Servicio público

Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO
IDAE
JUNTA DE ANDALUCIA
Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA
ahorra energía

Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios

Depósito Legal:

SE-632-2011

Dirección Técnica:

Agencia Andaluza de la Energía
Consejería de Economía, Innovación y Ciencia

Edición y Redacción:

Agencia Andaluza de la Energía

Diseño y Maquetación:

Bang! Studio Creativo

Documento disponible en Internet:

www.agenciaandaluzadelaenergia.es

Agencia Andaluza de la Energía:

Consejería de Economía, Innovación y Ciencia
Junta de Andalucía
C/ Isaac Newton, nº 6 - 41092
Isla de la Cartuja. Sevilla
Tel. 954 78 63 35 Fax: 954 78 63 50
www.agenciaandaluzadelaenergia.es

Índice

9 **Introducción**

13 **Caracterización energética del sector municipal**

14 **2.1.** Datos generales
17 **2.2.** Datos energéticos
20 **2.3.** La gestión energética de las instalaciones municipales

25 **Planes de optimización energética municipal**

29 **Optimización de la factura eléctrica**

5 Medidas de ahorro energético en las instalaciones de alumbrado exterior y nuevas tecnologías 35

5.1. Actuaciones en elementos de maniobra **37**
5.2. Incorporación de lámparas más eficientes **38**
5.3. Incorporación de balastos de doble nivel **40**
5.4. Balastos electrónicos de potencia regulable **40**
5.5. Incorporación de equipos reductores-estabilizadores **41**
5.6. Nuevas tecnologías **42**

6 Ahorro energético en edificios públicos 45

6.1. Diagnóstico energético en edificios públicos **46**
6.2. Medidas de ahorro en edificios públicos **47**

7 Impacto del código técnico de la edificación y la certificación energética de edificios 51

7.1. Antecedentes **52**
7.2. Código Técnico de la edificación **53**
7.2.1. Exigencia Básica HE1: Limitación de Demanda Energética **53**
7.2.2. Exigencia Básica HE2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas **56**
7.2.3. Exigencia Básica HE3: Rendimiento de las Instalaciones de Iluminación **57**

58 **7.2.4.** Exigencia Básica HE4: Producción de ACS por energía solar térmica
58 **7.2.5.** Exigencia Básica HE5: Energía Solar Fotovoltaica
58 **7.3.** Certificado Energético de Edificios
58 **7.3.1.** El RD 47/2007
61 **7.3.2.** Registro electrónico de certificados de eficiencia energética

63 **Herramientas para la mejora de la eficiencia energética en instalaciones municipales**

64 **8.1.** Sitio web de servicios energéticos
66 **8.2.** Herramientas de gestión energética
66 **8.2.1.** Aplicación de modificación de la cartografía (Cartomod)
66 **8.2.2.** Inventario de las Instalaciones Energéticas Municipales (INVIEM WEB)
69 **8.2.3.** Aplicación de inventario para Pocket PC (PDA)
70 **8.2.4.** Gestión de la Facturación Eléctrica Municipal (GEFAEM)
70 **8.2.5.** Simulador de cuadros de alumbrado público (SICAP)
72 **8.2.6.** Programa de optimización de iluminación interior en edificios (ILUMINA)

9 El mantenimiento en las instalaciones de alumbrado exterior 73

9.1. El mantenimiento correctivo **75**
9.2. El mantenimiento preventivo **75**
9.3. El mantenimiento predictivo **76**
9.4. El mantenimiento proactivo **77**

10 El reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008) 79

11 Potencial de ahorro energético en Andalucía 83

11.1. Planes realizados en Andalucía **84**
11.2. Resultados energéticos y económicos esperados **85**

87 Líneas de financiación 12

91 Anexo 1:
Metodología para la realización de inventarios energéticos municipales 13

1

Introducción

Introducción

El ahorro y la eficiencia energética constituye un pilar básico del nuevo modelo energético que se está desarrollando para Andalucía, como así queda reflejado en el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013, PASENER. Este modelo se vertebra bajo una nueva cultura basada en los principios de la eficiencia energética que intenta implicar a todo el conjunto de la ciudadanía: Industrias, infraestructuras, Administraciones públicas y ciudadanos, promoviendo un uso responsable de un bien básico y escaso como es la energía.

Las actuaciones de ahorro y eficiencia energética encuentran en la Administración pública un entorno idóneo para su desarrollo, en base a su doble faceta, como consumidor de energía y como ente con un papel ejemplarizante y sensibilizador para potenciar las actuaciones de ahorro y eficiencia energética entre la ciudadanía.

Ahorrar energía en la Administración supone racionalizar el gasto público, lo que en un contexto económico-financiero debilitado como el actual constituye una prioridad estratégica. Además, ahorrar energía permite reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y a la salubridad atmosférica.

La realización de auditorías energéticas en los municipios es una herramienta apropiada para la planificación de las mejoras necesarias para la adecuación y optimización de los consumos energéticos. Así, los estudios realizados en numerosos municipios andaluces ponen de relevancia el elevado potencial de ahorro energético existente con valores superiores al 25%, y con medidas amortizables en un periodo inferior a los 3 años.

Se estima que la implementación en el conjunto de los municipios andaluces de las medidas y estrategias de ahorro energético descritas en esta guía produciría un ahorro energético anual de 365,5 GWh, un ahorro económico anual de 54 millones de euros, mas el 30% del gasto actual, y una disminución de emisiones de CO_2 de 380.000 toneladas al año.

En este sentido, cabe destacar los programas puestos en marcha desde los ayuntamientos y las Diputaciones Provinciales desde el año 2004 para la realización de Planes de Optimización Energética Municipales, con los que se ha logrado que en 2009 el 91% de los municipios andaluces disponga de una auditoría de sus instalaciones.

Con esta guía se pretende acercar a los ayuntamientos las técnicas de ahorro y eficiencia energética que pueden llevarse a cabo en un municipio, así como las alternativas de aprovechamiento uso de las energías renovables. El conjunto de estas técnicas permitirá conseguir una importante disminución del consumo energético, una reducción del impacto ambiental así como de la factura energética global del municipio.

Se profundizará además en las aplicaciones informáticas que facilitan la puesta en marcha de las citadas auditorías energéticas, dando a los gestores energéticos de un municipio herramientas adecuadas para la gestión de los consumos asociados a sus instalaciones.

Otro de los aspectos de interés de la guía es el análisis de la normativa de aplicación a las instalaciones municipales, incidiendo de forma específica en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y en el Certificado Energético de Edificios de nueva construcción.

Se dedicará también un capítulo de la guía al mantenimiento de las instalaciones consumidoras de energía, una de las actuaciones más importantes para obtener ahorros energéticos a la vez que mejorar la calidad del servicio prestado.

Por último, se incluye un capítulo con la descripción de las principales líneas de incentivos existentes para la ejecución de actuaciones en materia de ahorro y eficiencia energética y fomento de las energías renovables en un municipio.

Esta guía se enmarca dentro del Convenio Marco de Colaboración, de 26 de febrero de 2008, entre la Agencia Andaluza de la Energía (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia) y el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDAE, (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio) para el desarrollo del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) 2004-2012. Las actividades que se fomentan mediante el citado Convenio, reconocen en el ahorro y la eficiencia energética un instrumento de crecimiento económico y bienestar social coherente con el respeto medioambiental.

2

Caracterización energética del sector municipal

Caracterización energética del sector municipal

2.1 Datos generales

Las características particulares que nuestra región presenta en términos de distribución demográfica, climatología o geografía influyen de forma directa en el consumo energético de los municipios. Andalucía no es homogénea en estos términos, ya que se encuentran desde zonas de fuerte concentración demográfica, en ciudades, hasta zonas montañosas muy dispersas, zonas de climas templados, así como otras de climas más extremos.

Tabla 1: Población y número de municipios en Andalucía (Año 2008)

Provincia	Nº Mun.	Población (hab.)
Almería	102	667.635
Cádiz	44	1.220.467
Córdoba	75	798.822
Granada	168	901.220
Huelva	79	507.915
Jaén	97	667.438
Málaga	100	1.563.261
Sevilla	105	1.875.462
TOTAL	770	8.202.220

FUENTE: IAE.

En lo que se refiere a la distribución de la población por municipio, existe una gran disparidad entre provincias y rangos de población. Así, en las provincias de Cádiz, Málaga y Sevilla se aprecia una gran tendencia a la concentración de la población en torno a grandes núcleos poblacionales, mientras que en provincias como Huelva, Granada o Jaén la mayor parte de la población vive en núcleos de menos de 20.000 habitantes. Se observa, asimismo, como esta tendencia es la que viene marcando la pauta en los últimos años.

Tabla 2: Número de municipios y habitantes en Andalucía según rangos de población (Año 2008)

	2005		2006		2007		2008	
	Mun.	Hab.	Mun.	Hab.	Mun.	Hab.	Mun.	Hab.
< 5.000 hab.	517	926.988	514	920.876	515	936.878	511	930.510
5.000 a 10.000 hab.	110	751.974	111	759.785	107	737.288	108	741.250
10.000 a 20.000 hab.	73	1.044.799	71	1.008.755	73	1.038.508	73	1.036.245
20.000 a 50.000 hab.	43	1.204.680	46	1.261.424	47	1.298.990	49	1.336.273
> 50.000 hab.	27	3.921.358	28	4.024.832	28	4.047.797	29	4.157.942
TOTAL	**770**	**7.849.799**	**770**	**7.975.672**	**770**	**8.059.461**	**770**	**8.202.220**

FUENTE: IAE.

En cuanto a las condiciones climatológicas de nuestra región, Andalucía presenta también claras diferencias. En el Código Técnico de la Edificación (CTE), se clasifican las provincias por zonas climáticas atendiendo a la severidad del invierno o del verano. Así, se definen dos parámetros, uno para invierno que va desde la A para inviernos muy suaves a la E para inviernos muy fríos, y otro para verano, que toma valores desde el 1 para veranos muy suaves hasta el 4 para veranos muy calurosos.

La Agencia Andaluza de la Energía ha elaborado un estudio que ha permitido una subzonificación climática de Andalucía por municipios más adecuada a la climatología real de cada zona. Este estudio ha sido recogido como Documento Reconocido en la relación de documentos reconocidos del Código Técnico de la Edificación (CTE), e inscrito en el Registro General de documentos reconocidos conforme a la ORDEN Orden VIV/1744/2008, de 9 de junio, por la que se regula dicho Registro, para su uso en el CTE Ahorro de Energía: Limitación de la Demanda CTE HE 1.

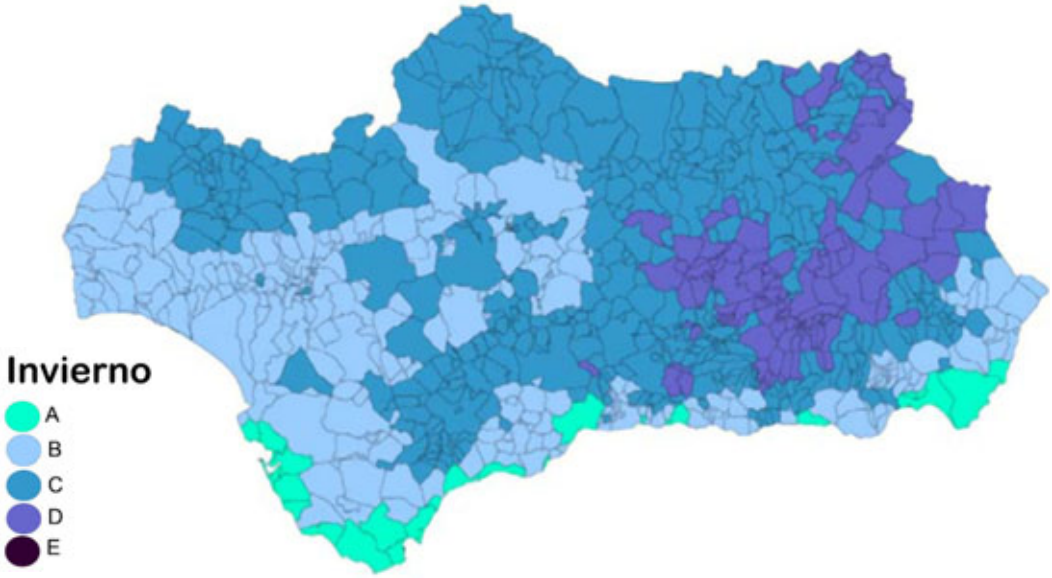


Gráfico 2: Clasificación de los municipios andaluces según la zona climática para invierno

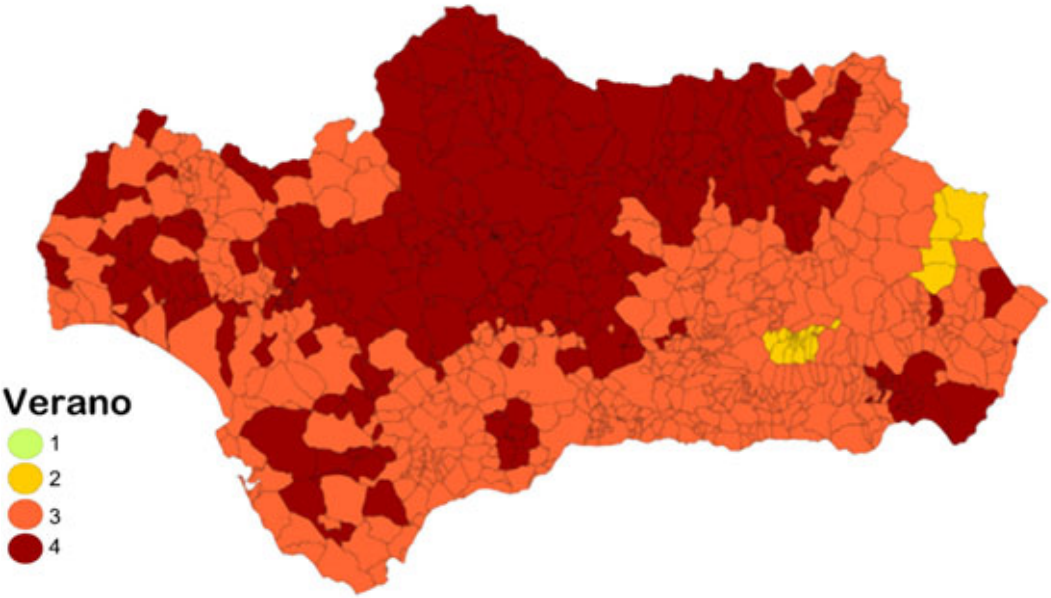


Gráfico 3: Clasificación de los municipios andaluces según la zona climática para verano

2.2 Datos energéticos

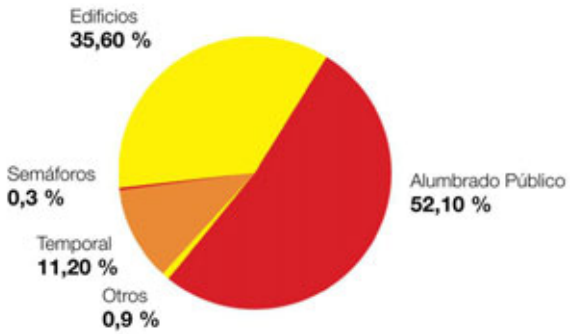
Atendiendo a los resultados de las auditorías energéticas en los municipios andaluces, realizadas con el apoyo de la Agencia Andaluza de la Energía, se tiene que el consumo energético actual asciende a 1.531.559 MWh/año en términos de energía final, lo que supone un consumo medio por habitante de 186,7 kWh/año de energía final y un coste por habitante de 21,7 €/año. Así, a pesar del descenso del 1,7% que se ha producido en el consumo por habitante en los tres últimos años, el coste energético se ha visto incrementado en cerca de un 20%.

Por fuentes de energía, es de destacar la gran dependencia de los Ayuntamientos de la electricidad como vector energético, con cerca de un 90% del total de consumo de energía primaria y un muy escaso grado de penetración de las energías renovables.

El combustible más empleado en los municipios andaluces es el gasóleo, utilizado para la generación de agua caliente sanitaria, calefacción y transportes públicos, seguido por el propano y el gas natural, si bien cada vez son más los municipios que disponen de gas natural.

Por usos, el alumbrado público es la instalación que representa mayor incidencia en el consumo energético de un municipio, alcanzando el 52% sobre el total de los consumos energéticos de las instalaciones municipales y el 59% del consumo eléctrico de titularidad municipal. La importancia de las instalaciones de alumbrado público es tal que en algunos municipios supone hasta el 80% de la energía eléctrica consumida y hasta el 60% de la factura energética de un ayuntamiento.

Reparto de los consumos de energía final



Por tipo de lámpara, son las de vapor de mercurio las más utilizadas en alumbrado público. Este tipo de lámpara se caracteriza por un color blanco azulado lo que le confiere una temperatura de color fría que, unido a una reproducción cromática media, las ha hecho tradicionalmente atractivas para el uso en el alumbrado exterior. Frente a ellas, se tienen las lámparas de vapor de sodio de alta presión, con una temperatura de color más cálida y una reproducción cromática más baja, pero con una eficiencia energética muy superior que ha hecho que en países centroeuropeos sea el tipo de lámpara más extendido, extendiendo paulatinamente su presencia en municipios del área mediterránea.

