

**ANÁLISIS DE COSTO / BENEFICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE  
ILUMINACIÓN LED EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE  
ESTRATO 4 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**



Mónica Andrea Sabogal Cruz  
1300939

Director de Trabajo de Grado:  
Ing. Freddy Leon Reyes, M.Ed.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
NOVIEMBRE DE 2015

# **ANÁLISIS DE COSTO / BENEFICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN LED EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ESTRATO 4 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

## **ANALYSIS OF COST / BENEFIT IN THE IMPLEMENTATION OF LED LIGHTING SYSTEMS IN MULTI-FAMILY HOUSING CONSTRUCTION OF STRATA 4 IN THE CITY OF BOGOTA**

Mónica Andrea Sabogal Cruz  
Ingeniera Civil  
Jefe de Compras y Contratación  
Acierto Inmobiliario  
Bogotá, Colombia  
[monisabogal@gmail.com](mailto:monisabogal@gmail.com)

### **RESUMEN**

Con el presente trabajo se muestra un informe que permite identificar las ganancias de implementar un sistema como es la tecnología LED en el hogar, permitiendo tener una clara información de los beneficios que trae al momento de invertir en una vivienda con esta tecnología, no solo con base al costo/ beneficio sino también en una aspecto ecológico que permitirá contribuir con el medio ambiente.

Este documento muestra paso a paso las ventajas y desventajas que tienen el constructor y el cliente final al momento de la implementación de un proyecto con iluminación LED, con esto se podrá identificar si es una buena opción a la hora de invertir en una vivienda de esta clase.

**Palabras Clave:** Iluminación LEDs, Lámpara, Bombillos.

### **ABSTRACT**

In this study a report which identifies the gains of implementing a system such as the LED technology in the home , allowing to have clear information on the benefits that come when investing in a home with this technology is shown , not only with based on cost / benefit but also in an ecological aspect which can contribute to the environment

This document shows step by step the advantages and disadvantages that the constructor and the customer when implementing a project with LED lighting, can identify whether this is a good choice when you afford this class.

**Keywords:** Lighting LEDs , Lamp, Bulbs .

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está introduciendo una tecnología dentro de los dispositivos de iluminación que están generando grandes expectativas. En cuanto a la prestación que ofrece las nuevas lámparas (LEDs). cuyas siglas en ingles provienen de Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz), es un dispositivo semiconductor (diodos) que emite luz policromática (diferentes longitudes de onda) cuando se polariza en directa y circula corriente continua, La introducción de una nueva tecnología se justifica , fundamentalmente, en la obtención de valores más altos de eficiencia energética que los sistemas tradicionales de iluminación, este nuevo modelo de iluminación que genera el mismo valor que la iluminación tradicional con un menor gasto económico y que adicionalmente cuenta con una vida útil mucho más prolongada que la tecnología tradicional , estos punto se vuelven muy importante si tenemos en cuenta que vivimos en una época en la que el aumento del costo de energía y la conciencia ecológica de la sociedad junto a la crisis económica, está animando a cambios estructurales profundos que entre otros muchos efectos , facilitan la implantación de la iluminación LED (Gago, Calderón, & Fraile, 2012).

La situación actual mundial está exigiendo cada vez más tecnología que implique reutilizar productos, que tenga una larga vida útil, que sean sistemas de ahorro tanto económicos como energéticos, este nuevo reto ha empezado a volcar nuestra mirada en sistemas sostenibles que ahorren energía, que sean económicamente viable y que traigan beneficios al medio ambiente.

En Colombia hemos avanzado en este tema, ya que a finales del 2013 era la fecha límite establecida por el Ministerio de Medio Ambiente, para el retiro definitivo de los bombillos incandescentes del mercado colombiano. , empujando a la sociedad y al sector de la construcción a enfocarse en nuevas tecnologías, como los 'focos Ahorradores fluorescentes' y la tecnología LED, llevando al desarrollo de estos nuevos sistemas de iluminación.

En el mundo existen hoy experiencias a gran escala en distintas partes como el principado de Mónaco, cuya iluminación es LED en un 100 por ciento; el metro de París, y el parque Iberapuera y la avenida Paulista, de San Pablo (Brasil), son entre otros algunos de los casos en el ámbito mundial, En Colombia se ha experimentado con esta tecnología en ciudades como Bogotá, Medellín y Bucaramanga desarrollan planes piloto con iluminación LED en zonas como el parque de la 93, la Plaza de Lourdes (parte trasera de la catedral) y la Plaza de Bolívar en la capital del país (“De

qué se trata la luz led - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990,” n.d.), dándonos finalmente datos reales de la utilidad de esta tecnología.

En este artículo, se determinaran no solo el análisis de costos beneficio que esta tecnología representará en proyectos nos solo al momento de la construcción sino adicionalmente estos costos se reflejaran en el consumidor final, que en este caso son las familias que habitaran el proyecto de vivienda multifamiliar en Bogotá dirigido al estrato 4. Y finalmente se pretende mostrar los beneficios ambientales que hacen parte de este sistema de iluminación.

## **1 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1.1 Análisis de los beneficios ambientales del sistema de iluminación LEDs para proyectos de vivienda estrato 4 en la ciudad de Bogotá.**

En la actualidad el consumo energético es uno de los problemas que aqueja al mundo, por esta razón los países están en la búsqueda de reducir la contaminación generada por el consumo energético de los sistemas de iluminación, y una de las alternativas que hoy en día está tomando fuerza es el uso de tecnologías más eficientes como es el sistema de iluminación LED , ya que para su funcionamiento requieren menos energía que las convencionales, lo que se convierte en la ventaja principal si se considera que gran parte de la energía eléctrica se genera mediante centrales hidroeléctricas que dañan la naturaleza y las térmicas que emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Por todas las características expuestas se considera la tecnología LED amigable con el medio ambiente, ya que consume aproximadamente la mitad de energía que necesitan las lámparas tradicionales para funcionar, emitiendo la misma cantidad de iluminación como se muestra en el análisis comparativo entre tecnologías ( Ver tablas 1,2,3). Por ello se realiza un análisis ambiental en 3 puntos claves tratando de mostrar las ventajas y desventajas de estas dos tecnologías de iluminación:

#### **1.1.1 Estudio comparativo lámparas fluorescente vs LED**

Se pretende mostrar los beneficios y características que tienen ambientalmente dos sistemas de iluminación, en este caso la iluminación tradicional con lámparas fluorescentes compactas y las lámparas LEDs, esto con el objetivo de evidenciar la alternativa más favorable para el momento de adquirir la iluminación de la vivienda.

**Figura 1. Lámpara Fluorescente Vs Lámpara LED**



Fuente: <http://ecologiaactual.com/ideas/lamparas-led/>

#### **1.1.1.1 Pérdidas de energía por emisiones de calor**

Para el estudio en análisis se utilizó la unidad térmica británica, BTU (british thermal unit), describe energía en forma de calor, es equivalente a 0.294 vatios. Las lámparas fluorescentes compactas emiten aproximadamente 30 btu's/hora y las de tecnología LED Una de las ventajas que ofrece esta tecnología es que los LEDs no emiten calor, producen aproximadamente 3,4 btu's/hora (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010).

**Tabla 1. Consumo de energía en forma de calor**

<b>LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA</b>	<b>LÁMPARA LEDs</b>
30 btu's/hora	3,4 btu's/hora
8.82 Vatios /hora	0,10 Vatios /hora

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010)

Tomando estos datos referenciales se deduce que utilizando luminarias fluorescentes compacta, se genera pérdidas por emisiones de calor hasta ocho veces más respecto a la tecnología de iluminación LED, permitiendo evidenciar que este cambio en nuestros hogares ayudara a la protección del medio ambiente y a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **1.1.1.2 Efectos del uso de mercurio**

Las lámparas de tecnología LED no contienen mercurio, a diferencia de las fluorescentes ya sean de tubo o compactas, que si requieren de este elemento químico para su funcionamiento. Según los datos de fabricantes las lámparas fluorescentes (ahorradores) pueden contener hasta 5 miligramos de mercurio. Al hablar de lámparas fluorescentes, todas son consideradas peligrosas debido a que contienen ciertas cantidades de mercurio, además de cadmio y plomo. “Se estima que un tubo fluorescente que vierta su contenido (25-30 mg de mercurio) a un acuífero puede dar lugar a la contaminación de unos 30000 litros de agua” (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010). Este punto muestra otra de las ventajas que posee la tecnología LED frente a las lámparas fluorescentes compactas.

### **1.1.1.3 Residuos generados en su elaboración**

Este es el primer y único punto dentro de esta parte del estudio en el que se puede concluir que las lámparas fluorescentes compactas poseen una ventaja sobre la tecnología LED, pues esta nueva tecnología de iluminación posee un disipador de calor construido en aluminio y situado en la parte posterior de la lámpara con el fin de prevenir un sobrecalentamiento de la misma. “El principal problema de contaminación que se encuentra es el proceso de extracción, purificación y procesado de este material, pues requiere un elevado gasto de energía y además da lugar a residuos peligrosos”. Sin embargo, las lámparas de tecnología LED están todavía en proceso de evolución, por ello constantemente encontramos más eficiencia en este tipo de iluminación, lo que reduce más aún la cantidad de calor que se genera durante su funcionamiento, y consecuencia de esto, el tamaño de los disipadores de calor que requieren.

## **1.2 Análisis económico y energético de un sistema de iluminación LED.**

### **1.2.1 Análisis energético**

Se realizó una comparación entre la luminaria LEDs y 2 fuentes luminosas tradicionales diferentes para conocer cuál es el consumo de energía eléctrica de un apartamento, se estimó un promedio de 16 luminarias para cada apartamento con un promedio de uso de energía eléctrica de 8 horas por día.

**Tabla 2. Consumo de energía por unidad residencial**

Descripción	Luminaria LED (w/h)	Halógeno (w/h)	Fluorescente (w/h)
Consumo por unidad residencial	5	20	7
Consumo por hogar (16 fuentes de luz).	80	320	112
Consumo por unidad residencial diario (8 horas).	640	2,560	896
Consumo por unidad residencial semanal.	4,480	17,920	6,272
Consumo por unidad residencial mensual.	17,920	71,680	25,088
Consumo por unidad residencial anual.	215,040	860,160	301,056

Como se evidencia en la Tabla 2, el consumo total de la iluminación por cada unidad residencial al año es evidentemente menor con un diseño de iluminación LED en comparación con las otras fuentes luminosas tradicionales en el mercado colombiano, mostrando un ahorro energético del 75% con respecto a la iluminación halógena y un 29% de ahorro con respecto a la iluminación fluorescente, mostrando claramente el ahorro energético de un diseño de iluminación LED.

En la Tabla 3 se presentan el esquema tarifario aplicado en el mes de octubre de 2015, autorizado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), las cuales fueron aplicadas para representar los costos asociados al consumo de energía de las luminarias en intervalos semestrales o anuales.

**Tabla 3. Tarifas de energía eléctrica (\$/kwh) reguladas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) octubre de 2015**

SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSIÓN 1				
ESTRATO (E)	RANGO DE CONSUMO (kWh-mes)	PROPIEDAD DE CODENSA (\$/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)	PROPIEDAD COMPARTIDA (*) (\$/kWh)
E1	0-CS(+)	173,1882	160,3532	169,8064
	Más de CS	409,8044	376,6637	393,2341
E2	0-CS(+)	216,4853	200,4415	212,2582
	Más de CS	409,8044	376,6637	393,2341
E3	0-CS(+)	348,3337	320,1641	334,2490
	Más de CS	409,8044	376,6637	393,2341
E4	Todo consumo	409,8044	376,6637	393,2341
E5	Todo consumo	491,7653	451,9964	471,8809
E6	Todo consumo	491,7653	451,9964	471,8809

Fuente: Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)

Para el ejercicio utilizamos el estrato 4 propiedad del cliente \$376, 6637 Kw /h – lo convertimos en vatios \$0.3766637 w/h.

Tabla 4. Costo por consumo por unidad residencial en octubre 2015

Descripción	Luminaria LED	Halógeno	Fluorescente
Consumo por unidad residencial mensual.	\$ 6,749.81	\$ 26,999.25	\$ 9,449.74
Consumo por unidad residencial anual.	\$ 80,997.76	\$ 323,991.05	\$ 113,396.87

Fuente: El Autor

Como se puede apreciar en la Tabla 1 y Tabla 4 el consumo eléctrico y económico en la propuesta de diseño de luminaria LED con un alto porcentaje de ahorro, con lo que se logran los objetivos que se establecieron de eficiencia, energética y económica.

El mantenimiento es un aspecto importante en la implementación de esta tecnología ya que la vida útil de las lámparas es un aspecto significativo, lo que produce una nueva inversión representando un gasto económico importante en el que incurre el residente de la vivienda.

