./Indir.	0,95	0,90	0,86	0,92	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecte	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,67	0,78	0,72	0,64
Gran $I_r = 5$	Directe	0,99	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,93	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Dir./Indir.	0,95	0,90	0,86	0,94	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78
	Indirecte	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,81	0,74	0,68	0,78	0,72	0,65

(1) Grau de contaminació: B = baixa, M = mitjana, A = alta

(2) Índex del recinte $I_r = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$; on L = longitud recinte, A = amplada recinte i H = altura muntatge llums

El grau de contaminació atmosfèrica referit a les taules 3 i 4 correspon a les especificacions següents:

1) Grau de contaminació alt

A prop hi ha activitats generadores de fum i pols amb nivells elevats. Sovint els llums estan envoltats per núvols de fum i pols, cosa que comporta un embrutiment important del llum en un medi corrosiu i correspon, entre d'altres, a:

- Vies de trànsit rodat d'una intensitat de trànsit molt alta.
- Zones exposades a la pols, contaminació atmosfèrica elevada i, eventualment, a compostos corrosius generats per la indústria de producció o de transformació.
- Sectors sotmesos a la influència marítima.

2) Grau de contaminació mitjà

Al voltant hi ha activitats generadores de fum i pols d'uns nivells moderats amb intensitat de trànsit mitjana, compost de vehicles lleugers i pesats, i un nivell de partícules en l'ambient igual o inferior a 600 µg/m³, cosa que suposa un embrutiment intermedi o mitjà del llum i correspon, entre d'altres, a:

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

- a) Vies urbanes o periurbanes sotmeses a una intensitat de trànsit mitjà.
- b) Zones residencials, d'activitat o oci, amb les mateixes condicions de trànsit de vehicles.
- c) Aparcaments a l'aire lliure de vehicles

3) Grau de contaminació baix

Absència a les zones circumdants d'activitats generadores de fum i pols, amb poca intensitat de trànsit gairebé exclusivament lleuger. El nivell de partícules a l'ambient és igual o inferior a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que correspon, entre d'altres, a:

- a) Vies residencials no sotmeses a un trànsit intens de vehicles.
- b) Grans espais no sotmesos a contaminació.
- c) Medi rural.

En el projecte d'enllumenat exterior, d'acord amb els valors establerts a les taules 1, 2 i 3, s'ha de fer el càlcul del factor de manteniment (f_m), que serveix per determinar la il·luminació mitjana inicial (E_i) en funció dels valors d'il·luminació mitjana (E) en servei amb manteniment de la instal·lació establerts a la ITC-EA-02 ($E_i = E/f_m$).

3. OPERACIONS DE MANTENIMENT I EL SEU REGISTRE

Per garantir en el transcurs del temps el valor del factor de manteniment de la instal·lació, s'han de fer les operacions de reposició de làmpades i neteja de llums amb la periodicitat determinada pel càlcul del factor.

El titular de la instal·lació és el responsable de garantir l'execució del pla de manteniment de la instal·lació descrit en el projecte o memòria tècnica de disseny.

Les operacions de manteniment relatives a la neteja dels llums i a la substitució de làmpades avariades les pot fer directament el titular de la instal·lació o es poden fer mitjançant subcontractació.

Els mesuraments elèctrics i luminotècnics inclosos en el pla de manteniment els ha de fer un instal·lador autoritzat en baixa tensió, que ha de portar un registre d'operacions de manteniment on constin els resultats de les tasques realitzades.

El registre es pot fer en un llibre o en fulls de treball o en un sistema informatitzat. En qualsevol dels casos, s'han de numerar correlativament les operacions de manteniment de la instal·lació d'enllumenat exterior, i ha hi de figurar, com a mínim, la informació següent:

- a) El titular de la instal·lació i la seva ubicació.
- b) El titular del manteniment.
- c) El número d'ordre de l'operació de manteniment preventiu en la instal·lació.
- d) El número d'ordre de l'operació de manteniment correctiu.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MANTENIMENT DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS

ITC – EA – 06

- e) La data d'execució.
- f) Les operacions realitzades i el personal que les va realitzar.

A més, per tal de facilitar l'adopció de mesures d'estalvi energètic, s'ha de registrar:

- g) Consum energètic anual.
- h) Temps d'encesa i apagada dels punts de llum.
- i) Mesurament i valoració de l'energia activa i reactiva consumida, amb discriminació horària i factor de potència,.
- j) Nivells d'il·luminació mantinguts.

