

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO Y EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

Material de Referencia
de
COMPETENCE




Imagen cortesía de www.wurli.com

COMPETENCE

financiado dentro del programa STEER de la UE

con el apoyo de:

Intelligent Energy  Europe

El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva del autor, y no representa la opinión de la Comunidad. La Comisión Europea no es responsable del uso que se pueda hacer de la información aquí contenida.

Tabla de Contenidos

1. Introducción	2
2. Infraestructuras de transporte de eficiencia energética	4
2.1 Alumbrado público	4
Medidas	4
Ejemplo – Graz	8
2.2 Semáforos	9
Medidas y resultados	9
Ejemplo – Graz	10
Ejemplo – Estocolmo	10
2.3 Alumbrado de Navidad	10
Medidas y resultados	11
Ejemplo – Graz	11
2.4 Alumbrado exterior general	11
Energía solar	12
Ejemplo –Voitsberg	12
2.5 Parquímetros	13
Medidas y resultados	13
Ejemplo – Erlangen	13
3. Desarrollo del proyecto	14
Barriers	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
Specific features	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
Implementation	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
3.1 Financing	15
Leasing	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
Third party financing	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
4. Bibliografía y sitios web	17
5. Glosario	18

El presente material ha sido elaborado por Markus Radocha y Birgit Baumgartner de la Agencia de la Energía de Graz:

Grazer Energieagentur Ges.m.b.H. – **GEA**

Kaiserfeldgasse 13/I; A-8010 Graz Austria

Tel: ++43/316/811848-19 Fax: ++43/316/811848-9 www.grazer-ea.at

radocha@grazer-ea.at y baumgartner@grazer-ea.at

1. Introducción

La cantidad de energía utilizada en el transporte está influida por los siguientes factores:

- Normativa sobre utilización del suelo
- Gestión de la movilidad / modalidades de movilidad
- Eficiencia de los medios de transporte
- Consumo de energía de las infraestructuras de transporte

La mayoría de los ayuntamientos no son conscientes de la cantidad de energía que se utiliza en las infraestructuras de transporte. Por ejemplo, el consumo de energía del alumbrado público de la municipalidad de Graz asciende a 8,5 millones de kilowatios hora por año, lo que equivale a más de un millón de euros. Por consiguiente, los métodos que permitan incrementar la eficiencia energética sirven también para reducir los costes y las emisiones, así como para beneficiar a la economía de la región mediante el aumento de la actividad comercial.

El objetivo de este material es facilitar una mejor comprensión y conocimiento sobre la eficiencia energética en el alumbrado público y en las infraestructuras de transporte a las agencias de la energía.

Los **principales elementos** que contribuyen a un uso tan elevado de energía en las infraestructuras de transporte son los siguientes:

- Alumbrado público
- Semáforos
- Alumbrado de Navidad
- Alumbrado exterior general
- Parquímetros

En las siguientes páginas se tratan estos elementos y se describen tecnologías y medidas que permiten mejorar la eficiencia, con resultados reales y ejemplos.

El problema de la **contaminación lumínica** existe hoy en día prácticamente en todas partes, y es un problema que sigue creciendo a un ritmo rápido. Los cielos oscuros van desapareciendo debido al resplandor en el cielo urbano. El motivo de esto es un alumbrado de baja calidad, para el que existen algunas posibles soluciones:

- Diseño de calidad
- Control de la emisión de luz
- Control del tiempo y periodo de funcionamiento del alumbrado
- Minimizar el resplandor mediante un rediseño del alumbrado
- Fuentes luminosas de eficiencia energética (lámparas de sodio a baja presión)

La Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) y otras muchas organizaciones han coordinado comisiones técnicas para tratar estos temas, cuyos informes y recomendaciones

serán publicados en breve. Si desea obtener más información a este respecto, visite el sitio web de la organización “Dark-Sky” en la siguiente URL: www.darksky.org

2. Infraestructuras de transporte de eficiencia energética

2.1 Alumbrado público

El coste del alumbrado público (suministro y mantenimiento incluidos) puede suponer un gasto significativo para los ayuntamientos, por lo que resulta interesante aprovechar las oportunidades que puedan surgir para mejorar su eficiencia. Los fabricantes están continuamente desarrollando productos de mayor eficiencia energética y rentabilidad. Las nuevas opciones desarrolladas cubren todas las aplicaciones, pero no todo es tan sencillo. Si a esto le sumamos el crecimiento del tráfico, la demanda de una mayor seguridad, las normativas cada vez más numerosas y unos presupuestos cada vez más limitados, nos encontramos con que cada vez es más complicado tomar decisiones sobre cómo mejorar el uso y la eficiencia en el campo de la energía.

