

EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION



**Consejo Profesional de Arquitectura
e Ingeniería de Misiones**

Ing. Alejandro Cuevas

PORQUE TRATAMOS LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO:

- Porque con ella logramos varios beneficios, aun en los casos en que el costo inicial de un sistema particular de alumbrado tenga mayor costo que uno convencional.
- En la República Argentina, el consumo en general de los sistemas de iluminación alcanza entre un 25 y un 30% de la totalidad de la generación de Electricidad y la eficiencia energética también constituye un índice alto. Tomando por ejemplo la potencia eléctrica empleada para producir una iluminancia horizontal de 100 lux se necesitan entre 6,5 y 7 Watts, comparada por ejemplo en Europa, donde es necesario solamente entre 3 y 3,5 Watts; si relacionamos esas potencias con el estado actual de la ciencia y arte de iluminación, solo hace falta 1 Watt para obtener la misma iluminación de 100 lux en el plano horizontal, a la misma distancia.

- Además, de considerarse la economía a que conducen la eficiencia energética en los sistemas de alumbrado, debe tenerse muy presente que la generación de origen térmico de la energía eléctrica es responsable en proporción de su consumo de una gran contaminación atmosférica, con efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, a lo que además debe sumarse que en los sistemas más antiguos y actuales de alumbrado en uso, sus desechos al fin de su vida útil también generan una diversidad de elementos contaminantes y hasta tóxicos. Por lo tanto hay sobradas razones por lo cual se debe lograr en el corto plazo la implementación y uso de los sistemas de alumbrado con elevada eficiencia energética.

Ejemplo: Ahorrando 1,3 kWh de energía, se dejarían de emitir

812 gramos de Dióxido de Carbono (CO₂)

0,84 gramos de Dióxido de Azufre (SO₂)

2,5 gramos de Nitroxidos (NO_x)

- El objetivo de las instalaciones de alumbrado es en general conseguir para un determinado ambiente las condiciones de una optima visión, seguridad, uniformidad aceptable, confort visual, y también crear por medio de efectos, destaques puntuales, barridos de luces y colores, sombras en lugares, un determinado ambiente cromático, fijo o variable, el control del deslumbramiento directo y reflejado, una atmosfera definida previamente según de que tipo de evento se trate, es decir ajustable según necesidad, acentuaciones, orientación visual, señalizaciones, iluminación arquitectónica, caracterizaciones de un estilo comercial, de una marca o símbolo que identifica algo. Cada caso tendrá sus requisitos y normas definidas que cumplimentar según de que se trate.

- El concepto de eficiencia en el sistema de alumbrado debe lograrse por medio de un buen diseño acorde a todos los objetivos mencionados en general, con el menor costo posible, optimizando la relación costo-beneficio, aclarando que ellos no son solo energía, sino incluyen amortización de las instalaciones, el mantenimiento y reposición de lámparas y equipos, y que por lejos, la energía es lo más caro de mantener razón por lo cual se justifica ampliamente la implementación de todas las medidas que conduzcan a la eficiencia energética.

- No debe confundirse con el subdimensionado de la instalación de alumbrado, (o sea hacerla con menor nivel de iluminación que lo recomendado por las normas), ni con el submantenimiento (menos mantenimiento que el recomendable), que con frecuencia se realiza atendiendo a razones económicas creyendo que se hace economía en los gastos. La experiencia demuestra que con esos recursos el ahorro logrado es muy inferior a los perjuicios que ello ocasiona por baja performance visual, pérdida del confort en los ambientes, baja productividad, multas y cuestiones legales con relación a accidentes y falta de cumplimiento de leyes de uso obligatorio como la establecida por la ley 19587, y su decreto reglamentario: HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

- Solo cuando las condiciones visuales y de diseño del sistema de alumbrado destinado a un fin específico están satisfechas conforme a las normativas y requerimientos del lugar que se trate, puede considerarse la eficiencia del sistema de alumbrado, procediendo a evaluar la cantidad de energía eléctrica que se está consumiendo, y el mismo será más eficiente cuando menos energía consuma.
- La energía se calcula a partir de la potencia conectada al sistema de iluminación, **P (KW)**. Dado que esa potencia está definida por una cierta cantidad de luces y cómo funcionan en el tiempo, es decir la forma de sus usos, que en general no permanecen constante, es necesario proceder a su integración en un cierto intervalo de tiempo, que denominamos **T**, tal cual lo haría un medidor de energía como el que disponemos en nuestras casas.
- Si llamamos **Pp** a la energía disipada por el sistema de alumbrado en un periodo de tiempo **T**, o sea su valor medio en KW determinado por el diagrama de cargas, medido y o registrado se tendrá la siguiente expresión:

$$E = Pp.T$$

- Que nos permite visualizar los dos aspectos fundamentales para considerar la eficiencia energética : por una lado la potencia eléctrica, que es algo intrínseco a la instalación, y por el otro lado el tiempo de encendido del sistema de alumbrado, o la forma del uso que se haga de ella, que se denomina “eficiencia de uso, que se puede manejar en forma automática mediante el uso de sensores por ejemplo de movimientos, del control de iluminación natural y artificial, temporizadores, programas de control diseñados específicamente conforme a las necesidades. En resumen:

EF. DEL SISTEMA = EF. DE LA INSTALACION + EF. DE USO

- Entendiéndose por eficiencia de la instalación el mínimo requerimiento de potencia eléctrica de la instalación para lograr las condiciones de iluminación necesarias, y por eficiencia de uso el mínimo uso que puede hacerse de la instalación sin la disminución de la performance optima que requieren las condiciones de iluminación.
- Cuando se trata de una instalación existente la evaluación de su eficiencia energética se hace por mediciones, cálculos o ambas cosas. Cuando se trata de un diseño-proyecto se efectúan varias alternativas y por medio de cálculos el diseñador optara por la que reuniendo las condiciones resulte mas eficiente.

INDICADORES DE EFICIENCIA

- Aun no existe un estándar internacionalmente aceptado, pero se utilizan varios índices por lo general referidos a la densidad de potencia en relación a la superficie de los locales (W/m^2) y las condiciones visuales del local (W/lux) normas ASHRAE/IESNA)
- El índice más ilustrativo es la Potencia específica de iluminación (**Pei**). Un sistema será eficiente cuando satisfaga las necesidades y los requerimientos de diseño del espacio iluminado con la menor potencia de iluminación.

POTENCIA ESPECÍFICA DE ILUMINACION (PEI)

- Es la potencia disipada en watts para producir 100 lux de iluminación horizontal por unidad de superficie. (W/m²x100lx).. El índice así definido por una norma de Gran Bretaña en 1993 facilita la comparación de diferentes tipos de locales, independientemente de su superficie y de su nivel de iluminancia; cuanto mas pequeña es, tanto mejor es la eficiencia. La graduación en escalas de 100 lux permite la obtención de unidades fácilmente manejables, por ser concordantes con la modulación de los niveles de iluminancia horizontal establecidos por la mayoría de los códigos internacionales (CIE- IRAM-AADL- IES).

$$Pei = 100.P/S.E \quad (W /m^2 \times 100 \text{ lux})$$

- Este índice así definido no aporta información alguna sobre factores de mantenimiento excesivos, o niveles de iluminancia mas elevados que los requeridos por la instalación. Eso se arregla con información adicional indicando el nivel de iluminancia y el tipo de local. Veamos como la potencia de iluminación está ligada con la iluminación por la conocida formula :

$$E = \mu \times \frac{N \times \phi_l}{S}$$

Siendo:

E= Iluminancia horizontal sobre el plano de trabajo (lux).

N= Numero de lámparas del local.

S= Superficie del local (m²).

ϕ_l = Flujo luminoso de cada lámpara (lúmenes)

μ = Factor de utilización (*flujo sobre el plano de trabajo/ flujo de lámparas, índice que toma en cuenta el rendimiento conjunto del artefacto y el local y que es suministrado por el fabricante del artefacto*).

A su vez,

$$\boldsymbol{\epsilon_b = \phi I / (P_l + P_b)} \quad \mathbf{(1)}$$

$$\mathbf{P = N \times (P_l + P_b)} \quad \mathbf{(2)}$$

Donde:

ϵ_b = Eficacia luminosa de lámpara y equipo auxiliar (lm/W), dato obtenible de catalogo de lámparas y equipos auxiliares

P_l = Potencia de lámpara (W).

P_b = Potencia del equipo auxiliar

P = Potencia instalada de las ecuaciones precedentes puede derivarse las siguientes expresiones

$$\mathbf{P_{ei} = \frac{100 \times P}{E \times S}} \quad \mathbf{(3)}$$

O bien:

$$\mathbf{P_{ei} = 100 / (\mu \times \epsilon_b)} \quad \mathbf{(4)}$$

- Las ecuaciones **(3)** y **(4)** permiten calcular la Potencia específica en iluminación en distintas situaciones, ya sea que se trate de instalaciones existentes o en etapa de diseño

Tabla 1 Posicion de la eficiencia en iluminacion de la Republica Argentina y de algunas instalaciones del Brasil, respecto de la situacion en Europa y al Estado del Arte

Tipo de instalacion	Potencia especifica de iluminacion (W/m ² x 100lx)
Estado del arte	1,0
Promedio instalaciones Europeas	3,1
Maxima tecnologia disponible en la Argentina	3,5
Promedio de instalaciones Argentinas	6,7
Aeropuerto de San Pablo (Brasil)	5,8
Residencias d S. Miguel de Tucuman	9,7
Instalacion con lampara fluorescente T8, balasto y artefacto convencional sin louver	5,5
Instalacion con lampara fluorescente compacta y artefacto de luz directa/indirecta	6,0
Instalacion con lampara incandescente desnuda	10,0

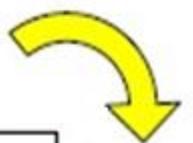
Resumen: Ahorros energéticos por aplicación de nuevas tecnologías



