

El ahorro de energía en oficinas gracias a una buena iluminación

Santiago Erice-Oronoz *
* Philips Ibérica SAU Alumbrado

Recibido: 14/09/09 • Aceptado: 03/02/2010

Saving energy in offices through a good lighting solution

ABSTRACT

• Lighting consumes about 19% of the electricity in the world and the new technologies enable us to get very important savings.
A good lighting must deploy the appropriate light in the appropriate place. The "Codigo Técnico de la Edificación" has boosted the development of new installations with the best lightning quality.
We can act in some different ways to reduce the consumption power in the current office installations, according to the following items:
• Light sources and ballasts
• Lighting solution
• Lighting dimming systems
• Lighting control systems
At the end saving energy reached is higher as more complete is the technical solution implemented.
• Key words: saving, lighting, efficiency, power.

RESUMEN

El alumbrado consume aproximadamente el 19% de la energía eléctrica mundial (*International Energy Agency*) y las nuevas tecnologías nos permiten conseguir ahorros muy importantes.

Un buen alumbrado debe proporcionar la luz adecuada en el lugar adecuado. *El Código Técnico de la Edificación* ha impulsado la realización de instalaciones con la mejor calidad de iluminación.

Podemos actuar de diversas formas para disminuir el consumo de potencia en las oficinas actuales basándonos en los puntos siguientes:

- Fuentes de luz y balastos
- Solución de iluminación
- Sistemas de reducción del alumbrado
- Sistemas de control del alumbrado

Al final, el ahorro obtenido será mayor cuanto más completa sea la solución técnica adoptada.

Palabras clave: ahorro, iluminación, eficiencia, energía.

1. INTRODUCCION

Durante los últimos años hemos estado recibiendo continuos mensajes a través de los medios de comunicación sobre el elevado consumo de energía al que hemos llegado en el mundo desarrollado, el cambio climático producido por la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera y los acuerdos entre los gobiernos de los distintos países para limitar o reducir esas emisiones.

Todos somos conscientes de que personalmente podemos poner nuestro grano de arena y contribuir a reducir el consumo de energía. Pero además, los que profesionalmente tenemos relación con productos que basan su funcionamiento en la energía eléctrica, debemos tener un compromiso aun mayor con el ahorro de energía, investigando y desarrollando productos más eficientes y utilizando todas las tecnologías a nuestro alcance para realizar proyectos en los que el consumo de energía sea lo más reducido posible.

El alumbrado consume aproximadamente el 19% de la energía eléctrica mundial y la visión sobre la cantidad de instalaciones ineficientes en todo el mundo, así como las nuevas tecnologías que se están incorporando al alumbrado, nos hacen estimar que conseguir ahorros totales del 40-50% (Cuadro 1) sobre la base de consumo actual en alumbrado no es descabellado.

En este sentido, durante los pasados años se han establecido normativas europeas que, además de apoyar la realización de proyectos para obtener una buena iluminación y conseguir la máxima eficiencia energética en las instalaciones, promueven la eliminación de componentes peligrosos en lámparas, equipos y luminarias, facilitando también la recogida de los residuos generados por los productos mencionados. Encontrarán un resumen de las más importantes al final del artículo, en la Bibliografía.

2. ALUMBRADO DE OFICINAS

Cada instalación por su aplicación y actividad requiere un tipo de alumbrado determinado, ya que una buena iluminación permite a las personas realizar sus tareas de manera eficiente. Dentro de esta diversidad, existe un segmento de aplicación donde además de la calidad de la iluminación, merece la pena destacar las altas posibilidades de ahorro de energía: se trata de lo que podemos llamar el alumbrado interior funcional y donde habitualmente englobamos las oficinas y gran parte de la superficie de los hospitales.

En estos casos donde la superficie de la instalación es grande, las horas de uso son elevadas, la frecuencia y paso de personas es variable y la aportación de luz natural en los grandes edificios es importante, tenemos muchas posibilidades de ahorrar energía, si aplicamos correctamente las tecnologías de las que disponemos.