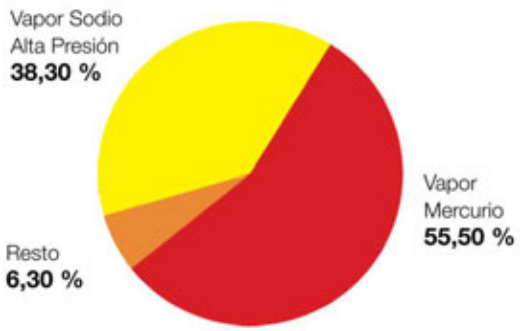
A estas dos tipologías de lámparas sigue, aunque a gran distancia en cuanto a su número, las de halogenuros metálicos en sus distintos formatos. Se trata de lámparas en continua evolución y con las que, a través de una mezcla de los gases incluidos en la ampolla, se consiguen muy buenos niveles de reproducción cromática, mejorando ampliamente la eficiencia energética de las de vapor de mercurio y, aproximándose a los niveles de rendimiento del vapor de sodio de alta presión.

Otros tipos como luz mezcla, halógenas, etc. apenas se encuentran presentes en aplicaciones de alumbrado exterior.

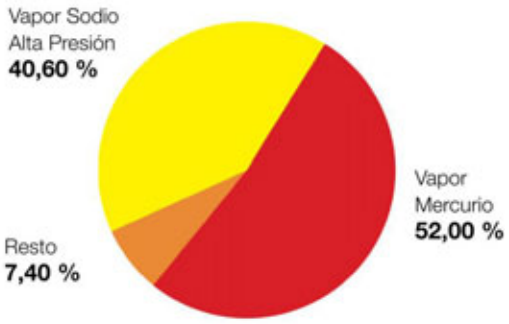
Son de destacar los proyectos que se vienen iniciando en algunos ayuntamientos en los que se implementa la tecnología led aplicada a las instalaciones de alumbrado exterior.

Se estima que el total de lámparas en la comunidad andaluza se cifra en 1.440.000 unidades, lo que representa en torno a 203.000 kW instalados en alumbrado público, que se reparten según las tipologías anteriormente descritas como sigue.

Nº de lámparas según tipología



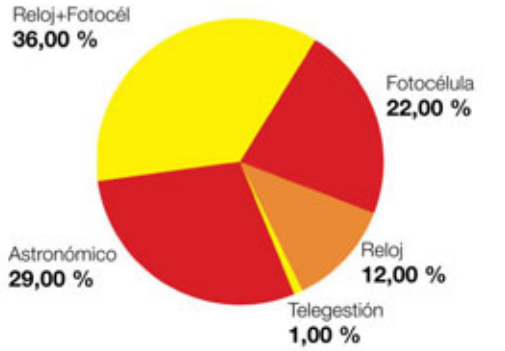
Potencia instalada según tipología



Además de la tipología de lámparas, hay dos elementos a tener en cuenta desde el punto de vista del ahorro y la eficiencia energética y que inciden de forma importante en el consumo energético de un cuadro de alumbrado público:

Elementos de maniobra: Se trata de dispositivos que nos permiten programar el funcionamiento del alumbrado adecuándolo en mayor o menor medida a las necesidades efectivas del mismo. Entre los elementos de maniobra más usados se encuentran los interruptores horarios o relojes, los interruptores crepusculares o fotocélulas y los interruptores astronómicos, pudiendo ser en este último caso, programado in situ o de forma remota a través de un sistema de telegestión.

Reparto Centros de Mando de Alumbrado Exterior según sistema de encendido

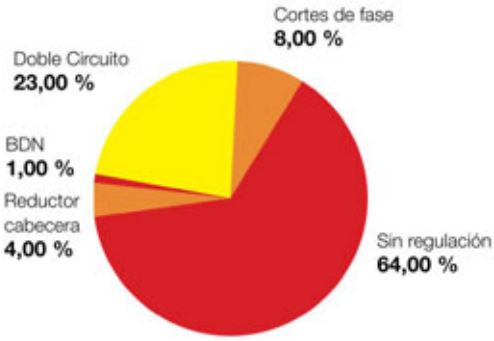


Llama la atención que todavía el 34% de las instalaciones se controla sólo con fotocélula o reloj horario, sistemas que provocan grandes desviaciones entre las horas de funcionamiento de las instalaciones y las horas reales de necesidad de las mismas, con la consiguiente pérdida de energía. Por otro lado, destaca el reducido porcentaje que representan los sistemas de telegestión (1%), cuando son los sistemas que ofrecen el mejor conocimiento y el control más efectivo de las instalaciones de alumbrado público.

Sistemas de reducción de flujo: Se trata de elementos que permiten reducir el nivel de iluminación a partir de cierta hora de la noche en la que la actividad en la calle ha disminuido, no siendo necesario por tanto un uso tan intenso del mismo. Es de destacar que casi las dos terceras partes de los cuadros de alumbrado público, no cuenta con ningún sistema de ahorro energético. Más de un 30% dispone de sistemas de reducción de nivel de iluminación por corte de fase o doble circuito. Se trata de una práctica bastante habitual, aunque no resulta aconsejable al dar lugar a una mala uniformidad en la iluminación vial con grave pérdida de la seguridad. El resto de sistemas, reguladores de flujo en cabecera y balastos de doble nivel, que se describen con mayor detalle más adelante, no son muy

empleados en las instalaciones, según se muestra en el gráfico siguiente, si bien, son los sistemas que, manteniendo la uniformidad, consiguen los mayores ahorros energéticos y económicos.

Clasificación de las instalaciones de Alumbrado Público según sistema de ahorro



2.3 La gestión energética de las instalaciones municipales

En referencia a la gestión de los consumos energéticos, casi el 70% de los municipios andaluces disponen a día de hoy de un inventario de sus instalaciones energéticas a partir de los Planes de Optimización energética incentivados por la Agencia Andaluza de la Energía, lo que supone un paso fundamental para la mejora en la gestión y planificación energética, pudiendo disponer de información actualizada de las mismas y permitiendo un mejor control del gasto asociado.

En relación con el mantenimiento, se estima que menos del 25% de los municipios andaluces realizan un mantenimiento preventivo de sus instalaciones, bien llevando a cabo una sustitución programada de lámparas, bien realizando un seguimiento de los consumos eléctricos con la consecuente revisión de las condiciones de contratación con las compañías comercializadoras, o bien destinando un presupuesto específico para la mejora de la eficiencia energética o la promoción de las energías renovables.

Estas labores de mantenimiento son realizadas en más de un 80% por personal propio del ayuntamiento, en la mayoría de los casos sin formación específica en materia de energía.

Por otro lado, frecuentemente las urbanizaciones se han venido desarrollando por empresas promotoras, ajenas a la explotación posterior de las instalaciones, por lo que la elección de las características de éstas se ha venido realizando en base a criterios de mínima inversión inicial y no en base a criterios de eficiencia energética.

Incluso en los casos en que la urbanización se ha ejecutado por el propio ayuntamiento la situación no ha diferido sustancialmente. El mayor coste de los equipos energéticamente eficientes suele llevar a los ayuntamientos a los mismos planteamientos que a las empresas promotoras en cuanto al mínimo desembolso inicial.

En línea con lo anterior, no ha habido ninguna normativa específica de obligado cumplimiento que regulase la incorporación de elementos de ahorro energético en las instalaciones de alumbrado público, salvo las “ordenanzas municipales de alumbrado público” aprobadas en un reducido número de municipios andaluces.

Bastante menos frecuentes que las ordenanzas municipales, son los casos Planes Directores de alumbrado público desarrollados en algunos municipios. Se trata de documentos en los que se detalla calle a calle, el nivel lumínico a instalar además de desarrollar un plan de mantenimiento, unos protocolos de operación, etc. Un Plan Director de alumbrado público persigue integrar los criterios de eficiencia energética con otros culturales, estéticos y sociales. Para ello, se debe de contar con un equipo humano multidisciplinar, donde se busque el equilibrio desde todos los puntos de vista posibles, dándole a la gestión energética el papel protagonista.

Sin embargo, el gran punto de inflexión se produjo el 14 de noviembre de 2008, con la aprobación del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus instrucciones técnicas complementarias (RD 1890/2008).

Este Reglamento, en vigor desde el 1 de abril de 2009, es de aplicación a nuevas instalaciones o reformas de importancia de las existentes, y siempre que se supere una potencia instalada de 1.000 W.

Entre las principales novedades en el mismo se encuentran la inclusión de parámetros luminotécnicos en el diseño de los alumbrados exteriores, fijándose una calificación energética para las instalaciones de alumbrado, y por tanto un etiquetado energético, en consonancia con los establecidos en otras reglamentaciones energéticas.

Otros aspectos destacables son la limitación de las emisiones luminosas hacia el cielo atendiendo a la caracterización de las distintas zonas en las que se clasifica el territorio según el grado de luminosidad (alta, media, baja o paisaje oscuro), o la obligatoriedad de disponer de un plan de mantenimiento de las instalaciones, tal y como se desarrolla en la ITC EA-06 y que irá vinculado al diseño de la instalación de alumbrado.

En esta misma línea, a través del Decreto 357/2010, de 3 de agosto, la Consejería de Medio Ambiente aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

Esta normativa complementa las disposiciones relativas tanto a la protección del cielo,

como a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado exterior del RD 1890/2008, estableciéndose un plazo de tiempo en el cual las instalaciones existentes habrán de adecuarse a las prescripciones indicadas en el citado reglamento.

Las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs)

Otra herramienta eficaz para mejorar la gestión energética de un municipio y eliminar las barreras anteriormente mencionadas de cara a obtener mayores ahorros energéticos, la constituye el modelo de contrato de "servicios energéticos" y mantenimiento integral para las instalaciones municipales.

Este contrato comprende cinco tipos de prestaciones que deben ser aseguradas por el Adjudicatario:

1. Gestión de los suministros energéticos, tanto térmicos como eléctricos, incluyendo el control de la calidad, cantidad y uso final de la misma.

2. Mantenimiento de las instalaciones para lograr la permanencia en el tiempo del rendimiento nominal de las instalaciones de todos sus componentes.

3. Garantía total, consistente en la realización de los trabajos de reparación, sustitución y renovación necesarios para garantizar el buen estado de funcionamiento de las instalaciones y equipos.

4. Sustitución de las instalaciones energéticas que se especifiquen al inicio del contrato, de acuerdo con los requisitos mínimos de eficiencia que se indiquen.

5. Mejora de la eficiencia energética mediante la incorporación, mejora o renovación de equipos e instalaciones, así como la incorporación de las energías renovables.

Esta última prestación se pretende que sea ejecutada y financiada por la empresa de servicio energético contratada por el ayuntamiento correspondiente, a partir de los ahorros conseguidos dentro del periodo de vigencia de los contratos.

En la Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo, sobre la eficiencia energética del uso final de la energía y los servicios energéticos, se contempla expresamente el fomentar la oferta de servicios energéticos para conseguir el potencial de ahorro de energía existente en la Unión Europea.

En este sentido, el Consejo de Ministros de 16 de julio de 2010 aprueba un Plan de Impulso a la contratación de servicios energéticos, que tiene por objeto la realización de 2.000 proyectos en centros públicos, de los que 1.000 pertenecen a la Administración Autonómica y Local y 1.000 en la Administración General del Estado.

En la misma línea, la política energética de la Junta de Andalucía contempla como un instrumento clave para la consecución de los objetivos de ahorro energético en la región andaluza, el fomento de los contratos de servicios energéticos, y en particular el desarrollo de estos contratos para la explotación de las instalaciones municipales.

En resumen, se puede afirmar a partir del análisis de la situación energética actual de los municipios andaluces que existe un elevado potencial de ahorro energético que puede alcanzar hasta el 40% con medidas amortizables a corto plazo.

3

Planes de optimización energética municipal

Planes de optimización energética municipal

Un Plan de optimización energética municipal (en adelante POE), constituye el punto de partida para la correcta planificación de actuaciones en ahorro energético e implementación de energías renovables en un municipio. A finales del 2009, aproximadamente un 70% de los municipios andaluces habían ya ejecutado un POE. Básicamente, las fases de las que consta un POE son:

Inventario energético de las instalaciones municipales.

Supone la primera actuación a realizar y se basa en la identificación de la situación energética actual del ayuntamiento mediante la inspección in situ de las instalaciones, la toma de medidas y la recopilación de información energética.

Optimización de la factura eléctrica.

Los ahorros que se pueden conseguir con la contratación energética pueden llegar a ser considerables. La liberalización del mercado de la electricidad supone oportunidades de reducción en la factura eléctrica, pero también puede llevar a situaciones insostenibles de recargos asociados a los consumos eléctricos de las instalaciones municipales sin una adecuada gestión.

En esta fase, y a partir de las facturas energéticas obtenidas en la fase anterior, se procede a buscar entre las empresas comercializadoras la mejor oferta para los consumos eléctricos municipales.

Diagnóstico energético de las instalaciones de alumbrado público y equipos de regulación de tráfico.

Existe un gran potencial de ahorro energético y económico mediante la incorporación de lámparas de mayor eficiencia, estabilizadores reguladores de tensión e interruptores horarios y fotoeléctricos, entre otros. Los ahorros cuantificados por estos conceptos llegan a alcanzar el 45% del consumo energético actual.

En esta fase, se analizan las diferentes alternativas implementables en las instalaciones de alumbrado público y equipos de regulación de tráfico con las que se consiguen importantes ahorros económicos y energéticos.

Diagnóstico energético en edificios públicos.

El empleo de recursos energéticos propios y menos contaminantes como la energía solar o la biomasa, la reducción del consumo energético por mejora del aislamiento térmico

de los edificios, el mejor uso de las instalaciones, y el empleo de equipos más eficientes energéticamente, son alternativas que permiten satisfacer la demanda de confort en el interior de los recintos sin que esto suponga un incremento del gasto energético de los edificios. El potencial de ahorro existente en los edificios municipales supera en la mayoría de los casos el 30% de su gasto energético actual.

En esta fase se realizan estudios específicos en los edificios municipales más significativos energéticamente hablando, de los que se derivan las medidas de ahorro energético y económico a llevar a cabo en los mismos.

Plan de actuación.

Una vez analizadas las medidas de ahorro energético, éstas deberán ser clasificadas en orden, según su rentabilidad económica, energética o medioambiental. De esta forma se irán acometiendo las medidas de ahorro de mayor a menor rentabilidad, según quedan reflejadas en el Plan de actuación propuesto.

En la siguiente gráfica se representan las diferentes fases asociadas a un POE:

Metodología del POE

4

Optimización de la factura eléctrica

Optimización de la factura eléctrica

Para proceder a la optimización de la factura eléctrica en un municipio es necesario realizar un inventario de todos los suministros eléctricos de los que es titular el Ayuntamiento, así como recabar los datos de consumo eléctrico por un periodo de facturación mínimo de dos años.

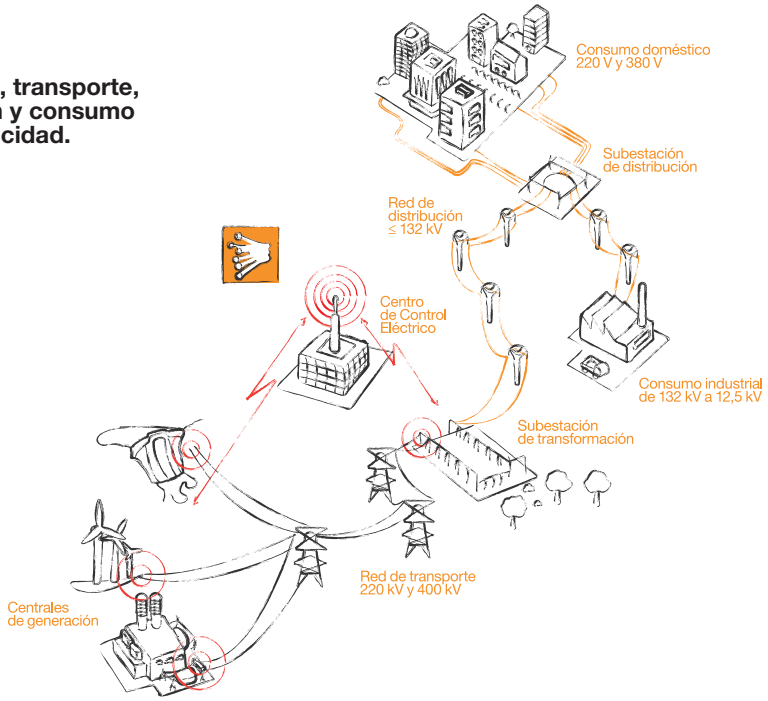
La optimización de la facturación eléctrica es una de las estrategias más claras para reducir el gasto asociado al consumo eléctrico en un municipio. El objeto de este apartado es el de analizar las alternativas que ofrece el sistema eléctrico español para optimizar la facturación eléctrica de un municipio.

En España la normativa eléctrica en vigor en materia de liberalización eléctrica, agrupa las actividades del sector eléctrico en dos grandes bloques:

- **Actividades reguladas: Son las actividades de transporte y distribución de la energía eléctrica, así como la gestión técnica y económica del sistema eléctrico.**

- **Actividades liberalizadas: Son las de generación y comercialización de energía eléctrica, así como los intercambios intracomunitarios e internacionales.**

Generación, transporte, distribución y consumo de la electricidad.



Este proceso de liberalización surgió a raíz de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Esto supuso la liberalización de las actividades eléctricas, que se caracterizan entre otros aspectos, por la creación de un mercado competitivo de generación eléctrica, la instauración de un sistema de acceso a terceros a las redes de transporte y distribución, y el establecimiento con carácter progresivo, de la facultad para los consumidores de adquirir libremente energía en el mercado de producción o mediante contratos.

Calendario de liberalización del Mercado Eléctrico.

La liberalización del mercado eléctrico se ha ido extendiendo gradualmente a la totalidad de los suministros en media o alta tensión (suministros con niveles de tensión superiores a 1 kV), hasta su desaparición el 30 de junio de 2008.

