

INFORME DE RESULTADOS 2015

CÍRCULO DE COMPARACIÓN INTERMUNICIPAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO

Noviembre de 2016



**Diputació
Barcelona**

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

INTRODUCCIÓN	3
ANÁLISIS GLOBAL DE LOS INDICADORES	7
SERVICIO LUMÍNICO	8
INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA	13
GESTIÓN DE LOS RECURSOS ECONÓMICOS	22
REPERCUSIONES AMBIENTALES	32
DESCRIPCIÓN DEL TALLER	36
RESUMEN DE LOS DATOS MÁS RELEVANTES.....	37

INTRODUCCIÓN

El Círculo Intermunicipal de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público celebra su séptima edición con la participación de 33 entidades locales (32 municipios y un consejo comarcal), y con una población total de 1.908.622 habitantes. En relación al año pasado, el Círculo se ha enriquecido con la nueva incorporación de los municipios de Corbera de Llobregat, Malgrat de Mar, Sant Feliu de Llobregat, Barberà del Vallès y Viladecavalls. Con los nuevos municipios, la población participante representa el 52% de los habitantes de los municipios de más de 10.000 habitantes de la provincia de Barcelona, exceptuando a la Ciudad Condal.

El contexto del servicio de alumbrado municipal ha cambiado en los últimos años. La inclusión de las Empresas de Servicios Energéticos han supuesto cambios en algunos modelos de gestión, y la incorporación de nuevas tecnologías (tanto en sistemas de comunicación como de nuevas fuentes de luz), se ven representadas en mejoras de la eficiencia energética y la calidad del servicio. También ha entrado en vigor en Catalunya el nuevo reglamento de contaminación lumínica, el Decreto 190/2015, que substituye al antiguo Decreto 82/2005. El nuevo marco normativo renueva las prescripciones ambientales y lumínicas del alumbrado exterior, y se adapta a las nuevas tecnologías del sector.

Como en ediciones anteriores, el Círculo de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público, se basa en el cálculo de un sistema de indicadores (ver la Guía de Interpretación del Círculo de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público), que en su conjunto ha permitido observar, analizar y evaluar las características del servicio de alumbrado público de los municipios participantes. Todos los municipios han aportado los datos para la confección de los indicadores, mediante la explotación y el análisis de una gran cantidad de información. Esto ha permitido disponer de un excelente estudio de la situación actual y de la evolución del servicio de alumbrado público (tanto para la comparación histórica de cada municipio como para la comparación entre ellos) y también detectar los puntos fuertes y las oportunidades de mejora de cada municipio participante.

Las cifras extraídas, y analizadas en este informe, han sido comparadas con datos de otros entornos. En concreto, se han comparado con los datos de:

- La *Memòria d'avaluació de l'impacte de la proposta de reglament de desplegament de la Llei 6/2001, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn*. Datad el 23 de mayo de 2014 i a partir de ahora: "Documento de referencia en Catalunya 2014".
- El *Inventario, consumo de energía y potencial de ahorro del alumbrado exterior municipal en España*. Datado en el 2015, y a partir de ahora : "Documento de referencia de España 2015".

- Tesis doctoral: *Variación espacial, temporal y espectral de la contaminación lumínica y sus Fuentes: Metodología y resultados*. Datada en julio de 2015 y realizada por Alejandro Sánchez-de-Miguel de la Universidad Complutense de Madrid. A partir de ahora "Documento de referencia en Europa- 2014".
- El programa europeo *En-Light* datado en el año 2007 y a partir de ahora: "Documento de referencia en Europa- 2007".

La metodología de recogida de la información y de análisis de los documentos (los 4 mostrados anteriormente y el presente informe) son diferentes. A pesar de ellos, la información sirve como referencia y comparación entre los diferentes escenarios territoriales. Los documentos no se han actualizado respecto al informe de resultados del pasado año, puesto que no lo han realizado sus autores.

De forma complementaria al cálculo de los indicadores, este año se ha realizado un taller el día 28 de octubre de 2016, donde se presentaron y revisaron los resultados de los indicadores, y finalmente se realizaron 3 workshops con el objetivo de intercambiar experiencias entre los técnicos de los municipios participantes.

Este año hay modificaciones menores en el cuadro de indicadores. Los más importantes han sido:

- La reformulación del indicador "% de luminarias fuera del reglamento de CL respecto al número total de luminarias", por la entrada en vigor del nuevo reglamento de contaminación lumínica.
- La incorporación del nuevo indicador "% de energía renovable exigida contractualmente para el suministro de energía eléctrica en el alumbrado público".

A continuación, el informe presenta un resumen de los resultados obtenidos en el Círculo de análisis de los datos del año 2015. Se muestra un análisis global de los resultados de los indicadores desde una perspectiva temporal (datos del año en estudio y de años anteriores). Este año, la forma del informe no sigue la estructura del cuadro de indicadores, sino que sigue la de un estudio de vectores, más adaptado a las singularidades del servicio analizado.

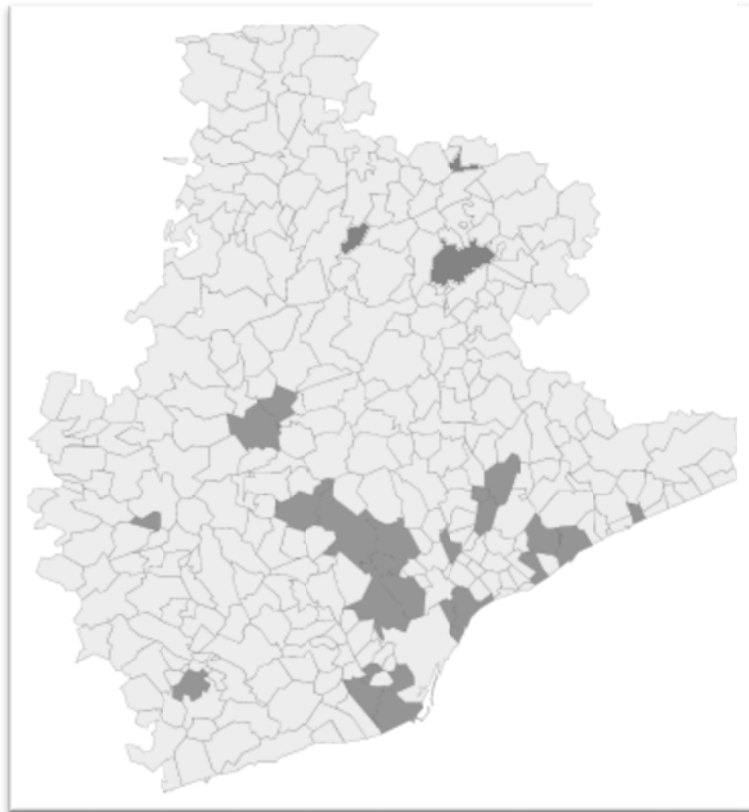


Figura 1 Mapa de municipios participantes en la provincia de Barcelona

Municipios	Población 2015	Número de lámparas 2015
Argentona	11.978	3.138
Cabrils	7.250	3.293
Canet de Mar	14.177	2.754
Canovelles	15.906	2.954
Corbera de Llobregat *	14.240	4.677
Franqueses del Vallès, Les	19.446	4.901
Granollers	60.101	11.492
Hospitalet de Llobregat, L'	252.171	20.059
Igualada	38.751	8.878
Malgrat de Mar *	18.371	3.911
Manresa	74.655	10.399
Mataró	124.867	16.358
Mollet del Vallès	51.650	7.036
Montgat	11.501	2.756
Prat de Llobregat, El	63.014	8.931
Sabadell	207.814	29.742
Sant Adrià de Besòs	35.814	7.334
Sant Boi de Llobregat	82.195	10.692
Sant Cugat del Vallès	87.830	19.192
Sant Feliu de Llobregat *	43.800	6.089
Sant Fruitós de Bages	8.351	2.955
Sant Joan Despí	33.264	5.624
Vilassar de Mar	20.447	3.529
Sant Quirze del Vallès	19.602	5.738
Santa Coloma de Gramenet	116.950	8.777
Barberà del Vallès *	32.545	4.756
Cerdanyola del Vallès	57.413	8.850
Terrassa	215.214	30.031
Vacarisses	6.143	3.020
Viladecavalls *	7.365	2.434
Figueres	45.346	7.703
Reus	103.194	19.153
Consell Comarcal de l'Osona	7.257	3.020
Total general	1.908.622	290.176

Tabla 1 Listado de municipios participantes.

*Nota1: * Nueva incorporación al Círculo*

Nota2: El Consell Comarcal de Osona ha participado con 3 municipios (Gurb, Sant Quirze de Besora y Prats de Lluçanès)

ANÁLISIS GLOBAL DE LOS INDICADORES

A continuación se analizan los resultados de los indicadores de eficiencia energética en alumbrado público. Con la voluntad de facilitar la lectura y para una mejor comprensión de los datos, la información se expone estructurada en cuatro subapartados, correspondientes a **cuatro vectores de análisis**. El objetivo es facilitar una visión más ajustada a la casuística y las singularidades del sector:

- Servicio lumínico. Analiza cómo se presta el servicio de las instalaciones, mediante la observación de los niveles lumínicos, el tipo de luz, las averías, etc.
- Infraestructura y tecnología. Dónde se tiene en cuenta el tipo de instalaciones, fuentes de luz, su antigüedad, etc.
- Gestión de los recursos económicos: Con consideraciones sobre la economía municipal. Tanto en los importes según gastos energéticos, de mantenimiento o inversión.
- Repercusiones ambientales: Con el análisis de los indicadores de contaminación lumínica, consumo energético y gases de efecto invernadero.