Un buen alumbrado de una oficina debe proporcionar la luz adecuada en el lugar adecuado y en el momento adecuado. Esto permite a los empleados que en ella trabajan, realizar sus tareas de manera eficiente y sin fatiga visual. Además, según varios estudios realizados, un buen alumbrado influye en la mejora del estado de ánimo de las personas e incrementa su productividad.

En este sentido, el *Código Técnico de la Edificación* anteriormente mencionado, ha impulsado la realización de proyectos e instalaciones con una sensible mejora en la calidad de la iluminación. Según la Norma, en este tipo de alumbrados no se pueden utilizar fuentes de luz cuyo índice de reproducción de color sea inferior a 80, y, por otra parte, se establecen limitaciones en el deslumbramiento hacia los usuarios. Además marca unos valores mínimos de iluminancia en las diferentes zonas de una oficina, así como los valores de uniformidades necesarios para conseguir el adecuado confort visual; establece también el valor de la eficiencia energética mínima de una instalación (VEEI), medido en vatios por metro cuadrado por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

VEEI=Px100/SxEm
P= Potencia instalada; S= Superficie en m2;
Em= Iluminancia media en lux

A partir de aquí, en el CTE se establecen unos valores mínimos del VEEI, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación. Se entiende por zonas de representación aquellas donde el criterio de diseño, imagen o estado anímico que se quiere transmitir con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Por otro lado, las zonas de no representación son aquellas donde el criterio del nivel de iluminación, confort visual y eficiencia energética son los importantes.

Por lo tanto, los valores máximos del VEEI serán más bajos en las zonas de no representación y en el caso de oficinas este valor es de VEEI máximo =3,5 W/m2 cada 100lux. Es decir, que para los valores mínimos de iluminancia que marca la norma en oficinas (500 lux), la potencia máxima que se debe utilizar en alumbrado sería de 17,5 vatios por metro cuadrado.

Por otro lado, la *Norma Europea 15193-1* también citada, relativa al uso de energía en los edificios, establece la metodología para calcular la cantidad de energía utilizada para el alumbrado en un edificio y proporciona un indicador numérico que se utiliza para su certificación energética: es el LENI (*Lighting Energy Numeric Indicator*) que nos da la visión del consumo total de energía en un edificio.

LENI=W/A
W=kW x hora /año ; A= Superficie total en m2
LENI= kW x hora /año/m2

CÁLCULOS DE AHORROS POTENCIALES EN OFICINAS:

Por un lado, el Reglamento 245/2009 de la Comunidad Europea antes descrito estima que, eliminando las fuentes de luz y equipos más ineficientes que este Reglamento propugna, se puede ahorrar un 20% de la energía consumida.

Además, el Lighting Research Center del Rensselaer Polytechnic Institute de Nueva York estima que la utilización de controles de presencia en oficinas compartidas de uso esporádico puede ahorrar hasta un 40% de la energía utilizada.

Finalmente, si añadimos luminarias de mayor rendimiento que, como se explica en el artículo, nos puede llevar a ahorros de hasta el 50%, detectores de luz solar o controles centralizados, podríamos alcanzar un mayor ahorro sobre los anteriores, aunque es cierto que algunos de ellos se solaparían.

Por eso, una estimación de conseguir un ahorro promedio de un 40-50% no creo que sea exagerada, habiendo instalaciones donde se podría conseguir solo un 15-20% y otras en las que se alcanzaría sin duda el 70-80%.

A partir de esta fórmula, se desprende que además de un buen estudio de iluminación basado en los sistemas más eficientes para intentar conseguir la menor potencia instalada en el edificio, se necesita utilizar elementos añadidos que permitan el ahorro de energía disminuyendo el factor multiplicador del tiempo en unos casos y el de la potencia en otros. Para ello, se establece la necesidad, recogida en el CTE, de utilizar detectores de presencia, células fotoeléctricas u otros aparatos de similar tecnología.