También en baja tensión ha tenido lugar esta liberalización, siendo el 1 de enero de 2003 la fecha de inicio de la misma, introduciendo de forma progresiva sucesivas revisiones en el sistema regulado de tarifas que se completan finalmente el 30 de junio de 2009 con la desaparición de la tarifa regulada y la obligatoriedad de acudir al mercado libre para la contratación de cualquier suministro de electricidad.

A partir de esta fecha solo permanece regulada la denominada Tarifa de Último Recurso (TUR), siendo los precios máximos y mínimos que pueden cobrar las empresas comercializadoras de último recurso a los consumidores en baja tensión cuya potencia contratada sea inferior o igual a 10 kW y que no deseen contratar con una empresa comercializadora.

Podrán por tanto acogerse a la TUR, los consumidores que, con fecha de 30 de junio de 2009 tuvieran contratada alguna de las siguientes tarifas:

- **Social: $P < 3$ kW**
- **1.0: $P \leq 1$ kW**
- **2.0.1: 1kW $< P \leq 2{,}5$ kW**
- **2.0.2: 2,5 kW $< P \leq 5$ kW**
- **2.0.3: 5 kW $< P \leq 10$ kW**

Hasta la entrada en vigor el pasado 1 de julio de 2009 de la Tarifa de Último Recurso (TUR) y por tanto, de la desaparición de la tarifa eléctrica como se conocía hasta ese momento, el suministro de energía eléctrica venía siendo realizado por una empresa distribuidora. A partir de esta fecha se realiza por una empresa comercializadora o una comercializadora de último recurso, aunque seguirá siendo obligación de la empresa distribuidora la lectura de los contadores y la calidad del suministro eléctrico.

Las comercializadoras de último recurso son empresas comercializadoras designadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, para hacerse cargo de la TUR y de los suministros de los consumidores de más de 10 kW que no hayan pasado al mercado libre. En la actualidad, son las siguientes empresas:

- **ENDESA ENERGÍA XXI, S.L.U.**
- **IBERDROLA COMERCIALIZACIÓN DE ÚLTIMO RECURSO, S.A.U.**
- **GAS NATURAL S.U.R, SDG, S.A.**
- **HC-NATURGÁS COMERCIALIZADORA ÚLTIMO RECURSO, S.A.**
- **E.O.N COMERCIALIZADORA DE ÚLTIMO RECURSO, S.L.**

Si antes del 30 de junio de 2009 no se ha optado por contratar con una empresa comercializadora, automáticamente el suministro habrá sido transferido a la empresa comercializadora de último recurso de la zona (en Andalucía, ENDESA ENERGIA XXI, S.L.), la cual cobrará por la electricidad la TUR (si se trata de un suministro menor o igual a 10 kW) o el precio que fijado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio mediante Orden ITC/1659/2009, de 22 de junio, por la que se establece el mecanismo de traspaso de clientes del mercado a tarifa al suministro de último recurso de energía eléctrica y el procedimiento de cálculo y estructura de las tarifas de último recurso de energía eléctrica.

Los consumidores conectados que actualmente estén siendo suministrados por un comercializador de último recurso, siempre que no estén incluidos en la excepción establecida en el artículo 3.3 del Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, podrán seguir siendo suministrados por dicho comercializador de último recurso hasta el 31 de diciembre del 2011. El precio que deberán pagar estos clientes por la electricidad consumida al comercializador de último recurso durante este periodo será el correspondiente a la aplicación de la facturación de la tarifa de último recurso, TUR sin aplicación de la modalidad de discriminación horaria, incrementado sus términos un 20 por ciento.

Si el 1 de enero de 2012 no han procedido a contratar su suministro en el mercado libre, se considerará rescindido el contrato entre el consumidor y el comercializador de último recurso, siendo de aplicación a estos efectos lo establecido en el artículo 86.2 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

A diferencia de lo que sucedía en el mercado regulado, en el mercado libre no se realizan bonificaciones en concepto de consumo de energía reactiva. Así, los suministros con factores de potencia inferiores a 0,95 deberán abonar un recargo en concepto de consumo de reactiva, siendo nulo para suministros en los que el factor de potencia se sitúe entre 0,95 y 1.

En definitiva, esta liberalización abre la puerta a una mayor competitividad en el mercado de la electricidad, tal y como viene sucediendo en sectores como el de las telecomunicaciones, al posibilitar la entrada a un mayor número de entidades públicas y privadas. Se convierte por tanto en una oportunidad, no exenta de riesgos, para que los usuarios elijan las empresas que les ofrezcan las mayores garantías.

Para sacar beneficio de esta situación, los ayuntamientos deben situarse en la mejor posición posible ante una eventual negociación con las empresas comercializadoras. Para ello, sería recomendable:

- **La adecuación de las instalaciones a la potencia realmente demandada, evitando los recargos, en ocasiones cuantiosos, en concepto de excesos de potencia.**

- **La compensación de reactiva. Al igual que sucedía en el mercado regulado, los consumos de reactiva pueden suponer penalizaciones económicas importantes para los suministros eléctricos, amortizándose con relativa rapidez la instalación de baterías de condensadores.**

- **La determinación de la curva de carga, e incluso el traslado de consumos a horas valle, puede permitir una reducción adicional en el coste de la factura eléctrica.**

5

Medidas de ahorro energético en las instalaciones de alumbrado exterior y nuevas tecnologías

Medidas de ahorro energético en las instalaciones de alumbrado exterior y nuevas tecnologías

Un diseño energéticamente eficiente de las instalaciones de alumbrado público en un municipio ha de comenzar por determinar los niveles de iluminación necesarios para el desarrollo de las tareas que tienen lugar en la vía pública, dentro de los mínimos de seguridad y comodidad precisos.

Los parámetros que influyen en la fiabilidad de la percepción son tanto la luminancia media de la superficie de la calzada como la uniformidad global y el grado de deslumbramiento. En este sentido, el objeto del RD 1890/2008 es, entre otros, el de establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento con el fin de mejorar el ahorro y la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado exterior.

Se fijan por tanto, en dicho Reglamento, una serie de requisitos de eficiencia energética a aplicar tanto en las nuevas instalaciones como en las existentes con modificaciones o ampliaciones de importancia, introduciendo por primera vez parámetros luminotécnicos a considerar en el proyecto de la instalación, según la clasificación de la vía. Se introduce asimismo el concepto de mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones que se liga a una calificación energética o etiqueta energética que identificará el consumo energético de las mismas.

Con carácter general, para analizar la alternativa óptima desde el punto de vista energético y económico, tendremos que considerar todos los elementos que intervienen en el coste total. Estos son:

- **Coste de primera instalación, adquisición y colocación de los elementos componentes de la misma.**
- **Coste de explotación o consumo energético, registrado en los contadores previstos en la instalación y facturados según las condiciones contratadas.**
- **Coste de mantenimiento, constituido por las operaciones propias de limpieza, reparación, y reposición de elementos agotados o defectuosos.**

Las principales deficiencias de un sistema de alumbrado público pueden ser de origen lumínico, energético o económico en aquellos casos en que, aún siendo adecuada la eficiencia energética, el coste resulta excesivo. Las deficiencias de origen energético pueden referirse a algunos de los siguientes aspectos:

- **Niveles de iluminación, en aquellos casos en los que dicho nivel sea superior al necesario con el consiguiente incremento de la potencia.**

- **Régimen de uso, cuando los horarios de encendido y apagado prolongan innecesariamente el ciclo de funcionamiento.**

- **Rendimiento lumínico, que puede referirse tanto a los sistemas de iluminación propiamente dicho como al estado de mantenimiento del conjunto.**

- **Eficacia de las lámparas, uno de los métodos de más efectividad en la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de alumbrado.**

- **Pérdidas eléctricas, tanto en las líneas como en los equipos auxiliares.**

Se describen a continuación distintas medidas de ahorro energético implementables en las instalaciones de alumbrado público.

5.1 Actuaciones en elementos de maniobra

Uno de los factores que más pueden incidir en el consumo energético de las instalaciones de alumbrado público es su sistema de mando, control y mantenimiento. Los costes derivados de una mala actuación y las causas que originan se pueden resumir en:

- **Alumbrados apagados o encendidos a destiempo con el consiguiente despilfarro energético.**

- **Materiales defectuosos y deterioros de la instalación por prolongación de situaciones de avería.**

- **Mala uniformidad con peligro de accidentes.**

Ejemplo de cuadros de alumbrado público en mal estado.

En la actualidad los sistemas de mando y control más utilizados son:

Interruptor crepuscular. En este caso, una célula fotoeléctrica manda un impulso de maniobra en función de la iluminación ambiente accionando el interruptor de fuerza para poner la instalación en servicio. Las mayores dificultades son:

- **Depreciación propia.**
- **Condiciones ambientales de suciedad y contaminación.**
- **Variaciones climatológicas que pueden producir encendidos o apagados de una instalación, aún existiendo suficiente luz natural.**

Interruptor horario. Para evitar las dificultades mencionadas anteriormente se suele emplear en serie con el anterior un interruptor horario, el cuál provoca, según una programación preestablecida, la apertura o cierre de uno o varios circuitos. Se trata, por lo general, de una programación diaria que se establece habitualmente dos veces al año.
Interruptores horarios (digital y analógico).

Interruptor astronómico. Se trata de un interruptor horario basado en el cálculo de los Ortos y Ocasos en la zona geográfica programada. De este modo, se ajusta perfectamente el arranque y desconexión de la instalación a la puesta y salida del Sol. Adicionalmente, estos elementos tienen la posibilidad de comandar un doble circuito permitiendo programar independientemente la desconexión parcial de la instalación a partir de ciertas horas.

5.2 Incorporación de lámparas más eficientes

Las lámparas son la fuente o emisor luminoso de la instalación, por ello su elección constituye una de las mayores dificultades a la hora de diseñar una instalación, fundamentalmente debido a que tanto la potencia consumida, la duración de vida y el color de la luz, vienen condicionados por el tipo de lámpara.

Los factores más importantes que deben tenerse en cuenta en la definición y selección del tipo de lámpara a emplear son la eficacia luminosa, la duración de vida media y vida útil, la temperatura de color y el rendimiento cromático o reproducción de colores.

Como ya se ha indicado anteriormente, la lámpara más comúnmente utilizada en el alumbrado exterior es la de vapor de mercurio. Sin embargo, este tipo de lámpara tiende hoy en día a ser sustituido, en las zonas sin exigencias de color, por lámparas de mayor eficacia como son las lámparas de sodio a alta o baja presión.

En el caso de las lámparas de sodio de alta presión, su elevada eficacia las hace especialmente aconsejables, bajo la óptica energética, en zonas donde los requisitos de color no son críticos.

Las lámparas de sodio de baja presión, a pesar de ser la solución de mayor eficacia existente en la actualidad, poseen grandes dimensiones que pueden determinar en muchos casos, su escasa utilización. A esto se debe unir su mala reproducción cromática, haciendo que no sean aplicables en gran parte de las situaciones.

Tipologías de lámparas usadas en alumbrado público. De izquierda a derecha vapor de mercurio, vapor de sodio mejorado y vapor de sodio.

En la siguiente tabla se refleja la diferencia de potencia de las lámparas de vapor de mercurio y de sodio de alta presión a igualdad de flujo luminoso.

Tabla 3: Tabla de equivalencias de potencia (W)

Vapor Mercurio (VM)	Vapor de Sodio Alta Presión (VSAP)	Halogenuros Metálicos (HM)
80	50	50
125	70	70
250	150	150
400	250	250

Para lámparas instaladas en zonas de altos requerimientos cromáticos (luz blanca) se aconseja el uso de halogenuros metálicos, cuyo comportamiento energético se aproxima cada vez más al de las lámparas de vapor de sodio de alta presión, emitiendo una luz más fría con una buena reproducción cromática.

Halogenuros metálicos.

Luminaria con tecnología led.

Mención aparte merecen las luminarias basadas en el uso de tecnología led. Se trata de una tecnología plenamente consolidada en aplicaciones de señalización viaria o cartelería, y que resulta cada vez más competitiva en aplicaciones de alumbrado ornamental y exterior. Es en este último caso donde los fabricantes vienen haciendo los mayores esfuerzos, existiendo hoy día fuentes de luz basadas en diodos led que pueden rivalizar en eficiencia lumínica con las lámparas de vapor de sodio, triplicando la vida útil de las mismas.

5.3 Incorporación de balastos de doble nivel

Estos elementos, también conocidos como reactancias de doble nivel, posibilitan una reducción del flujo luminoso punto a punto. Para ello, es necesario instalar en cada punto de luz un balasto serie de tipo inductivo similar a uno convencional pero que incorpora un bobinado adicional con el que es posible la reducción de intensidad de corriente que se traduce en la reducción de flujo luminoso de la lámpara.

La conmutación entre el funcionamiento a potencia nominal y a potencia reducida, se lleva a cabo mediante un relé que puede ir comandado a través de línea de mando por un reloj horario o astronómico instalado en el cuadro de alumbrado público. También existe la opción de comandar dicho relé a través de un temporizador con retardo a la conexión, conmutando automáticamente a nivel reducido transcurrido un tiempo predeterminado de la puesta en servicio del alumbrado. Esta opción es útil para instalaciones existentes, pues evita el elevado coste de instalar la línea de mando en la canalización del circuito de alumbrado en cuestión.

Con estos dispositivos son alcanzables reducciones superiores a las que permiten los equipos reductores-estabilizadores, ya que al tratarse de actuaciones a nivel de punto de luz se obvia la caída de tensión de línea. No obstante, por tratarse de una implantación punto a punto, la dificultad añadida especialmente en instalaciones ya existentes, puede ser un factor decisivo. Debe tenerse en cuenta además la imposibilidad de limitar las sobretensiones existentes y que afectan negativamente tanto al consumo como a la vida útil de las lámparas.

5.4 Balastos electrónicos de potencia regulable

Como variante de los sistemas anteriores, se tienen los balastos electrónicos de potencia regulable. Se trata de dispositivos compactos que sustituyen al balasto inductivo y además asume las funciones del condensador y arrancador (en el caso de lámparas de vapor de sodio de alta presión). En estos equipos la reducción de flujo se realiza limitando la intensidad, y en consecuencia la potencia durante los periodos de utilización establecidos. Además permite hacer un control de la corriente en el arranque de las lámparas.

La reducción del consumo asociado a la lámpara puede llegar hasta un 50% en las horas de utilización en régimen reducido, disminuyendo además las pérdidas del propio equipo

auxiliar y estabilizando la tensión de alimentación de la propia lámpara, evitando los sobreconsumos por sobretensión. Por el contrario, al tratarse de un equipo electrónico es más sensible a las perturbaciones eléctricas y a los factores climáticos.

Balasto electrónico.

5.5 Incorporación de equipos reductores-estabilizadores

Los equipos reductores-estabilizadores son dispositivos instalados a nivel de cuadro eléctrico y que se destinan a instalaciones donde a determinadas horas se puede reducir el nivel de iluminación, con el consiguiente ahorro de energía, como es el caso del alumbrado público.

El descenso de iluminación conseguido con estos equipos, es uniforme y general para toda la instalación, evitando los puntos oscuros. Son equivalentes a los equipos de doble nivel, pero se instalan para todo el circuito. El ahorro estimado, sin embargo, resulta inferior por cuanto se debe tener en cuenta adicionalmente la caída de tensión a lo largo de la línea.

Reductor-estabilizador instalado en cuadro de alumbrado.

Estos equipos pueden ser acoplados tanto a instalaciones nuevas como a instalaciones existentes obteniéndose una rentabilidad de la inversión parecida en ambos casos.

Además del ahorro conseguido mediante el control de la tensión y de la corriente, existe un ahorro adicional por efecto de eliminación de la sobretensión nocturna que a menudo existe en todas las instalaciones.

Existen ventajas adicionales que recomiendan la utilización de equipos reductores de flujo (en cabecera o punto a punto):

Aumento de la vida media de las lámparas.

Las sobretensiones que se producen en las instalaciones de alumbrado público además de incrementar el consumo energético, reducen la vida media de las lámparas. Debido a la estabilización y reducción de corriente, las instalaciones equipadas con reductores de flujo en cabecera o balastos electrónicos tienen un aumento apreciable de la duración de la vida media de las lámparas.

Compatibilidad con diferente tipología de lámparas.

El sistema de control electrónico de los parámetros eléctricos de tensión, corriente y factor de potencia, se encarga de atender las diferentes exigencias de las distintas lámparas, las cuales se pueden llegar a utilizar mezcladas dentro de la misma línea. No obstante, en estos casos la reducción máxima admisible se encuentra limitada por la presencia de las lámparas de vapor de mercurio. Para lámparas de halogenuros metálicos, no se recomienda su uso al verse alterada la cromaticidad de la lámpara, debiendo optarse en estos casos por reactancias electrónicas instaladas punto a punto.

Reencendido automático después de un corte.

Los equipos se conciben para reiniciar el encendido, de manera automática, tras un corte de corriente.

Continuidad en el funcionamiento incluso después de una avería.

Si se produce un fallo en los circuitos electrónicos, estos equipos continúan asegurando el servicio, mediante el paso a by-pass de la fase afectada.

Protección contra sobre intensidades.

Los equipos están equipados para realizar de forma automática, el cambio a régimen reducido cuando la corriente de entrada es superior a la máxima prevista para la instalación.

Corrección del factor de potencia.

En los casos en que la instalación consuma energía reactiva, ésta puede compensarse a través del propio equipo con el consiguiente ahorro económico, tanto en la explotación como en su instalación.

Bajo consumo propio de energía, inferior al 2% de la potencia nominal.