Medidas

De entre todas las medidas disponibles, interesará combinar algunas de las siguientes:

- Reducir las horas de funcionamiento
- Reducir la potencia y/o el número de farolas en funcionamiento
- Sustituir las fuentes luminosas ineficientes por otras eficientes
- Sustituir los aparatos de iluminación / luminarias
- Mejorar el sistema de control
- Mejorar las prácticas de mantenimiento

Horas de funcionamiento

Los ayuntamientos tienen la obligación de facilitar un sistema de iluminación de las calles durante las horas de oscuridad, lo que deja pocas oportunidades de planificar el ahorro en este aspecto. Sin embargo, resulta importante garantizar que las luces están en funcionamiento únicamente cuando es necesario, y que sólo estén en funcionamiento cuando la cantidad de luz diurna sea inferior a un nivel determinado. Esto se puede lograr utilizando y optimizando un sistema de conmutación fotoeléctrica, que deberá encontrarse en buen estado para su correcto funcionamiento. Graz cuenta con un valor medio de 4200 horas de funcionamiento por año, un dato que viene marcado por las condiciones climáticas. En 2004, el ayuntamiento de Graz decidió que el alumbrado público se encendiera 5 minutos más tarde por la noche y se apagara 5 minutos antes por la mañana, lo que supuso un ahorro en el gasto eléctrico del 1,5%.

Número de farolas

La cantidad de luz necesaria en carretera depende de los requisitos legales, del tipo de asfalto, del volumen de tráfico, del tipo de vía, del límite de velocidad así como de otros factores. Si uno de estos parámetros cambia durante la noche (por ejemplo, el volumen de tráfico o el límite de

velocidad), se puede reducir el flujo luminoso. Esto se puede conseguir reduciendo la potencia (voltaje) de las farolas o apagándolas del todo. Sin embargo, la reducción del voltaje viene condicionada por la caída de tensión física, que a su vez depende de la longitud del cableado, esto es, el factor que condiciona que las farolas se enciendan al final del cableado. Para poder calcular el ahorro deberán analizarse las instalaciones en cuestión de manera individual.

Fuentes luminosas y lámparas

Existen varias familias de lámparas que se utilizan para la iluminación de la calzada, y cada una tiene sus propias características. Tradicionalmente, los principales factores que se han tenido en cuenta a la hora de determinar qué sistemas se utilizaban eran la tecnología disponible y los costes. Utilizando fuentes luminosas más eficientes se podría reducir el número de farolas en funcionamiento sin alterar el nivel de iluminación. Por lo general las lámparas y balastos que se utilizan para un sistema no se pueden intercambiar con los de otro, y el reajuste no suele ser rentable económicamente en la mayoría de los casos. Para poder cambiar el tipo de fuente luminosa es necesario cambiar la luminaria completa.



Imagen cortesía de Optimon

- **Incandescencia**

Las lámparas incandescentes son bien conocidas en todas las casas. Proporcionan una luz puntual que puede controlarse y dirigirse fácilmente con un soporte. El 90% de la energía que consumen se convierte en calor, lo que deja sólo un 10% para producir la luz.

- **Lámparas fluorescentes**

Estas lámparas son mucho más eficientes que las incandescentes, ya que fundamentalmente se invierte la proporción de uso energético en calor y luz. La vida útil de la lámpara es de unas 20000 20.000 horas. La eficiencia disminuye a menor temperatura. La tecnología actual (T-8, T-5) y los balastos electrónicos pueden sustituir a los antiguos equipos de balasto magnético (T-12) y permitir un ahorro energético del 30-40%.

- **Sodio a baja presión**

Estas lámparas tienen una vida larga (18.000 horas) y son muy eficientes. Sin embargo, su rendimiento en color da un amarillo monocromo, lo que hace que los colores de los vehículos, de la ropa y de las señales de tráfico lleguen a confundirse, y resultan válidas únicamente en casos muy contados (ciertos tipos de autopista, etc.).

- Sodio a alta presión

Estas lámparas emiten una luz dorada y son las más eficientes para el alumbrado público. Están disponibles en una gran variedad de formas y tamaños, son aptas para muchos tipos de aparatos y tienen unas características de control óptico muy buenas.

- Halogenuro de metal)

Estas lámparas son también muy eficientes y permiten un control óptico bueno. Emiten una luz blanca y su rendimiento en color es bueno. La vida útil es de unas 10.000 horas, duración que se ha visto incrementada con la nueva tecnología “Pulse Start”.

- Vapor de mercurio

Ésta fue la primera luz “blanca” de descarga de alta intensidad utilizada para el alumbrado de calzadas y de exterior. Está comprobado que estas lámparas siguen funcionando una vez finalizada su vida útil. Proporcionan luz suficiente para ver que están encendidas, pero no proporcionan una luz útil para una superficie de trabajo situada debajo y no resultan aptas para un alumbrado eficiente en términos energéticos.