Finalmente, para edificios de tamaño medio y grande, sería recomendable la gestión del alumbrado a través de un sistema completo de control tal y como veremos más adelante.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto así como las diferentes tecnologías disponibles en el mundo del alumbrado, dentro de un edificio de oficinas podemos plantear un escalado de soluciones que producirán ahorros de una manera progresiva, y que, utilizadas al completo, nos pueden aportar, en función de la instalación de partida, ahorros de energía superiores al 60% de la potencia inicialmente instalada.

2.1. CAMBIOS DE FUENTES DE LUZ Y BALASTOS

Todavía, en gran parte de los edificios de oficinas, la fuente habitual de luz son los tubos fluorescentes estándar T8 alimentados por balastos electromagnéticos. Este tipo de tubos se conocen con el nombre de "estándar" porque fueron los primeros que con esta tecnología se introdujeron en el mercado, pero la calidad y cantidad de su flujo luminoso así como su eficacia es claramente inferior a la de los tubos llamados trifósforos o de la gama 80. Estos últimos, con una calidad superior en los polvos fluorescentes que hacen visible la radiación emitida, tienen una vida más larga, un flujo luminoso superior y un índice de reproducción de colores (IRC) superior a 80, tal cual manda la norma 12464 -1 y el CTE. Por lo tanto, nos encontramos con que el simple cambio de los tubos estándar por los trifósforos y los balastos electromagnéticos por electrónicos suponen un incremento de luz de entre un 15% si el tubo estándar es del tipo más cálido, hasta un 30% si es del tipo "luz día".

En este punto, nos encontramos muchas veces el caso de que la instalación actual tiene unos niveles de alumbrado por debajo de lo que manda la Norma. Si es así, el cambio de los elementos antes mencionados nos debería hacer alcanzar los niveles que necesita la oficina y tendríamos un ahorro en la potencia instalada de aproximadamente un 10%, debido a las menores pérdidas de un balasto electrónico respecto a uno electromagnético.

Se puede dar el caso contrario de que la instalación sea relativamente reciente y tenga instaladas luminarias con balastos electrónicos y tubos fluorescentes trifósforos, y que por motivos de diseño o por las reflectancias producidas por el mobiliario y las paredes, su valor de iluminancia sea algo superior a la establecida como mínima por la Norma. En este caso, los tubos mencionados se pueden cambiar por los de nueva tecnología que son conocidos como "ECO", que reducen la aportación de luz en un valor aproximado de un 5%, dependiendo de su potencia, y reducen al mismo tiempo la energía consumida en unos valores aproximados al 10%.

De esta manera, los tubos de 36 vatios pasan a consumir 32 vatios y los de 18 a 16 vatios.





De todos modos, cuando la instalación es tan ineficiente como la mencionada al principio, lo lógico sería realizar un cambio de la instalación actual por una nueva que incorporara nuevas tecnologías que produjeran todavía mayores ahorros. Entonces podemos hablar de un cambio en la solución de iluminación, englobando la fuente de luz, el balasto y la luminaria.

2.2. CAMBIO DE SOLUCIÓN DE ILUMINACIÓN

La propuesta de la que hablamos trata de conseguir ahorros superiores a los anteriores incorporando nuevas tecnologías que son más eficientes en el conjunto de la solución de alumbrado. Por ejemplo, partimos de una instalación muy común en nuestras oficinas, tanto en techos modulares como de escayola, en las que nos encontramos con luminarias de modularidad de 600 x 600 mm con óptica de aluminio brillante o pintada en blanco, 4 tubos fluorescentes de 18 vatios y balasto electromagnético.

