

LA PAERIA



Ajuntament de Lleida

Regidoria d'Urbanisme

Servei instal·lacions i equipaments públics i energia

LUXOMETRIES DE LA CIUTAT DE LLEIDA 2020



ÍNDEX DE CONTINGUT

NORMATIVA ENLLUMENAT EXTERIOR	3
NIVELLS LUMÍNICS A LA CIUTAT.....	4
VALORACIÓ DEL NIVELL DE LLUM: LUXOMETRIES.....	5
PLEC D'ENLLUMENAT LLEIDA	6
SISTEMA D'OBTENCIÓ DELS ESTUDIS LUXOMÈTRICS.....	6
RESUM.....	10



NORMATIVA ENLLUMENAT EXTERIOR

La normativa de referència és:

- Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- DECRET 190/2015, de 25 d'agost, de desplegament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior, aprovat pel RD 1890/2008, de 14 de novembre.
- Directiva 2006/32/CE del 5 d'abril del Parlament Europeu sobre l'eficiència de l'ús final de l'energia i els serveis energètics

El reglament més restrictiu en classificacions i nivells, és el Reial Decret 1890, per tant, la gran majoria de limitacions la trobem sota aquesta normativa.

Segons podem veure a l'objecte d'aquest decret:

Artículo 1: Objeto

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

a) Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

b) Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

2. No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación.

Aquesta llei ens dona uns valors màxims de referència, i una sèrie de criteris tècnics per garantir una bona i eficient il·luminació.

L'actual normativa d'eficiència energètica de l'enllumenat determina els nivells lumínics requerits segons la velocitat de circulació de la via i l'índex mitjà diari de trànsit de vehicles, ciclistes i vianants. Un cop el carrer està classificat, a continuació per cada tipus de classificació es donen uns valor mitjos d'il·luminació i una sèrie de



característiques per cada enllumenat. Els valors mitjos de referència, incrementats en un 20% es converteixen en nivells màxims que no s'han de superar.

NIVELLS LUMÍNICS A LA CIUTAT

En aquest apartat es detallen els nous nivells lumínics mínims a garantir a la ciutat segons la classificació dels vials i carrers que tot seguit es detallen:

9.5.1. Classificació dels vials i carrers de la ciutat

D'acord al reglament d'eficiència energètica R.D. 1890/2008 i dades d'aforadors de trànsit que disposa l'Ajuntament, es defineixen les següents categories de vials, places i carrers:

- Vial tipus 1 (vials trànsit elevat):

Aquesta categoria es correspon als vials de més trànsit de la ciutat i principals arteries de comunicació.

D'acord a la ITC-EA-02 es classifica aquesta categoria com a tipus B (vials de moderada velocitat $30 < v < 60$ km/h) amb IMD > 7000.

- Vial tipus 2 (vials i carrers de trànsit mitjà):

Aquesta categoria es correspon als vials de trànsit mig de la ciutat i que són trams d'enllaç entre vials de tipus 1.

D'acord a la ITC-EA-02 es classifica aquesta categoria com a tipus B (vials de moderada velocitat $30 < v < 60$ km/h) amb IMD < 7000.

- Vial tipus 3 (vials i carrers de trànsit baix):

Aquesta categoria es correspon als vials de trànsit baix de la ciutat i zones residencials.

D'acord a la ITC-EA-02 es classifica aquesta categoria com a tipus D (vials de moderada velocitat $5 < v < 30$ km/h).

- Vial tipus 4 (carrers comercials amb elevat trànsit de vianants):

Aquesta categoria es correspon als carrers amb elevada densitat d'establiments comercials i trànsit exclusiu per a vianants.

D'acord a la ITC-EA-02 es classifica aquesta categoria com a tipus E (vials peatonals).

- Vial tipus 5 (zones verdes):

Aquesta categoria es correspon a les zones i espais verds de la ciutat de més superfície. Es consideraran com a àrees a il·luminar majoritàriament les accessibles als vianants.

D'acord a la ITC-EA-02 es classifica aquesta categoria com a tipus E (vials peatonals).



- Vial tipus 6 (Places i passeigs singulars amb il·luminació ornamental):

En aquests espais no hi ha limitacions

9.5.2. Nivells lumínics dels vials

D'acord al reglament d'eficiència energètica R.O. 1890/2008 es defineixen les següents categories d'acord a la classificació de vials anterior:

Aquesta categoria es correspon als zones singulars de la ciutat on donat el seu especial interès

Tipus vial	Classificació vial	Classe d'enllumenat	Luminància mitja (cd/m ²)	Il·luminància mitja horari normal (lux)	Il·luminància mitja horari reduït (lux)	Uniformitat global
Tipus 1	B1	ME2	1,5	22-25	13-15	0,4
Tipus 2	B1	ME3b	1,0	15-18	9-11	0,4
Tipus 3	D3-D4	S1	-	12	8	0,4
Tipus 4	E2	CE1a	-	25	15	0,4
Tipus 5	E1	S1	-	12	8	0,3
Tipus 6	-	-	-	-	-	-

Vial tipus 1 (vials trànsit elevat):

Vial tipus 2 (vials i carrers de trànsit mitjà):

Vial tipus 3 (vials i carrers de trànsit baix):

Vial tipus 4 (carrers comercials amb elevat trànsit de vianants):

Vial tipus 5 (zones verdes):

Vial tipus 6 (Places i passeigs singulars amb il·luminació ornamental):

VALORACIÓ DEL NIVELL DE LLUM: LUXOMETRIES

L'eficiència lluminosa d'una font de llum és la quantitat de llum emesa per nombre de watts consumits. S'expressa en lúmens/watt (lm/W) i permet comparar el rendiment de les bombetes.

El lux és la unitat per mesurar el nivell d'il·luminació. En fotometria s'usa aquesta mesura per calibrar la sensibilitat a la llum de l'ull humà. Equival a un lumen per metre quadrat.

Per valorar el nivell lumínic s'utilitza un aparell anomenat luxometre. Aquest aparell ha d'estar calibrat i ser adequat per la tipologia de font de llum a mesurar.

El reglament d'eficiència energètica dona instruccions de com fer aquestes mesures de forma correcta.



Per mesurar grans superfícies s'acostuma a utilitzar un sistema amb un luxòmetre amb un vehicle i un sistema de posicionament GPS. Per mesurar zones tipus s'utilitza el mètode dels 15 punts.

PLEC D'ENLLUMENAT LLEIDA

6.2.7. Control luxomètric

El contractista presentarà un sistema de mesurament d'il·luminació que permeti elaborar de manera ràpida i eficaç un mapa de il·luminàncies a l'eix de la calçada. Les interdistàncies entre dos valors registrats no superaran els tres metres en cap cas, i hauran de restar perfectament definides la situació i disposició dels punts de llum.

Aquest mapa de il·luminàncies haurà de realitzar-se en el termini de 3 mesos des de l'inici del contracte, i anualment s'actualitzarà. Per a cada instal·lació es definirà una zona tipus sobre la qual es faran els estudis periòdics de il·luminàncies; definint aquesta zona tipus com aquella superfície de vial compresa per un eix transversal que passi pel punt de llum i un altre que travessi el punt de mig entre dos punts de llum i que la seva alçada d'implantació, amplada de calçada i tipus de llumenera i potencia de llum siguin representatius almenys, a un 10% dels punts adscrits a la instal·lació.

Així mateix, el contractista portarà un registre anual dels nivells d'il·luminació respecte l'eficiència energètica i del resplendor lluminós de la instal·lació, classificant els nivells de cada zona d'acord amb el Reglament d'Eficiència Energètica en instal·lacions d'Enllumenat Exterior.

A sol·licitud de l'Ajuntament, el contractista haurà d'aportar qualsevol dada referent a les característiques luminotècniques amb mesures in situ de qualsevol zona que es sol·liciti.

El resultat del control luxomètric seran processats i incorporats al sistema GIS com una capa més d'informació a efectes d'elaborar un plànol lumínic de la ciutat i d'emissions de llum intrusa a façanes i emissions FHS.

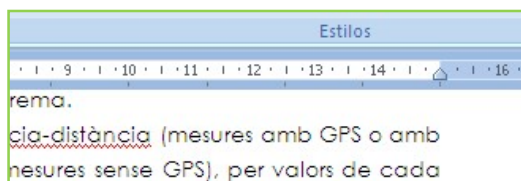
SISTEMA D'OBTENCIÓ DELS ESTUDIS LUXOMÈTRICS

UTE LLEIDALLUJM utilitza el sistema LX-GPS per a obtenir estudis luxomètrics complets amb dades fiables com il·luminància mitja, il·luminància màxima etc...



LX-GPS és un sistema de mesura d'il·luminàncies per l'enllumenat exterior que permet realitzar avaluacions de nivells d'il·luminació a calçada mitjançant la presa de mesures automatitzada mentre es circula en un vehicle (mesures amb GPS) o mitjançant la presa de mesures estàtiques en intervals regulars de temps (mesures sense GPS). Les dades generades queden emmagatzemades en un ordinador per la seva posterior visualització, tractament i exportació.

Les mesures es realitzen amb una o tres sondes LX-GPS situades sobre el sostre del vehicle i equipades amb un fotodiode i un sensor GPS, que proporcionen valors de



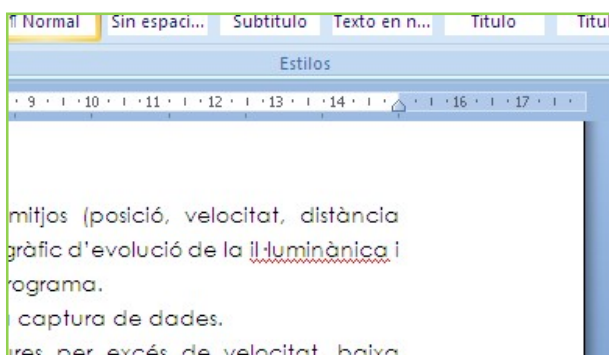
il·luminàncies de l'enllumenat exterior amb una corba similar a la de l'ull humà, gràcies als seus filtres i el seu difusor exclusiu. La integració del GPS facilita la precisió i el sincronisme en el posicionament de la mesura de les il·luminàncies. Les captures de dades es realitzen a intervals variables de temps en funció de la velocitat (per poder garantir la uniformitat de la distribució de les mesures).

Un cop realitzades les mesures, aquestes són processades i emmagatzemades en una base de dades per la seva posterior gestió, visualització i processat.

Es tracta d'un sistema doncs, que permet una ràpida i àgil avaluació dels nivells d'il·luminació en extenses àrees d'enllumenat exterior.

Les principals característiques del sistema LX-GPS són les següents:

- Captura i emmagatzematge de mesures d'il·luminància i posició GPS de fins a tres sondes LX-GPS de forma automàtica i simultània, per mesures en moviment (mesures amb GPS).



- Captura i emmagatzematge de mesures de il·luminància i sense posició GPS de fins a tres sondes LX-GPS de forma automàtica, per mesures estàtiques en intervals regulars de temps.



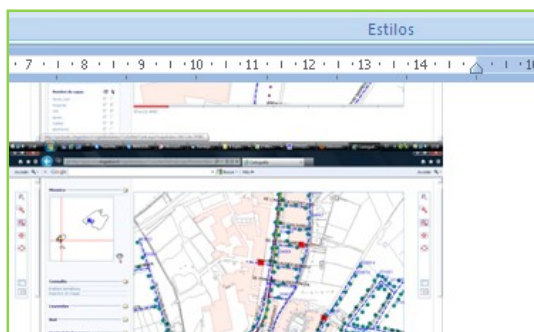
Ajuntament de Lleida
Regidoria d'Urbanisme
Servei instal·lacions i equipaments públics i energia

- Visualització durant la captura dels valors mitjos (posició, velocitat, distància recorreguda, il·luminància, senyal GPS, etc.) amb gràfic d'evolució de la il·luminància i informació sobre la zona estudiada i l'estat del programa.
- Possibilitat de gravar anotacions orals durant la captura de dades.
- Sistemes d'alarmes i interrupció de les mesures per excés de velocitat, baixa velocitat o pèrdua de senyal GPS.
- Interpolació de mesures en zones sense cobertura de senyal GPS, per exemple amb túnels.
- Marcat automàtic d'incidències durant la presa de mesures.
- Agrupació i classificació de les mesures mitjançant treballs (fitxes de treballs) i projectes, que defineixen les característiques de la zona a estudiar i del procés de mesura.
- Llistat selectiu de treballs realitzats.

LA SONDA

La sonda LX-GPS es compon d'un sensor luxomètric (fotodiode) amb GPS integrat i connexió USB per PC.

Està dissenyada per la mesura de les il·luminàncies de l'enllumenat exterior i la integració del GPS a la pròpia, en facilita la precisió i el sincronisme en el posicionament de la mesures, així com també en simplifica el seu muntatge.

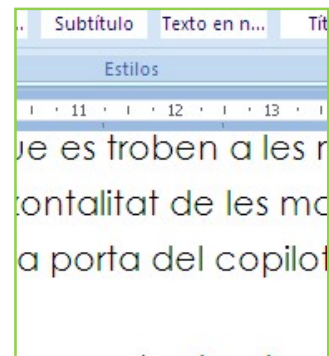


Per al muntatge de les sondes LX-GPS sobre el vehicle (normalment un turisme normal o vehicle petit) cal alinear-les i centrar-les sobre un eix transversal situat al sostre del vehicle en el sentit de la marxa, de forma que una quedi al costat dret, l'altre al centre i l'altre al costat esquerre i cal procurar que les sondes es trobin el més horitzontals possible i intentant assolir la major amplitud.



El sistema no requereix de cap adaptació especial, ja que les sondes poden fixar-se sobre el sostre del vehicle a través dels imans de les bases que es troben a les mateixes o bé una barra portaequipatges o altres per garantir l'horitzontalitat de les mateixes.

Els cables es passen a través de la finestra o de la junta de la porta del copilot perquè no s'interfereixi la conducció.

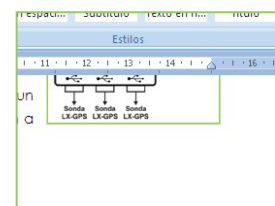


Finalment, els cables USB de les sondes es connecten a un concentrador de ports USB, que a la vegada es connecten a l'ordinador.

Fiabilitat de les dades obtingudes i marges d'error

Es tracta d'un sistema fiable i robust, amb una precisió del GPS en posició de 2,5m CEP i en velocitat de 0,1m/seg.

El mecanisme incorpora un difusor per adaptar les respostes angular del sensor, amb una desviació mitja d'entre -80° i 80°.





Ajuntament de Lleida
Regidoria d'Urbanisme
Servei instal·lacions i equipaments públics i energia

Igualment, la sonda consta d'un fotodíode pla de PN de silici dins un casc tancat hermèticament que ha estat especialment dissenyat pels usos lineals d'alta precisió.

Mesura rangs de 0 a 50.000 Lux ajustant-se automàticament amb una resolució de 0,1 a 13,5 lux.

Els marges d'error de l'aparell són:

Error mitjà quadràtic RSME respecte $V(\lambda)$: 3,5% màx.

Error de linealitat: 1% màx.

RESUM

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES	CARACTERÍSTIQUES FUNCIONALS
Presició GPS en posició 2,5 m CEP	Captura i emmagatzematge de les mesures, de la il·luminància i de posició, de fins a tres sondes de forma automàtica i simultània
Presició GPS en velocitat 0,1m/seg	Visualització durant la captura dels valors mitjos (posició, velocitat, distància recorreguda, il·luminància, senyal GPS, etc) i amb gràfic de la il·luminància
Filtre amb una resposta similar a la de l'ull humà	Sistema d'alarmes i interrupció de les mesures per excès de velocitat, baixa velocitat i pèrdua de senyal GPS.
Difusor per adoptar la resposta angular del sensor a la curva cos (alfa)	Interpolació de les mesures de posició en zones sense cobertura de senyal GPS.
Fotodíode plan de PN de silici en un casc sellat hermèticament	Marcat automàtic d'incidències durant la presa de mesures
Rang de mesura de 0 a 50000 Lux	Visualització i edició de les mesures mitjançant: Valors d'il·luminància mitja, màxima i mínima, gràfica d'evolució il·luminància-distància, eines per la depuració de mesures, editor de comentaris en taules i gràfis, visualització gràfica de valors de referència predefinits.
Ajust de l'escala automàtica amb una resolució de 1 a 122 Lux	Comparació directe de dos treballs diferents: gràfics superposats, valors diferencials d'il·luminància i uniformitats
Grau de Protecció IP65	Generació d'informes i gràfics amb la capçalera personalitzable.