SERVICIO LUMÍNICO

En este vector se analiza la forma en que se presta el servicio al ciudadano: Garantizar la visibilidad durante la noche, en espacios públicos y en condiciones de seguridad y confort. Es difícil poder evaluar este servicio, con unos ratios de tipo supramunicipal, puesto que la forma más aceptada de poder evaluarlo es mediante:

- La cantidad de luz: Niveles lumínicos, normalmente en luxes o candelas por metro cuadrado, en función de las necesidades de cada espacio
- La calidad de la luz: El rendimiento del color, la tipología de la luz, la uniformidad de niveles, la visión vertical, etc.
- El mantenimiento del servicio en el tiempo: averías, tiempo de resolución, quejas y tiempo de resolución de las incidencias más graves, etc.

Es pues, necesario un análisis de detalle, de cada una de las casuísticas municipales según los planes directores de alumbrado, auditorías energéticas, proyectos ejecutivos, etc.

Sin embargo, hay disponibles una serie de indicadores que pueden indicar tendencias y comportamientos generales:

INDICADORES DE SERVICIO LUMÍNICO	Año	Total
% de lúmenes instalados de luz blanca	2015	20,8 %
	2014	17,7 %
	2013	--
lx medios estimados por superficie iluminada.	2015	13,3 lx
	2014	14,7 lx
	2013	--
% de lámparas fundidas respecto al número total de lámparas.	2015	6,6 %
	2014	7,2 %
	2013	8,1 %
Número total de averías por cada 1.000 lámparas.	2015	104
	2014	130
	2013	127
% de avisos (que efectúan los ciudadanos) por avería, respecto al número total de averías.	2015	17,9 %
	2014	13,0 %
	2013	12,1 %
% de averías que se reparan en menos de 24 horas respecto al número total de averías.	2015	72,0 %
	2014	74,0 %
	2013	77,0 %

Tabla 2 Indicadores de servicio lumínico.

Respecto a la cantidad de luz, el indicador es uno típico de la luminotecnia: El nivel lumínico medio en servicio. Este indicador se mide en lux, a partir de los lúmenes útiles calculados en función del tipo de lámpara y luminaria con un factor de mantenimiento del 0,8, y la superficie iluminada.

13,3
lx medios por
superficie
iluminada.

Su cálculo es complejo, debido a su propia concepción. El nivel de luz medio nos marca la política de niveles lumínicos del municipio. En la reglamentación actual vigente (R.D. 1890/2008), se pueden utilizar niveles normalmente entre 4,5-22,5 lx.

En un municipio, la mayoría de espacios deberían de tener niveles reducidos y solo aquellos de más intensidad de utilización (zonas comerciales, rondas, avenidas, vías arteriales o vertebrales), se tienen que aproximar a niveles de 20 lx o 22,5 lx. El nivel de 13,3 lx de media indica que los niveles tienden a ser considerados como medios y en determinadas zonas, elevados.

Para verlo gráficamente, si cogemos las vías como se denominan en los Planes de Movilidad (donde se clasifican las calles en "vertebrales", "articulares" y "vecinales", en función de su uso e intensidad) y relacionados con una teórica clase de alumbrado según el R.D.1890/2008, tenemos:

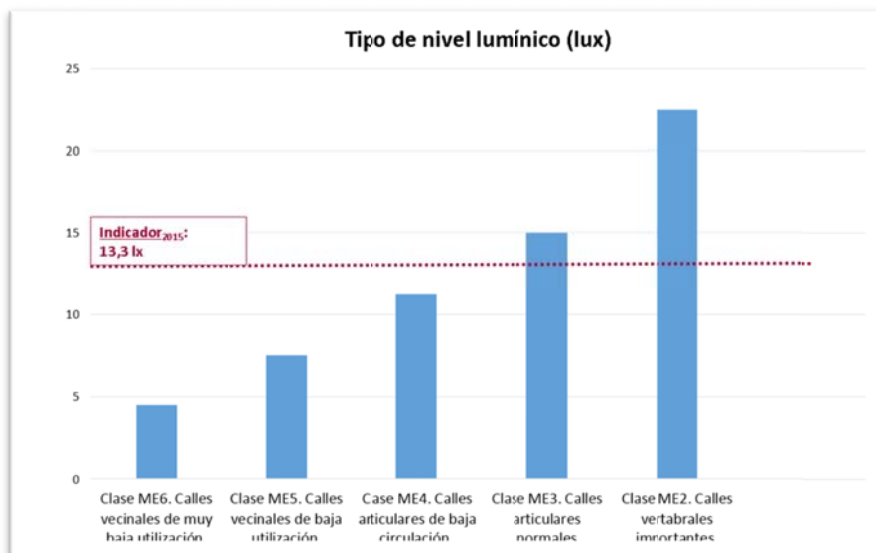


Figura 2 Niveles lumínicos de referencia y el calculado resultante en el indicador.

Como se puede ver en la denominación de la tipología de calles, la mayoría de éstas están en las 4 primeras clases, dejando las clases ME2 (o incluso las ME1, no representados), para casos de grandes vías de circulación.

La consideración de niveles lumínicos elevados, ocasiona una barrera en las políticas de reducción del gasto energético. Si se está generando más cantidad de luz de la que el servicio necesita, muy difícilmente se podrán reducir los valores de "Potencia total instalada respecto al número de lámparas" a niveles europeos. Así no se podrían optimizar los valores por municipios pequeños, puesto que la potencia instalada, el flujo lumínico y el nivel lumínico, son variables que van directamente relacionadas habitualmente para instalaciones similares.

El indicador de "% de lúmenes instalados de luz blanca" da una orientación de la calidad, refiriéndola a la luz de alto IRC y prestaciones. Un 20,8% de lúmenes instalados, son de luz blanca. Este porcentaje puede satisfacer, de media, las necesidades de este tipo de luz zonas de representación (plazas importantes, parques, zonas comerciales, etc.). Esta se consigue con lámparas de halogenuros metálicos, vapor de mercurio (en extinción), fluorescentes, o LED. Se prevé un aumento de este valor, que todo y que represente un aumento de calidad en determinadas zonas, también irá en contraprestación de las repercusiones ambientales, debido a que las lámparas de espectro energético en la banda de los azules (longitudes de onda inferiores a 500 nm), tienen un impacto ambiental superior en el medio natural nocturno.

El resultado particular de cada municipio indica diferentes políticas de trabajo: desde municipios que tienen menos del 5% de lúmenes con luz blanca, a municipios que tiene la totalidad. Este factor no depende especialmente de la población del municipio, sino de la posibilidad de cambiar el alumbrado a corto plazo o de tener una política hacia lámparas de luz blanca.

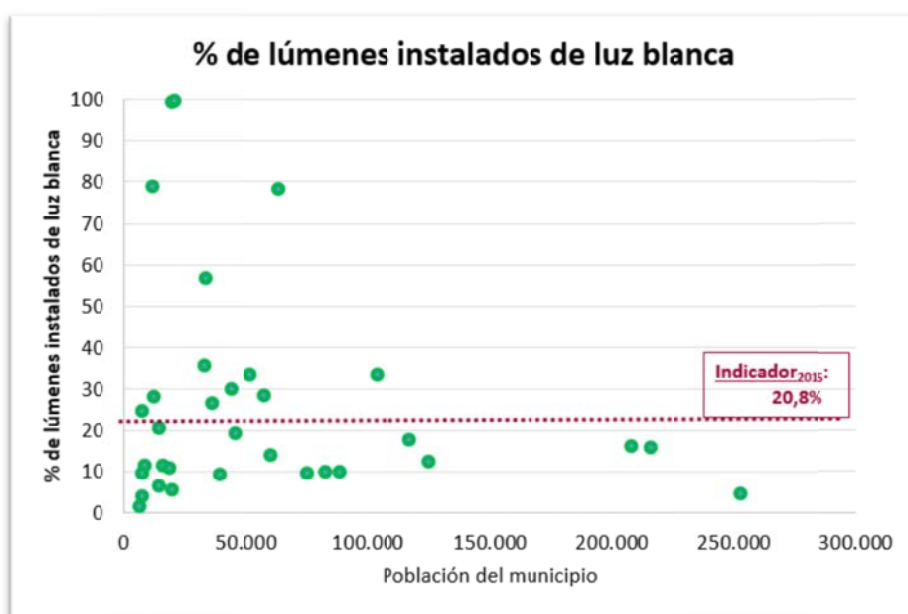


Figura 3 Porcentaje de lúmenes de luz blanca en función de la población del municipio.

Cambiando de análisis para evaluar la funcionalidad del servicio, en primer lugar se utiliza el indicador del porcentaje de lámparas fundidas respecto al número total de lámparas como baremo de posibles incidencias en el funcionamiento de las instalaciones. Durante el año 2015 se ha obtenido un valor medio del 6,6%. Se puede observar una reducción importante respecto al año anterior, en consonancia también de otros indicadores que hacen referencia a las averías. Posiblemente debido a la reforma de algunas instalaciones.

104
averías per cada
1.000 lámparas

Otro indicador importante de la gestión del servicio de alumbrado son las averías por cada 1.000 lámparas. El valor es de 104 averías, sensiblemente inferior al de año 2014.

El histórico de datos muestra que este indicador es muy variable y que no sigue ninguna tendencia, posiblemente porque los motivos de la averías pueden ser muy diversos y variables.

Las poblaciones de menos de 60.000 habitantes, tiene una media de 100 averías por cada 1.000 lámparas, mientras que las poblaciones más grandes, tienen una media de 105 averías por cada 1.000 lámparas.