En este caso, podríamos realizar varias soluciones en función de las necesidades de luz y confort visual en la oficina que nos aportarían importantes ahorros de energía, sustituyendo las luminarias existentes por otras nuevas que estarían equipadas con tecnologías más modernas y eficientes que las anteriores:

- Tubos fluorescentes T5, de los que se puede conseguir mayor iluminancia en el plano de trabajo, dado que su diámetro menor que los T8, permite - con las nuevas ópticas - un mayor control de su flujo luminoso y por tanto su mayor aprovechamiento.
- Ópticas de lamas de aluminio de alto rendimiento, en las que existe un amplio abanico de posibilidades a elegir en función del mayor rendimiento o confort visual que queramos conseguir.
- Balastos de alta frecuencia regulables para Tubos T5

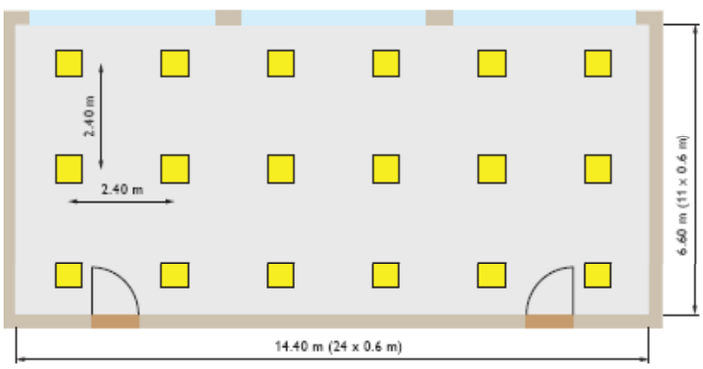
Con este cambio, el ahorro de energía que se conseguiría sobre la instalación inicial sería de al menos un 40%, en función de la solución final que adoptemos, como veremos más adelante.

Evidentemente, la inversión inicial en este tipo de reformas sería superior a un simple cambio de lámparas y balastos, por lo que habría que establecer un cálculo de ahorros de energía y gastos de mantenimiento para llegar a estimar el coste total de la propiedad y el período de amortización necesario para rentabilizar la nueva instalación.

Además, en la actualidad se pueden conseguir subvenciones de las administraciones nacionales y autonómicas en aquellas instalaciones en las que, al ser renovadas demuestren que consiguen un determinado valor de ahorro de energía.

Veamos un caso típico de instalación en una oficina, en los que los valores de reflectancias serían los estándar y la altura del falso techo de 2,70 metros. Consideraremos que tenemos instalada la solución mencionada como de menor eficiencia, con los siguientes datos:

luminarias con 4 tubos fluorescentes estándar, balastos electromagnéticos y óptica de aluminio.



Los valores de iluminancia y potencia aproximada que tenemos son los siguientes:

Iluminancia media Em= 600 lux;

Potencia instalada= 19w/m2

De acuerdo a la norma 12464-1, cuando hagamos la reforma, necesitaremos un nivel mínimo de 500 lux en el plano de trabajo, un Ra mayor que 80 y un UGR menor que 19, siendo Ra el índice de reproducción del color de una fuente de luz en el que 100 es el valor ideal, y UGR (Unified Glare Rating) es el índice internacional para evaluar y limitar el deslumbramiento directo de las luminarias

En este caso, el cambio a una solución más eficiente lo haríamos tal cual lo hemos descrito, teniendo la opción de utilizar en cada luminaria 3 o 4 tubos T5 en función del tipo de óptica que utilicemos en la luminaria. Así, tendríamos las siguientes soluciones:

Solución A:

Luminaria con 4 tubos T-5, óptica de lamas aluminio brillante, tubos fluorescentes TL5, y balastos electrónicos. Los resultados obtenidos serían los siguientes:

Iluminancia media Em= 600 lux;

Potencia instalada= 12w/m2



Solución B:

Luminaria con 3 tubos T-5, óptica de tecnología de micro lamas de aluminio brillante con un rendimiento superior al 90%, tubos fluorescentes T5, y balastos electrónicos. Los resultados obtenidos serían los siguientes:

Iluminancia media Em= 510 lux;

Potencia instalada= 9 w/m2



Como se puede comprobar, podemos conseguir ahorros superiores al 50% utilizando los sistemas más eficientes de alumbrado de oficinas de que disponemos en la actualidad.