Tipo de lámpara	Margen de potencia [W]	Luminosidad [lm/m ²]
Incandescencia	15...150	9...15
Tubo fluorescente	18...58	43..76
Vapor de mercurio	50...400	30....49
Sodio a alta presión	50...400	67...128
Sodio a baja presión	18...180	69...152

Tabla: tipos de lámpara y luminosidad

Unidades de alumbrado

Las unidades de alumbrado disponibles lo están en una variedad de formas que dirigen la luz hacia donde es necesaria y más allá. Las unidades con lámparas de sodio a alta presión han sido las de más utilizadas para el alumbrado público durante muchos años. Estos aparatos descargan la luz hacia abajo, proporcionando más iluminación a la calzada, sin deslumbrar y sin emitir luz parásita (esto es, en direcciones no deseadas). Las nuevas unidades son por lo general más eficientes en términos luminoso, lo que permite utilizar fuentes luminosas con menor potencia. La instalación de luminarias del tipo “cut-off” ha recibido en algunos casos una respuesta negativa por parte de algunos ciudadanos, dado que la ausencia de resplandor en la distancia crea la sensación de un alumbrado insuficiente.

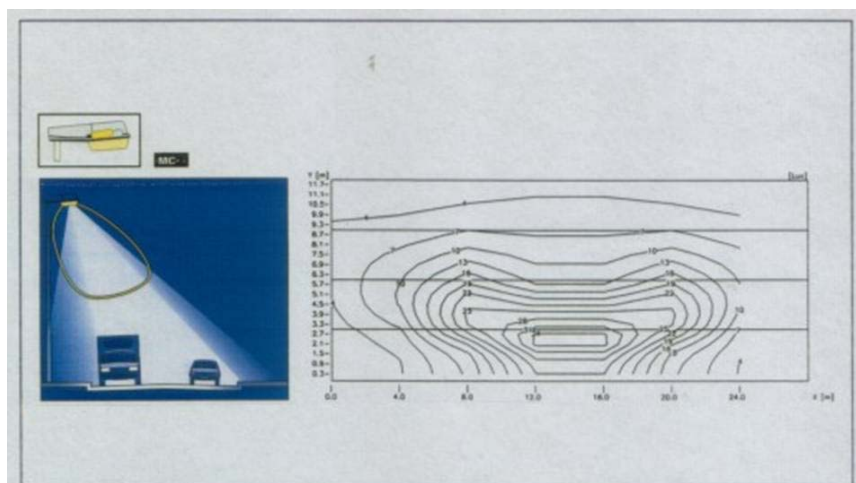


Imagen cortesía de Optimon

El diseño de las luminarias debe permitir poder realizar el cambio de lámpara con facilidad. La calidad del sellado es sumamente importante para evitar que entren insectos y suciedad, lo que afectaría al rendimiento óptico y a los costes de mantenimiento.

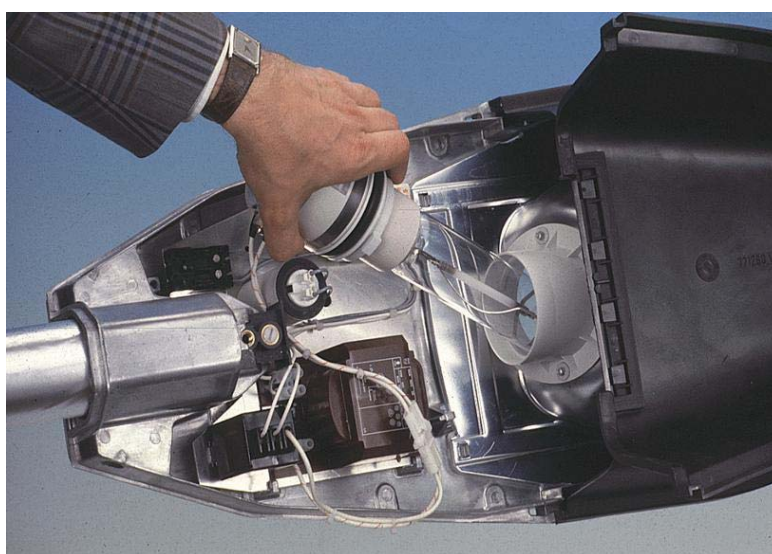


Imagen cortesía de Optimon

Sistema de control

El sistema de control digital más actual consiste de tres elementos:

- Unidad de control en la luminaria
- Módulo UCP y GSM en cada uno de los cuadros de distribución de la instalación
- Procesador remoto de datos para la gestión y control de las instalaciones de manera independiente

Estos sistemas permiten controlar cada luminaria de la instalación de manera independiente, e incluso facilitan información en línea sobre el estado de cada luminaria y de sus componentes,

incluyendo la detección pormenorizada de fallos. El ahorro potencial es de un 30% del suministro eléctrico y un 40% de los costes de mantenimiento. El coste de inversión de estos sistemas, especialmente en el caso de modernización de sistemas ya instalados, es elevado, y los costes de ciclo vital deberán calcularse de manera independiente para obtener una estimación del período de amortización.