100%



Luminaria tecnología antigua
Fluorescencia estándar
Equipo electromagnético



90%



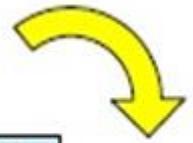
Lámparas de nueva tecnología
TL-D Eco
TL 5 Eco
PLR Eco



70%



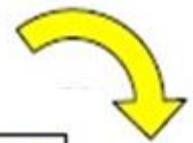
+
Equipos electrónicos
HF-P/HF-D



60%



+
Nuevas tecnologías de luminarias



30%



+
Sistemas de control

Comparativa en alumbrado industrial

Tecnología antigua:

- Vapor de mercurio 250 y 400 W
- Ópticas de bajo rendimiento
- IP sin definir (mayor mantenimiento)
- Consumo por 400 W \rightarrow 424 W

Tecnología nueva:

- Halogenuros metálicos 150 y 250 W
- Ópticas de alto rendimiento
- IP = 65
- Consumo por 250 W \rightarrow 274 W
- Rend. superior de la luminaria = 20%



¡+50%
AHORRO!



Ahorros por cada 1000 Luminarias usadas 4000 horas al año \rightarrow
800.000 KW y 336.000 Tm CO₂ apróx.

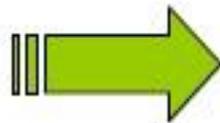
Comparativa en alumbrado de oficinas

Tecnología antigua:

- Balastos electromagnéticos
- Tubos de bajo rend. lumínico y bajo rend. de color
- Luminarias deslumbrantes de bajo rendimiento
- Consumo lum. 4x18 = 112 W



¡+50%
AHORRO!



Tecnología nueva:

- Balastos electrónicos (25% ahorro)
- Tubos TL5 gama 80 (+10% rend. lum.)
- Reproducción cromática > 80
- Pantallas antideslumbramiento y alto rendimiento
- Consumo lum. 4x14 + eficiencias = 55 W



Ahorro por cada 1000 luminarias usadas 4000 horas al año →
238.000 KW y 99.960 Tm CO₂ apróx.

Cambio de luminarias punto a punto*

Parque antiguo



2xTL26W

Luminarias modernas



1xLED 35,0W

AHORROS

51,4%



2xTL18W



1xLED 18,4W

67,1%



1xTL18W



1xLED 12,0W

57,1%

* Para obtener niveles de luz similares en plano de trabajo

SISTEMAS DE CONTROL

Con relación a los sistemas de control, los sensores de movimientos o presencias son de mucha aplicación en los edificios públicos y comercios, generalmente con una iluminación mínima, y al detectar la presencia se alcanza un nivel superior, y que al irse el usuario, desconecta las fuentes encendidas. También hay sensores que trabajan con la luz natural, y vienen programados de tal manera que mantienen un nivel constante de iluminación a medida que desciende la luz natural, aumentando hasta llegar al nivel deseado, por ejemplo 1000 lx, todo el tiempo que se halla programado su ciclo de trabajo. Al día siguiente, mientras haya suficiente luz natural, no enciende, y luego a medida que se va oscureciendo, entran las luces necesarias para alcanzar el nivel preestablecido.

Sistemas de control básicos (oficinas)

AHORROS

Control de Presencia:



50%-30%

Regulación por Luz Natural:



50%-30%

Sistemas de control básicos (naves)

PRESENCIA



AHORROS

50%-30%

LUZ
NATURAL



Controlador y Fococélula para altura 7m



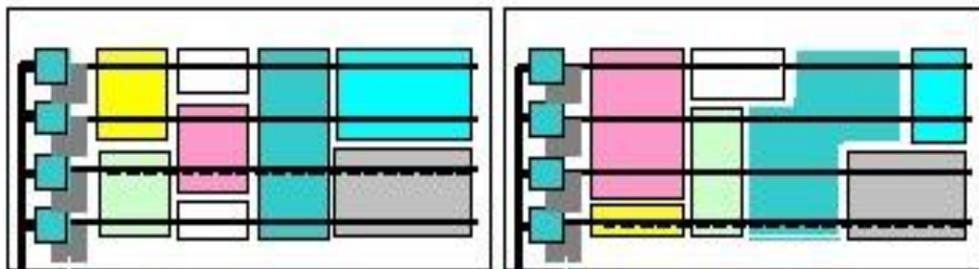
50%-30%

Controles para sistemas de fluorescencia

- Regulación del nivel de iluminación:

- Adaptándolo a la tarea
- Aprovechando el nivel de luz natural
- Por control de presencia
- Programado a voluntad

- Flexibilidad: agrupaciones de alumbrado



- Monitorización del sistema de Iluminación:

- Cálculo de consumos por grupo de alumbrado/luminaria
- Información de fallos por punto de luz

LON-DALI



**LA ENERGIA MAS BARATA Y LA
QUE MENOS CONTAMINA ES
LA QUE NUNCA SE USA**

Muchas Gracias