Para su comprobación, estos cálculos tipo se realizan mediante un programa de cálculo de alumbrado estándar en el mercado, que permite confirmar su veracidad así como que los valores de uniformidad y UGR de deslumbramiento estén de acuerdo a la Norma.

En cualquier caso, la solución adoptada dependerá también de las necesidades propias de los usuarios de la oficina.

De este modo, habiendo conseguido unos ahorros muy importantes en la potencia instalada con una solución de alumbrado eficiente, todavía podemos incrementar este ahorro si añadimos en la instalación elementos activos que nos permitan reducir el tiempo de funcionamiento de las luminarias o la cantidad de luz emitida por los tubos, lo que en ambos casos reducirá aún más la energía consumida en la instalación.

2.3. USO DE SISTEMAS DE REDUCCIÓN DEL ALUMBRADO

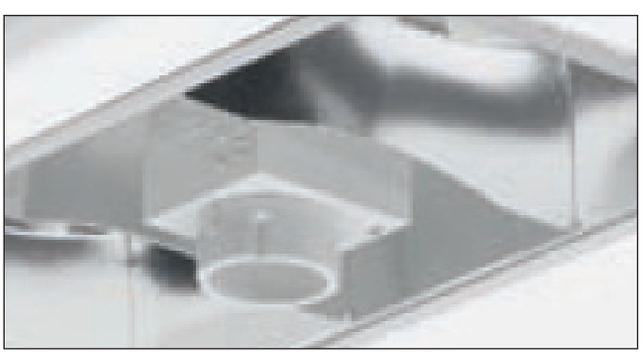
Como hemos visto anteriormente refiriéndonos al LENI, existen sistemas que nos permiten reducir el consumo total de energía de un edificio, ya que pueden apagar los puntos de luz en ausencia de personas y pueden regular el nivel luminoso en función de la aportación de luz exterior. Estos sistemas autónomos ligados a las luminarias pueden ser de dos tipos:

- Los que apagan los tubos fluorescentes en ausencia de personas en las zonas o despachos de una oficina por un espacio de tiempo determinado. Es lo que llamamos detectores de presencia y suponen un ahorro importante especialmente en aquellos edificios donde la luz se enciende a primera hora de la mañana y se apaga al acabar las labores de limpieza a última hora de la tarde. Solemos hablar por experiencias reales de promedios del 25-30% de ahorro sobre la potencia instalada.

- Los que regulan el flujo emitido por los tubos fluorescentes en función de la entrada de luz del exterior. Son los que llamamos células fotoeléctricas.



En este caso, el ahorro depende en gran medida de la superficie de las ventanas y de la orientación del edificio, pero la experiencia en España es de ahorros superiores al 30% sobre la potencia instalada.



De todos modos, lo adecuado sería utilizar sensores combinados de ambos elementos, que incorporados en las luminarias, produzcan el mayor ahorro posible en la instalación.

Existe además una versión de estos sensores que incorporan un receptor de infrarrojos que puede ser controlado con un mando a distancia, lo que, utilizado en despachos, puede personalizar aún más la iluminación de la estancia y permitir obtener mayores ahorros. Estos sensores están disponibles en el mercado y se alimentan a través del propio balasto de la luminaria.



Finalmente, y no menos importante que todo lo anterior, si realmente queremos tener la gestión adecuada del alumbrado de un edificio de oficinas, la mejor elección será la de un sistema de de control.

2.4. USO DE SISTEMAS DE CONTROL DEL ALUMBRADO

Los sistemas de control permiten reforzar los pilares del diseño de la iluminación en un puesto de trabajo, que deben ser el confort, la flexibilidad y el ahorro energético. Para la correcta gestión del alumbrado, las luminarias deben ser independientemente direccionables y responder a las órdenes individualmente. Estos sistemas permiten, entre otras funcionalidades, programar el encendido y apagado de las luminarias en cualquier día de la semana y año, y establecer los niveles de iluminación de cada zona del edificio. Además, permiten adaptar los niveles de iluminación en función de la entrada de la luz solar y programar los tiempos de actuación del detector de presencia (en función de laborables y festivos por ejemplo) para conseguir mayores ahorros.