Mantenimiento

Es necesario un mantenimiento de todas las instalaciones de alumbrado para que éstas alcancen un rendimiento máximo. La suciedad en una lente, en un panel o en los reflectores disminuye el flujo luminoso de la luminaria. Además hay que tener en cuenta que las lámparas fallan a unos intervalos razonablemente predecibles, hecho que permite planificar la sustitución de todas las lámparas a intervalos programados antes de que fallen en lugar de sustituirlas puntualmente una vez se produce el fallo. Otra manera de reducir los costes es limitar el número de tipos de aparatos y de lámparas, de manera que se puedan obtener mejores condiciones de compra, además de facilitar las tareas de almacenaje. Una gestión de datos informatizada ayuda a conocer el número y tipos de lámparas y de aparatos.

El coste total de una instalación de alumbrado público típica durante un periodo de 25 años supone un 85% de mantenimiento y suministro eléctrico y sólo un 15% de costes de inversión. Por consiguiente, resulta de suma importancia cuidar el diseño y la selección de tipos de lámpara y de luminarias de la instalación.

Ejemplo – Graz

En Graz hay 24.000 farolas. El consumo de electricidad es de unos 8,5 millones de kilovatios hora por año, lo que significa 1,1 millón de euros. El coste de mantenimiento es de 1,7 millones



de euros. Suponiendo que el promedio de vida útil de una luminaria sea de 24 años, esto significaría que se deben cambiar 1000 aparatos cada año.

Grazer Energieagentur (Agencia de la Energía de Graz) ha desarrollado un plan, denominado “Thermoprofit”, y a llevado a cabo un proyecto piloto, con el objetivo de sustituir 720 luminarias y lámparas por unidades de alto rendimiento.

Grazer Energieagentur ha asumido el papel de empresa de servicios energéticos y se ha encargado de la gestión general del proyecto: diseño, financiación, negociaciones y firma del contrato, control, garantía y relaciones públicas. La entidad local, habitualmente encargada de la prestación del servicio y de las tareas de mantenimiento, se ha encargado de los trabajos de construcción y de proponer la licitación a nivel europeo de las luminarias, por un periodo de contratación de 15 años. El ahorro ha permitido cubrir el coste de las medidas y además ha supuesto un beneficio económico para la ciudad de 28.600 euros. El

consumo eléctrico se ha reducido en 530.000 kilovatios hora por año (58%), o, lo que es lo mismo, 65.000 euros.

(Imagen cortesía de www.energie-graz.at)

2.2 Semáforos

Los semáforos forman parte del sistema de tráfico, y tienen un efecto directo no solamente sobre la seguridad, sino también en gran medida sobre la movilidad y en la utilización de la energía. Los gastos generados por los semáforos consisten en primer lugar en la energía utilizada para el funcionamiento de las instalaciones, pero en mucha mayor medida están justificados por los costes de mantenimiento.

Medidas y resultados

Los semáforos convencionales se pueden sustituir por unidades LED, que ofrecen un potencial de ahorro significativo, ya que sólo utilizan una fracción de la energía necesaria para el funcionamiento de los primeros. Una lámpara roja típica debe tener 75 vatios, mientras que una unidad de LED rojo de 30 cm de diámetro utiliza tan sólo 10 vatios. La mayor intensidad lumínica de las unidades LED permite utilizar incluso un diámetro menor (20 cm), lo que conlleva un ahorro aún mayor.

En lo que respecta a visibilidad con luz diurna, no hay una diferencia significativa entre las lámparas convencionales y las unidades LED, ya que presentan el mismo color e intensidad lumínica¹.

Los semáforos LED consisten en hasta cien LED independientes (dependiendo del tipo y tamaño del semáforo). Es muy improbable que fallen todos a la vez, por lo que su vida útil puede ser de entre tres y cinco años.

Evidentemente, pueden fallar otros componentes, aunque por el momento no se dispone de datos comprobados. Sin embargo, los gastos de mantenimiento pueden reducirse sustancialmente. En el caso de los semáforos convencionales, se suele proceder a una sustitución programada de todas las instalaciones dos veces al año, además de las intervenciones por fallos puntuales cuando fallan las lámparas. Las unidades LED se sustituyen cada dos (o hasta tres) años.

En el mercado existen unidades LED que han sido diseñadas para su ajuste en semáforos convencionales ya existentes. Sin embargo, las



¹ Lighting Research Center, NYSERDA, 2000

características electrónicas propias de los LED (potencia, sistema de control...) hacen que sea necesario cambiar todo el sistema de un intersección. La aplicación típica es consiste por lo tanto en la instalación de un nuevo sistema de semáforos en la intersección.