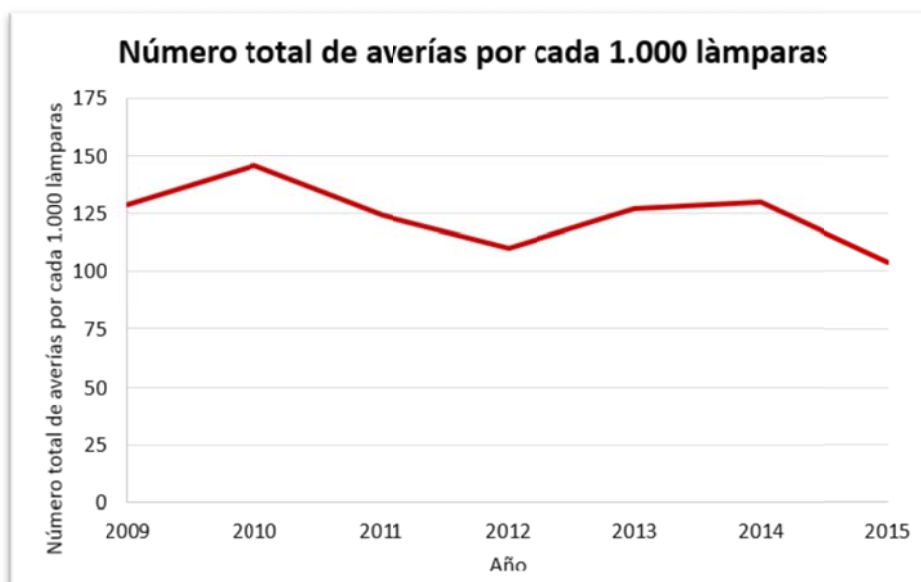


Figura 4 Evolución de las averías por cada 1000 lámparas en los últimos años.

Observando otros indicadores que hacen referencia a averías, y sobre la intervención directa del ciudadano, tenemos:

72%
averías
resueltas en
menos de 24
horas.

La mayoría de las averías tienden a ser resueltas en menos de 24 horas. El valor medio se ha reducido en 2 unidades porcentuales respecto al año 2014, y se ha quedado en un valor medio de 72%. De todas formas, en visión inversa, hay un 28% de las averías que se tarda más de 24 horas en resolver, y por lo tanto el ciudadano está sin servicio por la noche.

Como valor de referencia, es usual pedir contractualmente en las empresas de mantenimiento, la resolución en menos de 24 horas de las incidencias no graves. Por lo que este indicador podría estar en valores cercanos al 85% si se considerara este criterio.

17,9%
% avisos que
efectúan los
ciudadanos

De todas las averías, un 17,9% son avisadas por los ciudadanos. Por tanto, han tenido alguna repercusión o afectación, al haber sido detectadas por ellos y pueden haber creado una molestia antes de ser reparadas de forma predictiva. Esta cifra se ha incrementado casi en 5 puntos porcentuales respecto al año pasado y representa un punto de mejora trabajar.

INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA

En el apartado de infraestructura y tecnología se analiza en determinar la forma en que se presta el servicio. Tanto en magnitud, eficiencia para el ciudadano o unidad relativa, como en la tecnología utilizada. Los indicadores utilizados se pueden agrupar en:

- Magnitudes energéticas por unidad relativa: Determina la medida, tipo de los receptores energéticos (como la potencia media por lámpara).
- Tecnología utilizada: Indica el tipo de lámparas, sistemas de regulación, la presencia de sistemas de telegestión, etc.
- Estado y antigüedad de las instalaciones actuales: Muestra la antigüedad de las infraestructuras o estado ante las inspecciones de seguridad industrial.

Primero, si analizamos la densidad de potencia eléctrica y lumínica instalada:

INDICADORES	Año	Total
Potencia total instalada (equipo+lámpara) respecto al número total de lámparas (W/lámparas)	2015	124
	2014	133
	2013	132
Lúmenes totales instalados respecto a la potencia instalada	2015	80
	2014	80
	2013	80

Tabla 3 Densidad de potencia y eficacia media instalada.

124 W
de potencia
por lámpara

80 lm/W
de eficacia
instalada

Hay una clara tendencia a la disminución de la densidad de potencia instalada, que va de la mano de medidas de eficiencia energética que se pueden ver también en otros indicadores. De forma que se puede proporcionar igual o superior servicio lumínico, con menos requerimientos energéticos. Un indicador en este sentido, es por ejemplo la eficacia de las lámparas, que se mantiene en 80 lúmenes nominales /W instalado.

Respecto al valor por tramos de población tenemos:

INDICADORES	Tramo de población	Total
Potencia total instalada (equipos+lámpara) respecto al número total de lámparas (W/lámparas)	+60 mil	125
	-60 mil	122
Lúmenes totales instalados respecto a la potencia instalada	+60 mil	81
	-60 mil	79

Tabla 4 Densidad de potencia y eficacia media instalada según la medida del municipio.

Si ahora analizamos estos valores en otras zonas de referencia, tenemos, según los documentos de referencia:

	Potencia instalada por lámpara (W/lámp)
Círculos 2015	124
Catalunya 2014	141
España 2015	161
Europa 2007	107

Tabla 5 Comparación de potencia instalada por lámpara en diferentes territorios.

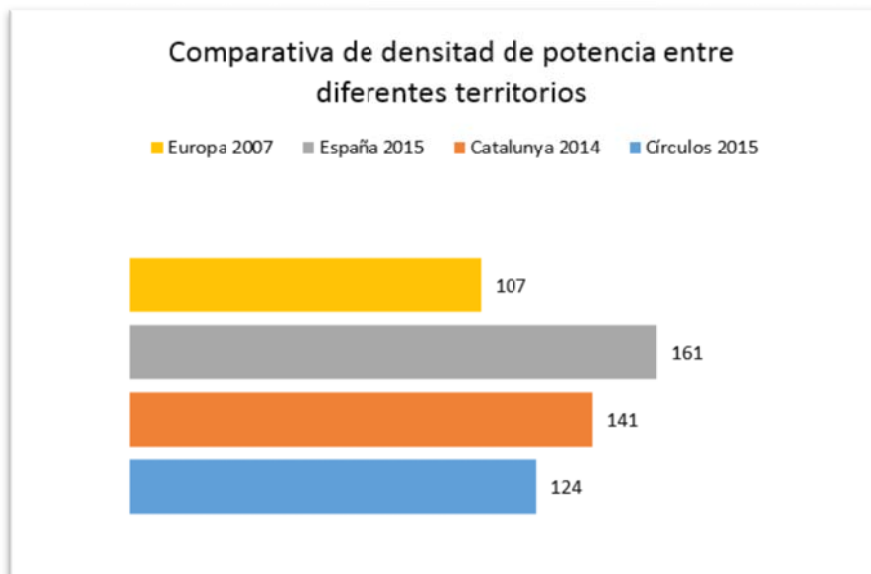


Figura 5 Densidad de potencia entre diferentes territorios.

Donde se puede observar que la densidad de potencia por punto de luz, en la muestra de Círculos, es de un 23% inferior al dato en España, y un 12% inferior a la globalidad de Catalunya. Por el contrario, es un 16% superior a la de países europeos. Esto puede ser debido, entre otros aspectos, al uso de niveles lumínicos elevados. Por tanto, su reducción no ha de ir acompañada solo de medidas de eficiencia energética en los sistemas, sino también de ahorro y homogeneización de niveles lumínicos.

Sobre la eficacia media instalada, no se tienen valores de referencia. Pero teniendo en cuenta que:

- Prácticamente el 95% de los equipos auxiliares son convencionales y que se ha considerado que tienen unas pérdidas inherentes del 15%.
- Que la eficacia nominal de las fuentes de luz objetivo futuras sean alrededor de 100 lm/W (según la actual lámpara de vapor de sodio a alta presión y lámparas LED más cálidas ya instaladas en las luminarias)

Se puede deducir que la eficacia nominal actual de las fuentes de luz es de 92 lm/W. Por tanto, hay un potencial de mejora del 9% en la eficacia con las lámparas eficientes, y cerca de un 10% en el uso de equipos auxiliares de bajas pérdidas. El futuro de la tecnología LED nos proporcionará un techo de eficacia nominal objetivo más elevada, que permitirá niveles superiores a los 100 lm nominales/W.

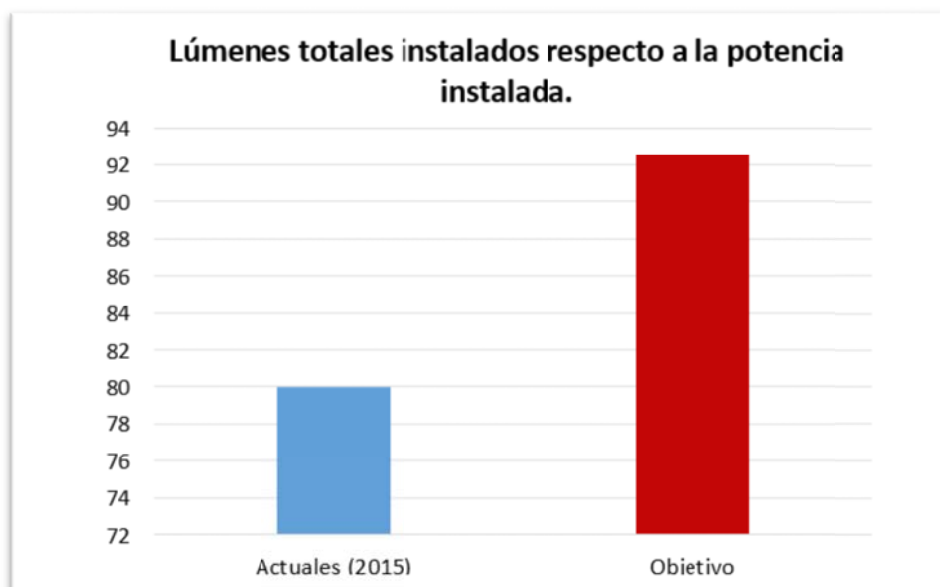


Figura 6 Eficacia actual comparada con la máxima objetivo.

Respecto a la tecnología utilizada, podemos ver:

INDICADOR	Año	Vapor de Mercurio	Halogenuros	Fluor./ bajo consumo	Vapor de sodio alta presión	LED (T<3500K)	LED (T≥3500K)	Otras lámparas
Porcentaje del tipo de lámpara respecto al total.	2015	4,4 %	13,9 %	7,1 %	65,0 %	2,2 %	6,1 %	1,4 %
	2014	5,5 %	11,8 %	7,8 %	68,3 %	1,0 %	4,4 %	1,2 %
	2013	6,5 %	12,3 %	8,3 %	66,7 %	--	5,4 %	0,8 %

Tabla 6 Tipología de lámparas

A pesar de que todavía queda un 4,4% de lámparas de vapor de mercurio, los municipios las van substituyendo por tecnologías más eficientes a medida que van renovando las instalaciones. Según el Decret 190/2015, las lámparas de mercurio en alumbrado público municipal han de estar totalmente fuera de servicio a fecha 1 de enero de 2017.