Por otro lado, podemos conseguir una gran flexibilidad en el uso de las áreas del edificio, ya que los cambios de uso no requieren un cambio de luminarias añadido, sino que un simple cambio en el programa permite adaptarse a la nueva funcionalidad.

Además, permiten el uso de mandos a distancia en las zonas que se quiera y adecuar los niveles de luz a los valores deseados.

Para conseguir todas estas funcionalidades, el sistema utiliza un protocolo de lenguaje común del sistema de control y los equipos que ambos entiendan. Entre los múltiples protocolos que existen, en el caso de fluorescencia se emplean dos:

1-10 Voltios: es una señal analógica, en la que 10 voltios representa el nivel máximo y 1 voltio representa el nivel mínimo.

Dali (*Digital Addressable Light Interface*): protocolo digital de regulación que puede gobernar hasta 26 direcciones. Esta última es la que tiende a ser el estándar de las instalaciones por su flexibilidad y cantidad de información que permite gestionar.

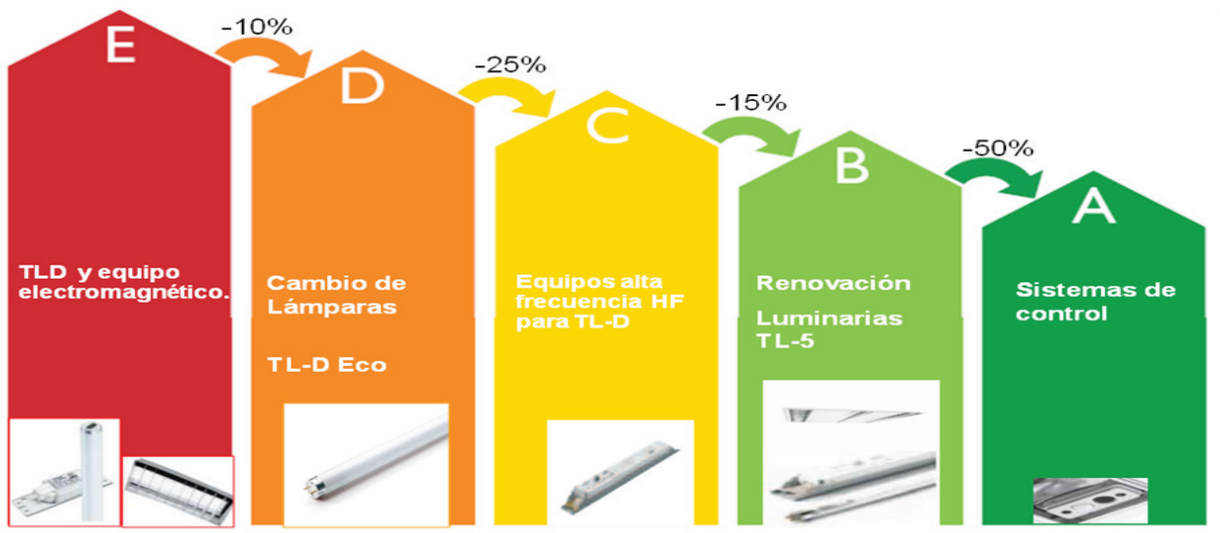
Con estos sistemas de control logramos realmente una gestión y uso adecuado en el edificio, un ahorro importante de energía, y en el caso de utilizar un lenguaje o protocolo compatible con otros sistemas, puede ser parte de una sistema global de gestión del edificio.

CONCLUSIONES

Con las actuales tecnologías, el consumo de energía utilizada en el alumbrado de oficinas puede ser reducido de una manera drástica, mejorando además los paramétros luminotécnicos y el confort visual. Es necesario el conocimiento de un experto en este tipo de instalaciones para poder estudiar la instalación actual y optar por la mejor

solución para una nueva en función de las necesidades de los usuarios del espacio de que se trate.