El registre de les operacions de manteniment de cada instal·lació s'ha de fer per duplicat i se n'ha de lliurar una còpia al titular de la instal·lació. Aquests documents s'han de guardar com a mínim durant cinc anys, comptats a partir de la data d'execució de la corresponent operació de manteniment.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

Instrucció tècnica complementària EA-07

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ÍNDEX

1. OBJECTE
2. COMPROVACIONS ABANS DE FER ELS MESURAMENTS
 - 2.1 Condicions de validesa per als mesuraments
 - 2.2 Mesurament de luminàncies
 - 2.3 Mesurament d'il·luminacions
 - 2.4 Comprovació dels mesuraments luminotècnics
3. MESURAMENT DE LUMINÀNCIA
 - 3.1 Selecció de la retícula de mesurament
 - 3.2 Posició de l'observador
 - 3.3 Àrea límit
4. MESURAMENT D'IL·LUMINACIÓ
 - 4.1 Selecció de la retícula de mesurament
 - 4.2 Àrea límit
 - 4.3 Mètode simplificat de mesurament de la il·luminació mitjana
5. MESURAMENT D'IL·LUMINACIÓ EN GLORIETES
6. ENLLUERNAMENT PERTORBADOR
 - 6.1 Angle d'apantallament
 - 6.2 Posició de l'observador
 - 6.3 Control de la limitació de l'enlluernament en glorietes
7. RELACIÓ ENTORN SR
 - 7.1 Nombre i posició dels punts de càlcul en el sentit longitudinal
 - 7.2 Nombre i posició dels punts de càlcul en el sentit transversal

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

1. OBJECTE

En aquesta Instrucció es descriuen els mesuraments luminotècnics corresponents a les verificacions i inspeccions de les instal·lacions d'enllumenat exterior.

2. COMPROVACIONS ABANS DE FER ELS MESURAMENTS

2.1 Condicions de validesa per als mesuraments

- a) **Geometria de la instal·lació:** els càlculs i els mesuraments han de ser representatius per a totes les zones que tinguin la mateixa geometria quant a:
- Distància entre punts de llum;
 - Altura de muntatge dels punts de llum que intervenen en el mesurament;
 - Longitud del braç, sortint i inclinació;
 - Amplada de calçada;
 - Dimensions dels vorals, mitjanes, etc.
- b) **Tensió d'alimentació:** durant el mesurament s'ha de registrar el valor de la tensió d'alimentació mitjançant un voltímetre enregistrator o, si no, s'han de fer mesuraments de la tensió d'alimentació cada 30 minuts. Si es mesuren desviacions o variacions en la tensió d'alimentació respecte al valor assignat de la instal·lació que puguin afectar significativament el flux lluminós emès per les làmpades, s'han d'aplicar les correccions corresponents. En cas d'utilitzar sistemes de regulació de flux, el mesurament s'ha de fer amb els equips a règim nominal.
- c) **Influència d'altres instal·lacions:** totes les làmpades pròximes a una instal·lació alienes a aquesta s'han d'apagar en el moment fer els mesuraments (inclosos els fars dels vehicles, en qualsevol dels sentits de circulació).
- d) **Condicions meteorològiques:** encara que les exigències de visibilitat són anàlogues per a totes les condicions meteorològiques, els mesuraments s'han de fer amb temps sec i amb els paviments nets (llevat que es dissenyi per a paviments humits, de manera que les condicions visuals no es deteriorin notablement durant els intervals plujosos). A més, els mesuraments no s'han de fer si l'atmosfera no està completament lliure de bromes o boires.

2.2 Mesurament de luminàncies

El mesurament de la luminància mitjana i de les uniformitats s'ha de fer sobre el terreny, i s'han de comparar els resultats obtinguts en el càlcul inclòs en el projecte amb els del mesurament. El mesurament requereix un paviment usat durant un cert temps, i un tram recte de calçada d'una longitud aproximada de 250 m.

- a) Luminàncies puntuals (L)

El mesurament s'ha de fer amb luminàncímetre, amb un mesurador d'angle no més gran de 2' a la vertical, i entre 6' i 20' a l'horitzontal.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

b) Luminància mitjana (L_m)

Per al mesurament de la luminància mitjana s'utilitza un luminancímetre integrador, amb limitadors de camp que corresponguin a la superfície que es vol mesurar: 100 m de longitud per l'amplada dels carrils de circulació. El punt d'observació ha d'estar situat a 60 m abans del límit anterior de la zona de mesurament, i el luminancímetre ha d'estar situat a 1,5 m d'altura i a 1/4 de l'ample de la calçada, mesurat des del límit exterior en l'últim carril.

El mètode de referència per comprovar la luminància mitjana dinàmica consisteix a fer dos mesuraments amb el luminancímetre integrador, un començant a la zona de mesurament entre dos llums i un altre coincidint amb un dels llums (en el cas d'una disposició a portell, entre dos llums en diferents carrils).

La mitjana d'aquestes dos mesuraments és una bona aproximació a la luminància mitjana dinàmica.

2.3 Mesurament d'il·luminacions

El mesurament s'ha de fer amb un il·luminancímetre, també anomenat luxímetre, que ha de complir les exigències següents:

- a) Ha de tenir un rang de mesurament adequat, d'acord amb els nivells que s'han de mesurar, i estar calibrat per un laboratori acreditat.
- b) Ha de disposar de correcció del cosinus fins a un angle de 85°.
- c) Ha de tenir correcció cromàtica, segons CIE 69:1987 d'acord amb la distribució espectral de les fonts lluminoses emprades i la seva resposta s'ha d'ajustar a la corba mitjana de sensibilitat $V(\lambda)$.
- d) El coeficient d'error per temperatura ha d'estar especificat pel marge de les temperatures de funcionament previstes durant el seu ús.
- e) La fotocèl·lula de luxímetre ha d'estar muntada sobre un sistema que permeti que aquesta es mantingui horitzontal en qualsevol punt de mesurament.