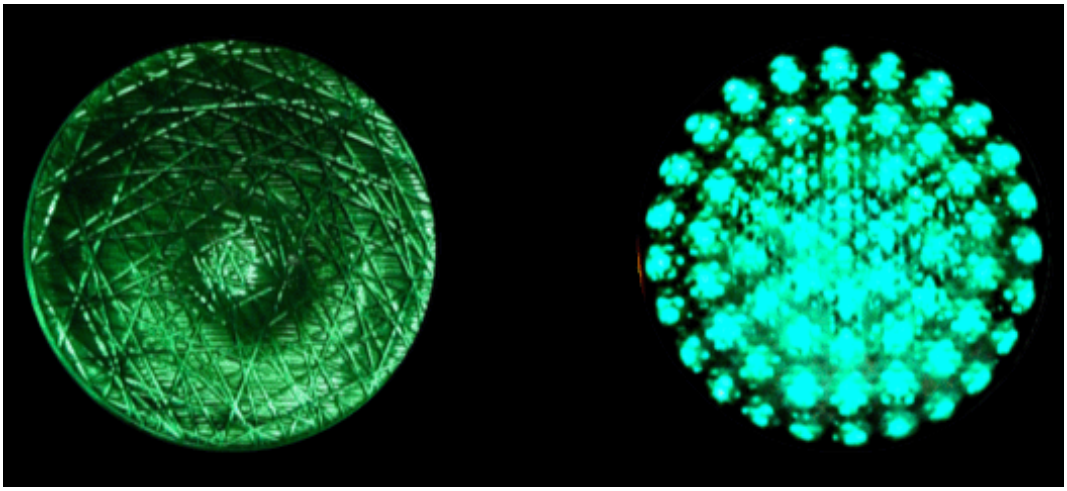
5.6 Nuevas tecnologías

Al hablar hoy día de nuevas tecnologías debe hablarse inevitablemente del uso de la tecnología LED (diodos electroluminiscentes). Así, esta tecnología está suponiendo una verdadera revolución, contando con características como su gran vida útil, su cada vez mayor eficacia energética o su bajo impacto ambiental, entre otras, que le confiere un gran atractivo para numerosas aplicaciones.

Sin embargo, aún es pronto para hablar de una tecnología completamente desarrollada, debiendo distinguir necesariamente entre aplicaciones de iluminación general, donde se

puede hablar de avances prometedores con modelos ya en proceso de comercialización, donde el coste de los equipos empieza a ser competitivo, a otras como la señalización en los que la tecnología se encuentra totalmente consolidada y cuya implantación en los próximos años debe ser definitiva, relegando a otras como la incandescente o la halógena a un plano más secundario.

En definitiva, la aplicación más clara a corto plazo consiste en la incorporación de la tecnología led en los grupos ópticos de los semáforos. Tradicionalmente se han venido utilizando lámparas de incandescencia o halógenas de 70 W de potencia frente a los aproximadamente 10 W de los módulos led. La implantación de estos elementos es sencilla y el ahorro energético producido muy elevado.



Comparación de la luz emitida por semáforo convencional y semáforo tipo LED.

La aplicación de esta tecnología para la señalización del tráfico (semáforos) ofrece además otras ventajas:

Seguridad al tráfico: La luz de alto brillo emitida permite la perfecta percepción de las señales aun en las más adversas condiciones. Además, al desaparecer el reflector que poseen los semáforos convencionales, no se produce el deslumbramiento por el sol cuando los rayos de éste entran en el reflector (efecto fantasma).

Ahorro en coste de mantenimiento: Al ser la vida útil muy superior a la de las lámparas convencionales, el coste de reposición y mantenimiento se reduce.

Mayores grados de protección y estanqueidad ante sólidos y líquidos.

Posibilidad de reutilización de las carcasas existentes.

Las señales de tráfico LED que actualmente existen en el mercado incluyen nuevas mejoras que las hacen más interesantes. Éstas van desde el empleo de ópticas secundarias que homogenizan la luz emitida a mejores sellados para proteger la lámpara de humedad y polvo o la reducción de fallos.

A modo de ejemplo, se muestra en la siguiente tabla una comparativa de semáforos con lámparas incandescentes y módulos led.

Ejemplo de sustitución en un semáforo de lámparas incandescente por leds.

Sustitución de lámparas incandescentes de 70 W por leds de 10 W		
Coste del módulo led instalado	320	€/semáforo
Ahorro total	77,56	€/año
Ahorro en reposición	10	€/año
Ahorro en mantenimiento	15	€/año
Ahorro en consumo	52,56	€/año
Reducción de consumo energético	526	kWh/año
Reducción de emisiones	637,8	kg CO_2/año
Periodo de retorno de la inversión	4,13	Años

6

Ahorro energético en edificios públicos

Ahorro energético en edificios públicos

6.1 Diagnóstico energético en edificios públicos

El paso inicial para acometer cualquier actuación de ahorro energético en un edificio se basa en el diagnóstico previo de sus características energéticas, la identificación de sus puntos débiles y las propuestas de soluciones. Una vez realizado este análisis se está en condiciones de elaborar un plan de actuaciones que consiga abordar de forma óptima las medidas de ahorro energético implementables en un edificio, de forma que se obtengan las mayores cotas de rentabilidad energética, económica y medioambiental para un nivel de inversiones determinado. Esto es en síntesis, las actuaciones realizadas en el diagnóstico energético de un edificio.

Se describe brevemente a continuación la metodología propuesta por la Agencia Andaluza de la Energía en la realización de estos diagnósticos energéticos:

a. Inspección Técnica del Edificio, de los sistemas de climatización, producción de ACS y equipos consumidores de energía en general.

Los datos necesarios para la realización de un estudio, se obtienen de la inspección técnica del edificio, junto a la información obtenida del proyecto de instalaciones, los planos de las diversas zonas y plantas, las modificaciones efectuadas en el edificio e instalaciones, las características de funcionamiento de los principales equipos consumidores de energía, y las características habitacionales y funcionales del edificio.

En este apartado se analizan las características constructivas del edificio: calidad de los cerramientos, orientación de las fachadas, características y superficie de vidrio, estado de las instalaciones eléctricas, fontanería, calefacción, refrigeración, ventilación, acondicionamiento de aire, etc., así como niveles de ocupación, horarios de funcionamiento, hábitos de uso y programas de mantenimiento de las instalaciones.

Por último, se realizan las mediciones de los parámetros necesarios para evaluar el funcionamiento de los principales equipos consumidores: se miden caudales, temperaturas, humos, consumos eléctricos etc.

Durante la inspección “in situ” del edificio y de sus instalaciones de consumo energético, se analiza además el grado de cumplimiento de la normativa vigente.

b. Análisis de la situación energética actual y desglose de consumos.

Con los datos anteriores se analiza la evolución de los consumos energéticos térmicos y eléctricos y se desglosan según sus usos: calefacción, iluminación, refrigeración, etc., lo que permite identificar aquellos consumos que excedan de los valores habituales para

el tipo de edificio y de instalación, y por lo tanto, puntos sobre los que hay que incidir especialmente al plantear posibles acciones futuras.

En este apartado, se analiza además el coste económico asociado al consumo de energía, desglosado en sus diferentes usos, lo que dará una idea de la incidencia del coste energético respecto al total.

c. Análisis de la eficacia de los equipos consumidores de energía.

En función de los datos recogidos y de las mediciones realizadas se determina el rendimiento de los equipos de consumo energético, y se proponen una serie de medidas correctoras que permitan disminuir el gasto energético en aquellos equipos en los que se detecta un rendimiento por debajo de los valores habituales.

d. Plan de actuaciones.

Tras el análisis individualizado de las medidas, se aborda el problema de la optimización energética de una forma integral, de manera que las medidas de ahorro en los diferentes conceptos queden interrelacionadas entre sí. Hay que tener presente que puede existir relación entre dichas medidas de ahorro, repercutiendo unas sobre otras. Se elabora por tanto, un plan de actuaciones distinguiendo entre medidas de inmediata aplicación y medidas desarrollables en un futuro.

6.2 Medidas de ahorro en edificios públicos

a. Ahorro en los sistemas de climatización y producción de ACS.

Para determinar las medidas de ahorro aplicables a los sistemas de climatización y producción de ACS, se deben analizar los sistemas de regulación de los que disponen las instalaciones existentes y las medidas de ahorro energético aplicables, así como el cumplimiento de la normativa obligatoria establecida. En concreto:

- **Puesta a punto de equipos en mal estado.**
- **Aislamientos.**
- **Enfriamiento gratuito.**
- **Recuperación del calor de extracción.**
- **Sustitución de equipos por otros de mayor rendimiento.**

- **Aplicación de la tecnología de bomba de calor.**

- **Adecuada regulación y control de los sistemas.**

Se debe analizar además la posibilidad de introducción de nuevas tecnologías de climatización, como son:

- **Acumulación de energía térmica, tanto en refrigeración (acumulación mediante agua fría, hielo o eutéctico) como en calefacción (mediante materiales refractarios a altas temperaturas).**

- **Enfriamiento evaporativo, mediante el aprovechamiento del enfriamiento gratuito que aporta la humidificación del aire.**

- **Climatización por absorción.**

b. Medidas de ahorro en epidermis.

El análisis de las medidas de ahorro en la epidermis se inicia con un balance de pérdidas y ganancias a través de la epidermis del edificio. Una vez detectados los puntos débiles se analizan las medidas de ahorro potencialmente aplicables sobre la epidermis edificatoria, como son:

- **Modificación del tipo de vidrio.**

- **Mejora en la calidad de la carpintería de puertas y ventanas.**

- **Instalación de protecciones solares.**

- **Mejora del aislamiento térmico de cerramientos verticales y cubiertas.**

Los elevados costes de inversión que habitualmente presentan las medidas en epidermis no las hacen especialmente rentables, por lo que son opciones más interesantes en fases de construcción o reforma del edificio.

c. Sistemas alternativos de producción energética.

En el presente apartado se analiza la viabilidad técnica y los resultados económicos que se obtendrían de la implantación de un sistema de cogeneración, determinando la alternativa de inversión más rentable desde los puntos de vista energético y económico, dando cumplimiento a la Ley 17/2007 de 4 de julio, al RD 661/2007 y a la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico de 27 de noviembre.

También se analiza la implantación de las energías renovables, con ventajas adicionales

desde el punto de vista medioambiental como la reducción de las emisiones contaminantes. En este sentido, se contempla la viabilidad de instalaciones de energía solar térmica y biomasa como alternativas a la generación térmica con combustibles fósiles. Adicionalmente, se puede completar el estudio con la viabilidad de una instalación de energía solar fotovoltaica conectada a red.

Ejemplos de diferentes tipos de energías renovables. De izquierda a derecha, combustible para biomasa (alcornoque), instalación solar térmica para una vivienda y instalación fotovoltaica conectada a red.

Asimismo, en los casos en que sea factible, otra de las alternativas posibles a valorar es la diversificación a gas natural.

d. Medidas de ahorro en iluminación.

El consumo eléctrico en iluminación representa un porcentaje importante del consumo eléctrico de un edificio. Existen en la actualidad diversas alternativas que permiten disminuir notablemente este consumo: estudio de aprovechamiento de luz natural, incorporación de balastos electrónicos, sustitución de fluorescentes convencionales por fluorescentes de menor consumo, sustitución de incandescentes por fluorescentes compactas, uso de leds, adecuación de los horarios y niveles de iluminación a los estrictamente necesarios, incorporación de detectores de presencia, gestión centralizada, etc.

Acorde con las características del sistema de iluminación actual del edificio, se deben analizar las medidas de ahorro energético potencialmente aplicables, la viabilidad técnico – económica de cada una de las alternativas analizadas, y el impacto ambiental asociado a la disminución en el consumo eléctrico.

7

Impacto del código técnico de la edificación y la certificación energética de edificios

Impacto del código técnico de la edificación y la certificación energética de edificios

Se ha querido incluir este apartado dada la trascendencia que tiene para los Entes Locales la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del Certificado Energético de Edificios en su doble vertiente: por la necesidad de dar cumplimiento obligatoriamente a los requerimientos energéticos incluidos en el CTE en sus proyectos de edificación; y por la necesidad de formar adecuadamente a los técnicos municipales que legalicen los proyectos de acuerdo con esta nueva normativa. Por otro lado, todos los nuevos edificios tendrán una calificación de su calidad energética. Dado el carácter público de esta calificación energética, se convierte en una herramienta de primer nivel para promover diseños más eficientes en un municipio.

En este apartado se describirá brevemente el marco de esta nueva normativa energética y el alcance de la misma.

7.1 Antecedentes

En el ámbito de las políticas energéticas adoptadas en los países de la Unión Europea, se contempla como una de las acciones prioritarias el fomento de programas de actuación que permitan una utilización racional de la energía consumida en los edificios, la mejora de la calidad de vida y la reducción del impacto ambiental.

Así, el 4 de Enero del año 2003 se publicó en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

La Directiva de eficiencia energética en edificios surge como consecuencia de la preocupación en la Unión Europea por el aumento del consumo energético en el sector edificatorio. En concreto, este sector absorbe más del 40 % del consumo final de energía en la UE y se encuentra en fase de expansión, tendencia que previsiblemente hará incrementar el consumo de energía y, por lo tanto, las emisiones de dióxido de carbono. La UE considera que el fomento de la eficiencia energética es esencial dentro del conjunto de políticas y medidas necesarias para cumplir lo dispuesto en el Protocolo de Kyoto.

Con la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios 2002/91/CE como telón de fondo, se ha desarrollado a nivel nacional un profundo cambio de la normativa vinculada a la energética edificatoria. Ya se encuentra en vigor el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo), el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio) y el Real Decreto 47/2007 de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

7.2 Código Técnico de la Edificación

El CTE es el nuevo marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones. La aprobación del CTE supone la superación de la vigente normativa de la edificación en España, basada en las normas básicas de la Edificación, NBE. En su sección sobre ahorro de energía, el CTE se marca como objetivo básico conseguir un uso racional de la energía necesaria en los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de mismo proceda de fuentes de energía renovable.

La sección sobre ahorro energético del CTE se fragmenta en 5 exigencias básicas.

7.2.1 Exigencia Básica HE1: Limitación de Demanda Energética

Es una actualización de la norma de aislamiento térmico NBE-CT-79, en la cual se consideran, de forma explícita, parámetros no contemplados en la NBE anterior que pueden incidir de forma importante en el consumo energético de un edificio, tales como las necesidades de refrigeración en los climas cálidos, la insolación del edificio y las ganancias de energía debido a ella en invierno, las condiciones ocupacionales y funcionales que tendrá el edificio, o la existencia de protecciones solares.

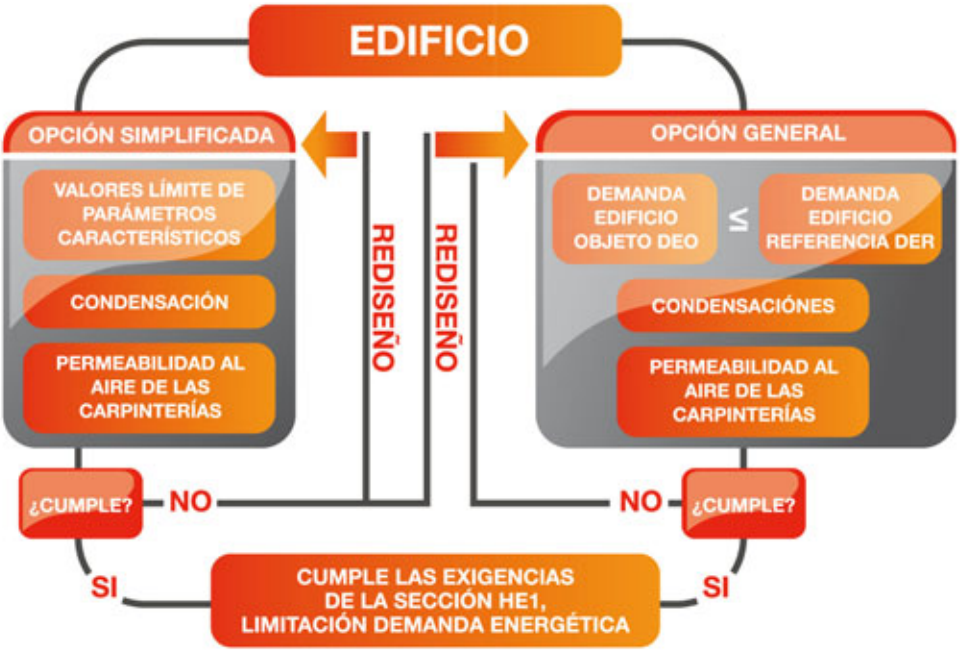
En esta exigencia básica se especifica la necesidad de que los edificios dispongan de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano e invierno, así como por las características propias del edificio (aislamiento, inercia, exposición a la radiación solar, etc.). El CTE ofrece dos alternativas para garantizar el cumplimiento de esta exigencia.

- **Opción simplificada,** basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente del edificio.

- **Opción general,** basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia.

Aunque el CTE no establece medidas concretas que indiquen como reducir la demanda energética, sí enfatiza la necesidad de vigilar ciertos aspectos en la fase de construcción del edificio, como la puesta en obra del aislamiento, o la ejecución de los puentes térmicos integrados en los cerramientos tales como pilares, contornos de ventanas y puertas, frentes de forjado, encuentro entre cerramientos, etc. Sucintamente se establecen algunas indicaciones relacionadas con las condensaciones y la permeabilidad del aire.

Metodología de la exigencia HE1 del CTE.