Graficamente, y tomando siempre los valores como aproximados, los ahorros que se pueden conseguir quedan plasmados en el dibujo siguiente:



3

3. BIBLIOGRAFÍA

- Relación de Normas europeas que pueden tener relación con la calidad de una instalación de iluminación
- RoHS- 2002/95/EC: Sobre la limitación y prohibición del uso de determinadas sustancias consideradas como peligrosas en la fabricación de aparatos y dispositivos eléctricos y electrónicos.
- WEEE- 2002/96/EC: Sobre el reciclado y la recogida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, siendo el fabricante responsable de los productos desde su desarrollo y venta hasta su recogida al final de la vida, disminuyendo elementos contaminantes para el medio ambiente. Además se establecen los costes para este proceso.
- EPBD- 2002/91/EC: Directiva sobre rendimiento energético en los edificios que afecta a todas sus instalaciones tanto de calefacción, aire acondicionado, alumbrado, etc (en España se traspone en el Código Técnico de la Edificación, C.T.E.). Se engloba dentro del marco común europeo para combatir el cambio climático y apoya la mejora del uso de la energía en los edificios, que son los consumidores de un tercio de la energía eléctrica en la Unión Europea. Posteriormente se publicó la norma EN 15193 que comentamos más adelante.
- EuP 2005/32/EC: Es un marco de referencia de diferentes Directivas Europeas sobre productos que utilizan energía eléctrica y que traspasan la barrera de cada uno de los países de la Comunidad sin necesidad de trasposición posterior en cada unos de ellos. Todas las Normas que progresivamente se van incorporando a este marco son válidas en todos los países de la Unión Europea en el momento de su publicación. Estas normas son muy importantes dentro del alumbrado en el Sector Terciario, donde se irán eliminando progresivamente los productos más ineficientes durante los próximos años, tanto lámparas incandescentes como de tecnología fluorescente o de descarga de alta intensidad. Hay que destacar la importancia que en la discusión previa a su aprobación conlleva la intervención de todas las partes involucradas, ya que lo contrario podría llevar por desconocimiento a la eliminación de lámparas de menor eficiencia pero con propiedades importantes para su aplicación, tales como mayores índices de reproducción de color, vidas más largas, aplicaciones especiales en animales, etc.
- EEL- 98/11/EEC (Energy Efficiency Label): Etiqueta de eficiencia energética, revisión 2009. Actualización de la citada Norma para estimular en el mercado la compra de productos más eficientes, marcando dicha propiedad en su embalaje.
- Decreto 838/2002: Decreto sobre balastos para tubos fluorescentes para armonizar y reducir su consumo permitido como una forma de ahorro de energía.
- EN 12464-1/2: Norma Europea sobre instalaciones de Alumbrado Interior. Esta norma no es de obligada aplicación en los países europeos aunque la mayoría de ellos, como es nuestro caso con el CTE, se refieren a ella en sus diversas normativas obligatorias. Esta norma proporciona unos niveles mínimos de luz para interiores en función del tipo de trabajo junto con sus correspondientes uniformidades, los valores de deslumbramiento (UGR= Unified Glare Rating) máximos y el mínimo índice de reproducción de color de las fuentes de luz (Ra) de modo que las personas puedan realizar sus tareas sin efectos negativos tanto en el aspecto visual como en el de la salud.
- EN 15193-1/2007: Norma Europea sobre uso de energía en Edificios y específicamente sus requerimientos en Alumbrado. El objetivo está basado en edificios de más de 1000m2 de superficie y trata de conseguir el mínimo consumo de energía marcando una certificación energética del edificio.
- Reglamento 245/2009: Reglamento europeo de aplicación de la Directiva 2005/32/CE antes mencionada, donde se establecen de forma efectiva los valores mínimos de eficacia de las lámparas de descarga de alta intensidad y de fluorescencia no integrada, así como los de eficiencia energética de los balastos no regulables para las fuentes de luz citadas. Este reglamento estima en su apartado (12) "un ahorro energético de 38TWhora en 2020" sobre los 260 TWh estimados sin cambios en su apartado (7).