El coste de inversión de las unidades LED es dos o tres veces superior a las lámparas convencionales. Sin embargo, los fabricantes y los clientes están actualmente desarrollando de manera conjunta un proceso de estandarización que desembocará en breve en una norma europea (EN12368)². Este hecho, así como un uso más extendido del sistema, llevará a una reducción de los precios en un futuro cercano. Los costes, inicialmente superiores, se ven compensados por el ahorro en la factura eléctrica y en los costes de mantenimiento, que se ven reducidos en un 50% (electricidad) y en un 30% (mantenimiento), según se desprende de un estudio elaborado en Aquisgrán. El periodo de amortización depende del precio de la electricidad y de la prestación del servicio de mantenimiento, así como de los requisitos relativos a las infraestructuras (tipo de intersección, etc.). Los costes del ciclo de vida deben calcularse de manera independiente para estimular el ahorro. Tal como se muestra en el ejemplo de más abajo, la contratación es un método que ayuda a los ayuntamientos a salvar este escollo inicial.

(Imagen cortesía de www.royersignal.de)

Ejemplo – Graz

En Graz hay 260 instalaciones de semáforos (intersecciones), de las que 10 están equipadas con unidades LED. El consumo eléctrico es de unos 1,7 millones de kilovatios hora por año, lo que supone 220.000 euros. Y los costes de mantenimiento llegan a alcanzar la cifra de 960.000 euros. El coste medio de una instalación estándar (una intersección), es de unos 80.000 euros, incluyendo el sistema de control y el soporte lógico, más 20.000 euros por trabajos de construcción. A esto se añaden unos 10.000 euros en concepto de unidades LED. Según un cálculo aproximativo, el periodo de amortización es de unos 10 años. La tecnología LED se implementa al sustituir una instalación existente o cuando se instala una nueva.

Ejemplo – Estocolmo

En Estocolmo, donde existen actualmente 530 puntos de control, el proyecto para sustituir todo el sistema de semáforos se desarrolló en varias etapas, la última de las cuales se completó en 2001. Los semáforos de incandescencia necesitaban 6,4 millones de kilovatios hora, y los sistemas LED sólo necesitan 640.000. El coste de acondicionamiento e instalación fue de 3 millones de euros, más otros 3 millones para las unidades LED. El ahorro anual alcanza los 471.000 euros en electricidad y los 243.000 euros en mantenimiento, dando un total de 714.000 euros.

2.3 Alumbrado de Navidad

² Ciudad de Zürich

El alumbrado de Navidad se pone en funcionamiento en multitud de ciudades y pueblos por toda Europa durante un breve periodo de tiempo de unas seis semanas al año. Este elemento, aunque haya sido identificado por los ayuntamientos como un factor de gasto, choca con una fuerte demanda para su instalación por parte del público en general, el comercio local y las oficinas de turismo. Sin embargo, la mayor parte del coste resultante lo causan la instalación, la reparación y el mantenimiento del mismo.

Medidas y resultados

La manera más sencilla de ahorrar energía es reducir las horas de funcionamiento. Y esto se puede hacer mediante un sistema de conmutación fotoeléctrica.

Otra posibilidad es el uso de tipos de lámparas más eficientes, para cuyo caso será importante asegurarse de que se usa el mecanismo de control (balasto) adecuado.

Los dispositivos LED permiten un ahorro significativo de energía con respecto a los tipos de lámpara convencionales, a pesar del alto coste de inversión. El cambio a este sistema no resulta económico en si mismo, pero debería tenerse en cuenta la posibilidad para instalaciones nuevas o sustitución de antiguas. En este caso debería calcularse de manera independiente el ahorro potencial y los costes de ciclo de vida de una instalación con unidades LED.

También debería tenerse en cuenta que los distintos diseños y colores afectan al aspecto tradicional del alumbrado. La elección que se haga será asimismo una cuestión de gusto.

Ejemplo – Graz

El alumbrado de Navidad en Graz está en funcionamiento desde finales de noviembre hasta mediados de enero, siendo su horario de 15:30 hasta la medianoche (400 horas en total). El consumo de energía alcanza los 93.000 kilovatios hora, lo que supone 12.000 euros. Reducir el tiempo de funcionamiento dos horas al día lleva a una reducción del 25% en el consumo, o lo que es lo mismo, 3.000 euros.



La partida mayor de los costes corresponde a la instalación, almacenaje, reparación y mantenimiento (130.000 euros). De estas tareas se encarga el departamento de alumbrado público del operador eléctrico local, que se ocupa asimismo de planificar nuevos sistemas de alumbrado navideño más modernos. El árbol de navidad de la plaza principal constaba de 24.000 LED, lo que redujo el consumo eléctrico en 2.200 kilovatios hora (un 80%) al año.

Imagen cortesía de www.energie-graz.at/beleuchtung

2.4 Alumbrado exterior general

El alumbrado exterior municipal también incluye el alumbrado de edificios, lugares de interés, paseos, carriles bici, instalaciones deportivas y demás. Los principios aplicables a los aparatos y a la tecnología de iluminación del capítulo de alumbrado público también son de aplicación en éste. En algunos casos se pueden incluso instalar lámparas que utilicen la energía solar. Estas

lámparas no necesitan interconectarse a una red y resultan idóneas para lugares apartados del centro, como por ejemplo, paradas de autobús, aparcamientos de vehículos, muelles, parques, señales, paseos, etc.

Energía solar

Un panel solar convierte la luz en electricidad y carga sus baterías durante el día. El sistema también incorpora reguladores de carga, que detiene el flujo de electricidad generado por la luz solar cuando las baterías ya están cargadas, y lo inicia de nuevo cuando se necesita más electricidad. Siempre hay suficiente luz solar, incluso en días nublados o lluviosos, para recoger la energía del sol. Cualquier sistema típico puede almacenar suficiente energía para funcionar varios días seguidos sin sol. El alumbrado de exteriores no precisa prácticamente de mantenimiento, ya que las baterías tampoco necesitan dicho servicio. Los sistemas que se instalen deberían haber sido específicamente diseñados para este tipo de energía.

Existen distintos diseños disponibles para instalaciones aisladas. La potencia que se obtenga depende del tamaño del panel solar. Por ejemplo, un panel de 148 cm x 133 cm con una potencia de pico máxima de 240 vatios produce suficiente energía para una fuente luminosa que se va a utilizar como alumbrado público.

Ejemplo –Voitsberg

En un cruce muy peligroso situado a las afueras del centro urbano de Voitsberg se instaló una fuente luminosa cuya energía provenía de la luz solar. La distancia hasta la interconexión de red eléctrica más cercana era de 150 metros, para lo que además era preciso atravesar una carretera. El precio presupuestado para la instalación de una fuente luminosa estándar ascendía a 9.500 euros.



En lugar de esto, se optó por un sistema de alumbrado público solar. La altura del aparato instalado es de 4,8 metros, y la potencia de pico del panel es de 240 vatios, y está provisto de dos baterías de gel de 24 voltios con una capacidad de 280 amperios hora, y la fuente luminosa es una lámpara de sodio a baja presión de 26 vatios. Incluso en diciembre, cuando la cantidad de energía solar disponible se encuentra en esta región en su nivel más bajo, el aparato tiene garantizado un periodo de funcionamiento mínimo de 8 horas. Además, se ha calculado, que dos terceras partes del importe ahorrado en costes de electricidad valdrá para sustituir las baterías por otras nuevas en un lapso de tiempo de 20 años. El coste total, instalación incluida, fue de 5.600 euros, lo que supuso un ahorro inmediato de 3.900 euros.

Imagen cortesía de www.ecolights.at

2.5 Parquímetros



En muchos centros urbanos, la demanda de plazas de aparcamiento supera con mucho a la oferta existente. Además de limitar la duración del tiempo de aparcamiento, los ayuntamientos cobran una tasa de aparcamiento. Esto se suele hacer mediante parquímetros, que expiden un ticket justificativo del pago de dicha tasa.

Medidas y resultados

Los parquímetros solares están equipados con paneles solares de alto rendimiento, que se encuentran integrados en la parte superior de las máquinas y que mantienen la batería del aparato cargada. Los paneles solo necesitan estar expuestos a la luz solar para funcionar eficazmente, pudiendo encontrarse en zonas umbrías o arboladas sin que esto afecte a la cantidad de energía que producen para el funcionamiento de la máquina. La potencia de pico máxima del módulo solar es de 27,5 vatios, y el sistema funciona con una batería de 12 voltios. Los parquímetros solares no disponen de sistema de calefacción, por lo que esto puede llevar en algunos casos a problemas con el papel de baja calidad que se utiliza para imprimir el recibo. El consumo típico de un parquímetro que expida 100 tickets al día es de 2 kilovatios hora por año, y no necesita de cableado alguno, lo que supone un ahorro en gastos de interconexión a la red. Las baterías tienen una vida útil de 5 años, y el coste de inversión es el mismo que el de las máquinas convencionales conectadas a una red, por lo que el mayor ahorro es la eliminación de dicho coste de interconexión.

Ejemplo – Erlangen

En Erlangen se han instalado unos 100 parquímetros, de los que 70 funcionan con energía solar. En muchos casos se optó por su instalación por pura necesidad, ya que la interconexión a una red no era sencillamente posible. Los parquímetros están conectados a un centro de control vía GSM y envían información de facturación y de detección de fallos. El mantenimiento de los parquímetros solares se realiza de manera simultánea al mantenimiento convencional de las máquinas (carga de papel, recogida de la recaudación, reparaciones), por lo que no supone un esfuerzo económico adicional.

(imagen cortesía de www.versorgungsbetriebe.de)

3. Desarrollo del proyecto

El alumbrado público constituye uno de los mayores gastos para muchos ayuntamientos. Sin embargo, no hay apenas conciencia de este hecho, a pesar de con algunas mejoras se podrían materializar muchos potenciales de ahorro.

Obstáculos

Estos son algunos de los problemas con los que se encuentran los ayuntamientos:

- Complejidad de coordinación de distintos servicios (construcción, suministros, mantenimiento ...).
- Falta de información sobre opciones y soluciones disponibles
- Necesidades públicas de salud y seguridad
- Medidas aisladas sin un enfoque integral
- Dificultad a la hora de tomar decisiones entre una oferta amplia de productos
- Número elevado de normativas que cumplir
- Desajuste entre el estado de las instalaciones y las normativas
- Posibilidades de financiación limitadas

Características específicas

Un proyecto de alumbrado público es más que un montón de lámparas y de luminarias. Es necesario tener en cuenta que los ayuntamientos suelen pretender alcanzar varios objetivos a la vez con cada nueva instalación de alumbrado público:

- Ahorro de costes
- Alivio presupuestario a largo plazo
- Obtención de subvenciones
- Incremento de la seguridad vial
- Cumplir los requisitos legales
- Mejorar su imagen
- Combinar la intervención con otros trabajos de construcción y de cableado
- Integrar el trabajo de las empresas locales y de las compañías eléctricas

Implementación

Como expertos independientes, las agencias de la energía pueden ayudar a los ayuntamientos a que implementen proyectos de alumbrado público con mayores posibilidades de éxito. La lista que sigue es una propuesta de visión global de los paquetes de trabajo individuales y de los pasos necesarios.

- Presentar la información general a los representantes políticos

- Revisar las facturas de electricidad
- Investigar los costes de mantenimiento
- Estudio de los equipos e instalaciones existentes
- Desarrollo de un concepto integral a largo plazo
- Presentar el concepto al ayuntamiento
- Planificar el proyecto
- Publicar la licitación
- Seguimiento de la realización del proyecto
- Control del ahorro

El primer paso consiste en recopilar información sobre el alumbrado público existente, como por ejemplo: costes de mantenimiento, número, tipo y estado de luminarias y lámparas, necesidades de alumbrado (vial, residencial), trabajo planificado y actividades de expansión en el municipio. Los datos aportados permitirán realizar un análisis, calcular qué nivel de ahorro se puede alcanzar y definir el modelo económico necesario para poder realizar la inversión. Este análisis servirá para tomar las decisiones adecuadas. La planificación podría ser desarrollada por un especialista en alumbrado o por la empresa de servicios energéticos concesionaria de la licitación. Dado que los ayuntamientos suelen por lo general carecer de experiencia en este tema, debería encargarse de la licitación del proyecto una agencia de la energía, para garantizar así el éxito de su ejecución.

Será vital documentar el éxito del proyecto y demostrar la eficiencia del nuevo sistema de alumbrado público. Esta tarea corresponde a las agencias de la energía, en tanto que expertos independientes. Serán las agencias quienes elaboren informes sobre la consecución de mejoras de los parámetros del alumbrado (comparándolos para ello con mediciones del sistema anterior) y sobre el ahorro de costes para el municipio. Es importante hacer más hincapié en las ventajas alcanzadas que en los propios elementos de la instalación de alumbrado.

3.1 Financiación

El modo en que se vaya a financiar un proyecto de alumbrado público dependerá principalmente de la situación económica del ayuntamiento, así como del número y envergadura de las medidas cuya realización sea necesaria. Estos son algunos otros parámetros a tener en cuenta:

- Consumo de energía
- Tamaño de la instalación
- Coste de instalaciones anteriores
- Medidas planificadas

Se puede financiar un proyecto de alumbrado público de las siguientes maneras:

- Liquidación en efectivo
- Arrendamiento financiero

- Contratación con una empresa de servicios energéticos.

Arrendamiento financiero

El motivo para optar por el arrendamiento financiero o *leasing* es que un municipio, más que comprar una propiedad, la usa. Un arrendamiento financiero adecuadamente preparado no se considera como deuda pública. Los contratos de arrendamiento con opción a compra, en los que el ayuntamiento arrienda una instalación a la vez que la compra, y los contratos de venta y subsiguiente arrendamiento, por los que el ayuntamiento vende una instalación a un arrendador e inmediatamente después la arrienda, ofrecen varias ventajas sobre otro métodos de financiación. El ayuntamiento obtiene una instalación sin necesidad de realizar una gran inversión inicial, o puede percibir dinero por una instalación, aunque en este último caso el coste de compensación pudiera ser superior al precio de venta. Un arrendamiento puede servir para amortizar el coste de una instalación durante un largo periodo de tiempo. Este tipo de contratos no afecta a los límites al gasto fijados por los criterios de Maastricht. También existe la posibilidad de combinar el arrendamiento financiero con la financiación por terceros.

Una financiación de este tipo puede presentar también algún inconveniente: los acuerdos necesarios pueden resultar complejos y costosos, por lo que se recomienda esta opción para grandes inversiones. El ayuntamiento seguirá además encargado del diseño, implementación y mantenimiento del alumbrado público.

Financiación por terceros

Una Empresa de Servicios Energéticos (o ESCO, siglas en inglés de “Energy Service Company”) formaliza un contrato con una duración de 10 a 15 años con el ayuntamiento para la planificación, financiación e instalación de tecnologías de eficiencia energética, cuyo coste será asumido por la empresa. El contrato dispone asimismo que la empresa será compensada conforme a un porcentaje del valor del ahorro energético resultante de la instalación de dichas tecnologías. La empresa ofrece así un paquete de servicios integral, encargándose del funcionamiento y del mantenimiento de la instalación (lo que redundará en un mayor ahorro para el ayuntamiento) y garantizando una cantidad concreta de ahorro energético para el municipio. Para el municipio, la inversión a realizar es poca o nula (dependiendo de las medidas). Los contratos de financiación por terceros no afectan a los límites al gasto fijados por los criterios de Maastricht.

Este tipo de financiación está indicada para proyectos con un gran número de medidas de eficacia energética, ya que los costes energéticos deben cubrir la inversión de la instalación así como a los gastos de compensación a la empresa.

Las agencias de la energía aconsejan a los ayuntamientos sobre los medios de financiación adecuados para un proyecto de alumbrado público. Se encargan de desarrollar un modelo financiero, que es una parte integrante del trabajo de análisis preparatorio para el proyecto (ver más arriba) y participan en la licitación, garantizando el éxito de la ejecución del proyecto.

4. Documentación y sitios web

Para la elaboración de este material se ha consultado información disponible en los siguientes sitios web. En ellos podrá ampliar información, resultados de proyectos y casos de estudio. Tenga en cuenta que es posible que algunos sitios web no estén disponibles pasado un tiempo.

IDA	Organización “International Dark-Sky” (contaminación lumínica en el mundo), www.darksky.org
Aachen	ayuntamiento de Aquisgrán, http://www.aachen.de/
Erlangen	ayuntamiento de Erlangen, www.erlangen.de
Gesig	parquímetros Gesig, www.gesig.at
Graz	ayuntamiento de Graz, www.graz.at
EGG	Energie Graz GmbH (compañía eléctrica), www.energie-graz.at
Energie cités	Asociación de ciudades europeas, www.energie-cites.org
Zürich	ayuntamiento de Zurich, www.zuerich.ch
Ecolights	sistemas de alumbrado por energía solar, www.ecolights.at
WAPA	Western Area Power Administration (operador hidroeléctrico de 15 estados del centro y oeste de EE.UU.); www.energyexperts.org
Optimon	optimización y control del alumbrado público en los ayuntamientos de Estiria, www.lea.at

5. Glosario

Balasto:	dispositivo necesario para el funcionamiento de las lámparas de descarga; también denominado <i>reactancia</i>
Deslumbramiento:	luz emitida desde una luminaria de intensidad suficiente para limitar la agudeza de visión de un observador o incluso, en casos extremos, para causar una ceguera momentánea
Flujo Luminoso	cantidad de luz emitida por una fuente de luz en cualquier dirección, por unidad de tiempo, expresado en <i>lúmenes</i> [lm]
Intensidad luminosa	flujo luminoso emitido dentro de un cono en una dirección determinada dividido por el ángulo sólido de dicho cono, expresado en <i>candela/s</i> [cd]
Lámpara:	componente de la luminaria que produce la luz
Luminancia	<i>o brillo fotométrico</i> , dicho de una fuente de luz, la intensidad luminosa por superficie aparente de dicha fuente, expresado en <i>candela/s por metro cuadrado</i> [cd/m ²]
Luminaria:	sistema completo de iluminación, compuesto de una o varias lámparas y un aparato sobre el que éstas se encuentran fijadas, protegidas y conectadas al circuito de alimentación
Luminosidad	brillo de un área de un objeto iluminado, expresado en <i>lux</i> o <i>lumen/es por metro cuadrado</i> [lx = lm/m ²]
Unidad de alumbrado:	dispositivo en el que se ensambla la lámpara y que puede constar de todas o algunas de las siguientes partes: armadura o carcasa, un soporte o fuste, un pedestal de montaje o sujeción, un portalámparas, un balasto, un reflector o espejo, o un refractor o lente