65%
de lámparas de vapor de sodio a alta presión

La mayoría de lámparas instaladas son de vapor de sodio a alta presión, con un porcentaje del 65%.

Se observa que la implantación del LED como tecnología de alumbrado aumenta cada año, aunque más lentamente de lo que cabría esperar por las expectativas comerciales establecidas. En los años anteriores han sucedido reformas integrales que ayudaran a determinar si esta tecnología es absolutamente madura en su solución tecnológica en los 25-30 años de vida de una instalación tradicional.

8,3%
de lámparas LED

El % de lámparas LED ha crecido respecto al año pasado, pero todavía de forma lenta. Debido, entre otras causas, a la inclusión de nuevos municipios con un importante porcentaje de lámparas de vapor de sodio, a dificultades económicas y a la desconfianza técnica en los primeros años de maduración de la tecnología.

La mejora en las prestaciones de las lámparas que generan luz blanca (LED, halogenuros metálicos) ha supuesto que municipios que tienen mayoritariamente alumbrado de luz amarilla (vapor sodio), planifiquen el alumbrado de zonas como parques y jardines con luz blanca; o políticas generales de luz blanca.

Analizando ahora otra tecnología, como son los sistemas de gestión y reducción:

INDICADOR	Año	En cabecera	Punto a punto	Línea de mando	Equipos prog.	Otros sistemas	Sin regulación
Porcentaje de potencia instalada en sistema de regulación de flujo luminoso respecto a la potencia total instalada	2015	32,3 %	1,3 %	25,5 %	7,3 %	0,8 %	32,9 %
	2014	31,0 %	1,4 %	25,8 %	--	4,2 %	37,6 %
	2013	30,9 %	1,4 %	26,9 %	--	3,7 %	37,2 %

Tabla 7 Tipología de sistemas de reducción de nivel

INDICADOR	Año	Total
Porcentaje de potencia instalada con sistema de telegestión respecto a la potencia total instalada	2015	35,8%
	2014	38,7%
	2013	38,5%

Tabla 8 Gestión de encendido y control

32,9%
de potencia sin
regulación

Analizando la tecnología de la gestión del servicio en las necesidades de cada momento durante la noche, y su adecuación a las necesidades en cada momento, los indicadores muestran una tendencia estable como factor general.

La potencia sin regulación muestran una tendencia a la baja. A pesar de esto, se han detectado nuevas instalaciones con potencias muy reducidas (luminarias LED por ejemplo), donde la relación de viabilidad de económica y servicio lumínico ha desestimado la presencia de sistemas de regulación.

35,8%
de potencia con
telegestión

Los sistemas de telegestión se han estabilizados por encima del 35% (a pesar de la inclusión de nuevos municipios), y se considera una tecnología madura, en lo que hace referencia a su uso en cuadros de maniobra (no para puntos de luz).

Su instalación y gestión óptima, necesita un proceso de tratamiento de datos e interpretación posterior que genera la necesidad de recursos humanos adicionales, y de formación académica superior.

El estado de las instalaciones se ha mantenido de manera similar a la edición anterior. Esto es totalmente coherente, teniendo en cuenta que la vida de las instalaciones es superior a los 25/30 años y los cambios deberían observarse también a largo plazo.

INDICADORES	Año	Total
Vida media de las instalaciones (años)	2015	17,5
	2014	18,0
	2013	--
Vida media de las luminarias (años)	2015	13,8
	2014	15,3
	2013	--
% restante de valor patrimonial de las instalaciones.	2015	47,2 %
	2014	45,1
	2013	--
% inspecciones periódicas obligatorias desfavorables respecto al número total de cuadros.	2015	55,0 %
	2014	52,5 %
	2013	43,2 %

Tabla 9 Indicadores sobre la actualización y estado de las instalaciones.

17,5 años
Vida media de las instalaciones.

En una primera interpretación de los resultados se puede suponer que son valores razonables, pero la visión de todos los datos analizados nos conducen a conclusiones diferentes. Hay municipios que han realizado una renovación importante de sus instalaciones en los últimos años, y que otros no lo han hecho. Por tanto hay casos con instalaciones muy envejecidas y otras con un parque de luminarias muy recientes.

13,8 años
Vida media de las luminarias.

En todo caso, el análisis fuera de medias y uniéndolo con los indicadores de inversiones de alumbrado público, nos lleva a la conclusión de que no hay una política planificada en la renovación de instalaciones. Esta problemática puede verse agravada a medio plazo, cuando las instalaciones de los años 1990-2005 muestren señales de envejecimiento.

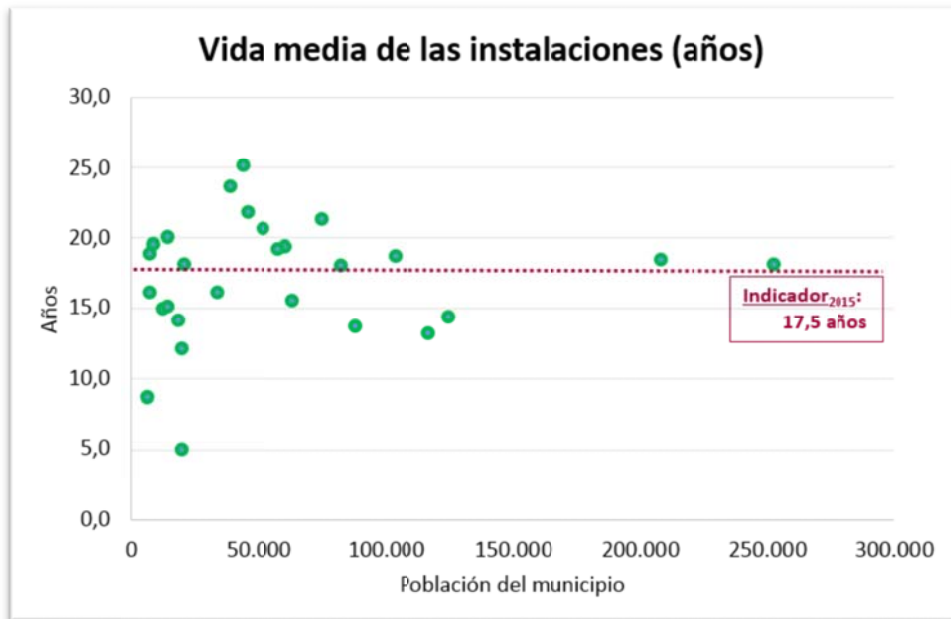


Figura 7 Vida media de las instalaciones (en años).

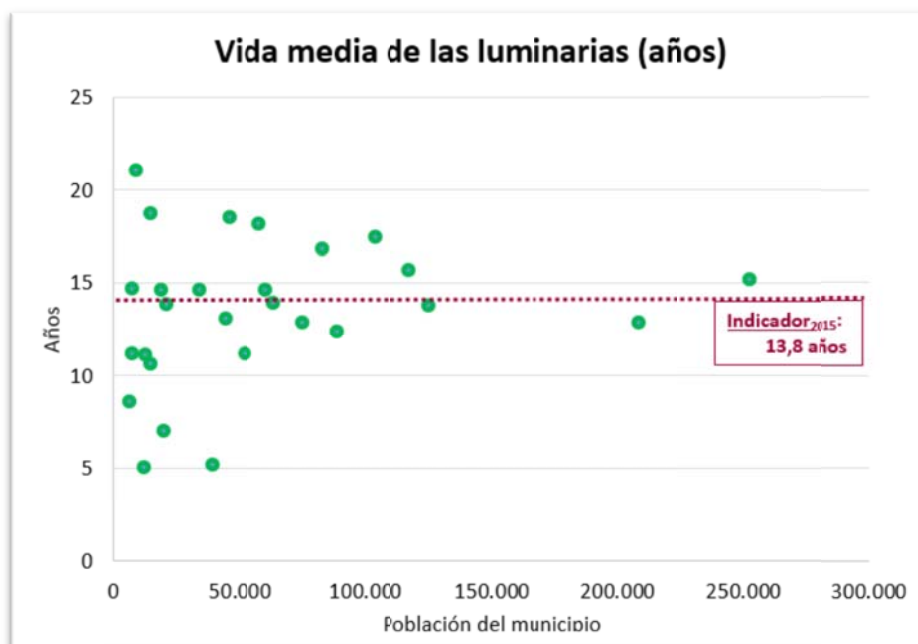


Figura 8 Vida media de las luminarias (en años)

Se puede observar en las gráficas una concentración de la vida de las instalaciones entre los 10 y los 20 años (de media para los municipios). Pero sobre todo se puede ver que la vida de las luminarias se centra en los 10-15 años y la de las instalaciones entre los 15-20 años. Este hecho pone de manifiesto una actividad de renovación orientada a las luminarias principalmente, no a las

instalaciones en general. El peligro de un envejecimiento de la infraestructura del servicio (cuadro de protecciones eléctricas, canalizaciones, soportes, etc.), puede ser un factor muy importante en 10-15 años y surge la necesidad de planificar una política de renovación del parque de alumbrado. Estas acciones de renovación acostumbran a ser muy costosas, y el hecho de que no tengan asociada una reducción en el gasto energético dificulta el poder conseguir los recursos necesarios. En el análisis de recursos económicos y los indicadores “% de inversiones en renovación de instalaciones de AP respecto al total de presupuesto de inversiones”, y “Gasto en inversiones de AP por lámpara” se pone de manifiesto en esta falta de recursos.

El valor patrimonial restante también proporciona información en este sentido, y se encuentra por debajo del 50% (valor patrimonial restante del 47%).

55%
de inspecciones
periódicas no
favorables.

Las inspecciones periódicas desfavorables se han incrementado en su media hasta un 55%. Este factor puede ser debido a un envejecimiento de las instalaciones y se incrementa sensiblemente en los últimos años.

El cumplimiento reglamentario de seguridad (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), supone un coste muy elevado para el servicio de alumbrado, y se considera de forma muy desigual en función de los diferentes municipios. Su no cumplimiento puede representar un peligro para la ciudadanía.

Si profundizamos en este último factor, veremos que en algunos casos, el municipio dispone de todas las inspecciones favorables, y en otras ocasiones la situación es inversa. Parece ser que el tamaño del municipio no tiene una especial relevancia en este indicador, ni los recursos destinados de forma general por habitante.

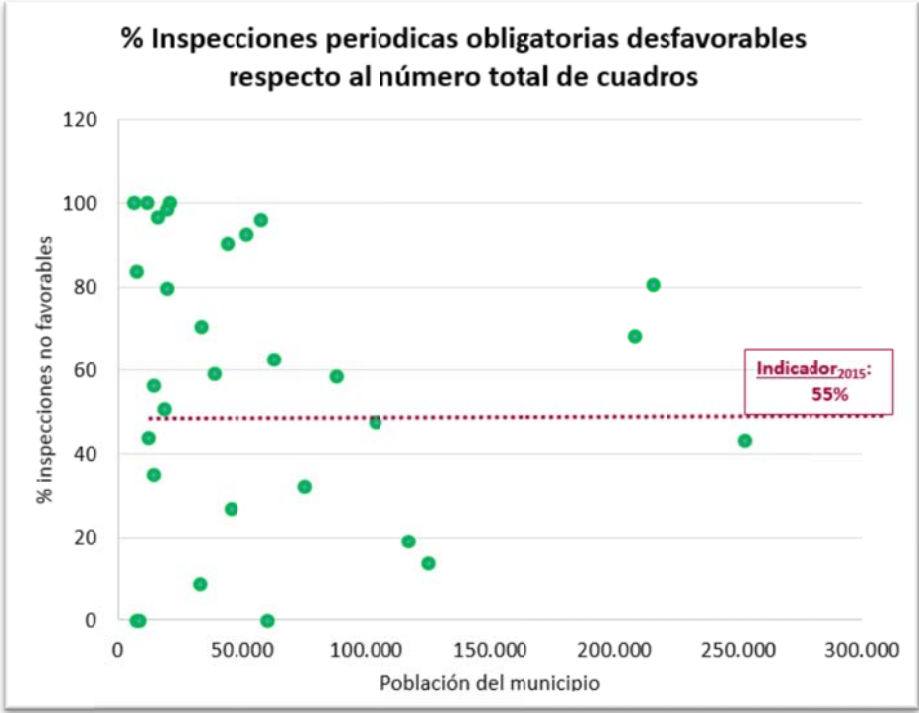


Figura 9 Inspecciones no favorables en función de la población del municipio.

GESTIÓN DE LOS RECURSOS ECONÓMICOS

Este vector es el de análisis más complejo, por todos los factores interrelacionados que incorpora:

- Gestión y contratación: Tipología de gestión del servicio (directa o indirecta), precios unitarios de la energía, tipos de contratos, etc.
- Distribución de los costes corrientes: Energéticos, mantenimiento y costes unitarios.
- Peso en el presupuesto municipal de los gastos corrientes y de inversión.

En el servicio de alumbrado la gestión del servicio se lleva a cabo de forma general mediante gestión: directa para el servicio de suministro de energía eléctrica (con un 78% del total) e indirecta para el mantenimiento (un 85% del total).

Los indicadores que muestran la forma de contratación se mantienen estables en los últimos años. Tanto en tipología de contratación como en ratios de eficiencia:

INDICADORES	Año	Total
Potencia total contratada (equipo+lámpara) respecto a la potencia instalada (kWc/kWi)	2015	1,5
	2014	1,5
	2013	1,5
Precio medio del suministro eléctrico (€/kWh)	2015	0,15162
	2014	0,15142
	2013	0,15196
Porcentaje de cuadros con suministro en el mercado libre.	2014	80,8 %
	2013	78,0 %
	2012	74,2 %

Tabla 10 . Indicadores de consumo energético y contratación.

En relación a la potencia contratada respecto a la potencia instalada, la media de los municipios es de 1,5, valor idéntico al de los años anteriores. Este valor se considera ligeramente por encima del valor óptimo (entre 1,2 y 1,3). Un exceso de potencia de contratación puede ser causado por modificaciones en las instalaciones sin una revisión tras su finalización. También puede ser debido a contrataciones sobredimensionadas en vista de posibles ampliaciones, semáforos, bombas de agua, luces de navidad, y elementos provisionales. Hay una importante divergencia entre diferentes políticas municipales o incluso algún proceso de regularización en trámite que de forma particular dibuja resultados muy desequilibrados.

Al considerar la forma de adquirir la energía, se observa una tendencia a aumentar el porcentaje de cuadros con suministro eléctrico en el mercado libre. Actualmente un 63% de los municipios de Círculos tienen todos sus suministros eléctricos en el mercado libre. A pesar de ello, y analizando los precios pagados por kWh, la compra de energía en el mercado libre no es actualmente garantía de conseguir los mejores precios y los ratios €/kWh se mantienen estables a lo largo de los últimos años.

Si se analizan los costes y las necesidades de estructura en función del tamaño de la instalación, y refiriéndonos a unidades relativas a las infraestructuras (por lámparas):

INDICADORES	Año	Total
Número total de lámparas por trabajador/a del servicio.	2015	1.304
	2014	1.344
	2013	1.416
Gasto corriente del mantenimiento del servicio de alumbrado público respecto al número total de lámparas (€/núm. lámparas).	2015	43
	2014	41
	2013	44
Gasto corriente del suministro de electricidad del servicio de alumbrado público respecto al número total de lámparas (€/núm. lámparas).	2015	65
	2014	66
	2013	71
Gasto corriente del servicio de alumbrado público (suministro + mantenimiento) respecto al número total de lámparas (€/núm. lámparas).	2015	108
	2014	108
	2013	112

Tabla 11 Gasto corriente y estructura por lámpara en servicio.

1.304 lámparas por trabajador

Se puede observar una bajada de la carga de trabajo aparente por trabajador del servicio y existe una bajada del número de averías en el mismo factor relativo.

El valor de lámparas por trabajador ha ido bajando y actualmente se sitúa en 1.304 lámparas por trabajador. Su valor es variable y se observa una cierta tendencia a la alza en la disponibilidad de recursos humanos en función del tamaño de las instalaciones.

El gasto asociado se puede analizar de la siguiente forma:

Gasto corriente
en el servicio de
alumbrado:

108
€/lámpara

Para analizar los costes unitarios se parte de tres indicadores: el gasto corriente global, el del consumo eléctrico y el del mantenimiento de las instalaciones.

En los últimos años se ha disminuido el gasto corriente del servicio de alumbrado, todo y que es igual al del año 2014.

Los costes unitarios de suministro eléctrico en todos los municipios se encuentran por encima de los costes de mantenimiento, siendo la media del 40% el coste de mantenimiento y el 60% el coste de consumo eléctrico. En valor absoluto se ha reducido, pero se conserva una relación parecida.

El gasto corriente del mantenimiento de alumbrado público respecto al total de lámparas, es prácticamente el mismo para poblaciones de consideradas grandes o reducidas.: 44 €/lámpara para poblaciones de más de 60.000 habitantes y 42 €/lámpara para poblaciones de menos de 60.000 habitantes.

Por otro lado, la diferencia en el gasto energético es superior, aunque también poco significativa. Para los municipios mayores, hay un gasto medio de 63 €/lámpara y para municipios de menos de 60.000 habitantes un gasto de 68 €/lámpara.

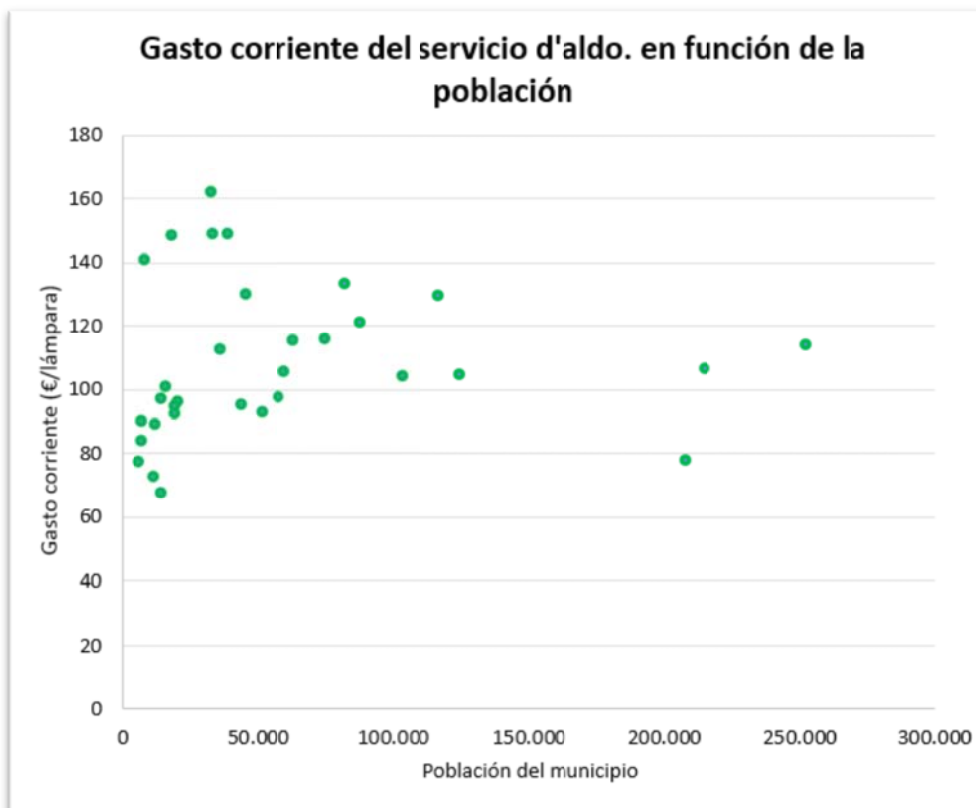


Figura 10 Gasto corriente del servicio de alumbrado en función de la población del municipio.

Como puede verse en la figura anterior, hay una tendencia a controlar el gasto del servicio de alumbrado público en municipios más grandes, mientras que en municipios pequeños hay mucha divergencia. Si analizamos los datos por grupos de población:

INDICADORES EN EL AÑO 2015	Población	Valor
Gasto corriente del mantenimiento del servicio de alumbrado público respecto al número total de lámparas (€/núm. lámparas)	+60.000	44
	-60.000	42
Gasto corriente del suministro de electricidad del servicio de alumbrado público respecto al número total de lámparas. (€/núm. lámparas)	+60.000	63
	-60.000	68
Gasto corriente del servicio de alumbrado público (suministro + mantenimiento), respecto al número total de lámparas (€/núm. lámparas)	+60.000	107
	-60.000	110

Tabla 12 Costes relativos del servicio, respecto al número de lámparas.

En este caso, los municipios grandes también tienen una gestión económica más eficaz del servicio. Los costes relativos a lámpara son más reducidos, pero la diferencia es inferior a la comparación respecto a los indicadores que referencian los costes a los habitantes (Tabla 14).

INDICADORES	Año	Total
Gasto corriente del servicio de alumbrado público por habitante (€/h.)	2015	16,4
	2014	16,1
	2013	18,0
Gasto del suministro eléctrico por habitante. (€/h.)	2015	9,9
	2014	9,9
	2013	11,0
Gasto corriente del mantenimiento por habitante. (€/h.)	2015	6,5
	2014	6,2
	2013	7,0

Tabla 13 Gasto del servicio .

Gasto corriente del servicio de alumbrado:

**16,4
€/hab.**

El gasto corriente del servicio de alumbrado público se sitúa en 16,4 €/habitante. Si se compara respecto al año pasado, vemos que resultan valores muy similares. Este gasto global se divide en: 9,9 €/habitante para suministro energético y 6,5€/habitante en mantenimiento.

Estos indicadores tienen valores muy diferentes en función del tamaño del municipio:

INDICADORES	Población	Valor
Gasto corriente del servicio de alumbrado por habitante (€/h.)	+60.000	14,3
	-60.000	22,1
Gasto del suministro eléctrico por habitante (€/ h.)	+60.000	8,4
	-60.000	13,7
Gasto corriente del mantenimiento por habitante (€/ h.)	+60.000	5,8
	-60.000	8,5

Tabla 14 Gasto corriente por habitante del municipio.

Los datos son muy representativos. El hecho de que los municipios pequeños tengan un gasto energético en valor relativo muy elevado (un 63% superior a los municipios grandes), supone una barrera para poder dedicar recursos al mantenimiento u otras necesidades municipales. De forma que en datos relativos, el gasto corriente del servicio es un 55% más elevado en municipios pequeños que en grandes.

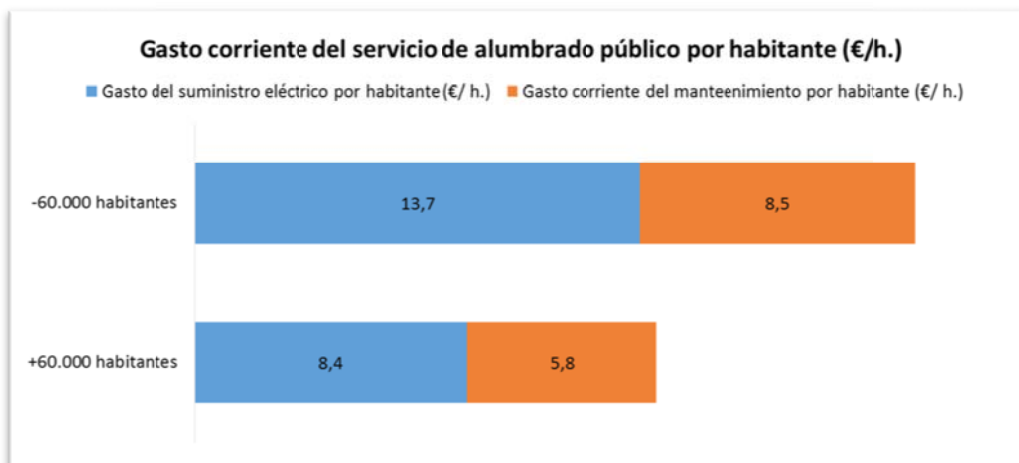


Figura 11 Gasto corriente del servicio de alumbrado público por habitante (€/h.) en función del tamaño del municipio.

Este hecho es debido a diferentes circunstancias: la posibilidad de gestión técnica, el acceso a la tecnología en función de los recursos económicos, pero sobre todo a la dispersión urbana de los municipios más pequeños, en función de su población censada. Es decir, la densidad de población, que se ve reflejada en el indicador de Entorno: Número total de lámparas por cada 1.000 habitantes.

INDICADORES	Población	Valor
Número total de lámparas por cada 1.000 habitantes.	+60.000	133
	-60.000	202

Tabla 15 Distribución de instalaciones por habitante.

Donde se puede visualizar que los municipios de menos de 60.000 habitantes tienen un 52% menos de lámparas por cada 1000 habitantes que en municipios de más población.

Por último, analizando los valores referidos al gasto global y a la dependencia de las arcas municipales, tanto en gasto corriente como en inversiones, tenemos:

INDICADORES	Año	Total
% de gasto corriente del servicio de alumbrado público respecto al gasto corriente del presupuesto municipal.	2015	2,0 %
	2014	2,0 %
	2013	2,2 %
% de gasto de suministro de electricidad del servicio de alumbrado público respecto al gasto corriente del servicio de alumbrado público.	2015	59,9 %
	2014	61,6 %
	2013	61,6 %
% de gasto del suministro de electricidad del servicio de alumbrado público respecto al gasto de	2015	39,9 %
	2014	40,6 %

electricidad municipal.	2013	44,1 %
% de inversiones en renovación de instalaciones respecto al total de presupuesto de inversiones.	2015	3,3 %
	2014	2,70 %
	2013	--
Gasto en inversiones en alumbrado público por lámparas (€/lámp)	2015	29,1
	2014	15,0
	2013	--

Tabla 16 Valores económicos referentes al presupuesto municipal.

El gasto del suministro eléctrico en alumbrado respecto al total del ayuntamiento continúa bajando y está por debajo del 40%.

Los valores de gasto corriente de alumbrado respecto al total de gasto corriente se mantienen con unos valores medios del 2%. Este indicador tiene una alta variabilidad y una fuerte dependencia con el tamaño del municipio. Para municipios pequeños hay un intervalo que puede ir desde el 1% a casi el 6%. Para municipios grandes suele estar cerca del 1,5%.

La dependencia del coste energético de alumbrado público en los costes municipales, es un factor a considerar, ya que valores elevados pueden representar una barrera a las políticas de gestión, mantenimiento e inversión de las instalaciones. Aunque los valores más elevados corresponden a municipios de poca población, estos factores están relacionados con la tecnología y gestión técnica, pero también a causas estructurales.

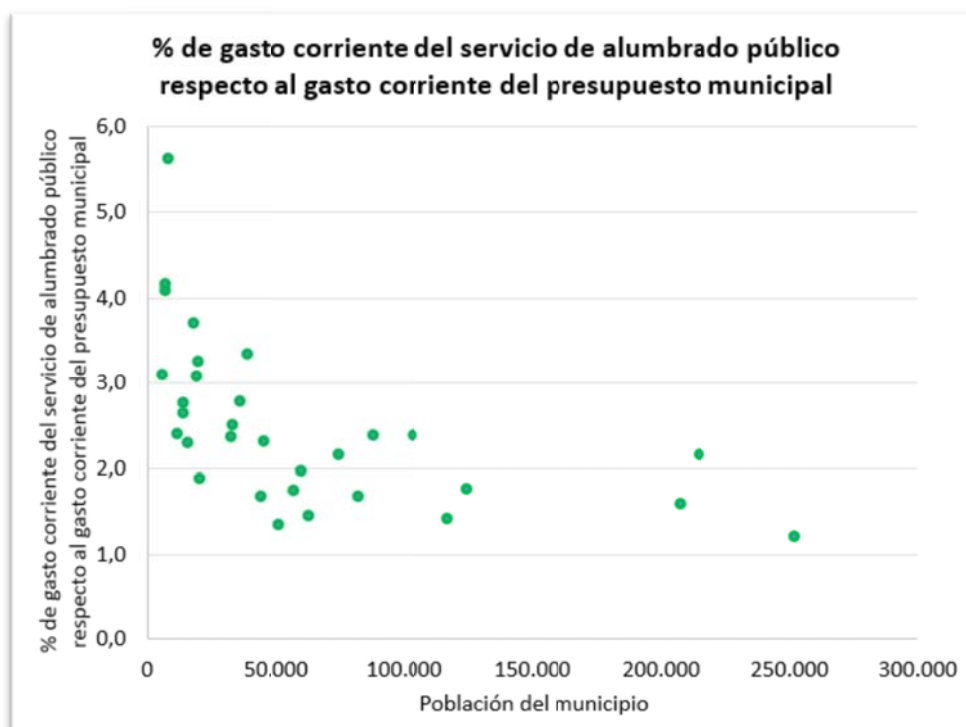


Figura 12 . Porcentaje de gasto corriente del servicio de alumbrado respecto al gasto corriente total del presupuesto municipal.

Gasto en inversiones
por lámpara:
29€/lámpara

La inversión en infraestructuras de alumbrado es del 3,3% respecto al total de las inversiones del presupuesto municipal. Este valor, implantado sobre el parque de instalaciones, supone 29€/lámpara. A pesar de ser más elevado que el del año pasado, es insuficiente, y corresponde a una reforma circunstancial de un pequeño grupo de municipios, no a un cambio general en la política de renovación de instalaciones.

Si se considera una vida media de las instalaciones de 30-35 años, este valor es insuficiente para mantener el parque de instalaciones actualizado, puesto que para renovar las instalaciones sería interesante tener importes cercanos a los 86€/lámpara. Si consideramos la renovación exclusivamente de las luminarias (de unos 25 años de vida), el importe deseable estaría alrededor de los 20€/lámpara.

Pero esta segunda consideración no sería deseable, puesto que dejaría sin tener en cuenta la renovación de la infraestructura general.

Analizando los valores por tramos de población, vemos que los municipios pequeños dedican un % de presupuesto superior. Esto es debido a que los municipios que han reformado su alumbrado en el último año, son de este grupo.

INDICADORES DEL AÑO 2015	Población	Valor
% de inversiones en renovación de instalaciones de AP respecto al total de presupuesto de inversiones.	+60.000	3,0%
	-60.000	5,7%
Gasto anual en inversiones de AP por lámpara.	+60.000	21 €/lámp
	-60.000	45 €/lámp

Tabla 17 Inversiones en renovación de instalaciones en función del tamaño del municipio.

A modo de conclusiones del análisis de este vector, se puede decir que:

- Los gastos corrientes por habitante están optimizados pero son muy sensibles al tamaño del municipio. La dispersión urbanística y falta de recursos operativos para incluir nuevas tecnologías hacen que los municipios de menor tamaño tengan un gasto energético por habitante un 63% superior al de los municipios más grandes. Esto dificulta la inclusión de recursos económicos en otros aspectos del servicio.

Comparando los indicadores obtenidos con otros del resto de Catalunya y España, tenemos:

	Gasto de electricidad por habitante (€/habitante)	Gasto de electricidad por lámpara (€/núm. lámp)
Círculos 2015	9,9	65
Catalunya 2014	16,98	90,89
España 2015	21,13	118,71

Tabla 18 Comparación del gasto energético por habitante.

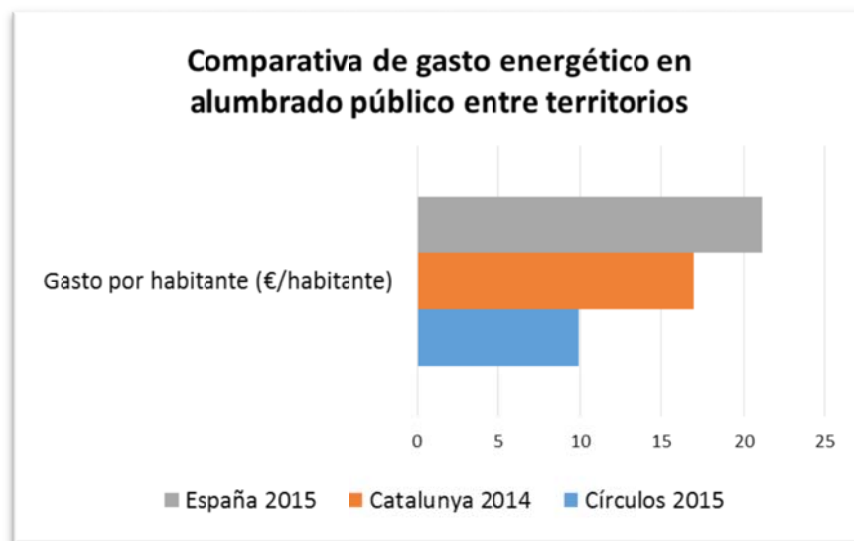


Figura 13 Gasto corriente entre territorios de referencia.

- Los costes relativos por lámpara están también optimizados. Tiene influencia el tamaño del municipio pero no con una importancia tan clara como en su referencia por habitante.
- El precio de la energía tiene un valor variable en función del municipio y no parece depender de la política de contratación respecto al mercado libre. El precio medio se ha mantenido en 0,15162 €/kWh, prácticamente el mismo valor que en el año 2014.

- Los recursos económicos destinados a la actualización y renovación de instalaciones son de forma generalizada insuficientes para mantener el valor patrimonial de las instalaciones, y pueden generar un envejecimiento y deterioro de las instalaciones y del servicio a medio plazo. No existe una política programada suficientemente dotada de presupuesto como para conseguir una renovación progresiva de las infraestructuras del servicio.

REPERCUSIONES AMBIENTALES

En el análisis de las repercusiones ambientales se estudiará:

- El consumo energético por habitante.
- La contaminación lumínica.
- Los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Analizando los datos, y con el objetivo de minimizar las repercusiones:

INDICADORES	AÑO	Total	MIX energético (grCO ₂ /kWh)
Kg de CO ₂ eq emitidos respecto al número total de lámparas	2015	126	302
	2014	118	267
	2013	115	248
Kg de CO ₂ eq emitidos por habitante.	2015	19	
	2014	18	
	2013	18	
% de luminarias fuera del reglamento de CL respecto al número total de luminarias.	2015	14,3 %	
	2014	6,5 %	
	2013	5,1 %	
% de luz contaminante respecto al total.	2015	10,7 %	
	2014	10,7 %	
	2013	--	
Consumo eléctrico por habitante (kWh/ h.)	2015	65	
	2014	66	
	2013	72	

Tabla 19 Repercusiones ambientales del alumbrado

El valor de la huella de CO₂ tiene una alta sensibilidad al mix energético de cálculo. En este caso, se pueden ver a la derecha los factores de cálculo de los años de análisis. Se puede observar:

- El factor de conversión del mix energético ha aumentado un 22% del 2013 al 2015.
- Los GEI han aumentado un 10% del 2013 al 2015.

Por esta razón, como se verá en el análisis energético (kWh/h), el aumento de los GEI es inferior al mix energético debido a la mejora de la eficiencia de los sistemas receptores energético.

Como resumen, tenemos:

19
kgCO_{2eq}
de Gases de
Efecto
Invernadero por
habitante

Las tendencias actuales indican una estabilización de los GEI en factor relativo por habitante. La media está estabilizada en torno a los 19 kg CO_{2eq} por habitante.

14,3%
de luminarias
fuera del
reglamento de
CL.

Los dos indicadores hacen referencia al impacto ambiental de las instalaciones, debido a la contaminación lumínica. Esto es, el residuo específico de su servicio: la luz. El indicador % de luminarias fuera del reglamento, indica un aumento de estas luminarias. La forma de cálculo se hace a partir de un inventario de las luminarias de los municipios, y se seleccionan de forma objetiva las que están por encima de un FHSi del 5%. Durante el año 2015 ha entrado en vigor el nuevo reglamento de protección del medio nocturno en Catalunya (Decret 190/2015), que incluye aspectos más restrictivos. Esto ha hecho aumentar las luminarias consideradas contaminantes respecto al año pasado, puesto que umbral ha bajado del 15% al 5%. Esto no supone que las instalaciones estén peor, sino que supone que el umbral reglamentario es más exigente.

10,7%
luz
contaminante
respecto al total

El valor de % de luz contaminante respecto al total, representa la luz que va hacia el cielo, según la emisión directa de las luminarias y la reflejada en el asfalto, y otros pavimentos. Hay un factor de peso, donde se considera que la luz amarilla es menos contaminante. En este caso, un lumen blanco tiene un peso de 1, la luz de blanca cálida de LED 0,85 y una luz tipo vapor de sodio a alta presión 0,66.

Las tendencias apuntan a un aumento de lámparas de luz blanca. Esto puede incrementar el valor de 10,7% de luz contaminante, y consecuentemente, su impacto.

Si comparamos estos factores con otros de referencia, tenemos que debido a la presencia de luminarias contaminantes, o de su FHSi superior al 1%, los valores de contaminación lumínica son mejorables. El valor objetivo se puede obtener teniendo en cuenta la presencia de luminarias no contaminantes y el uso de lámparas de espectro contaminante sólo en casos necesarios:

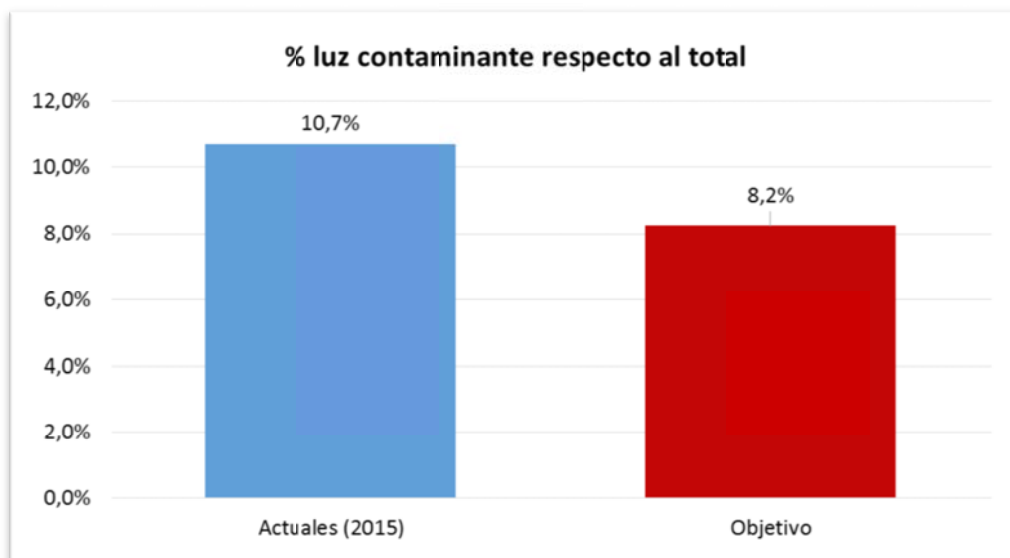


Figura 14 Porcentaje de luz contaminante hacia el cielo

65 kWh
por habitante
de consumo
eléctrico en
alumbrado
público.

En el año 2015, este indicador presenta un valor muy parecido al del año 2014. Y casi un 10% inferior al de año 2013.

Las poblaciones de más de 60.000 habitantes, tienen un consumo eléctrico del servicio de alumbrado por habitante de 56 kWh, muy por debajo de las poblaciones de población inferior, que llegan a los 96 kWh per habitante.