Els mesuraments s'han de fer sobre la capa de rodament de la calçada, en els punts determinats a la retícula de càlcul del projecte. Tots els llums que intervenen en el mesurament i formen part de la instal·lació d'enllumenat han d'estar lliures d'obstacles i s'han de poder veure des de la fotocèl·lula.

Una reducció de la retícula de mesurament respecte a la de càlcul és admissible si no modifica els valors mínims, màxims i mitjans en $\pm 5\%$

2.4 Comprovació dels mesuraments luminotècnics

Els valors mitjans de les magnituds mesurades no han de diferir més d'un 10% respecte als valors de càlcul de projecte.

3. MESURAMENT DE LUMINÀNCIA

La luminància en un punt de la calçada s'obté mitjançant la fórmula:

$$L = \sum (I \cdot r/h^2),$$

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

on el sumatori (Σ) comprèn tots els llums de la instal·lació considerada. Els valors de la intensitat lluminosa (I) i del coeficient de luminància reduït (r) s'obtenen per interpolació quadràtica en la matriu d'intensitats del llum i a la taula de reflexió del paviment. Finalment, la variable (h) és l'altura del llum.

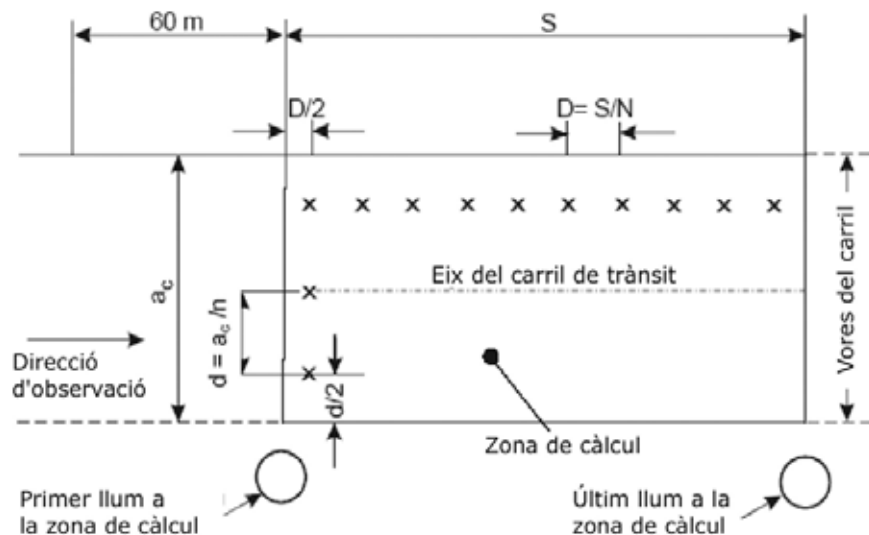
Una vegada finalitzada la instal·lació de l'enllumenat exterior, s'ha de procedir a fer els mesuraments luminotècnics per tal de comprovar els resultats del projecte. La retícula de mesurament que es concreta més endavant és la que s'ha d'utilitzar en els mesuraments de camp. No obstant això, es poden utilitzar altres retícules en el càlcul del projecte sempre que incorporin un nombre de punts més alt.

3.1 Selecció de la retícula de mesurament

La retícula de mesurament és el conjunt de punts on en el projecte es calculen els valors de luminància. En sentit longitudinal, la retícula ha de cobrir el tram de calçada comprès entre dos llums consecutius del mateix costat. En sentit transversal, ha d'abraçar l'amplada definida per a l'àrea de referència (normalment l'amplada del carril de trànsit), tal com es representa a la figura 1.

Els punts de mesurament s'han de disposar, uniformement separats, tal com mostra la figura 1, la separació longitudinal D no ha de ser superior a 5 m, i la separació transversal d , no superior a 1,5 m. El nombre mínim de punts en la direcció longitudinal N , o transversal n , és de 3.

Figura 1 – Posició dels punts de mesurament en un carril de trànsit.



S = separació entre dos punts de llum, a la mateixa fila

X = punts de mesurament de la luminància

a_c = amplada del carril

D = distància en la direcció longitudinal entre dos punts de mesurament contigus

d = distància en la direcció transversal entre dos punts de mesurament contigus

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

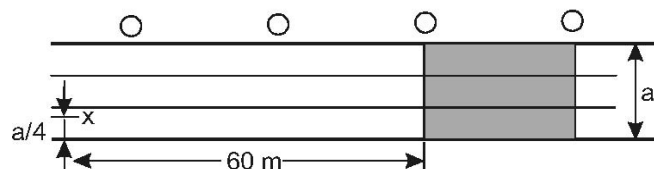
ITC – EA – 07

3.2 Posició de l'observador

L'observador s'ha de col·locar a 1,5 m d'altura sobre la superfície de la calçada i en sentit longitudinal, a 60 m de la primera línia transversal de punts de càlcul. En sentit transversal s'ha de situar a:

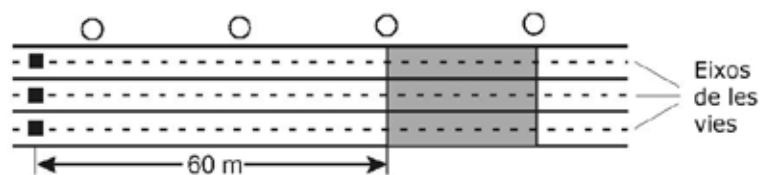
- a) 1/4 de l'amplada total de la calçada, mesurat des de la vora dreta (banda oposada a la dels punts de llum en implantació unilateral), per mesurar la luminància mitjana L_m i la uniformitat global U_0 i

Figura 2 – Posició de l'observador per mesurar L_m i U_0



- b) al centre de cadascun dels carrils del sentit considerat per al mesurament de la uniformitat longitudinal U_l , per a cada sentit de circulació.

Figura 3 – Posicions de l'observador per mesurar U_l



3.3 Àrea límit

Amb la finalitat d'evitar l'efecte d'altres instal·lacions d'enllumenat en els valors mesurats de luminància d'una instal·lació, s'estableix una àrea límit dins de la qual s'ha d'apagar durant el mesurament qualsevol llum que no pertanyi a la instal·lació.

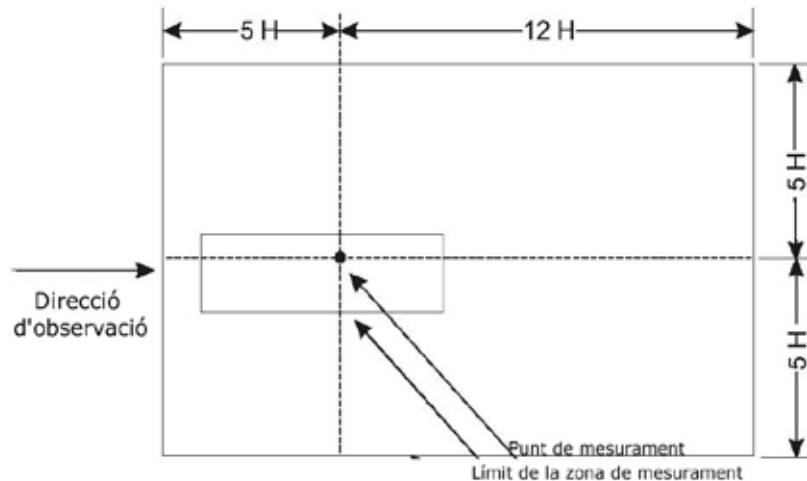
La figura 4 reflecteix l'àrea límit esmentada anteriorment, on H és l'altura de muntatge dels llums de la instal·lació considerada.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

Figura 4 – Àrea límit dels llums que poden contribuir a la luminància en el punt de mesurament



4. MESURAMENT D'IL·LUMINACIÓ

La il·luminació horitzontal en un punt de la calçada s'expressa mitjançant:

$$E = \sum (I \cdot \cos^3 \gamma / h^2)$$

On I és la intensitat lluminosa, γ l'angle format per la direcció d'incidència en el punt amb la vertical i h l'altura del llum. El sumatori (Σ) comprèn tots els llums de la instal·lació.

4.1 Selecció de la retícula de mesurament

La retícula de mesurament és el conjunt de punts en què en el projecte es calculen els valors d'il·luminació. En sentit longitudinal, la retícula ha de cobrir el tram de superfície il·luminada comprès entre dos llums consecutius. En sentit transversal, ha d'abraçar l'amplada d'àrea aplicable, tal com es representa a la figura 5.

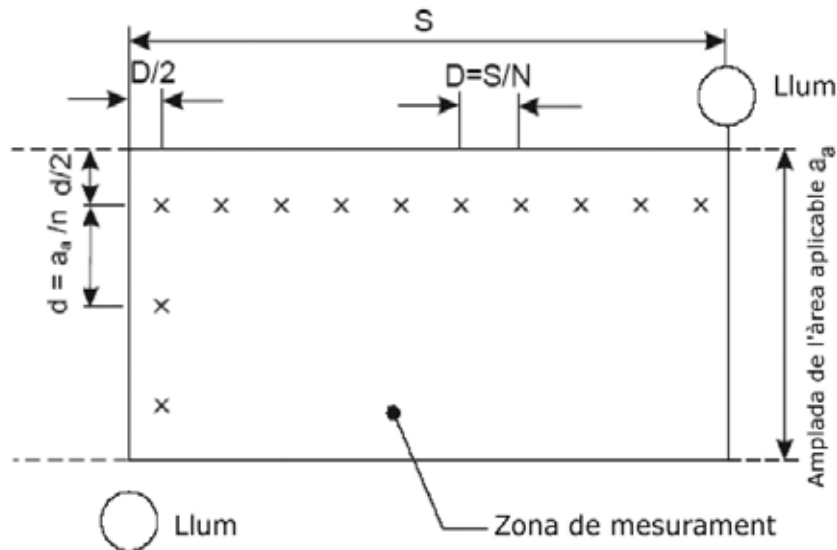
Els punts de mesurament s'han de disposar, uniformement separats i cobrint tota l'àrea aplicable, tal com mostra la figura 5; la seva separació longitudinal D no ha de ser superior a 3 m, i la seva separació transversal d no ha de ser superior a 1 m. El nombre mínim de punts en la direcció longitudinal N és de 3.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