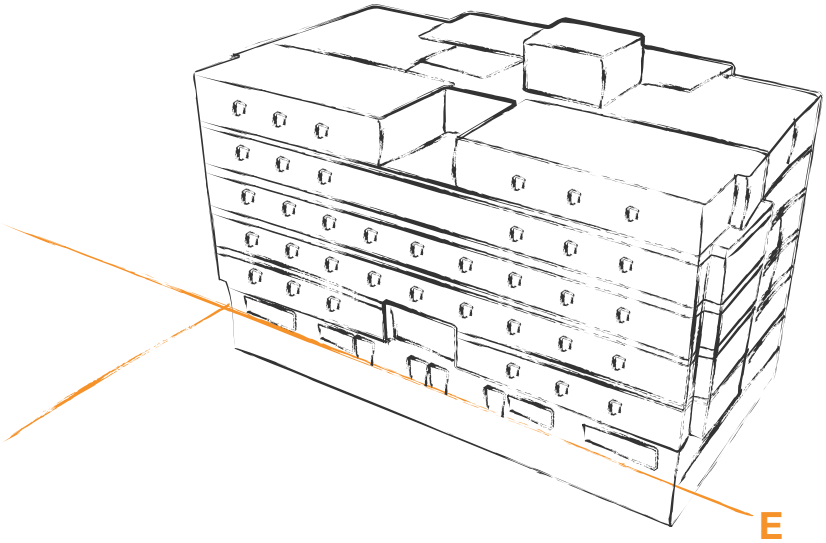


En la opción general se evalúa la demanda energética considerando dos edificios: el objeto y el de referencia. El edificio objeto coincide con el real, mientras que el de referencia posee las mismas características geométricas que el edificio real pero con las calidades constructivas impuestas por la opción simplificada.

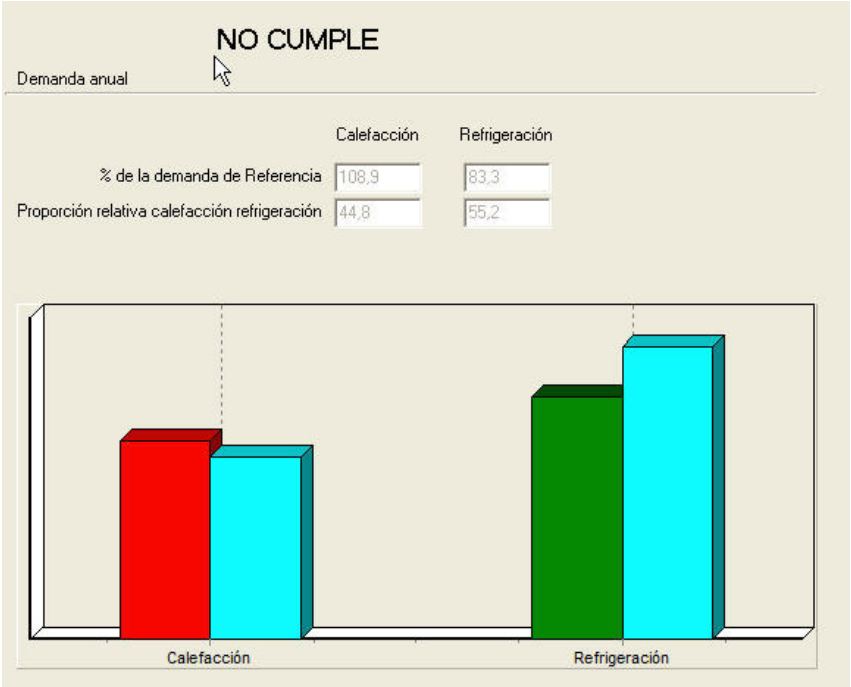
Para facilitar la verificación del cumplimiento del CTE a través de la opción general, se ha implementado una aplicación informática (LIDER) orientada al cálculo de la demanda energética de los edificios.

El verdadero potencial de esta opción general radica en la facultad de la que goza el diseñador del edificio para comprobar fácilmente cómo van a repercutir, en lo que respecta al cumplimiento del CTE, ciertas modificaciones del edificio (cambio de calidades constructivas). Igualmente, la estimación de la demanda que realiza LIDER ofrece al usuario la facultad de cuantificar la reducción de la demanda energética del edificio tras efectuar diversas transformaciones en las calidades constructivas.

Edificio simulado mediante LIDER.



Resultados de la simulación don LIDER.



El gráfico precedente, extraído de la aplicación LIDER, ofrece información visual de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto a lo largo del año. El cumplimiento del CTE se produce cuando, en el edificio objeto, ambas demandas son inferiores a las del edificio de referencia. En caso de incumplimiento normativo, se otorga plena libertad al diseñador para realizar las modificaciones que considere oportunas para garantizar dicho cumplimiento.

El impacto esperable con la implementación del CTE frente a la actual NBE CT-79 se traduce en reducciones de la demanda de climatización de los edificios nuevos del 25%.

7.2.2 Exigencia Básica HE2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, establece los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las instalaciones de calefacción, refrigeración y ACS, así como las inspecciones y operaciones de mantenimiento a realizar en las mismas para asegurar su eficiencia en el tiempo.

El RITE se aplica a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción o en sus reformas. Igualmente, es de aplicación en las instalaciones térmicas de los edificios existentes, en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección.

El RITE cuenta con Instrucciones Técnicas que contienen la caracterización de las exigencias técnicas y su cuantificación, con arreglo al desarrollo actual de la técnica. La cuantificación de las exigencias se realiza mediante el establecimiento de niveles o valores límite, así como mediante procedimientos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica cuya utilización permite acreditar su cumplimiento.

En el marco de la eficiencia energética, estas exigencias tienen por objeto la reducción del consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de dióxido de carbono. El RITE desglosa en 6 puntos esta exigencia de eficiencia energética:

- **Rendimiento Energético:** Los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.

- **Distribución de calor y frío:** Los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.

- **Regulación y control:** Las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de

regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

- **Contabilización de consumos:** Las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

- **Recuperación de energía:** Las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.

- **Utilización de energías renovables:** Las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con éstas una parte de las necesidades del edificio.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha publicado en su página web una serie de documentos reconocidos a través de los cuales obtener más información sobre el RD 47/2007:

http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Paginas/IndexDocumentosReconocidos.aspx

7.2.3 Exigencia Básica HE3: Rendimiento de las instalaciones de iluminación

La iluminación interior de los edificios debe hacer compatible la creación de ambientes agradables y confortables para los usuarios con la mayor eficiencia energética posible.

Esta exigencia persigue que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficientes energéticamente.

Para ello, se introduce en las instalaciones de iluminación la obligación de cumplir con un valor mínimo de eficiencia energética, así como la de incorporar sistemas de control que permitan ajustar el encendido de la instalación a la ocupación real de cada zona, y de sistemas de regulación que optimicen el aprovechamiento de la luz natural. Por último, esta exigencia establece la obligación de elaborar planes de mantenimiento preventivo que asegure en el tiempo el rendimiento de estas instalaciones.

7.2.4 Exigencia Básica HE4: Producción de ACS por energía solar térmica

Esta sección es aplicable a los edificios de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria. Para los nuevos edificios será obligatorio, dependiendo de las zonas climáticas y de la demanda energética para agua caliente sanitaria, que entre el 30% y el 70% de esta demanda sea satisfecha mediante energía solar. Igualmente, esta sección será de aplicación para el caso de climatización de piscinas.

Igualmente, el CTE ofrece un abanico de prescripciones técnicas con el fin de asegurar un funcionamiento fiable y eficiente de la instalación solar. También se insiste en la necesidad de un correcto mantenimiento que posibilite una prolongada vida útil de la instalación, detallando los puntos sobre los que debería incidir una mayor atención del mantenedor.

7.2.5 Exigencia Básica HE5: Energía solar fotovoltaica

En este caso, el CTE obliga, para ciertas tipologías de edificios con un consumo de energía eléctrica elevada y situados en zonas climáticas favorables, a que una parte de esta energía eléctrica sea generada a partir de energía solar.

7.3 Certificado Energético de Edificios

Según establece la Directiva Europea 2002/91, los estados miembros deberán poner a disposición del propietario, comprador o inquilino cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados un certificado de eficiencia energética. Este certificado incluirá valores de referencia tales como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. Además, deberá ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia.

La certificación energética de los edificios pretende proporcionar una información objetiva sobre sus características energéticas a los compradores y usuarios, favoreciendo una mayor transparencia del mercado inmobiliario y fomentando las inversiones en ahorro de energía.

7.3.1 El RD 47/2007

En España, la Directiva ha sido transpuesta parcialmente a través del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Según este RD la calificación de eficiencia energética de un edificio es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Se expresará

mediante una escala de siete letras, que va desde la A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

En el RD se establecen dos opciones para la obtención de la calificación de eficiencia energética:

- **Opción general:** De carácter prestacional a través de un programa informático.
- **Opción simplificada:** De carácter prescriptivo.

La certificación de eficiencia energética de un edificio es el procedimiento por el que se verifica la conformidad de la calificación energética obtenida por el proyecto y por el edificio terminado y que conduce, respectivamente, a la expedición de un certificado de eficiencia energética del proyecto y de un certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

a. Opción General

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), ha desarrollado un programa informático de referencia, denominado CALENER, cuya correcta aplicación es suficiente para acreditar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el procedimiento básico del RD 47/2007.

El CALENER presenta dos versiones denominadas CALENER VYP, de aplicación a viviendas y pequeño terciario, y CALENER GT de aplicación al gran terciario.

Además del programa de referencia, el RD contempla la utilización de programas alternativos, siempre que cumplan con las especificaciones técnicas de la metodología de cálculo establecido en el RD y cuenten con el reconocimiento del Ministerio de Vivienda.

A modo ejemplo, se muestra la calificación energética de una vivienda adosada obtenida a partir del programa CALENER.

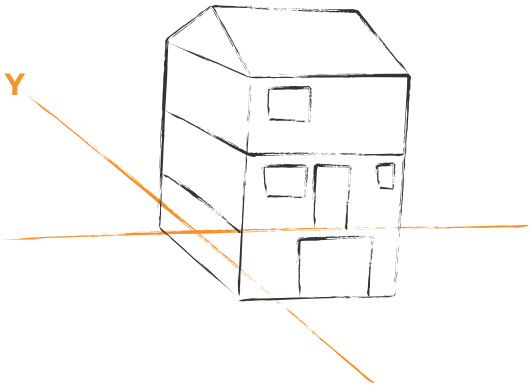


Ilustración de la vivienda calificada mediante CALENER VYP.

Resultados CALENER-VYP. Comparación edificio objeto-referencia.

Demanda calefacción kWh/m^2	B 8,2	B 14,1
Demanda refrigeración kWh/m^2	B 18,3	B 20,3
Emisiones CO_2 calefacción kgCO_2/m^2	C 6,1	B 4,5
Emisiones CO_2 refrigeración kgCO_2/m^2	C 6,5	B 5,1
Emisiones CO_2 ACS kgCO_2/m^2	C 1,7	D 1,9

El índice de la calificación de eficiencia energética se obtiene a partir de la relación entre las emisiones de CO_2 del edificio a calificar y las emisiones de CO_2 del edificio de referencia.

El edificio objeto es el edificio que se califica y el de referencia es el mismo edificio con unas calidades energéticas mínimas tanto en lo que se refiere a sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, como a la envolvente térmica.

Cabe destacar que, aparte de las emisiones de dióxido de carbono, CALENER ofrece amplia información adicional a partir de una herramienta de resultados independiente.

Al igual que ocurre con LIDER en el caso del CTE, esta aplicación informática faculta al diseñador del edificio a simular todas las modificaciones que considere oportunas. De esta forma, se favorece una optimización energética en la construcción y reformas de los edificios puesto que, de una forma rápida y económica, es posible analizar virtualmente los efectos que tendrán ciertas modificaciones sobre el edificio o los sistemas energéticos del mismo. En consecuencia, sería factible cuantificar el ahorro energético esperado antes de proceder a implementar las modificaciones que hipotéticamente podrían alcanzar dicho ahorro.

b. Opción simplificada

Mediante esta opción, sólo disponible actualmente para edificios de viviendas, se puede determinar la clase de eficiencia energética a asignar a los edificios de viviendas que cumplen estrictamente con la opción simplificada de la Sección HE-1 "Limitación de demanda energética" del DB-HE "Ahorro de energía" del Código Técnico de la Edificación (CTE) y para los que se ha decidido no utilizar la opción general.

La utilización de esta opción simplificada sólo permite obtener clases de eficiencia energética D o E.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha publicado en su página web una serie de documentos reconocidos a través de los cuales obtener más información sobre el RD 47/2007:
http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/documentosreconocidos.aspx

7.3.2 Registro electrónico de certificados de eficiencia energética

La Orden de 25 de junio de 2008, de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (actual Consejería de Economía, Innovación y Ciencia), crea el registro electrónico de certificados de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y regula su organización y funcionamiento. (BOJA núm. 145 de 22 de julio de 2008). Andalucía se convierte así en la primera Comunidad Autónoma en disponer de un registro de certificados energéticos.

El registro está adscrito a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. La presentación puede ser manual o telemática (este último funciona todos los días del año).

Existen dos registros, uno para las certificaciones energéticas del proyecto y otro para las certificaciones del edificio terminado. Las fases en las que se deben registrar estas certificaciones son las siguientes:

- **Certificación de Proyecto: Antes de la presentación del proyecto de ejecución. No se podrá conceder licencia de obra sin antes comprobar la existencia de este certificado.**

- **Certificación de Edificio Terminado: Antes de solicitar la licencia de primera ocupación. No se podrá conceder una licencia de primera ocupación sin antes comprobar la existencia de este certificado debidamente registrado.**

La obligación de la presentación del Certificado Energético en el Registro corresponde al promotor o propietario de todo el edificio.

La dirección donde se encuentra el registro telemático es la siguiente:
www.juntadeandalucia.es/economiainnovacionyciencia

8

Herramientas para la mejora de la eficiencia energética en instalaciones municipales

Herramientas para la mejora de la eficiencia energética en instalaciones municipales

La principal dificultad para acometer estudios energéticos y realizar una correcta planificación de las actuaciones en materia energética es el coste de realización de los mismos cuando son ejecutados por empresas especializadas y la inexistencia de herramientas de análisis energético adaptadas a las necesidades de los técnicos municipales que les permita llevar a cabo una gestión integral de sus recursos energéticos una vez finalizados los estudios.

En este sentido, se vienen desarrollando desde hace ya varios años herramientas de análisis energético dirigidas a los técnicos municipales que permite a los mismos la realización de Planes de Optimización Energética así como la gestión posterior de los consumos energéticos y la planificación de actuaciones en ahorro y eficiencia energética.

8.1 Sitio web de servicios energéticos

El Sitio Web de Servicios Energéticos Municipales se presenta como un punto de referencia en materia de eficiencia energética para todos los técnicos municipales en Andalucía. Se encuentra incluido en la página web de la Agencia Andaluza de la Energía (www.agenciaandaluzadelaenergia.es) y se crea con los siguientes objetivos:

- **Proporcionar a los responsables de la gestión energética en los municipios andaluces, los medios técnicos necesarios para optimizar el consumo energético de sus instalaciones, reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de los servicios públicos.**

- **Constituirse en un punto de encuentro virtual, que aúne los esfuerzos y promueva la cooperación entre los diferentes gestores energéticos municipales, potenciando el intercambio de ideas y experiencias a través de la red.**

El Sitio Web de Servicios Energéticos Municipales se fundamenta en la puesta en uso de una serie de herramientas informáticas orientadas a ayudar en la gestión energética municipal. Estas aplicaciones son las siguientes:

Modificación de la cartografía (CARTOMOD)

Se trata de una aplicación para mantener actualizada la cartografía municipal de una forma rápida y fácil.

Inventario de Instalaciones Energéticas Municipales (INVIEM WEB)

Aplicación con soporte SIG para realizar el Inventario de las instalaciones energéticas municipales.

Aplicación de inventario para Pocket PC (ENEBRO INVIEM)

Aplicación con soporte SIG para realizar con dispositivos móviles, el trabajo de campo correspondiente a la fase de Inventario.

Gestión de la facturación eléctrica municipal (GEFAEM)

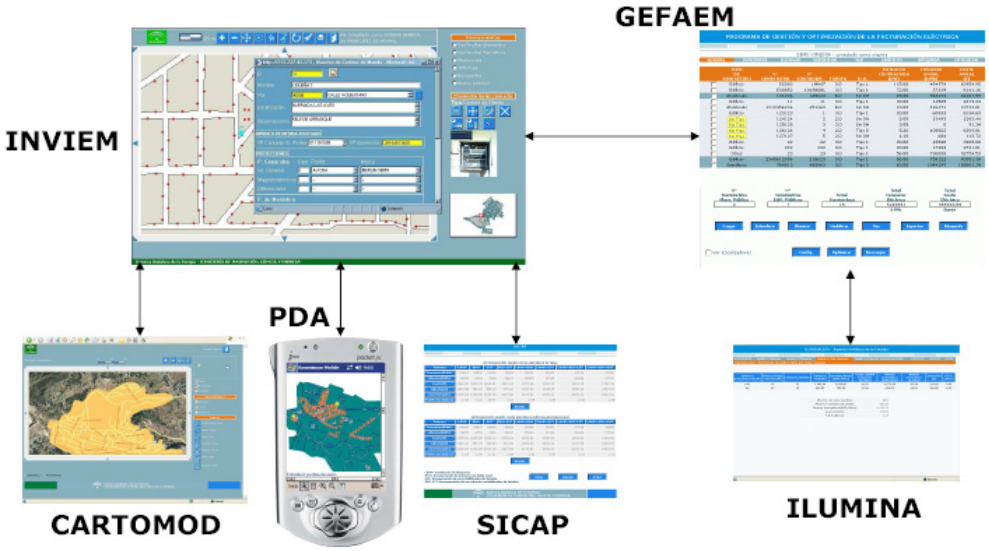
Aplicación para la gestión de suministros y optimización de la facturación eléctrica municipal.