Tabla 5. Horas de vida útil de cada luminaria

Descripción	Luminaria LED	Halógeno	Fluorescente
Rendimiento en Horas	50,000	10,000	5,000
Rendimiento (8 horas diarias)	17 años + 45 días	3 años + 155 días	1 años + 260 días

Fuente: Ficha técnica Philips

Analizando la tabla 5, podemos visualizar que la vida útil de una lámpara LED es 6 veces más que la de una halógena, y 17 veces más que la de una lámpara fluorescente. La mayoría de las lámparas LED de interiores tienen una vida medias 50.000 horas. Por tanto, habrá comprado hasta 17 fluorescentes antes de sustituir una LED.

### 1.2.2 Análisis económico

Tabla 6. Horas de vida útil de cada luminaria

Descripción	Luminaria LED	Halógeno	Fluorescente
Costo en pesos (\$) x luminaria	\$14.100	\$2.900	\$9.814



<b>X 16 puntos</b>	225.600	46.400	157.024
--------------------	---------	--------	---------

Podemos apreciar la diferencia de costo por bombillo, pero si comparamos la vida útil compensa notoriamente el ahorro con iluminación LED. Por apartamento tenemos un costo que será recuperado con la vida útil del bombillo.

## **2 RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **2.1 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

Alrededor de un 25 % de la energía que se consume en un hogar va destinada a la iluminación. Gracias a los avances que se realizan en el ámbito de la energía, las bombillas LED (diodo emisor de luz) y las bombillas de bajo consumo, cubren con creces las necesidades de cualquier hogar proporcionando ventajas en el ahorro de la energía.

Realizando la comparación de estos tres sistemas de iluminación podemos ver claramente los beneficios tanto económicos como energéticos, permitiendo tener una visión clara de que tecnología elegir al momento de comprar iluminación para nuestros hogares.

En la primera parte observamos que el ahorro energético del 75% con respecto a la iluminación halógena y un 29% de ahorro con respecto a la iluminación fluorescente, mostrando claramente el ahorro con un diseño de iluminación LED y no solo ahorro para económico sino un ahorro que contribuirá con el medio ambiente.

El consumo con la iluminación de una bombilla LED, se caracteriza porque dura mucho y consume muy poco. De hecho, se estima que tienen una duración aproximada de 50.000 horas, por lo que pueden llegar a durar hasta 20 años. Su precio es más elevado, pero se compensa con el mantenimiento.

## **3 CONCLUSIONES**

La mayoría de países del mundo están apostándole a la tecnología LED, debido a los grandes beneficios que esta presenta en cuanto al consumo energético, larga vida útil, calidad de la iluminación y una nula presencia de componentes contaminantes en su luminaria.

Como resultados se evidencio que la tecnología LED que se encuentra en el mercado es una solución de iluminación eficiente que brinda a los negocios o

proyectos ventajas sostenibles en el tiempo debido a su característica ecológica, ahorro, larga duración y bienestar que genera a los usuarios.

Además de esto se pudo constatar que los productos LED tienen un valor alto en comparación con los precios de los productos convencionales; donde las principales ventajas es el promedio de vida útil que se triplican el tiempo y el consumo entre un 50% a 90% menos de electricidad, lo cual permite amortizar la inversión en el tiempo haciéndolo una inversión segura y rentable.

En Colombia los modelos de iluminación cambien de manera radical en el uso de productos ineficientes como los productos actuales en el mercado y se inclinen por invertir en productos de calidad; que representen no solo estándares internacionales sino, que utilicen tecnologías limpias en su producción y reducción de consumo en su uso. Al ser una debilidad del país se aprecia la gran oportunidad para ser pionero en la región del cambio tecnológico a nivel de iluminación LED, apropiándose de esta tecnología y con ello generar una mejora ambiental y desarrollo en su entorno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Menéndez, J. E. Á. (2013). ILUMINACIÓN LED EN EDIFICIOS INTELIGENTES. LIBRO DE COMUNICACIONES, 2012.

Gago, A., Calderón, A. G., & Fraile, J. (2012). Iluminación con tecnología LED. Editorial Paraninfo.

De qué se trata la luz led - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990. (n.d.). Retrieved August 26, 2015, from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12800889>

Gago, A., Calderón, A. G., & Fraile, J. (2012). *Iluminación con tecnología LED*. Editorial Paraninfo.

Project Institute Management. (2088). A guide to the Project Management Body of Knowlegde V4. Global Standard

M. d. E. y. Minas, «Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público,» Bogotá, Colombia, 2010.