Figura 5 – Punts de mesurament per a la il·luminació



S = separació entre dos punts de llum consecutius

X = punts de mesurament de la il·luminació

a_a = amplada de l'àrea aplicable

n = nombre de punts de mesurament en la direcció transversal

N = nombre de punts de mesurament en la direcció longitudinal

D = distància en la direcció longitudinal entre dos punts de mesurament contigus

d = distància en la direcció transversal entre dos punts de mesurament contigus

4.2 Àrea límit

Amb la finalitat d'evitar l'efecte d'altres instal·lacions d'enllumenat en els valors mesurats d'il·luminació d'una instal·lació, s'estableix una àrea límit dins de la qual s'ha d'apagar, durant el mesurament, qualsevol llum que no pertanyi a la instal·lació.

L'àrea límit a considerar està definida per una distància al punt de mesurament de 5 vegades l'altura de muntatge H dels llums de la instal·lació considerada.

4.3 Mètode simplificat de mesurament de la il·luminació mitjana

El mètode denominat dels "nou punts" permet determinar de manera simplificada la il·luminació mitjana (E_m), i també les uniformitats mitjana (U_m) i general (U_g).

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

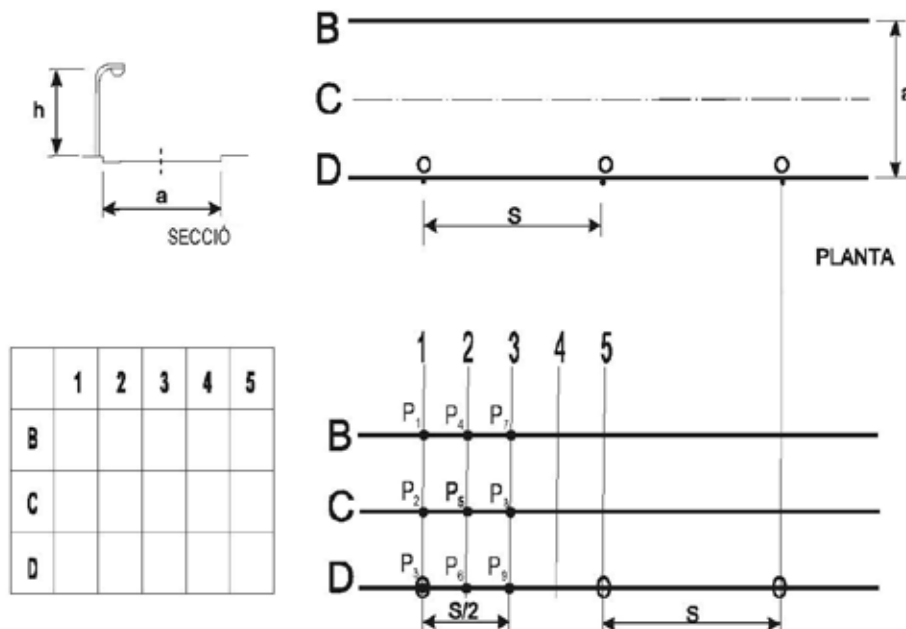
MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 07

A partir del mesurament de la il·luminació en quinze punts de la calçada (vegeu fig. 6), es determina la il·luminació mitjana horitzontal (E_m) a través d'una mitjana ponderada, d'acord amb l'anomenat mètode dels "nou punts".

Mitjançant el luxímetre es mesura la il·luminació en els quinze punts resultants de la intersecció de les abscisses B, C, D, amb les ordenades 1, 2, 3, 4 i 5, de la figura 6.

Fig. 6 - Determinació de la il·luminació mitjana i uniformitats mitjançant el mètode dels nou punts.



Tenint en compte una eventual inclinació dels llums cap a un costat o un altre, s'ha d'adoptar com a mesura real de la il·luminació en el punt teòric P_1 la mitjana aritmètica dels mesuraments obtinguts en els punts B1 i B5, i així successivament, tal com consta a la taula que s'adjunta més endavant.

La il·luminació mitjana és la següent:

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

On:

$$E_1 = (B1 + B5) / 2$$

$$E_2 = (C1 + C5) / 2$$

$$E_3 = (D1 + D5) / 2$$

$$E_4 = (B2 + B4) / 2$$

$$E_5 = (C2 + C4) / 2$$

$$E_6 = (D2 + D4) / 2$$

$$E_7 = B3$$

$$E_8 = C3$$

$$E_9 = D3$$

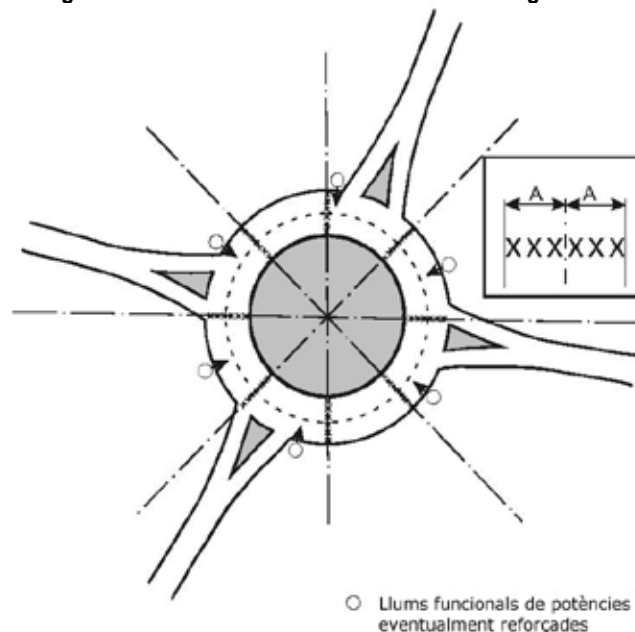
La uniformitat mitjana (U_m) d'il·luminació és el quocient entre el valor mínim de les il·luminacions E_i calculades anteriorment i la il·luminació mitjana (E_m).

La uniformitat general o extrema (U_g) es calcula dividint el valor mínim de les il·luminacions E_i entre el valor màxim de les il·luminacions.

5. MESURAMENT D'IL·LUMINACIÓ EN GLORIETES

La retícula de mesurament es representa a la figura 7 i parteix de 8 radis que tenen l'origen al centre de la glorieta, formant un angle entre si de 45°. L'origen angular dels radis es tria arbitràriament amb independència de la implantació dels llums.

Figura 7 – Retícula de càlcul i mesuraments en glorietes



MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

El nombre de punts de càlcul de cadascun dels 8 radis és funció del nombre de carrils de trànsit de l'anell de la glorieta, a raó de 3 punts per carril d'amplada (A), tal com es representa a la figura 7.

En el cas d'una implantació simètrica, el nombre de radis a considerar es pot reduir a 2 de consecutius, que cobreixin un quart de la glorieta.

Sigui quin sigui el tipus d'implantació dels punts de llum -perifèrica o central-, hi hagi simetria o no, la il·luminació mitjana horitzontal (E_m) de l'anell de la glorieta és la mitjana aritmètica de les il·luminacions (E_i) calculades o mesurades en els diferents punts de la retícula:

$$E_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} E_i$$

La uniformitat mitjana d'il·luminació horitzontal de l'anell de la glorieta esmentat és el quocient entre el valor més petit de la il·luminació puntual (E_i) i la il·luminació mitjana (E_m).

6. ENLLUERNAMENT PERTORBADOR

Es basa en el càlcul de la luminància de vel:

$$L_v = 10 \cdot \sum (E_g / \theta^2) \text{ (en cd/m}^2\text{)}$$

on E_g (lux) és la il·luminació produïda en l'ull en un pla perpendicular a la línia de visió, i θ (graus) és l'angle entre la direcció d'incidència de la llum en l'ull i la direcció d'observació. El sumatori (Σ) està estès a tots els llums de la instal·lació.

Es considera que contribueixen a l'enlluernament pertorbador tots els llums que estiguin a menys de 500 m de distància de l'observador (vegeu fig. 8).

Per calcular la luminància de vel per a cada filera de llums, s'ha començar pel més pròxim, allunyar-se progressivament i acumular les luminàncies de vel produïdes per cadascuna d'aquests, fins que la seva contribució individual sigui inferior al 2% de l'acumulada, i, com a màxim, fins als llums situats a 500 m de l'observador. Finalment, se sumen els llums de vel de totes les fileres de llums.

L'increment del llindar de percepció es calcula segons l'expressió:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{(L_m)^{0,8}} \text{ (en \%)}$$

que és una fórmula vàlida per a luminàncies mitjanes de calçada (L_m) entre 0,05 i 5 cd/m².

6.1 Angle d'apantallament

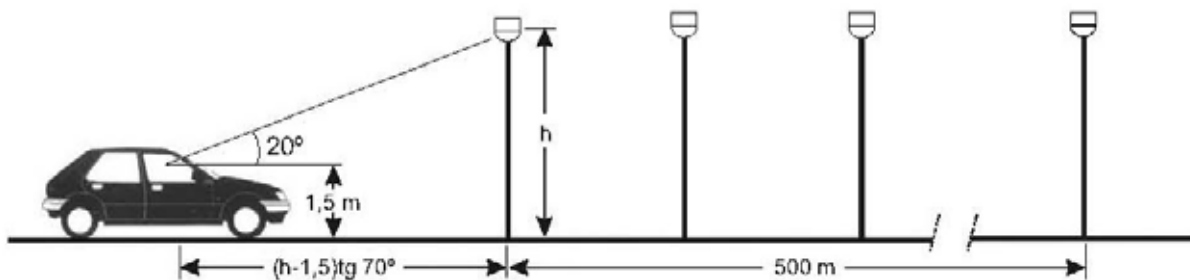
Als efectes del càlcul de l'enlluernament pertorbador en enllumenat viari, no s'han de considerar els llums la direcció d'observació dels quals formi un angle de més de 20° amb la línia de visió, ja que se suposen apantallades pel sostre del vehicle, tal com es representa a la figura 8.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 07

Figura 8 – Luminància que es té en compte per calcular l'enlluernament pertorbador.



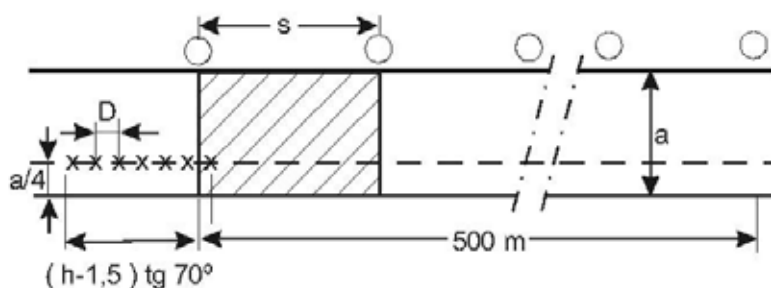
6.2 Posició de l'observador

La posició de l'observador es defineix tant en altura com en direcció longitudinal i transversal a la direcció dels llums:

- L'observador s'ha de situar a 1,5 m d'altura sobre la superfície de la calçada
- en direcció longitudinal, de manera que el llum més pròxim a considerar estigui formant exactament 20° amb la línia de visió, és a dir, a una distància igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el cas de disposicions a portell, s'han d'efectuar dos càlculs diferents (amb el primer llum de cada costat formant 20°) i es considera per als càlculs el valor més elevat de tots dos.
- En direcció transversal s'ha de situar a $1/4$ d'amplada total de la calçada, mesurat des de la vora dreta.

A partir d'aquesta posició es calcula la suma de les luminàncies de vel produïdes pel primer llum en la direcció d'observació i els llums següents fins a una distància de 500 m.

Figura 9 – Posicions de l'observador per calcular l'enlluernament pertorbador



- Llums que s'han de tenir en compte per calcular L_v
 x Posicions de l'observador

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

6.3 Control de la limitació de l'enlluernament en glorietes

En el cas de les glorietes, no es pot avaluar l'enlluernament pertorbador (increment de llindar T1) atès que l'anell d'una rotonda no és un tram recte de longitud suficient per poder situar-hi l'observador i mesurar luminàncies a la calçada.

L'índex GR es pot utilitzar igual que s'aplica en la il·luminació d'altres instal·lacions d'enllumenat de la ITC-EA-02.

Convé definir una o diverses posicions del conductor d'un vehicle que circula per una via que afluix a la glorieta en posició allunyada i pròxima, fins i tot en el mateix anell.

Preferentment s'han de considerar dues posicions d'observació, representades a les figures 10 i 11, amb una altura d'observació d'1,50 m.

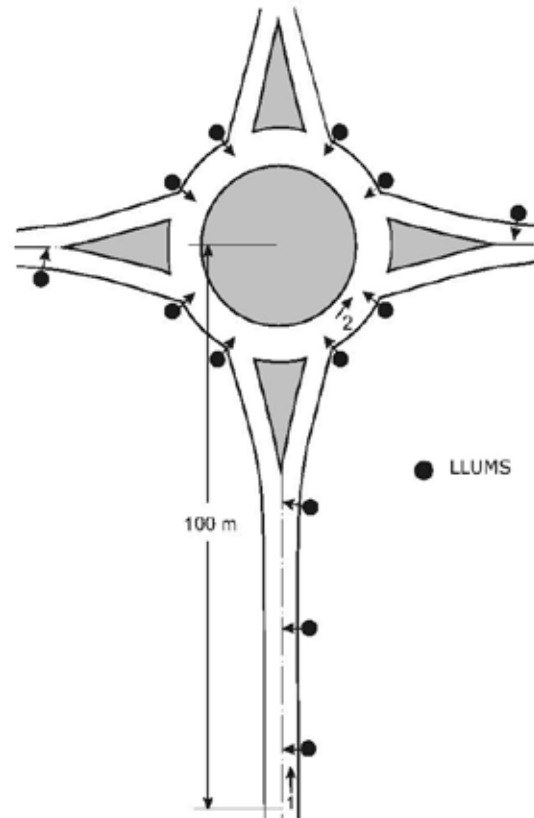
- Posició 1

Sobre una via de trànsit que afluix a la glorieta, i l'observador mirant al centre de l'illot.

- Posició 2

Sobre l'anell que envolta l'illot central, amb direcció de la mirada tangencial a l'anell.

Figura 10 – Posicions d'observació en glorietes il·luminades perimetralment

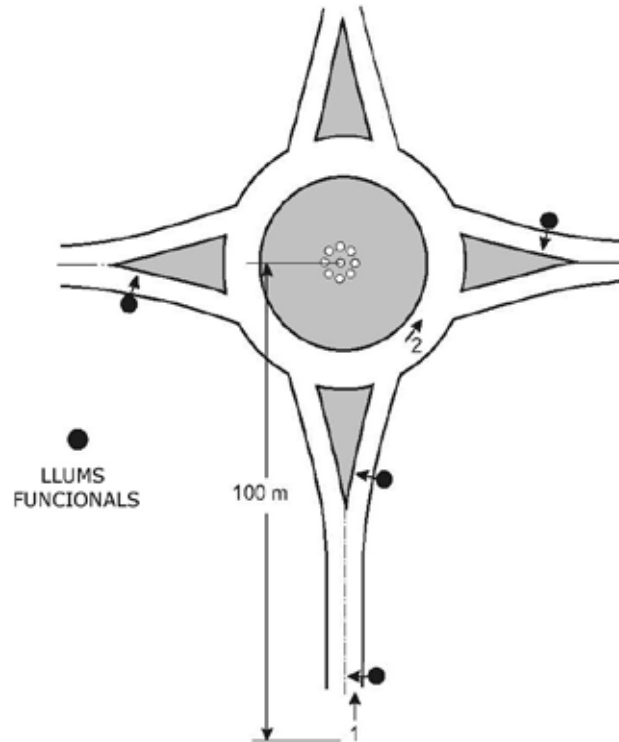


MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 07

Figura 11 – Posicions d'observació en gloriètes il·luminades centralment



MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

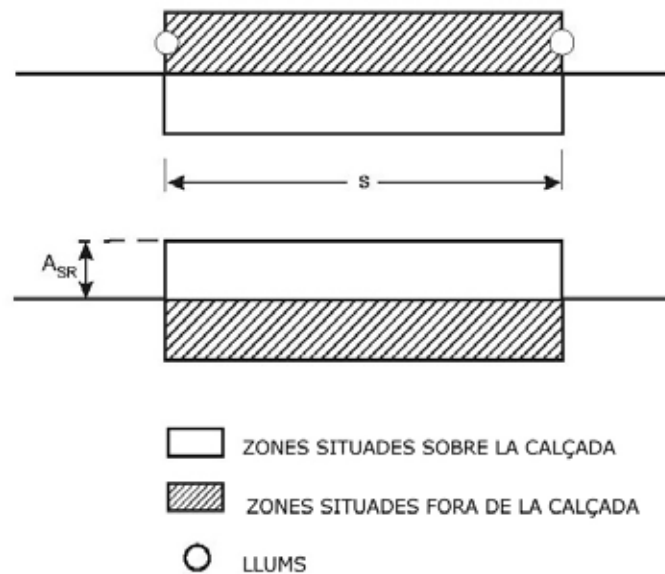
MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC - EA - 07

7. RELACIÓ ENTORN SR

Per calcular la relació entorn (SR), s'han de definir 4 zones de càlcul de forma rectangular situades als dos costats de les dues vores de la calçada, tal com es representa a la figura 12.

Figura 12 – Definició de les 4 zones de càlcul utilitzades per a la determinació de la relació entorn (SR).



A cada costat de la calçada, es calcula la relació entre la il·luminació mitjana de la zona situada a l'exterior de la calçada i la il·luminació mitjana de la zona adjacent situada sobre la calçada. La relació entorn SR és la més petita de les dues relacions.

L'amplada (ASR) de cadascuna de les zones de càlcul s'ha de prendre com a 5 m o la meitat de l'amplada de la calçada, si aquesta és inferior a 10 m.

Si les vores de la calçada estan obstruïdes, el càlcul s'ha de limitar a la part de les vores que no ho estigui.

En presència, per exemple, d'una banda de parada d'urgència, o d'un voral que voreja la calçada, s'ha de prendre per a (ASR) l'amplada d'aquest espai.

La longitud de les zones de càlcul de la relació entorn (SR) és igual a la separació (S) entre punts de llum.

MINISTERI
D'INDÚSTRIA
TURISME I COMERÇ

MESURAMENTS LUMINOTÈCNICS EN LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

ITC – EA – 07

7.1 Nombre i posició dels punts de càlcul en el sentit longitudinal

El nombre (N) de punts de càlcul i la separació (D) entre dos punts successius es determina de la mateixa manera que l'establerta per calcular luminàncies i il·luminacions de la calçada.

Els punts exteriors de la malla estan separats, respecte a les vores de la zona de càlcul, per una distància (D/2) en el sentit transversal.

7.2 Nombre i posició dels punts de càlcul en el sentit transversal

En nombre de punts de càlcul és n=3 si ASR > 2,5 m i n=1, en cas contrari. La separació (d) entre dos punts successius es calcula en funció de l'amplada (ASR) de la zona de càlcul, de la manera següent:

$$d = 2 \frac{A_{SR}}{n}$$

Les línies transversals extremes dels punts de càlcul han d'estar separades una distància (d/2), del primer llum i de l'últim, respectivament.