Simulador de cuadros de alumbrado público (SICAP)

Aplicación para la optimización energética de centros de mando y protección de alumbrado público.

Programa de iluminación interior (ILUMINA)

Aplicación para la optimización de la iluminación interior en los edificios.



Esquema de interconexión entre herramientas de gestión interna

El desarrollo del Sitio Web es un proyecto pionero a nivel nacional que ha despertado un gran interés y que está sirviendo de modelo para el desarrollo de programas análogos en otras comunidades autónomas.

A continuación se describen con más detalle las características técnicas y funcionales de las herramientas de gestión energética.

8.2 Herramientas de gestión energética

8.2.1 Aplicación de modificación de la cartografía (Cartomod)

La primera fase a llevar a cabo en la realización de un POE consiste en la actualización de la cartografía del municipio, en caso de que sea necesaria.

Para tal fin se ha dispuesto esta aplicación, ya que de manera rápida y sencilla el usuario puede modificar la cartografía de su municipio incorporando nuevos viales o nuevos polígonos.

Aplicación de Edición Cartográfica Web

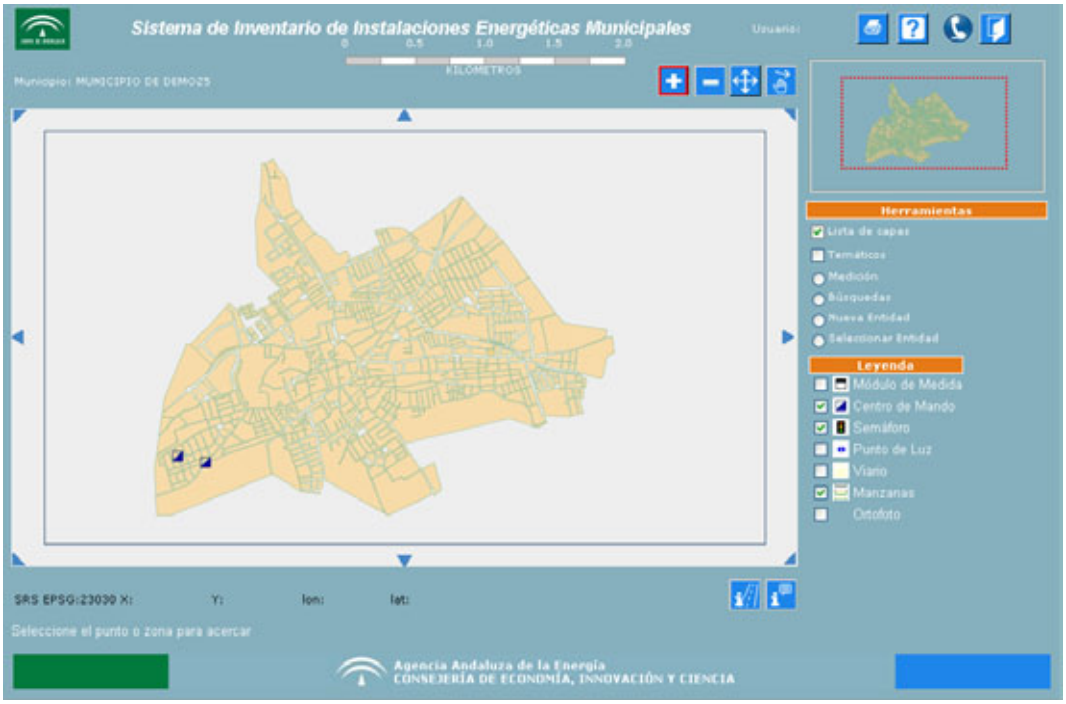
8.2.2 Inventario de las instalaciones energéticas municipales (INVIEM WEB)

Como ya se ha indicado anteriormente, la primera fase a llevar a cabo en la realización de un POE consiste en el levantamiento de un inventario de todos los puntos de consumo

energético existentes en un municipio, y en particular, de las instalaciones de alumbrado público. Este inventario proporcionará, no solo un conocimiento preciso de la eficiencia energética de las instalaciones, sino que a su vez posibilitará, con las herramientas adecuadas, la gestión y optimización de las instalaciones, así como el mantenimiento en el tiempo de su eficiencia energética. En ese marco, la Agencia Andaluza de la Energía ha planteado el desarrollo de una herramienta informática que facilita dicha labor, contemplando las siguientes circunstancias:

La gran dispersión de los puntos de consumo de cada municipio hace preciso concebir una aplicación que, operando sobre un Sistema de Información Geográfica, ubique los elementos con total precisión asociándoles toda la información necesaria.

El abaratamiento de las conexiones a Internet y la mejora de la calidad del servicio en cuanto a fiabilidad y capacidad sitúa a las soluciones accesibles vía Web en muy buena posición frente a las soluciones locales, en las que los costes de desarrollo, licencias y mantenimiento son muy superiores.



Aplicación de inventario energético municipal con Sistema de Información Geográfica.

El producto finalmente desarrollado es una herramienta SIG para su uso vía Internet denominada INVIEM WEB, al que tienen acceso gratuito todos los ayuntamientos de Andalucía y con la que se puede llevar a cabo con total precisión, el inventario de las instalaciones de consumo energético de un municipio y la gestión de la información contenida en el mismo.

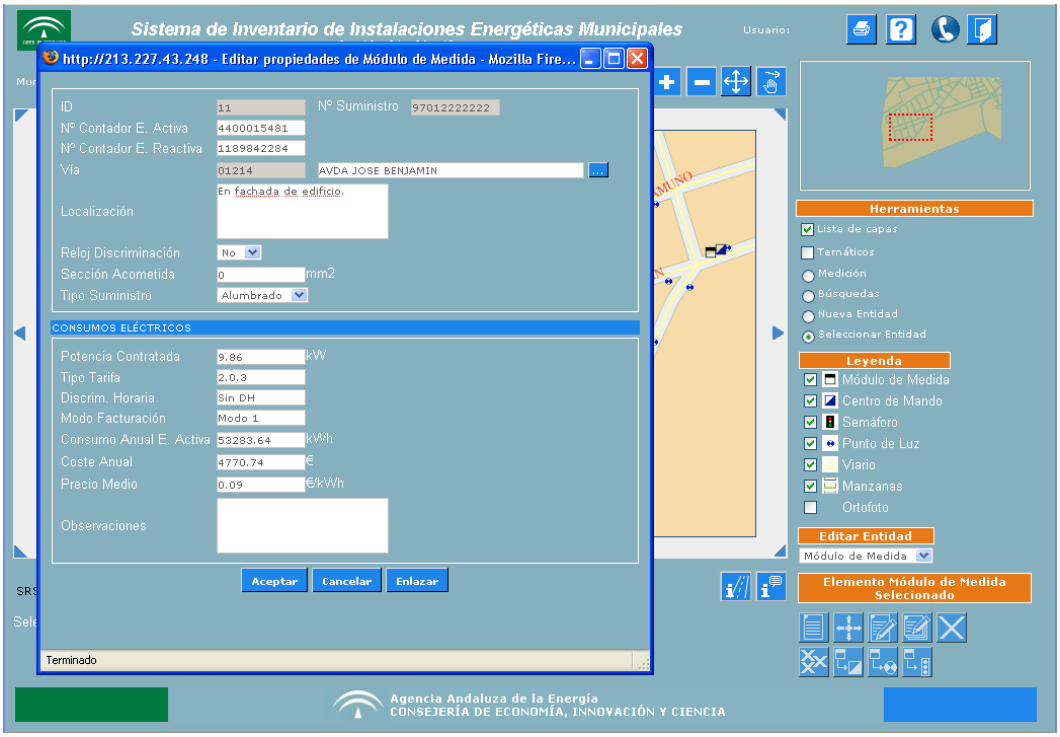
A la herramienta INVIEM WEB se accede desde la página web de la Agencia Andaluza de la Energía (www.agenciaandaluzadelaenergia.es) para lo que será necesario identificarse previamente.

Una vez autorizados por el sistema, se accede a la cartografía del municipio con los elementos inventariados.

Se distinguen dos bloques de herramientas: el frame situado por encima de la ventana principal recoge básicamente funciones de navegabilidad a través de la cartografía -zoom, panning, etc.-. En el frame a la derecha de la ventana se ubican, además de un mapa guía, las herramientas más operativas que nos permitirán interactuar con la cartografía: generación de informes y temáticos, búsquedas e inclusión de nuevas entidades (puntos de luz, cuadros de alumbrado público, edificios, semáforos, etc).

Otras funciones asociadas a cada una de las entidades hacen posible desde las operaciones más básicas -editar, borrar, copiar o mover-, hasta otras más específicas como por ejemplo, resaltar por colores según circuitos, los puntos de luz asociados a un centro de mando determinado, etc.

Inventario Energético Municipal. Selección de Puntos de Luz.



Ficha correspondiente a los Módulos de Medida de Alumbrado Público.

8.2.3 Aplicación de inventario para Pocket PC (PDA)

La información incluida en el programa de Inventario descrito anteriormente deber ser recopilada previamente mediante trabajo de campo. A este respecto, se ha desarrollado una solución para Pocket PC integrada en el Sitio Web de Servicios Energéticos Municipales, que permite la toma automatizada de datos en campo. Ésta herramienta supone un paso adelante en el uso de nuevas tecnologías y permite una importante reducción de los costes tanto en la realización de los inventarios municipales, como en su revisión o mantenimiento posterior.

Una vez realizado el trabajo de campo e introducidos los datos en la PDA, ésta se sincroniza vía web con el servidor de la Agencia Andaluza de la Energía en el que se alberga el inventario de las instalaciones energéticas municipales. De esta manera se actualiza en el servidor de forma directa la información introducida, modificada o eliminada con la aplicación.

Como variante de esta misma aplicación se dispone también de una versión para PC, que permite trabajar sobre un portátil o equipo de sobremesa de forma local, actualizando la información cada vez que se sincronice con el servidor.

8.2.4 Gestión de la facturación eléctrica municipal (GEFAEM)

La herramienta GEFAEM, es una aplicación accesible vía WEB que permite almacenar y gestionar los suministros eléctricos de las entidades locales.

El usuario puede introducir los datos de un suministro de manera manual o bien descargándose de un fichero, donde estén almacenados esos datos, con un formato específico.

Para cada entrada, el programa distingue el tipo de suministro en función del uso, ya sea alumbrado público, edificio o semáforos, e incluye información pormenorizada de cada uno de ellos, pudiéndose consultar datos como el C.U.P.S del suministro, número de contador, tarifa, discriminación horaria, potencia contratada, consumo eléctrico o coste eléctrico anual.

Las funciones de búsqueda, modificación, eliminación, creación de nuevos suministros, etc., desarrolladas en GEFAEM permiten llevar a cabo una correcta gestión de los consumos eléctricos asociados a un Ayuntamiento.

8.2.5 Simulador de cuadros de alumbrado público (SICAP)

Mediante esta herramienta se puede simular los parámetros de funcionamiento de los centros de mando de alumbrado público a fin de optimizar el consumo energético asociado a los mismos, en aras del ahorro energético y la durabilidad de la instalación.

A este programa se accede bien a través del programa de Inventario de Instalaciones (INVIEM WEB), seleccionando el centro de mando que se desea optimizar y posteriormente enlazando con SICAP. Otra opción es utilizar la versión libre de SICAP, aunque en este caso los datos optimizados no se podrían almacenar.

Para poder optimizar los cuadros es necesario que previamente se hayan introducido las facturas a través de la aplicación GEFAEM y los datos correspondientes a consumo, potencia, número de luminarias y horas de funcionamiento de los puntos de luz que dependen de ese centro de mando por medio de INVIEM WEB.

Las mejoras planteadas en esta aplicación se centran fundamentalmente en la reducción de flujo, en cabecera o a nivel de punto de luz, en el control de las sobretensiones y en la incorporación de fuentes luminosas de mayor eficacia (sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio o de halogenuros metálicos).

Estas medidas se pueden proponer de forma individual o combinada. Asimismo, se puede plantear también realizar de forma simultánea, la optimización de los parámetros de contratación con la compañía eléctrica.

En definitiva, tal y como se refleja en el ejemplo recogido más adelante las estrategias contempladas son las siguientes:

Posibles estrategias en la mejora de los Cuadros de Alumbrado Público

Medidas Individuales	LAMP	BDN	RED-EST
Medidas Combinadas	LAMP + BDN	LAMP + BE	LAMP + RED-EST

SICAP V.3

OPTIMIZACIÓN SEGÚN COSTE ELÉCTRICO ACTUAL

Valores	L VSAP	L HM	BDN	RED-EST	VSAP+RED-EST	VSAP+BDN	VSAP+BE	HM+BE
Consumo(kWh)	27853	27853	53736	63495	36280	28115	21663	23861
Ahorro(kWh)	20893	20893	-4989	-14748	12466	20631	27083	24885
Coste(€)	5672.32	7899.57	9671.63	11195.28	6956.02	6045.31	4930.40	5310.22
Ahorro(€)	3030.49	803.24	-968.81	-2492.46	1746.79	2657.51	3772.41	3392.60
Inversión(€)	5402.87	7135.25	3403.85	5553.60	10225.67	7470.17	10426.37	20087.25
P.Retorno(Años)	1.78	8.88	-	-	5.85	2.81	2.76	5.92

Detalles

OPTIMIZACIÓN SEGÚN COSTE ELÉCTRICO OPTIMIZADO (GEFAEM)

Valores	L VSAP	L HM	BDN	RED-EST	VSAP+RED-EST	VSAP+BDN	VSAP+BE	HM+BE
Consumo(kWh)	27853	27853	53736	63495	36280	28115	21663	23861
Ahorro(kWh)	20893	20893	-4989	-14748	12466	20631	27083	24885
Coste(€)	4482.99	6710.25	7377.08	8484.04	5406.85	4844.79	4005.39	4291.35
Ahorro(€)	2138.34	-88.91	-755.74	-1862.69	1214.48	1776.54	2615.95	2329.99
Inversión(€)	5402.87	7135.25	3403.85	5553.60	10225.67	7470.17	10426.37	20087.25
P.Retorno(Años)	2.53	-	-	-	8.42	4.20	3.98	8.62

Detalles

L VSAP-HM: Sustitución de lámparas
BDN: Incorporación de balastos de doble nivel
RED-EST: Incorporación de un reductor-estabilizador de tensión
BE: Incorporación de un balastos electrónicos
Medida con mayor ahorro energético para un prs de 4 años

Volver Imprimir Actual Alertas

Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA

Simulación de Cuadros de Alumbrado Público (SICAP)

La Optimización de la figura muestra un caso real de un centro de mando con 76 lámparas de vapor de mercurio de 125 W y 15 lámparas de vapor de mercurio de 250 W. Se presentan los resultados para dos escenarios: antes y después de haber optimizado los parámetros de facturación, con lo que el precio medio de la energía varía para cada caso. Como resultado se tienen para cada medida distintos valores de consumo, ahorro eléctrico, ahorro económico, inversión y periodo de retorno de dicha inversión.

Analizadas las distintas posibilidades y en función de las características de los centros de mando y sus puntos de luz (horas de funcionamiento, tipo de lámparas, número de puntos de luz, etc.) y las preferencias tecnológicas de cada ayuntamiento, se decidirá la conveniencia de una estrategia u otra.

8.2.6 Programa de optimización de iluminación interior en edificios (ILUMINA)

La iluminación interior en los edificios públicos suele representar, como media, entre el 30% y el 40% del consumo eléctrico del edificio. Para tratar de optimizar este factor, la Agencia Andaluza de la Energía ha diseñado la aplicación ILUMINA, que permite al usuario, previa introducción de datos (estancia, tipo de lámpara, número de lámparas por luminaria, número de luminarias, horas al día de utilización, etc.) optimizar el sistema de iluminación según estos cuatro criterios:

Incorporación de balastos electrónicos.

Al sustituir el antiguo equipo auxiliar por balastos electrónicos en las lámparas fluorescentes se consiguen ahorros del 30%.

Sustitución de lámparas fluorescentes por otras de diámetro inferior.

Esta medida consiste en sustituir las lámparas fluorescentes de diámetro 38 mm por las equivalentes de diámetro 26 mm, consiguiendo ahorros del 10%.

Sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo.

Las lámparas de bajo consumo ahorran un 80% en comparación con las lámparas incandescentes, con la ventaja de que utilizan el mismo casquillo, por lo que el cambio es automático.

Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Los patios interiores o el alumbrado exterior de los edificios suelen contar con lámparas de vapor de mercurio. El cambio a lámparas de vapor de sodio puede reportar ahorros en torno al 40%.

9

El mantenimiento en las instalaciones de alumbrado exterior

El mantenimiento en las instalaciones de alumbrado exterior

Los sistemas de iluminación deben tener un adecuado mantenimiento para asegurar la calidad y cantidad de iluminación prevista, por razones estéticas y de seguridad. Por otro lado, los componentes de las instalaciones tienen una vida limitada y alguna vez deberán ser sustituidos. Factores como cambios en el funcionamiento de las lámparas, la suciedad acumulada en la luminaria y otros, tienden a reducir la iluminación o cambiar su calidad.

La carencia de mantenimiento puede tener un efecto negativo sobre la funcionalidad del alumbrado y poner en peligro la seguridad de los ciudadanos, además del coste energético que supone el funcionamiento de una instalación deficiente. El efecto combinado de la antigüedad del equipo y la suciedad de éste, puede reducir la iluminación entre un 25 y un 50%, o más, dependiendo de la aplicación o el equipo usado, lo que implica que se esté pagando la misma cantidad de electricidad por un peor servicio.