Estos valores son extremadamente importantes, puesto que son costes bastante fijos en la economía municipal y pueden lastrar los recursos económicos a largo plazo. Estos valores son dependientes de la tecnología, de la gestión que se hace de esta, pero también de la densidad de población, por lo que los municipios de urbanización menos densa, también tienen en el alumbrado público un coste añadido por habitante. Si miramos los valores de referencia respecto a territorios más cercanos:

	Consumo eléctrico por habitante (kWh/h.)
Círculos 2015	65
Catalunya 2014	95
España 2015	116
Europa 2014	75

Tabla 20 . Consumo eléctrico por habitante en diferentes territorios.

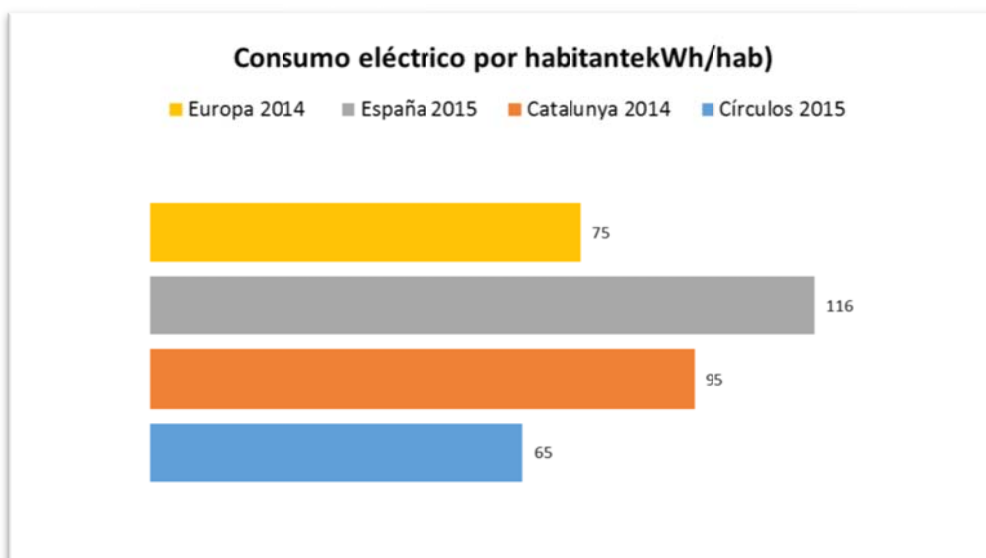


Figura 15 Consumo eléctrico por habitante en diferentes territorios.

Como visión general, se puede determinar que los valores de la muestra son los más óptimos analizados. Un 44% inferior a la media de España y un 14% inferior a la media de Europa.

DESCRIPCIÓN DEL TALLER

Este año se ha desarrollado un taller de trabajo de forma complementaria a la recopilación y análisis de datos.

Taller:

Objetivos:

La jornada tiene como objetivos principales mostrar los resultados obtenidos en los análisis de los datos recogidos, así como el intercambio de experiencias en temas que son de especial interés.

Metodología:

La sesión se ha iniciado con una presentación por parte del responsable del Servicio de Programación, explicando las novedades más importantes en Círculos de este año, así como las nuevas formas de acceso al programa.

A continuación la empresa consultora ha hecho un resumen de los indicadores más importantes, resultado del análisis del año 2015.

Posteriormente, y en grupo plenario para compartir la información entre todos los integrantes, se han tratado tres temas:

- Forma de reducción de los costes energéticos en zonas de baja densidad de tráfico.
- Costes de mantenimiento en el alumbrado.
- La consideración de la luz intrusa en el diseño y control del alumbrado.

Tanto la composición en grupo plenario, como la selección de los tres temas, se han realizado teniendo en cuenta las aportaciones y los comentarios de los técnicos participantes.

El resultado final ha sido un rico debate e intercambio de información que nutre el know-how de los responsables del servicio, en base al aprovechamiento de la experiencia de todo el grupo.

RESUMEN DE LOS DATOS MÁS RELEVANTES

A continuación se enumeran las conclusiones más importantes obtenidas. En gran medida, suponen una continuidad en tendencia y forma respecto al año anterior:

Respecto a la muestra de análisis:

- Han participado 33 entidades locales. 30 municipios de la provincia de Barcelona y 1 consell comarcal, que representan el 52% de la población total de municipios de más de 10.000 habitantes de la provincia de Barcelona.

Respecto a los parámetros de calidad de servicio de las instalaciones:

- Las lámparas instaladas con luz blanca son suficientes para dar servicio lumínico de calidad a las zonas más importantes. Corresponden a un 20,8% de la totalidad de lúmenes instalados, en rápido aumento respecto al año pasado, y se prevé un aumento de este valor por la inclusión de nuevas tecnologías.
- Los niveles lumínicos resultantes se consideran entre moderados y elevados (de 13,3 lux de media), y pueden representar una barrera en las políticas de ahorro energético y la optimización de otros factores directamente relacionados (como la potencia instalada por lámpara).
- Hay una tendencia estabilizada o a la alza, de las instalaciones que no han pasado de forma favorable la inspección de seguridad eléctrica. El valor se sitúa en el 55%.

Respecto a la tipología y antigüedad de la tecnología utilizada:

- Hay una mayoría de lámparas de tipo de vapor de sodio de alta presión con más de un 65%. La tecnología LED va introduciéndose paulatinamente en el sector, y se prevé que a medio plazo sea mayoritaria, si no hay un cambio tecnológico en el horizonte (8,3% de presencia). La eficacia instalada es de 80 lm/W de lúmenes totales por potencia instalada, o lo que es lo mismo, unos 92 lm/W nominales de las lámparas. Valores de alta eficiencia.
- Los sistemas de regulación y telegestión se mantienen estables respecto a otras ediciones, en niveles elevados: Un porcentaje de potencia regulada del 67,2%, y una potencia telegestionada del 35,8%. Valores similares a la edición anterior.
- El análisis de la antigüedad de las instalaciones muestra unas instalaciones de antigüedad por encima de la media de su vida útil (14 años para las luminarias y 18 años para las instalaciones), que puede representar un problema a largo plazo, si no se destinan los recursos necesarios para reformar el parque de instalaciones antiguas. Los resultados son similares a los de la edición anterior, y será muy interesante observar las tendencias a largo plazo.

Respecto a los valores energéticos:

- Existe una optimización en los factores de potencia y eficacia de las lámparas. Con valores de 124 Winst/lámpara, valor que supone un 23% menos que la media estatal.
- El consumo energético tiene un valor medio de 65 kWh/habitante, valor reducido. Un 44% inferior a la media de España y un 13% inferior a la media europea. A pesar de ello, este indicador es mucho más sensible a las características del municipio. La media de municipios pequeños y de densidad de población más baja (inferior a 60.000 habitantes) sube hasta los 96 kWh.

	Consumo eléctrico por habitante (kWh/h.)
Círculos 2015	65
Catalunya 2014	95
España 2015	116
Europa 2014	75

Tabla 21 . Consumo eléctrico por habitante en diferentes espacios territoriales.

Respecto a las repercusiones ambientales:

- Hay una estabilización de los Gases de Efecto Invernadero, entorno a los 19 kg/ CO₂eq/hab, valores muy similares a los de la edición anterior. Debido al aumento del mix, las cifras totales absolutas van en aumento.
- El valor de referencia de la contaminación lumínica se encuentra también en valores correctos: un 14,3% de luminarias contaminantes (valor superior al de otras años, pero debido a la reformulación del indicador, no debido a un deterioro de las instalaciones) y un 10,7% de luz contaminante. Sin embargo, el uso de luz blanca podría significar un incremento en las repercusiones ambientales.

Respecto al servicio de mantenimiento:

- Los indicadores de averías resueltas en menos de 24 horas (72%) y averías (104 averías por cada 1000 lámparas), indican posibilidad de mejora.
- El servicio de mantenimiento se continúa gestionando de forma mayoritariamente externa (en un 85% de los recursos asignados).
- Los trabajadores tienen una carga de trabajo con una cierta reducción en la muestra de estudio, con 1.304 lámparas por trabajador y 129 averías por trabajador.

Respecto a los valores económicos del servicio:

- Los costes corrientes por habitante están optimizados, pero son muy sensibles a la medida del municipio. La dispersión de costes por cada municipio y la falta de recursos operativos para incluir nuevas tecnologías, hace que los municipios pequeños, con población inferior a 60.000 habitantes, tengan un gasto energético por habitante un 71% superior a los municipios grandes. Este hecho, dificulta la inclusión de recursos económicos en otros aspectos del servicio, y es debido a diferentes

factores, pero sobre todo a aspectos estructurales. Municipios con baja densidad de población, tienen una relación de puntos de luz por habitante más alta, así que un menor número de habitantes han de mantener un número más elevado de instalaciones.

Comparados los indicadores obtenidos con el resto de Catalunya y España, tenemos:

	Gasto eléctrico por habitante (€/habitante)	Gasto eléctrico por lámpara (€/núm. lámparas)
Círculos 2015	9,9	65
Catalunya 2014	16,98	90,89
España 2015	21,13	118,71

Tabla 22 Comparación del gasto energético por habitante.

- Los costes relativos por lámpara están también optimizados. La medida del municipio también influye, pero no en tan medida como en los costes por habitante.
- El precio de la energía tiene un valor variable en función del municipio y no parece depender de la política de contratación respecto al mercado libre. El precio medio se ha mantenido, y prácticamente es el mismo que en los años anteriores (0,15162 €/kWh).
- Los recursos económicos destinados a la actualización y renovación de instalaciones son insuficientes para mantener el valor patrimonial de las instalaciones (29,1 €/lámpara), y puede generar un envejecimiento y deterioro de las instalaciones y servicio a medio plazo. Hay un importe incremento respecto al año anterior, pero debido a actuaciones muy importantes en municipios puntuales, no a un cambio de tendencia general.