Sería recomendable que existiese un intercambio de información entre proyectista y mantenedor, de tal manera, que el mantenedor aportase su experiencia en el día a día al proyectista, para que éste pudiese introducirla en la confección de los proyectos; y el mantenedor se adecuase a los avances técnicos introducidos en los proyectos, comprometiéndose a mantener los parámetros proyectados.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc. Estas estrategias de mantenimiento son:

- **Mantenimiento Correctivo.**
- **Mantenimiento Preventivo.**
- **Mantenimiento Predictivo.**
- **Mantenimiento Proactivo.**

En la práctica, normalmente coexisten varias de ellos, dependiendo de la política municipal en esta materia, la organización del mantenimiento y la capacidad del personal y de los talleres, la intensidad de empleo de los bienes, el costo del servicio o las posibilidades de aplicación. No obstante, los dos primeros son los habitualmente se utilizan en el mantenimiento en alumbrado público, aunque hay que señalar que la tendencia del

mantenimiento va más en la línea de los últimos citados y de ahí su inclusión en la presente guía.

9.1 El mantenimiento correctivo

Es aquel en el cual se interviene una vez se ha producido el fallo o el paro súbito de la instalación. Sólo en ese momento se decide realizar la reparación o reemplazo con el fin de reponer el servicio, aunque no quede eliminado el origen del fallo.

Dentro de este tipo de mantenimiento se pueden contemplar dos tipos de enfoques. Ambos tipos actúan sobre hechos ciertos, por lo que el mantenimiento consistirá en reparar el fallo.

- **De emergencia (paliativo o no programado):** La actuación se hará de forma inmediata una vez se ha originado el fallo, no admitiendo demoras, y tratando de resolver la incidencia y restablecer el servicio a la mayor brevedad posible.

- **Programado:** Las actuaciones pueden ser programadas con cierto margen de tiempo en función de aspectos como la urgencia del fallo o la disponibilidad de recursos.

9.2 El mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de los fallos. Consiste en programar revisiones de los equipos, basándose generalmente, en las horas de funcionamiento y apoyándose en el conocimiento de las instalaciones en función de la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas.

Se confecciona un plan de mantenimiento para cada tipo de instalación, donde se realizaran las acciones necesarias. Se puede distinguir entre:

- **Sistemático:** Se efectúa según una escala establecida a partir de un número predeterminado de unidad de uso (ejemplo: horas de funcionamiento).

- **Condicional (que se conoce como mantenimiento predictivo):** Que se traduce por intervenciones de arreglo sobre puntos concretos al superar un límite establecido de degradación.

- **De previsión:** Intervenciones de puesta en estado, para paliar una avería grave o retrasarla.

Es el conocimiento de la vida útil del bien y sus componentes lo que nos facilita encarar el mantenimiento del tipo preventivo. Para los casos en que no se dispone de información sobre la historia o sobre la vida útil de nuestra instalación, la revisión periódica y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes de que se produzcan muchos de los fallos.

Por lo tanto, este mantenimiento consiste en intervenciones periódicas, programadas con el objeto principal de inspeccionar, reparar y/o reemplazar componentes para disminuir la cantidad de fallos aleatorios. No obstante, éstos no se eliminan totalmente.

El mantenimiento preventivo, genera nuevos costes, pero se reducen aquellos relacionados con la reparación, que disminuyen en cantidad y complejidad.

9.3 El mantenimiento predictivo

Se define como el control del estado de funcionamiento de las instalaciones en servicio efectuado con instrumental de medición, para prevenir fallos o detectar cambios en sus condiciones físicas que requieran intervención.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir los fallos antes de que se produzcan, adelantándose al mismo o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas, para dar así tiempo a corregirlo sin perjuicios al servicio. Esto se consigue utilizando herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros físicos.

Se trata de un mantenimiento también basado en la prevención, pero no a través de una programación rígida de acciones como en el mantenimiento preventivo. Aquí lo que se programa y cumple con obligación son las inspecciones, que pueden ser de dos tipos:

- **Monitoreo discreto: Las inspecciones se realizan con cierta periodicidad, de forma programada.**

- **Monitoreo continuo: Se ejerce de forma constante, con aparatos instalados en los cuadros de mando. Tiene la ventaja de indicar la ejecución de la acción correctora lo más cerca posible al fin de su vida útil.**

La mayoría de los fallos se producen lentamente y solamente en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, indicios que pueden advertirse de forma sencilla. En otros casos, es posible advertir la tendencia a entrar en fallo de un bien, mediante el monitoreo de condición, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis. En otras palabras, con este método se trata de acompañar o seguir la evolución de los parámetros que dan lugar a los fallos futuros.

9.4 El mantenimiento proactivo

Con esta estrategia de mantenimiento se pretende maximizar la vida útil operativa de las instalaciones y sus componentes, identificando y corrigiendo las causas que normalmente originan los fallos. Por ejemplo:

- **Asegurando que las instalaciones funcionan bajo las condiciones de diseño.**

- **Comprobando que sus componentes son instalados correctamente.**

Con esto, se puede asegurar una vida útil operativa más extendida y con menos fallos, que en otras instalaciones que no utilicen este sistema.

10

El reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008)

El reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008)

La entrada en vigor del Reglamento de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008) viene a regular no solo los aspectos de diseño y eficiencia energética de las instalaciones, como se ha indicado anteriormente, sino que va más allá introduciendo ciertas obligaciones relativas al mantenimiento de las mismas.

Este Reglamento se puede considerar complementario del REBT 842/2002 de 2 de agosto, en el que se regula la ejecución de las instalaciones eléctricas en Baja Tensión; por lo que la ejecución del alumbrado exterior y su tramitación administrativa no se alteran, incluyéndose nuevas exigencias que justifiquen una correcta eficiencia energética.

Se compone de 16 artículos en los que se exponen las prescripciones generales y 7 instrucciones complementarias denominadas ITC-EA relativas a los aspectos técnicos y de desarrollo de las previsiones establecidas en el Reglamento:

- **ITC-EA-01: Eficiencia energética, requisitos mínimos de la misma y calificación energética de las instalaciones de alumbrado.**
- **ITC-EA-02: Niveles de iluminación en diferentes ámbitos, como el vial, ornamental, señales y anuncios luminosos, festivo, etc.**
- **ITC-EA-03: Resplandor luminoso nocturno y limitación de la luz intrusa o molesta.**
- **ITC-EA-04: Componentes de las instalaciones (lámparas, luminarias, equipos auxiliares, sistemas de accionamiento y sistemas de regulación).**
- **ITC-EA-05: Documentación técnica, verificaciones e inspecciones y puesta en servicio y funcionamiento de las instalaciones.**
- **ITC-EA-06: Mantenimiento de las instalaciones, con el establecimiento de un “factor de mantenimiento” y el registro correspondiente.**
- **ITC-EA-07: Mediciones, ensayos y comprobaciones antes de realizar las medidas.**

La finalidad del Reglamento es doble, buscando tanto la mejora de la eficiencia energética y el ahorro energético, como la limitación de la contaminación lumínica, incluyéndose en su ámbito de aplicación, no solo las instalaciones de alumbrado exterior, sino también las fuentes y los alumbrados festivos y navideños. Este Reglamento, además, es de obligado cumplimiento siempre que la potencia instalada sea superior a 1 kW, ya se trate de nuevas instalaciones o modificaciones o ampliaciones de importancia de las existentes.

Para lograr el objetivo de eficiencia energética se introducen limitaciones en los niveles de iluminación de la instalación, estableciendo requisitos mínimos de eficiencia energética y obligando a la inclusión de sistemas de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, según el periodo de actividad, que mantengan la uniformidad.

Además, cada instalación deberá disponer de una etiqueta energética que será entregada por la empresa instaladora en el momento en el que se proceda a la entrega de la misma a los titulares.

Así pues, desde la entrada en vigor de este Real Decreto los titulares de las instalaciones están obligados a llevar a cabo un plan de mantenimiento de las instalaciones en el que se contemplen las reposiciones masivas de lámparas, las operaciones de limpieza de las luminarias y los trabajos de inspección y mediciones eléctricas. La programación de las tareas será tal que se asegure el factor de mantenimiento considerado en la fase de diseño, exigiéndose además tanto el registro de la totalidad de los componentes de la instalación como de las operaciones llevadas a cabo.

Asimismo, al efecto de disminuir los consumos energéticos de la instalación de alumbrado exterior, el titular deberá llevar a cabo con una periodicidad mínima anual un análisis de estos consumos y su evolución.

11

Potencial de ahorro energético en Andalucía

Potencial de ahorro energético en Andalucía

En este apartado se analizan los ahorros potenciales que se podrían obtener al llevar a cabo medidas de ahorro y eficiencia energética y usar las herramientas desarrolladas en un Plan de Optimización Energética, POE, como las descritas anteriormente.

- **Del análisis de los POEs realizados hasta ahora, se puede decir que efectuando sólo las medidas de ahorro que tienen un periodo de recuperación de la inversión menor a 3 años, el potencial de ahorro se cifra en torno al 25% de la energía consumida originalmente y de las emisiones de CO_2 emitidas.**

- **La implantación de estas medidas se potenciaría con la creación de la figura del "gestor energético municipal", que será la persona responsable de la implementación de las actuaciones en materia energética identificadas en el POE.**

- **Se abre con estas propuestas de actuación, un campo enorme para las iniciativas locales que sean capaces de satisfacer las necesidades de una demanda social más concienciada por los problemas energéticos y medioambientales.**

Antes de mostrar este análisis destacamos que, además de los beneficios obtenidos desde el punto de vista energético, hay una sustancial mejora en la calidad del servicio prestado por el gobierno local, difícilmente cuantificable, pero que se argumenta mediante la mejora de la fiabilidad y explotación del sistema. Por ejemplo en alumbrado público, el inventario permitirá saber qué luminarias llevan más horas de funcionamiento, y por tanto están más cerca de su reposición. Así, se ahorrará tiempo y recursos en el mantenimiento del sistema.

Otra forma de cuantificar los ahorros obtenidos, además de por la reducción de energía y ahorro económico, es por la disminución de las emisiones de CO_2 que siempre lleva asociado el consumo de energía. Dadas las tecnologías utilizadas actualmente en Andalucía, para generar 1 kWh de electricidad producimos aproximadamente 0,72 kg de CO_2. Por tanto, la ejecución de las medidas propuestas en un POE implicaría una notable reducción en las emisiones de CO_2.

11.1 Planes realizados en Andalucía

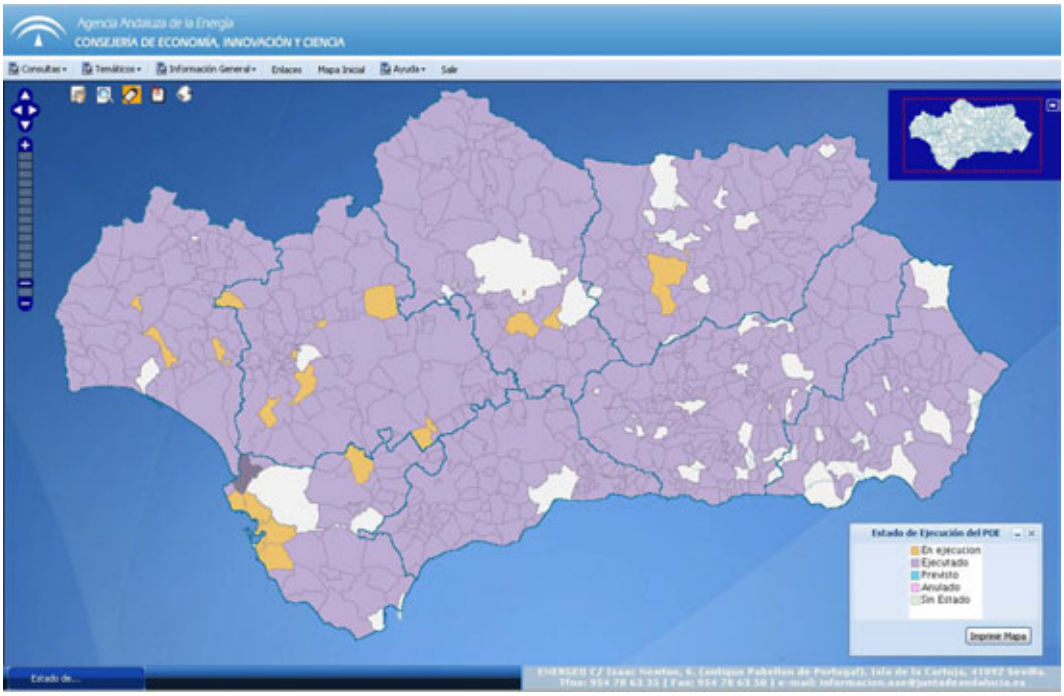
Actualmente, la concienciación y preocupación social existente respecto a los problemas relacionados con la conservación del Medio Ambiente y explotación sostenible de los recursos tiene un gran eco en las instituciones locales, provinciales y autonómicas.

No solamente existe una puesta en común para desarrollar técnicas más innovadores y eficientes para ejecutar este tipo de trabajos o para coordinar los mismos, sino que además participan financiando parte del proyecto. De hecho, en la elaboración de los

diferentes Planes, la financiación de la actuación se ha realizado a través de Ayuntamientos, Diputaciones Provinciales y Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

En el siguiente mapa se muestran los municipios que ya han realizado un POE y los que están en proyecto a corto plazo.

A finales de 2009 se tenían un total de 527 municipios en los que se había llevado a cabo una auditoría, a los que se añaden 126 en ejecución. Así una vez se finalicen los 46 estudios previstos existirán 699 municipios con propuesta de planes de actuación, lo que supone el 91% de los municipios andaluces en los que residen cerca de 6 millones de habitantes.



Resumen de Planes realizados y previstos en Andalucía.

11.2 Resultados energéticos y económicos esperados

De todas las medidas analizadas y propuestas en el POE de un municipio determinado, se acometerán de forma más inmediata las que sean más rentables. En este sentido, las medidas asociadas a la optimización de las instalaciones de alumbrado público suelen

contar con menores periodos de retorno, lo que las hace especialmente interesantes para ser abordadas en una primera fase, siendo previsibles en tales casos, ahorros de energía primaria y reducción de emisiones de CO_2 en torno al 27% y ahorros económicos del orden del 31%.

También es posible identificar medidas de ahorro energético rentables a corto plazo en el caso de edificios públicos. Otro tipo de medidas de gran interés, implementables en los edificios aunque con un periodo de retorno de la inversión ligeramente superior y un mayor nivel de inversiones requerido, son las relativas a energías renovables.

12

Líneas de financiación

Líneas de financiación

Como hemos comentado, son varios los actores que intervienen o pueden intervenir en la financiación del gasto asociado a la elaboración de un POE y a la implementación de las medidas de ahorro derivadas de éste.

En este sentido, la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia desde el año 2003, concede incentivos para actuaciones en materia energética a entidades locales, empresas públicas de ellas dependientes, instituciones y entidades sin ánimo de lucro, destinados a la realización de estudios energéticos, al fomento del ahorro energético y las energías renovables, y a la mejora de las infraestructuras energéticas de los ayuntamientos andaluces.

La Orden de 4 de febrero de 2009 (BOJA núm. 30 de 13 de febrero) es la base normativa del Programa de Subvenciones "Andalucía A+", y constituye el instrumento a través del cual la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia articula las subvenciones regladas para el impulso de los proyectos de aprovechamiento de energías renovables, ahorro y eficiencia energética y mejora de las infraestructuras energéticas en Andalucía.

La Orden de 7 de diciembre de 2010 (BOJA núm. 244 de 16 de diciembre), modifica la Orden de 4 de febrero de 2009, siguiendo los principios de simplificación y racionalización de los procedimientos de concesión de subvenciones impulsados por la Administración de la Junta de Andalucía, así como a la permanente adopción de medidas tendentes a mejorar la calidad de sus servicios. En este sentido, la modificación de las bases reguladoras del Programa de Subvenciones para el desarrollo energético sostenible de Andalucía, "Andalucía A+", ha permitido:

- **Ampliar su ámbito de aplicación.**
- **Simplificar los requisitos de acceso de las subvenciones a las empresas, en especial a las PYMES, aprovechando todas las posibilidades de la normativa comunitaria.**
- **Introducir los Programas Específicos, que da a la Orden la flexibilidad necesaria para adaptarse ágilmente a los cambios en el sector energético, así como para configurarse como norma única de subvenciones energéticas.**
- **Simplificar procedimientos de concesión y justificación.**

La Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía ha delegado la gestión del Programa a la Agencia Andaluza de la Energía la cual tiene encomendadas las competencias de tramitación, análisis y resolución de las solicitudes, así como las de control y análisis de la justificación, pago, revocación y reintegro, en su caso, de las subvenciones concedidas.

Las categorías de proyectos subvencionables son:

- **Ahorro y eficiencia energética.**
- **Instalaciones de energías renovables.**
- **Aprovechamiento energético.**
- **Estudios energéticos y acciones de difusión.**
- **Mejoras de las infraestructuras energéticas.**

Entre las categorías anteriores tendrían cabida multitud de proyectos que pueden ser ejecutados por las entidades locales.

Dentro de la categoría de **Ahorro y eficiencia energética** destaca de modo especial, por la significación de sus consumos en el ámbito municipal y por su impacto en la ciudadanía, los proyectos de ahorro en alumbrado exterior (categoría 2.1.3). Dentro de esta línea se pueden plantear proyectos de disminución de potencia por la sustitución del alumbrado actual por otro de mayor eficiencia, la incorporación de elementos de reducción del flujo luminoso (en cabecera o a nivel de punto de luz), o la incorporación de telegestión o elementos de maniobra que ajusten las horas de funcionamiento de la instalación.

El resto de líneas existentes también tienen su aplicación a escala local. Así, la línea de ahorro y eficiencia en procesos o equipos (categoría 2.1.1) daría cabida, por ejemplo, a actuaciones en instalaciones de depuración de aguas. Asimismo, la línea de ahorro y eficiencia en edificios y sus instalaciones (categoría 2.1.2) sería la adecuada en la que plantear los proyectos de ahorro en instalaciones de iluminación interior, de climatización o en la envolvente del edificio. Los proyectos de ahorro y eficiencia energética en transporte (categoría 2.1.4) se orientan a la incorporación de vehículos de mayor eficiencia. Por último, y dentro de las subvenciones al ahorro y la eficiencia energética, se incluyen los proyectos consistentes en la sustitución de combustibles y energías tradicionales por otros menos contaminantes (categoría 2.1.5) con una mejora mínima del rendimiento energético del 5%.

Dentro de los proyectos de energías renovables, quizá los de mayor aplicabilidad a escala local pueden ser los de producción de energía térmica (categoría 2.2.2) en sus diversas variantes, con mayor presencia de instalaciones de biomasa y de instalaciones solares térmicas para calentamiento de un fluido.

La categoría de estudios energéticos contempla tanto los planes de optimización energética (POE) a escala local, como los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS). Se trata de elementos clave para la toma de decisiones en los proyectos de ahorro que posteriormente acometerán las corporaciones locales.

Finalmente, la categoría de mejora de las infraestructuras energéticas, se orienta al apoyo de los ayuntamientos en la electrificación de suelos urbanos o urbanizables a fin de atender nuevas demandas de actividades socioeconómicas emergentes.

Los proyectos deben reunir las condiciones técnicas particulares que se establecen para cada uno de ellos en el Anexo I de la Orden. La inversión o gasto se debe realizar en Andalucía y tener por finalidad su desarrollo energético sostenible.

Con carácter general la intensidad máxima de la subvención para los beneficiarios que no sean empresas, y no actúen como tales, será de hasta el 50% en acciones difusión, hasta el 60% en proyectos de ahorro energético, mejora de infraestructuras o realización de estudios, y hasta el 70% en proyectos de energías renovables. Existen determinados elementos de especial consideración en la valoración de los incentivos. Estos elementos, denominados Subcategorías, se definen el Anexo I de la Orden.

Las subvenciones pueden ser directas a fondo perdido y/o bonificación de tipos de interés.

La solicitud de subvención se realiza de forma telemática, a través de la aplicación Web "Sinergia", lo que simplifica y agiliza el proceso de presentación y análisis de solicitudes y resolución y pago de subvenciones.

El plazo de presentación de solicitudes de subvenciones se inicia en la fecha de entrada en vigor de la presente Orden, 14 de febrero de 2009, finalizando el 30 de diciembre de 2014.

El plazo máximo desde que se realiza una solicitud y la Agencia Andaluza de la Energía comunica la subvención concedida, a través de la "Resolución de Concesión de la subvención", es de 2 meses.

El plazo máximo para presentar la justificación de las inversiones o gastos subvencionados ante la Agencia Andaluza de la Energía es de 3 meses desde la finalización del plazo de ejecución establecido en la "Resolución de Concesión de la subvención".

Para más información se puede consultar la sección dedicada a subvenciones dentro del sitio web www.agenciaandaluzadelaenergia.es

13

Anexo I: Metodología para la realización de inventarios energéticos municipales

Anexo I: Metodología para la realización de inventarios energéticos municipales

La primera fase en el plan de optimización energética de un municipio es la realización de un exhaustivo inventario de todas las instalaciones existentes. Este inventario energético es el elemento que nos va a permitir conocer, gestionar y optimizar de una forma eficiente el conjunto de las instalaciones municipales.

Es pues, un paso fundamental y prioritario a la hora de abordar un plan de optimización energética municipal. No será posible llevar a cabo actuación alguna si no se sabe sobre qué elementos hay que actuar.

Dicho inventario debe contener información sobre las instalaciones de alumbrado exterior, los edificios municipales, semáforos y demás instalaciones dependientes del ayuntamiento, así como de sus correspondientes suministros eléctricos. Teniendo en cuenta además que pueden existir otros suministros correspondientes a puntos de consumo provisionales o de uso estacional.

También se deben contabilizar los suministros de combustible pertenecientes a las dependencias municipales, y clasificarlos atendiendo a la fuente energética empleada.

Se deberá incluir además información sobre las instalaciones de energías renovables existentes en los municipios estudiados.

A continuación se describen brevemente, los elementos mínimos a inventariar, la información a recopilar de cada uno de estos elementos (ver formularios adjuntos), así como la metodología a emplear propuesta por la Agencia Andaluza de la Energía para la realización de los inventarios energéticos municipales:

a. Inventario de los centros de mando y protección de alumbrado y semáforos existentes.

- **Identificación y localización de todos los centros de mando, tanto de alumbrado como de semáforos o aquellos comunes a ambos servicios.**

- **Revisión de cada uno de los centros y realización de una ficha inventario de cada uno de ellos, que refleje su estado y características técnicas, incluyendo como mínimo la información que aparece en el formulario anexo.**

- **Identificación del suministro eléctrico de cada uno de los centros.**

- **Realización en cada centro, de los estudios necesarios que determinen sus principales características energéticas e indiquen el grado de cumplimiento de la normativa aplicable.**

- Incorporación de la información anterior en un soporte informático que permita su tratamiento posterior.

b. Inventario de la red de alumbrado.

- Identificación y localización de los puntos de luz conectados a cada centro de mando y del circuito que lo alimenta dentro del centro.
- Revisión de cada punto de luz y realización de una ficha inventario de cada uno de ellos, que refleje su estado y características técnicas, incluyendo como mínimo la información que aparece en el formulario anexo.
- Incorporación de la información anterior en un soporte informático que permita su tratamiento posterior.

c. Inventario de los suministros energéticos de otras dependencias e instalaciones.

- Identificación y localización de todos los edificios públicos, equipos de depuración y abastecimiento de agua, fuentes, así como de otras dependencias del Ayuntamiento.
- Revisión de cada dependencia y realización de una ficha inventario de cada uno de ellos, que refleje su estado y características técnicas, incluyendo como mínimo la información que aparece en el formulario anexo.
- Identificación del suministro eléctrico de cada dependencia.
- Incorporación de la información anterior en un soporte informático que permita tratamiento posterior.

FORMULARIO DE MÓDULO A MEDIDA

DATOS MÓDULO DE MEDIDA			
MUNICIPIO			
NUCLEO URBANO			
DISTRITO			
VIA		Código INE	
LOCALIZACIÓN			

MÓDULO DE MEDIDA			
Nº CONTADOR ENERGÍA ACTIVA		RELOJ DISCRIM. HORARIA	si / no
Nº CONTADOR ENERGÍA REACTIVA			
Nº DE SUMINISTRO		SECCIÓN ACOMETIDA (mm)	
TIPO DE SUMINISTRO (1)			
OBSERVACIONES			

(1) Alumbrado Público - Semáforos - Edificio - Otros - Temporal

FORMULARIO DE CENTROS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

DATOS GENERALES

NOMBRE		ID		Coord. X:	
MUNICIPIO				Coord. Y:	
NUCLEO URBANO					
DISTRITO					
VIA		Código INE			
LOCALIZACIÓN					

MÓDULO DE MEDIDA Nº CONTADOR E. ACTIVA Nº DE SUMINISTRO

PROTECCIÓN GENERAL

INTERRUPTOR GENERAL	UNIDADES	TIPO (1)	MARCA		
P. DIFERENCIAL	UNIDADES	TIPO (2)	MARCA		

PROTECCIÓN DE MANIOBRA

P. MAGNETOTÉRMICA	UNIDADES	TIPO (1)	MARCA		
P. DIFERENCIAL	UNIDADES	TIPO (2)	MARCA		

ELEMENTOS DE MANIOBRA

RELOJ PROGRAMADOR	TIPO (3)		MARCA / MODELO		
CÉLULA FOTOELÉCTRICA		si / no	MARCA / MODELO		
INTERRUPTOR MANUAL	UNIDADES	TIPO (1)	MARCA		
CONTACTORES	UNIDADES	TIPO (1)	MARCA		

SISTEMA AHORRO DE ENERGÍA

TIPO (4)				HORA INICIO REDUCC.	
MARCA / MODELO		POTENCIA		HORA FIN REDUCCIÓN	

CIRCUITOS DE SALIDA

CIRCUITO	TIPO (5)	P. MAGN. (1)	MARCA	P. DIF. (2)	MARCA	CONDUCT. (6)	CANALIZ. (7)	SECCIÓN (mm)	LONG. LINEA

MANTENIMIENTO Y MEDIDAS FECHA HORA

INTENSIDAD EN CARGA (A)

CIRCUITO	FASE R	FASE S	FASE T	NEUTRO	FASE R Red.	FASE S Red.	FASE T Red.	NEUTRO Red.
GENERAL								

TENSIÓN (V)

TENSIÓN DE FASE		TENSIÓN DE LINEA	
VRS		VRN	
VST		VSN	
VTR		VTN	

TENSIÓN A FINAL DE LINEA (V)

CIRCUITO		CIRCUITO	

ESTADO DEL CUADRO (8)

ARMARIO		CABLEADO			
TIERRA		ELEM. PROTECCIÓN		FUNCIONAMIENTO SIST. AHORRO	activo / inac

OBSERVACIONES

(1) Polos x Intensidad Ejm: 3 x 20A
(2) Polos x Intensidad y (Sensibilidad) Ejem: 4x32A (300m
(3) Analógico - Astronómico - Telegestión - Otro - No Tiene
(4) Corte Fase - Doble Circuito - Red. Flujo Cabecera
Red. Flujo punto a punto - No Tiene
(5) Alumbrado Publico - Semáforos - Otro
(6) Cobre - Aluminio
(7) Aérea - Subterranea - Mixta
(8) Bien - Mal - Regular

FORMULARIO DE PUNTOS DE LUZ DE ALUMBRADO PÚBLICO.

DATOS PUNTO DE LUZ							
Nº ASOCIADO		ESTADO (1)		COORD. X		COORD. Y	
CENTRO DE MANDO							
CIRCUITO		VIA, Nombre				VIA, Cod. INE	

SOPORTE		LUMINARIA		LÁMPARA		EQUIPO AUX.	
TIPO (2)		TIPO (3)		TIPO (4)		TIPO (5)	
ALTURA		UNIDADES		UNIDADES		SITUACIÓN (6)	
MARCA/MOD.		MARCA / MOD.		POTENCIA			
				MARCA / MOD.			
				FECHA ULTIMA REP.			

(1) **B** Bien - **M** Mal
(2) **C** Columna - **Bc** Báculo - **Br** Brazo - **Cat** Catenaria - **O** Otro
E Esférica - **ER** Esférica con Reflector - **F** Farol - **AA** Asimétrica Abierta - **AC** Asimétrica Cerrada
(3) **P** Proyector - **O** Otro
Vm Vapor Mercurio - **Vsap** Vapor Sodio alta P. - **Vsbp** Vapor Sodio Baja P. - **LM** Luz Mezcla - **H** Halógeno
(4) **HM** Halogenuros Metálicos - **I** Incandescencia - **F** Fluorescencia - **BC** Fluoresc. Bajo Consumo - **O** Otro
(5) **EM** Electromagnético - **EMD** Electromagnético Doble Nivel - **E** Electrónico
I Interior - **E** Exterior

FORMULARIO DE SEMÁFOROS.

DATOS SEMAFORO						
NOMBRE ASOCIADO			ID		COORD. X	
CENTRO DE MANDO		Nº CONTADOR E. ACTIVA			COORD. Y	
CIRCUITO						
TIPO SOPORTE (1)		VIA, Nombre			VIA, Cod. INE	

MÓDULO (2)	CANTIDAD	COLOR (3)	MARCA	LÁMPARA (4)	POTENCIA	FECHA INST

OBSERVACIONES:	

(1) **C** Columna - **Bc** Báculo - **Br** Brazo - **Cat** Catenaria - **O** Otro
(2) 1/100 - 1/200 -1/300 - Peatón Rojo - Peatón Verde - Bicicleta
(3) **R** Rojo - **A** Ambar - **V** Verde - **O** Otro
(4) **I** Incandescencia - **H** Halógena -**LR** LED Rojo - **LA** LED Ambar - **LV** LED Verde - **O** Otro

DATOS GENERALES

Municipio			
Descriptor del edificio			
Dirección		Número	
Persona de contacto			
Cargo			
Teléfono		Fax	
		E-mail	
(1) Tipo de edificio			
Año de construcción			
Superficie construida (m²)			
% Superficie útil			
% Superficie acondicionada			

DATOS OCUPACIONALES

Ocupación máxima diaria			
% Ocupación media diaria		Lunes/Viernes	Sábado/Domingo
	Turno Mañana		
	Turno Tarde		
Horario funcionamiento		Lunes/Viernes	Sábado/Domingo
Turno Mañana	Apertura		
	Cierre		
Turno Tarde	Apertura		
	Cierre		

% Ocupación media mensual	
Enero	
Febrero	
Marzo	
Abril	
Mayo	
Junio	
Julio	
Agosto	
Septiembre	
Octubre	
Noviembre	
Diciembre	

DATOS DE CONSUMO ENERGÉTICO

Consumos eléctricos

Nº Contador activa	Nº Suministro

Consumos térmicos

(2) Combustible	Cons. Anual	(3) Unidades	Coste anual (€)	(4) Utilización

OTRAS INSTALACIONES

Instalación de Iluminación

(5) Tipo lámpara	Pot. Unitaria (W)	Unidades	(5) Tipo lámpara	Pot. Unitaria (W)	Unidades	(5) Tipo lámpara	Pot. Unitaria (W)	Unidades

Observaciones

(6) Dispone de Centro de Transformación propio?

Transformador Nº	Potencia (kVA)	Refrigeración	Tensión entrada (V)	Tensión salida (V)	(7) Estado	Año fabricación	Marca	Modelo
1								
2								

(8) Dispone de Grupo electrógeno de emergencia?

Grupo electróg. Nº	Potencia (kVA)	(9) Combustible	Tensión generac. (V)	(7) Estado	Año fabricación	Marca	Modelo
1							
2							

Observaciones

Instalaciones de autogeneración

(10) Dispone de instalación de cogeneración?

Potencia (kW)	Horas anuales func.	(9) Combustible	(7) Estado	Año instalación

(11) Dispone de instalación solar fotovoltaica?

(12) Tipo	Pot. inst. (kW pico)	Nº paneles	(7) Estado	Año instalación

Observaciones

INSTALACIONES DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO Y ACS

(13) Tipo de instalación de generación	(14) Uso	(15) Inst. Centralizada	Año instalación	Nº generadores	Pot. Frigorif. (kW)	Pot. Calorif. (kW)	Pot. Compr. (kW)	Marca	Modelo	(11) Fte.energética	Nº Acumulad. ACS	Vol. Acumulad. (l/acum.)	(7) Estado

(11) El edificio dispone de energía solar para ACS?

Instalación Nº	(12) Instalación solar térmica ACS	Nº Captadores	Captación total (m²)	Nº Acumulad. Solares	Vol. Acumulad. (l/acum.)	(11) Fte.energética aux.
1						
2						
3						

Observaciones

(1)
- Albergue, hotel o similar
- Centro de día
- Centro de salud
- Edificio de oficinas
- Edificio de usos múltiples
- Edificio educativo
- Edificio histórico
- Instalación deportiva
- Juzgado
- Mercado o similar
- Museo
- Nave industrial
- Teatro
- Otro tipo de edificio

(2)
- Biomasa
- Butano
- Fueldéo
- Gas natural
- Gasóleo
- Propano
- Otro

(3)
- Bombona 6 kg, butano
- Bombona 11 kg, propano
- Bombona 12,5 kg, butano
- Bombona 35 kg, propa
- kg
- Litros
- Nm³

(5)
- ACS
- Calefacción
- Calent. Piscina
- Cocina
- Lavandería
- Refrigeración
- Otro

(6)
- Si
- No

(7)
- En servicio
- Fuera servicio

(8)
- Aislada
- Conectada a red

(9)
- Incandescente
- Halógena
- Bajo consumo
- Fluorescente
- Luz mezcla
- Vapor mercurio
- Halog. metálico
- V. sodio alta presión
- V. sodio baja presión
- Inducción

(10)
- Equipos compactos
- Instalación centralizada

(13)
- Autónomo sólo frio condensado por aire
- Autónomo bomba de calor condensado por aire
- Autónomo sólo frio condensado por agua
- Autónomo bomba de calor condensado por agua
- Planta enfriadora condensada por aire
- Planta enfriadora bomba de calor condensada por aire
- Planta enfriadora condensada por agua
- Planta enfriadora bomba de calor condensada por agua
- Calefacción individual por resistencia eléctrica
- Calefacción centralizada por resistencia eléctrica
- Caldera
- Acumulador eléctrico
- Calentador de gas al paso
- Calentador eléctrico instantáneo
- Otro

(14)
- Refrigeración
- Calefacción
- ACS
- Refrig. y Calefacción
- Calefacción y ACS
- Refrig., Calefac. y ACS
- Otro

(11)
- Biomasa
- Butano
- Electricidad
- Fuelóleo
- Gas natural
- Gasóleo
- Propano
- Otro

Impreso en papel 100% reciclado

Andalucía **sabe,** Andalucía **puede**

Ahórrate energía

www.agenciaandaluzadelaenergia.es

C/ Isaac Newton, nº 6
Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla.
Tel. 954 78 63 35 • Fax: 954 78 63 50

JUNTA DE ANDALUCIA

Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA