



# **PROYECTO: TECNOLOGÍA LED COMO ALTERNATIVA DE AHORRO ENERGÉTICO**

Presenta: Carlos Adrián Hernández Díaz  
No. De control: A131050204

Carrera: Ing. en Gestión Empresarial

Asesor Docente: Ing. Mario Alberto Quevedo Moran  
Empresa: SMG Global

Pabellón de Arteaga, Ags. Octubre del 2017

## **Agradecimientos**

A Dios por dejarme llegar hasta donde estoy.

A mi familia por esa motivación que me inyectan.

A Armida Ponce, por ser esa maestra y esa persona tan única y tan especial que durante toda la carrera nos estuvo apoyando de manera incondicional.

A Mario Alberto Quevedo quien llego para darme ese último empujón, y quien a través de sus palabras me dio ese último y determinante aire de “si se puede”.

A todos mis maestros de la carrera, quienes ya son parte de mi crecimiento.

Al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y todas las personas que lo componen por todo el conocimiento que me ha proporcionado, y por qué ahora se convierte en mi máxima casa de estudios.

A Cande, simplemente por ser parte de mi vida durante todo este trayecto...

## INDICE

TEMAS	PAGINA
AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
DESCRIPCION DE LA INSTITUCIÓN.....	5
HISTORIA DEL INSTITUTO.....	5
GRADUADOS.....	7
CONVENIO CON EMPRESAS E INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS.....	7
ALUMNOS DESTACADOS.....	8
PROBLEMA A RESOLVER.....	10
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	11
MARCO TEORICO.....	12
EFECTO INVERNADERO.....	14
GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	14
DESCRIPCION DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	16
DESARROLLO.....	17
EL LED.....	17
TIPOS DE LED'S.....	18
VENTAJAS DE LED.....	18
DESVENTAJAS DE LED.....	19
FLUJO LUMINOSO.....	20
CURVA DE DISTRIBUCIÓN LUMÍNICA.....	20
EFICIENCIA LUMINOSA.....	22
EFICACIA LUMINOSA.....	23
TEMPERATURA DE COLOR Y CORRELACIÓN DE CCT.....	23
ELECTRÓNICA BÁSICA.....	24
VOLTAJE O TENSIÓN.....	25
LEY DE OHM.....	25
CORRIENTE ALTERNA.....	25
CORRIENTE DIRECTA.....	26
EFECTOS PSICOLÓGICOS DE LA ILUMINACIÓN.....	26
COMPARACIÓN CON LA ILUMINACIÓN INCANDESCENTE Y FLUORESCENTE.....	28
CONTEO DE LUMINARIAS INSTALADAS.....	31
COMPARACION ENERGETICA.....	33
RESULTADO DE CONSUMO ELECTRICO PARA ILUMINACION....	34
PROPUESTA.....	35
BENEFICIOS                    CON                    MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	43
ENERGIA RENOVABLE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE.....	43
RESULTADOS FINALES.....	46
CONCLUSIONES.....	47
ANEXOS.....	48
BIBLIOGRAFIA.....	49

## **Resumen**

La presente investigación tiene por objeto, estudiar, analizar, y describir la tecnología LED como una alternativa de solución para el ahorro energético dentro del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

El tipo de investigación es de campo con un diseño descriptivo-comparativo.

Se pretende determinar el ahorro de energía, en comparación con la tecnología de iluminación actualmente instaladas en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. Y su impacto llegara a ser beneficioso tanto económica como ecológicamente

La tecnología LEDS es una alternativa de ahorro de energía muy provechosa en los sistemas de alumbrado público, doméstico e industrial con el análisis y cálculo de consumo de energía, se puede determinar un ahorro de la misma hasta de un 30 % en comparación con las luminarias de tipo electromagnéticas y las electrónicas, siendo esta la tecnología existente en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

## **Introducción**

La iluminación artificial se ha considerado un medio y un recurso muy importante para la visión nocturna, no solo en espacios cerrados sino en avenidas, calles, plazas, parque, jardines, etc. Representa un factor muy importante para la seguridad de las personas que transitan o frecuentan estos lugares. La seguridad no solo se enfoca en la iluminación, sino también en la calidad de la misma en los sistemas de alumbrado en general, que, si bien es un factor de suma importancia para la prevención de accidentes, así como para que el usuario este cómodo dentro de un cierto espacio.

A lo largo de este proyecto se propuso una de las tecnologías innovadoras del mundo donde la iluminación será más eficiente y de calidad.

Con esta propuesta lograremos que se cuente con un alumbrado de calidad y eficiencia, donde los estudiantes y personal del instituto puedan disfrutar de este espacio de forma armónica. Se llevó a cabo una investigación de campo, realizando un análisis sobre la situación actual del sistema de alumbrado, sus radios de iluminación, el consumo actual y el consumo que se tendrá con la aplicación de la nueva tecnología, así como el análisis de rentabilidad, recuperación de inversión de dicha aplicación. En base a la información obtenida encontraremos las necesidades de alumbrado con las que cuenta dicho municipio y nos dará la pauta para la realización de nuestra propuesta.

## **Descripción de la Institución**

### **Historia del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga**

#### 1. 2008

- Se logra la donación del terreno de 17 hectáreas de parte de la Señora Miriam Cruz de Barberena y Lic. Martín Andrés Barberena Cruz.
- Iniciamos actividades el primero de septiembre de 2008 (Instalaciones prestadas del CBTa #30).
- Se nombra al primer encargado de la Dirección: Ing. Fernando Medina Pérez.
- Iniciamos la construcción del primer edificio académico.
- (14 aulas y 10 oficinas, así como 1 laboratorio de cómputo, 1 site, 1 biblioteca, 1 sala de maestros, 1 sala de juntas y 1 auditorio).
- Oferta educativa inicial:
- Ing. Mecatrónica, Ing. en Gestión Empresarial e Ing. Logística, esta última, la primera de su tipo en el Estado de Aguascalientes.

#### 2. 2009

- En agosto terminamos la construcción del primer edificio.
- El 19 de octubre el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga contó con su primera Directora, la Lic. Laura Lorena Alba Nevares.

#### 3. 2010

- Ampliamos la oferta educativa ofreciendo la Ingeniería en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Gestionamos la construcción del Laboratorio Multidisciplinario.

- (laboratorios: Manufactura, Eléctrica/Electrónica, Redes, Simulación CAD/CAE/CAM, Hidráulica/Neumática/Mecánica, Físico-Química; además de 1 aula de usos múltiples, SITE de telecomunicaciones y espacios administrativos).

4. 2010

- El día 5 de febrero El Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Lic. Felipe Calderón Hinojosa inauguró las instalaciones del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

5. 2011

- Iniciamos la construcción del Laboratorio de Logística, la primera piedra fue colocada el 10 de noviembre con la presencia del Gobernador Constitucional del Estado de Aguascalientes, el Ing. Carlos Lozano de la Torre.

6. 2012

- Establecimos el Comité de Vinculación del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga (COVITPA), el cual tiene como objetivo beneficiar a la sociedad de Pabellón y está conformado por empresarios de la región, dependencias de gobierno municipal, el sector educativo local y autoridades del Tecnológico.
- El día 12 de marzo de 2013 se eligió la primera sociedad de alumnos representada por Yadira Rodríguez Sánchez.
- Continuamos con la construcción de la segunda etapa del laboratorio multidisciplinario.

7. 2013

- Iniciamos con la construcción de la primera etapa del laboratorio de Logística.

8. 2014

- A inicios de 2014 toma posesión como Director el MC. José Guillermo Batista Ortiz y a mediados de 2014 nombran al Mtro. Humberto Ambriz Delgadillo, actual director.
- Iniciamos con la construcción de la primera etapa del Poli fórum deportivo y la cafetería.

#### 9. 2015

- En enero ampliamos la oferta educativa ofreciendo la carrera de Ingeniería Industrial.
- Iniciamos con la construcción de la primera etapa de la caseta de acceso, la segunda del poli fórum y concluye la construcción del laboratorio de Logística.

#### 10. 2016

- Iniciamos la construcción de la tercera etapa del poli fórum, la colocación de la malla perimetral y del proyecto de seguridad.
- Iniciamos actividades en Jesús María (CONALEP) y Aguascalientes (Cbtis #155)

### **Graduados**

1er Generación	2da Generación	3era Generación	4ta Generación	5ta Generación	6ta Generación	Total
4	34	48	52	28	42	166

### **Convenios con empresas e instituciones públicas y privadas**

- Universidad de Oviedo España
- Praire View A&M y Lone Star College

- INIFAP Aguascalientes
- VANTEC
- Cooper Estándar Automotive
- Manpower
- IBM
- Nissan Mexicana
- Universidad de Durango
- Grupo industrial MAEN
- Productos Farmacéuticos S.A. de C.V (Chinoín)
- Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes ISEA

### **Alumnos Destacados**

- Paloma Nayeli Aguilar Chávez becada y egresada de la escuela Nissan Aguascalientes. Samuel Octavio Quezada Acosta y Jassiel Alvarado Estrada ganadores del Primer lugar en el Torneo Estatal de Derivados (instrumentos financieros que se operan en el Chicago Merchantile Exchange) llevado a cabo en las Instalaciones de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes recibiendo un premio de 1,500 dólares.
- María Susana Hernández Tafoya, Jorge Alejandro Durón Silva y Luis Francisco Macías Flores alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica que obtuvieron el Primer lugar en el Retomaker organizado por la Coparmex del estado de Aguascalientes en el área de robótica el cual tenía como objeto el fomentar el

interés en el desarrollo de proyectos con contenido tecnológico y de innovación en los jóvenes.

- Andrés Esparza Luévano por su excelente participación en el Premio Nacional de Cuento por Twitter 2014, y colocar 2 publicaciones entre las "100 Mejores". Cabe recordar que en el 2012 ya había colocado 3 cuentos entre los mejores 100.
- Marco, José, Susana participantes de la Fase en Línea de la etapa Regional del XXI Evento Nacional de Ciencias Básicas obteniendo el 10o Lugar con lo cual pasaron a la etapa Nacional donde realizaron una decorosa participación.

### **Problema a resolver**

El instituto tecnológico de Pabellón de Arteaga está comprometido con la ecología y se pretende contribuir con el planeta y evitar la afectación del mismo por la acción del efecto invernadero, cambios climáticos, contaminación. Todo esto resuelto del crecimiento demográfico acelerado y demanda y uso desmedido de los recursos naturales, en el cual estamos viviendo actualmente.

### **Objetivo del proyecto**

Implementar y adecuar un sistema de iluminación LED para el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, donde pueda impactar directamente en el consumo de electricidad, generando conciencia en los estudiantes y profesores acerca de la importancia del ahorro energético.

## **Justificación**

El proyecto nace a partir de la situación ecológica actual del planeta, en donde nos hemos visto afectados por el efecto invernadero, cambios climáticos, contaminación. Todo esto resultado del crecimiento demográfico acelerado, demanda y uso desmedido de los recursos naturales, en el cual estamos viviendo actualmente.

A nivel mundial la iluminación representa aproximadamente el 15 % del consumo total del consumo de energía eléctrica. Se estima que en México el consumo energético por iluminación representa aproximadamente el 18% del consumo total de energía eléctrica. Entre 1997 y 2007 el consumo de electricidad para iluminación pública creció considerablemente y se espera que continúe creciendo. Esto se debe principalmente a una alta utilización de focos y equipos de baja eficiencia. Actualmente el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga cuenta con un alumbrado que en su mayoría son lámparas con equipos electrónicos de vapor de sodio, electromagnético (embobinado) de vapor de sodio, vapor de mercurio, y aditivo metálico, en las cuales su consumo de energía eléctrica es muy elevado.

En tiempos como los actuales, en los que la factura energética para comercios, industrias e instituciones supone un gran esfuerzo económico, la tecnología LED se configura como una de las mejores alternativas en materia de iluminación eficiente. Este sistema mejora el rendimiento de las instalaciones de iluminación y permite importante ahorro en la factura energética.

### **Marco teórico:**

La Tierra absorbe radiación solar (de onda corta), principalmente en la superficie, y la redistribuye por circulaciones atmosféricas y oceánicas para intentar compensar los contrastes térmicos, principalmente del ecuador a los polos. La energía recibida es re-emitada al espacio (radiación de onda larga) para mantener en el largo plazo un balance entre energía recibida y re-emitada. Cualquier proceso que altere tal balance, ya sea por cambios en la radiación recibida o re-emitada, o en su distribución en la Tierra, se reflejará como cambios en el clima. A tales cambios en la disponibilidad de energía radiactiva se les conoce como forzamientos radiactivos. Cuando éstos son positivos tienden a calentar la superficie de la Tierra, mientras que un enfriamiento se producirá si el forzamiento radiactivo es negativo.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define el término cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables”, (Artículo 1, párrafo 2).

En los últimos años los modelos climáticos estiman que la temperatura media mundial ha de aumentar entre 1.4 y 5.8° C para el año 2100. Esta proyección utiliza como año de referencia 1990 y parte de la base de que no se adopten políticas para reducir al

mínimo las causas del cambio climático. También toma en cuenta las respuestas climáticas y los efectos de los aerosoles, tal como se entienden actualmente.

Al mismo tiempo, estamos sujetos a cierto grado de cambio climático debido a las emisiones pasadas, hoy acumuladas en la atmósfera. El clima no responde inmediatamente a las emisiones y por consiguiente ha de seguir cambiando durante cientos de años, aun cuando las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan y los niveles de contaminación atmosférica dejen de aumentar.

Algunos efectos importantes del cambio climático, tales como los aumentos previstos de la temperatura media del planeta y del nivel del mar, llevarán incluso más tiempo para manifestarse en toda su extensión. Sin embargo, el aumento en el nivel del mar ya se está produciendo, y 100 millones de personas que viven a menos de un metro de altura sobre el nivel del mar están en riesgo de perder sus casas y sus formas de vida.

El Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. 2006.

La Tierra, al calentarse bajo el influjo de la energía solar que atraviesa su atmósfera, devuelve parte de esta energía al espacio en forma de radiación infrarroja. Los “gases de efecto invernadero” en la atmósfera impiden que la radiación infrarroja escape directamente de la superficie al espacio, en tanto esta radiación no puede atravesar directamente el aire como la luz visible.

El calentamiento global está asociado a un cambio climático que puede tener causas antropogénicas o no. El principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos de parte de la energía que el suelo emite, como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar.

### **Efecto invernadero**

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite la vida en la Tierra. Es causado por una serie de gases que se encuentran en la atmósfera provocando que parte del calor del sol que nuestro planeta refleja quede atrapado, aumentando gradualmente la temperatura promedio del planeta.

El efecto invernadero resulta que el aire es (muy) transparente para la radiación de onda corta y (muy) opaca a la de onda larga. Lo que significa que la atmósfera es un filtro radiactivo, que deja pasar los rayos solares, uno de ellos son absorbidos por la superficie terrestre, que se calientan y en consecuencia emiten radiación de onda larga de nuevo a la atmósfera, que es detenida (absorbida) por la atmósfera terrestre.

El efecto invernadero natural que estabiliza el clima de la Tierra no es cuestión que se incluya en el debate sobre el calentamiento global. Sin este efecto invernadero natural las temperaturas caerían aproximadamente en unos 30 °C; con tal cambio, los océanos podrían congelarse y la vida, tal como la conocemos, sería imposible. Para que este efecto se produzca, son necesarios estos gases de efecto invernadero, pero en proporciones adecuadas. Lo que preocupa a los climatólogos es que una elevación de esa proporción producirá un aumento de la temperatura debido al calor atrapado en la baja atmósfera.

## **Gases de efecto invernadero**

Los gases de efecto invernadero cubren una amplia gama de gases de origen tanto natural como antropogénico. En 1997 se aprobó el texto del Protocolo de Kioto, mediante el cual se controlarán las emisiones de seis gases de efecto invernadero: bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC's), perfluorocarbonos (PFC's) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

## **Descripción detallada de las actividades realizadas**

1. Se realizó en primera instancia la investigación de los siguientes temas:

- El Led
- Tipos de Leds
- Ventajas de Led
- Desventajas de Led
- Flujo luminoso
- Curva de distribución lumínica
- Eficiencia luminosa
- Eficacia luminosa
- Temperatura de color y correlación de CCT
- Electrónica básica
- Voltaje o tensión
- Ley de OHM
- Corriente alterna
- Corriente directa
- Efectos psicológicos de la iluminación
- Comparación con la iluminación incandescente y fluorescente

2. Se visitó el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga para realizar un conteo de luminarias que se encuentran existentes dentro de su infraestructura, así mismo se consultó con el encargado de mantenimiento para poder tener acceso a los recibos de luz del instituto

3. Se realizó un análisis de consumo de energía eléctrica para determinar los consumos promedios de la universidad, con el fin de realizar posteriormente un análisis comparativo contra los de tecnología LED

4. Después se visitaron distintos puntos de venta de luminarias LED, para realizar una comparativa entre precio y marcas existentes en el mercado.

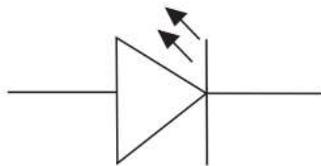
5. En base a lo anterior se realizó la propuesta de luminarias, en el presente proyecto, se indican solamente los productos que se determinaron como mejor opción entre precio, calidad, y tiempo de vida.

6. Se realizó la comparativa energética entre luminarias ya instaladas contra las luminarias LED, de esta manera se determinó el ahorro energético, y el retorno de inversión.

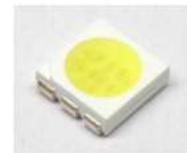
## **Desarrollo**

### **El LED**

El nombre de LED se debe a sus siglas en inglés (Light Emmiting Diode). Este tipo de diodos es muy popular, podemos encontrarlos en diferentes formas, tamaños y colores diferentes. La forma de operar de un LED se basa en un proceso físico interno. En este proceso se libera cierta energía. Esta energía, en el caso de los diodos LED, se irradia en forma de luz, en otros se hace de forma térmica.



**Representación eléctrica del LED**



**Representación física del LED**

Fig. 1 Representación eléctrica de led y representación física

Hasta la actualidad la luz de las lámparas se generaba a base de filamentos convencionales en los que el 90% de la energía se transformaba en calor y se perdía. La tecnología LED hace brillar un cristal por lo que la energía se transforma directamente en luz.

Los LEDS emiten luz difusa, aportando numerosas ventajas a un alcance de diez metros. De este modo, los espacios se iluminan de forma más homogénea sin bruscos contrastes ni aros de luz, lo que permite una mejor orientación y percepción de los detalles. Así mismo, con LEDS se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas otras lámparas.

### **Tipos de led**

SMD: Es un LED de montaje superficial, sus siglas provienen del inglés “Light Emitting Diode Surface Mount Device” y que emite luz cuando es atravesado por una corriente eléctrica generalmente pequeña.

Comúnmente el LED SMD está encapsulado en Resina Semirrígida y provee la más alta relación de Luz vs Consumo eléctrico.



Fig.2 Ejemplo de led

### **Ventajas del LED**

- El calor que se genera es disipado hacia el lado contrario de la luz.
- Es libre de plomo y mercurio lo cual hace al LED un producto ecológico.
- La producción de luz infrarroja es muy baja y no produce luz ultravioleta por lo tanto no atrae a los insectos.

- Un tiempo de vida que puede llegar a las 50,000 h
- Puede controlarse su intensidad y sus colores con diferentes elementos de control electrónico.
- Amplia variedad de tamaños y colores dependiendo su aplicación.
- Permiten la elaboración de dispositivos de iluminación mucho más prácticos y de fácil instalación.
- Puede ajustarse su intensidad en el brillo por medio de modulación en frecuencia.
- Reducción en costos de mantenimiento, ya que no se necesita reemplazarlos constantemente, por lo que el costo de iluminación es mucho menor.
- Fiabilidad y mayor eficiencia energética.
- Mayor resistencia a las vibraciones.
- Mejor visión y percepción de la profundidad y detalles en diversas circunstancias de iluminación.
- Menor disipación de energía.
- Menor riesgo para el medio ambiente.
- Capacidad para operar de forma intermitente de modo continuo.
- Respuesta rápida.
- Emiten luz difusa.

### **Desventajas del LED**

- Su mayor enemigo son las altas temperaturas, a partir de 65° la mayoría de los LED se estropean. No solo debemos vigilar el LED si no la electrónica que lleva asociada, que suele romperse antes que el LED.

- Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo, para ello es vital que los disipadores sean de aluminio y con mucha superficie de disipación. Nos garantizará mayor tiempo de vida de la lámpara.
- El precio en comparación con las convencionales es bastante elevado.
- En potencias grandes a partir de 100W, es muy poco competitivo siendo su coste muy elevado, existiendo otras alternativas como la Inducción Magnética.
- La gran oferta de este tipo de productos hace difícil la elección de compra, se debe tener cuidado con los proveedores seleccionados, existe un gran intrusismo en el sector.
- La percepción de los LED bajo luz solar puede variar en más que la de sus competidores los incandescentes o fluorescentes

### Flujo luminoso

El flujo luminoso  $F$  es la parte de la potencia radiante total emitida por una fuente de luz en todas direcciones y la cual es capaz de afectar el sentido de la vista.

La unidad de medida del flujo luminoso en el sistema Internacional Standard es de Lumen y su símbolo: lm

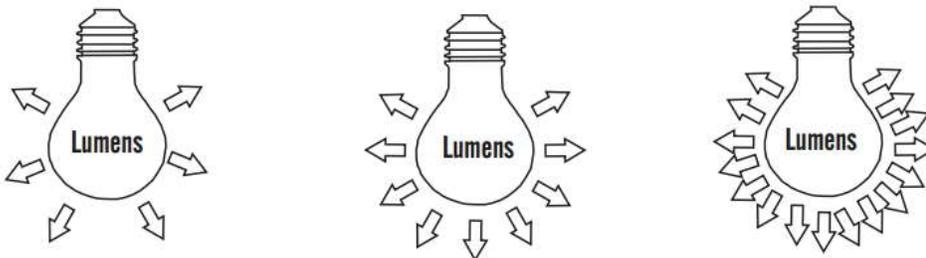


Fig. 3 Ejemplos de flujos luminosos

### Curva de distribución luminosa

Es una curva generalmente polar, la cual representa las variaciones de intensidad luminosa de una lámpara o luminario en un plano.

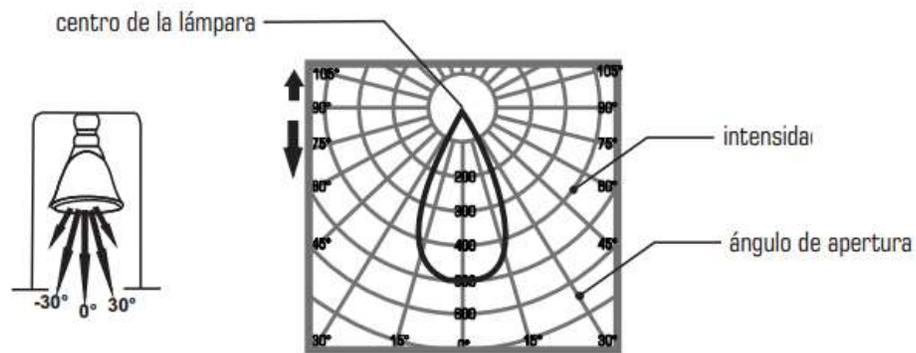


Fig. 4 Ejemplo curva de distribución

Para la realización de la curva fotométrica de una lámpara o luminario se toman en cuenta 2 diferentes distribuciones.

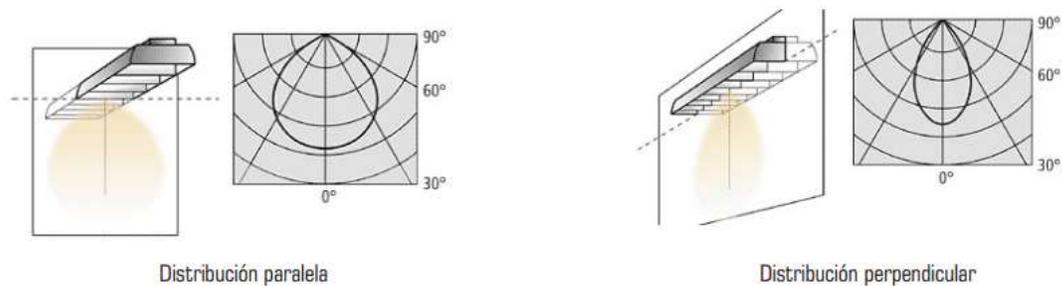


Fig. 5 Ejemplo flujo luminoso en distribución paralela y perpendicular

Simétrica: La distribución luminosa hacia un lado o hacia otro.

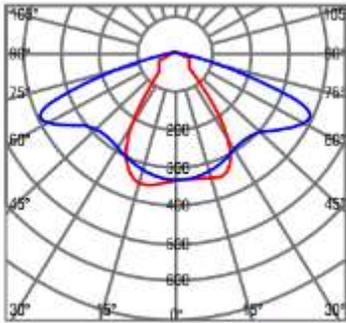


Fig. 6 Ejemplo de curva de distribución simétrica      Fig. 7 Ejemplo de tipo de luminario de distribución simétrica

Asimétrica: La distribución luminosa es diferente hacia un lado.

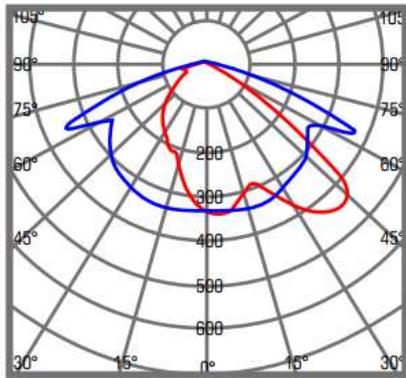


Fig. 8 Ejemplo de curva de distribución asimétrica      Fig. 9 Ejemplo de tipo de luminario de distribución asimétrica

### **Eficiencia luminosa**

Es la relación de flujo luminoso (lúmenes) emitido por un luminario y las lámparas que lo conforman.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Lumens emitidos por la luminaria}}{\text{Lumens emitidos por la(s) lámpara(s)}}$$

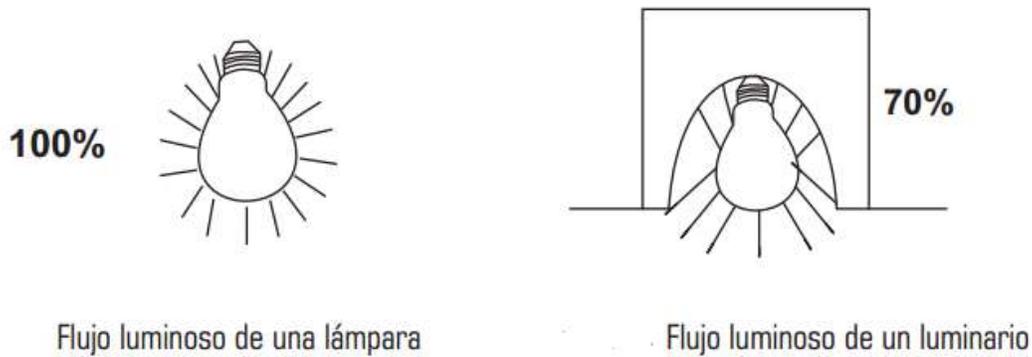


Fig. 10 Diferencia entre flujo luminoso de una lámpara y un luminario

### **Eficacia luminosa**

Es el cociente del flujo luminoso total, emitido en relación a la potencia total de la lámpara.

La unidad de medida es: Lúmenes sobre watt (lm/W)

La apariencia de color de un objeto será diferente cuando es iluminado por diferentes fuentes de luz. El Índice de Reproducción de Color indica que tan bien una fuente de luz reproduce el color de una persona o un objeto comparado con una referencia. El CRI de la luz solar es de 100 y el del LED está por arriba de los 70.

### **Temperatura del color (CT) y correlación de temperatura del color (CCT)**

La Temperatura de Color (CT) es medida en grados Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ). Los grados Kelvin son una medida de temperatura, esta medida se relaciona con la iluminación por el siguiente fenómeno: Pensemos en una pieza de metal, conforme se va calentando, va cambiando de color (rojo, naranja, amarillo, hasta un tono blanco intenso) en base a este fenómeno funcionan los focos incandescentes. En una pieza de tungsteno se presenta prácticamente el mismo fenómeno.

En base a lo anterior, la comparación de los colores del espectro de luz visible con los colores que se producen a las diferentes temperaturas de calentamiento del metal, es a lo que llamamos Temperatura del Color.

\*Debajo de 3200 K se considera cálido (tono amarilloso)

\*Entre 3200 y 4000 K se considera neutro

\*Arriba de 4000 K se considera frío (tono azuloso)



Fig. 11 Escala de temperaturas Kelvin

Para las lámparas Fluorescentes o de Alta Intensidad de descarga (HID) el valor es aproximado o simulado, ya que el fenómeno que se presenta al calentar el metal no irradia los colores que producen estas lámparas por lo tanto a este valor se le llama Correlación de Temperatura de Color (CCT).

La Temperatura de Color de las lámparas es independiente de su CRI, ya que para hacer una comparación objetiva del CRI de dos fuentes de luz, es preferible que ambas fuentes posean la misma temperatura de color.

## **Electrónica básica**

La corriente eléctrica

Lo que conocemos como corriente eléctrica, no es otra cosa que el flujo de electrones a través de un circuito eléctrico cerrado; la unidad de medida de la corriente es el Amperio (A).

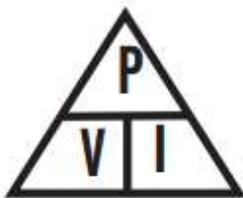
### **Voltaje o tensión**

El voltaje, tensión es la aceleración de los electrones en un circuito eléctrico cerrado para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

La unidad de medida del voltaje es el Voltio.

### **Ley de OHM**

Toda corriente que circula por un circuito es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia de dicho circuito.



$$V = I \times R \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

Ecuaciones de ley de ohm

$$P = I^2 \times R \quad P = V \times I$$

Fórmulas para el cálculo de la potencia

Fig. 12 Formulas para cálculo de potencia, voltaje y amperaje

### **Corriente alterna**

La corriente alterna (como su nombre lo indica) circula durante un tiempo en un sentido y después en sentido opuesto, volviéndose a repetir el mismo proceso en forma constante.

Este tipo de corriente es la que nos llega a nuestras casas (120 V) y la usamos para alimentar la TV, el equipo de sonido, la lavadora, la refrigeradora, etc.

Para referirse este tipo de corriente suele utilizarse la siguiente nomenclatura:

**Vac,  $V\sim$  ó Vca**

### **Corriente continua o directa**

La corriente continua es el resultado del flujo de electrones por un conductor que va del terminal negativo al terminal positivo de una batería.

Circula en una sola dirección, pasando por una carga. La corriente continua no cambia su magnitud ni su dirección con el tiempo.

Para referirse este tipo de corriente suele utilizarse la siguiente nomenclatura:

**Vdc,  $V\text{---}$  ó VCD**

### **Efectos psicológicos de la iluminación**

En aspecto psicológico destacable en lo que se refiere a los niveles de iluminación es el comportamiento humano, a mayor temperatura de color de nuestras fuentes luminosas, mayor estimulación se produce en nuestros sentidos. Un lugar iluminado con 180 o 100 Lux automáticamente “sugiere” la necesidad de bajar el tono de voz creando un clima más íntimo, mientras que en el mismo sitio iluminado con luces más intensas nos dan la sensación de estar en un lugar más abierto y por lo tanto nuestro tono de voz, así como nuestro comportamiento es más activo.

La apariencia en color de las lámparas viene determinada por su temperatura de color ordenada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz:

- Luz fría para las que tienen un tono blanco azulado
- Luz neutra para las que dan luz blanca
- Luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo

A pesar de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá una instalación a los usuarios, el nivel de iluminancia (lux), también desempeña un papel importante en la elección.

El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el Índice de Rendimiento del Color (ICR) que compara la reproducción de una muestra iluminada con una fuente de luz de referencia. Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo de energéticos.

Después de tener en cuenta la importancia de las lámparas en la reproducción de los colores de una instalación, nos queda ver otro aspecto no menos importante: la elección del color de suelos, paredes, techos y muebles. Aunque la elección del color de estos elementos viene condicionada por aspectos estéticos y culturales básicamente, hay que tener en cuenta la repercusión que tiene el resultado final en el estado anímico de las personas. Los tonos fríos producen una sensación de tristeza y reducción del espacio, aunque también pueden causar una impresión de frescor que los hace muy adecuados para la decoración en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario.

Se asocian de exaltación, alegría y amplitud del espacio y dan un aspecto acogedor al ambiente que los convierte en los preferidos para los climas cálidos.

De todas maneras, a menudo la presencia de elementos fríos (bien sea la luz de las lámparas o el color de los objetos) en un ambiente cálido o viceversa ayudarán a hacer más agradable y/o neutro el resultado final.

### **Comparación con la iluminación incandescente y fluorescente**

La obtención de una alta eficiencia energética basada en la tecnología LED se asienta principalmente en los siguientes puntos:

A su geometría óptica adecuada, es decir, su dimensión reducida y el hecho de que irradian en uno de los hemisferios permiten optimizar la geometría óptica de forma relativamente simple y extremadamente eficaz, maximizando de esta forma el factor de utilización, o sea, la capacidad de convertir el flujo luminoso en iluminación útil en el plano que se pretende iluminar (cuantificando lux/lm).

Lo cual se traduce en una reducción del consumo energético, ya que en comparación con la tecnología de lámparas fluorescentes, son necesarios menos lúmenes para alcanzar los mismos niveles de iluminación.

El otro punto es su espectro luminoso optimizado. Una de las grandes ventajas en la utilización de la tecnología LED está en el hecho de que su respuesta espectral está sintonizada con la sensibilidad del ojo humano en la región mesópica, lo que pretende de forma clara y significativa su desempeño.

La luminaria fluorescente, también denominada tubo fluorescente, es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial.

La gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética, alcanza a los 104 Lm/W, pero los Leds de luz blanca con una eficiencia luminosa de 150 lm/W, utilizando para ello una corriente de polarización directa de 20Am; es aproximadamente 1,7 veces superior a la de la lámpara fluorescente con prestaciones de color altas (90 lm/W) y aproximadamente 11,5 veces la de una lámpara incandescentes (13 lm/W).

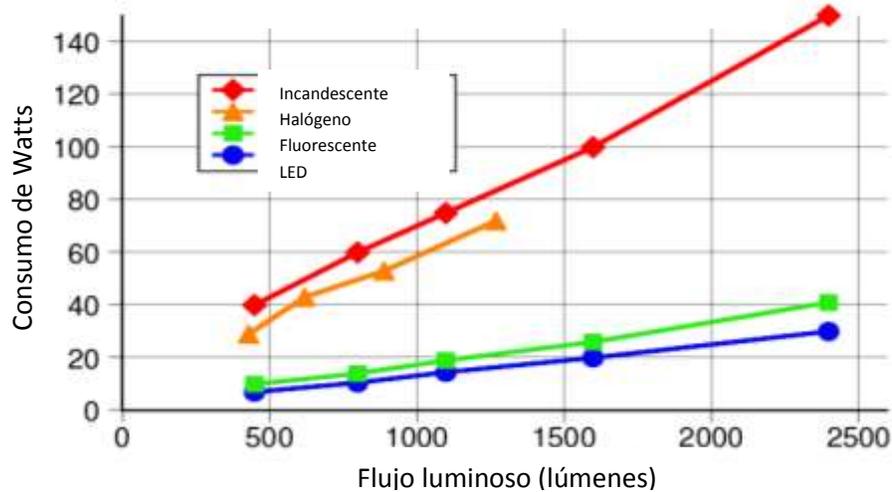
Su eficiencia es incluso más alta que la de la lámpara de vapor de sodio de alta presión (132 lm/W), que está considerada como una de las fuentes de luz más eficientes. Otra gran es que tienen una larga vida útil, superior a las 8000 horas que en las lámparas LED llega a ser de 50,000 horas. Pero, el uso de las lámparas y tubos fluorescentes tiene implicancias ambientales, ya que contienen Mercurio, un potente contaminante.

Cada lámpara contiene miligramos de dicho metal. Con todo esto, un estudio técnico realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) sobre un total de 600 lámparas fluorescentes de las denominadas de bajo consumo, de distintas marcas, permitió determinar que en gran parte de los casos no consumen menos que las bombitas incandescentes, iluminan poco y duran menos que lo que prometen en sus empaques.

La iluminación con Leds presenta indudables ventajas: fiabilidad, mayor eficiencia energética, mayor resistencia a las vibraciones, mejor visión ante diversas circunstancias de

iluminación, menor disipación de energía, menor riesgo para el medio ambiente, capacidad para operar de forma intermitente de modo continuo, respuesta rápida, etc.

Asimismo, con Leds se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas de las lámparas utilizadas hasta ahora, que tienen filtros para lograr un efecto similar (lo que supone una reducción de su eficiencia energética). Todo ellos pone de manifiesto las numerosas ventajas que los Leds ofrecen.



Grafica 1: Relación Watt-lumen por tipo de luminaria

### Conteo de luminarias instaladas

Se realizó un conteo de luminarias dentro del instituto obteniendo los siguientes resultados de equipo instalado:

	<b>EDIFICIO A CENTRAL</b>	<b>EDIFICIO B SALONES</b>	<b>EDIFICIO C SALA DE JUNTAS</b>	<b>EDIFICIO DE SALONES DE LOGISTICA</b>	<b>EDIFICIO E COOPERATIV A</b>	<b>TOTALES</b>
TUBULAR T5 28w 120cm	441	198	28	324	10	<b>1001</b>
TUBULAR T5 14w 60cm	0	226	0	0	0	<b>226</b>
FOCO FLUORESCENTE 25w E26	72	70		68	0	<b>210</b>
REFLECTORES HALCON 450w E39	4	0	0	0	1	<b>5</b>
ARBOTANTES 150w E26	6	21	0	0	0	<b>27</b>
REFLECTORES DE MURO 250w E39	0	0	0	4	0	<b>4</b>

EMPOTRADOS AL PISO 100w E39	0	0	4	0	0	4
CAMPANAS INDUSTRIALES E39 120W	0	12	0	0	0	12
DICROICO E26 100w	0	0	0	2	0	2
POSTE 150w E39	0	0	2	0	0	2

Cuadro. 1: Conteo de luminarias

En base a los totales de los equipos de iluminación instalados en la universidad podemos deducir horas de uso aproximadas, y el total de watts por tipo de luminaria, y se presenta en la siguiente tabla:

	WATTS	CANTIDAD INSTALADAS	TOTAL WATTS/HORA POR TIPO DE LUMINARIA	HORAS DE USO	TOTAL WATTS/DIA POR TIPO DE LUMINARIA
TUBULAR T5 120cm	28	1001	28028w	6	168168w
TUBULAR T5 60cm	14	226	3164w	6	18984w
FOCO FLUORESCENTE E26 BN	25	210	5250w	6	31500w
REFLECTORES HALCON E39	450	5	2250w	10	22500w
ARBOTANTES E26	100	27	2700w	10	27000w
REFLECTORES DE MURO E39	250	4	1000w	10	10000w
EMPOTRADOS AL PISO E39	100	4	400w	10	4000w
CAMPANAS INDUSTRIALES	120	12	1440w	10	14400w

E39					
DICROICO E26	70	2	140w	6	840w
POSTE E39	150	2	300w	10	3000w
		<b>TOTAL WATTS/HORA</b>	<b>44672w</b>	<b>TOTAL WATTS/DIA</b>	<b>300392w</b>
				<b>TOTAL Kw/DIA</b>	<b>300.392kW</b>

Cuadro. 2: Total consumo de watts por día instaladas actualmente

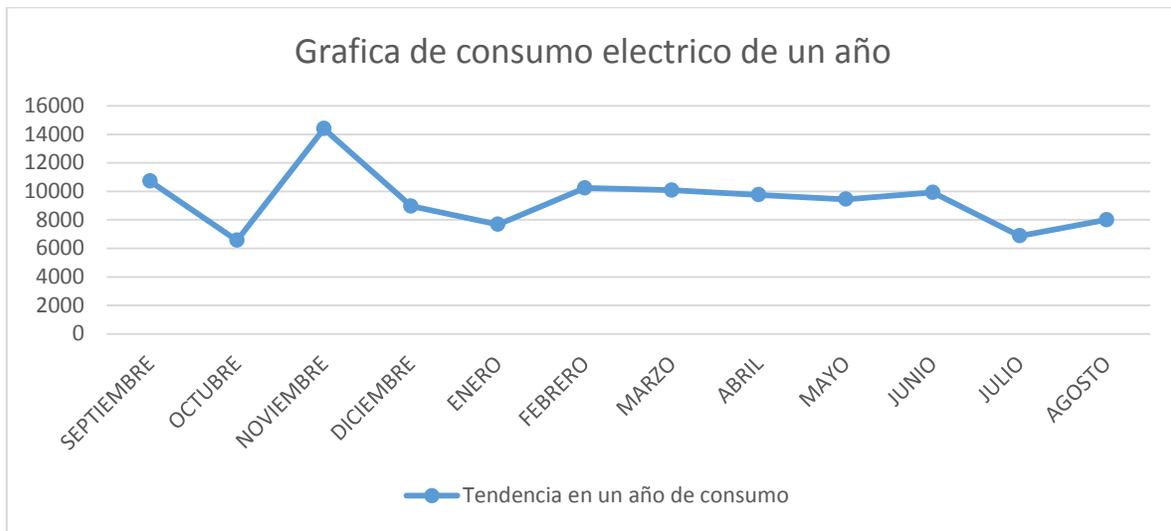
### Comparación energética

Para realizar el comparativo energético se tuvo que solicitar a la universidad su último recibo de CFE para realizar el promedio de consumo de energía. Se obtendrá también la media del costo por kilowatt para determinar retorno de inversión.

AÑO	MES	CONSUMO TOTAL Kw	PRECIO POR Kw	MEDIO	IMPORTE
2015	SEPTIEMBRE	10720	\$	1.12	\$ 11,994.61
	OCTUBRE	6560	\$	1.09	\$ 7,134.00
	NOVIEMBRE	14400	\$	1.56	\$ 22,459.68
	DICIEMBRE	8960	\$	1.68	\$ 15,049.22
	ENERO	7680	\$	1.91	\$ 14,702.59
	FEBRERO	10240	\$	1.70	\$ 17,425.41
	MARZO	10080	\$	1.67	\$ 16,832.59
	ABRIL	9760	\$	1.78	\$ 17,364.99

2016	MAYO	9440	\$ 1.78	\$ 16,841.90
	JUNIO	9920	\$ 1.67	\$ 16,533.66
	JULIO	6880	\$ 2.11	\$ 14,520.24
	AGOSTO	8000	\$ 2.05	\$ 16,412.00
	<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>112,640 Kw</b>	<b>\$ 1.68</b>	

Cuadro. 3: Consumos del último año de la universidad



Grafica 2: Consumo de un año

### Resultados de consumo eléctrico para iluminación

Se tomó solo en cuenta los últimos 12 meses documentados para determinar el promedio diario de consumo eléctrico.

De septiembre del 2015 a agosto del 2016 tienen un consumo total de:

**112,640 Kw**

Y su consumo promedio diario:

**308.60 Kw/día**

Con un costo promedio de **\$1.68 pesos/kW**

En base al análisis de horas de uso, se deduce que la universidad actualmente tiene un consumo eléctrico solo de iluminación de:

**300.392 Kw/día**

Lo que supone un **96% de consumo en iluminación del total promedio diario.**

### Propuesta

En base a lo ya descrito, se hizo una búsqueda de los productos que podrían sustituir a los elementos ya instalados, obteniendo las siguientes propuestas.

Luminaria/modelo/ características	Imagen	Costo	Cant.	Costo total
T5D120-LED/20W/65 Lumens: 1750lm Potencia: 20w Volts: 100-127v Temperatura: 6500 k IRC: 80 Tipo de base: G5 Angulo de apertura: 100° Dimensiones: 1149mmX18mm		\$439.00+IVA	1001	\$439,439.00+ IVA
T5D60-LED/10W/65 Lumens: 850lm Potencia: 10w Volts: 100-127v Temperatura: 6500 k IRC: 80 Tipo de base: G5 Angulo de apertura: 100° Dimensiones: 549mmX18mm		\$255.00+IVA	226	\$57,630.00+ IVA
Foco A19-				

<p>LED/10W/40 (SUSTITUYENDO A LOS FOCOS FLUORESCENTES) Lúmenes: 800 lm Potencia: 10 W Volts: 100-240 V Temperatura de color: Blanco frío 4 000 K IRC: 80 Tipo de base: E27 Ángulo: 220° Dimensiones de producto: 60 x 110 mm</p>		<p>\$96.00+IVA</p>	<p>210</p>	<p>\$20,160.00+IVA</p>
<p>Reflector LQ-LED/006 (SUSTITUYENDO A LOS REFLECTORES HALCON) Lúmenes: 7 000 lm Potencia: 200w Volts: 85-265V Temperatura de color: 6000K IRC: 80 Tipo de base: Sobreponer Angulo: 160° Dimensiones del producto: 325x520x181.5mm IP: 65</p>		<p>\$2,721.00+IVA</p>	<p>5</p>	<p>\$13,605.00+IVA</p>
<p>Reflector de muro 100w Lúmenes: 5000 lm Potencia: 80w Volts: 85-265V Temperatura de color: 6000K IRC: 80 Tipo de base: Sobreponer Angulo: 160° Dimensiones del producto:</p>		<p>\$2,758.00+IVA</p>	<p>4</p>	<p>\$11,032.00+IVA</p>

325x520x181.5mm IP: 65				
LUMINARIO REFLECTOR-OU7005- (Sustituyendo a los arbotantes del edificio B) Lúmenes: 700 lm Potencia: 9 W Volts: 127 V Temperatura de color: Blanco neutro IRC: 80 Ángulo: 90° Dimensiones de producto: 274mm x 113 mm		\$1,444.17	21	\$30,327.51+ IVA
FRAGATA LED PARA EMPOTRAR-OU3016 Lúmenes: 428 lm Potencia: 9 W Volts: 127 V Temperatura de color: Blanco neutro IRC: 80 Ángulo: 165° Dimensiones de producto: 167x195x125mm		\$1,837.07	4	\$7,348.00+ IVA
PAR ELEMENTAL-42838 (Adaptación de arbotantes del Edificio A y focos dicróicos) Lúmenes: 840 lm Potencia: 12 W Volts: 120-277 V Temperatura de color: Blanco frío 6500 K IRC: 80 Tipo de base: E27 Ángulo: 24°		\$280.62	8	\$2,244.96+ IVA
Luminaria industrial				

<p>LI05 LED (SUSTITUYENDO A LAS CAMPANAS INDUSTRIALES) Lúmenes: 4000 lm Potencia: 50W Volts: 120-277 V Temperatura de color: Blanco frío 5000 K IRC: 70 Tipo de base: Suspendido Ángulo: 24° Dimensiones del producto: 273x505x500mm</p>		<p>\$3,715.00+IVA</p>	<p>12</p>	<p>\$44,580.00+IVA</p>
<p>Punta de poste Europea Led Lúmenes: 6597 lm Potencia: 70W Volts: 110-277 V Temperatura de color: Blanco frío 5000 K IRC: 70 Tipo de base: Entrada para punta de poste de 2" Ángulo: 200° IP: 65 Dimensiones del producto: 700x60x520mm</p>		<p>\$7,760.00+IVA</p>	<p>2</p>	<p>\$15,520.00+IVA</p>
		<p>SUBTOTAL</p>		<p>\$641,886.47</p>
		<p>IVA</p>		<p>\$102,701.83</p>
		<p>TOTAL</p>		<p>\$744,588.30</p>

Cuadro. 4: Propuestas

Se anexa un cuadro de equivalencias el cual fue utilizado para determinar el nivel de watts de las luminarias a instalar

### Tabla de equivalencia LED vs. Iluminación tradicional

LUMENES Cantidad de luz que emite	LED	Incandescentes y Halógenos	Fluorescentes	Tubos Fluorescentes	Aditivos Metálicos	Vapor de Sodio
80 - 120	2 W	20 W				
120 - 250	3 W	35 W				
280 - 380	5 W					
360 - 450	6 W	50 W	9 W			
450 - 700	7 W					
700 - 850	9 W	60 W	13 W			
	10 W					
800 - 950	12 W	70 W	14 W			
950 - 1 050	13 W		15 W			
1 100 - 1 300	15 W	90 W	20 W	14 W		
1 300 - 1 800	18 W	100 W	26 W	17 W		
	20 W			21 W		
1 800 - 2 100	25 W	200 W		28 W		
2 100 - 2 700	30 W	250 W		32 W	60 W	70 W
2 700 - 4 000	50 W	300 W	45 W	36 W	100 W	100 W
4 000 - 7 500	80 W	400 W	65 W/100 W	40 W	120 W	150 W
7 500 - 10 000	100 W	500 W		54 W	175 W	250 W
10 000 - 12 000	120 W				250 W	
12 000 - 15 000	150 W					
15 000 - 20 000	200 W				400 W	400 W

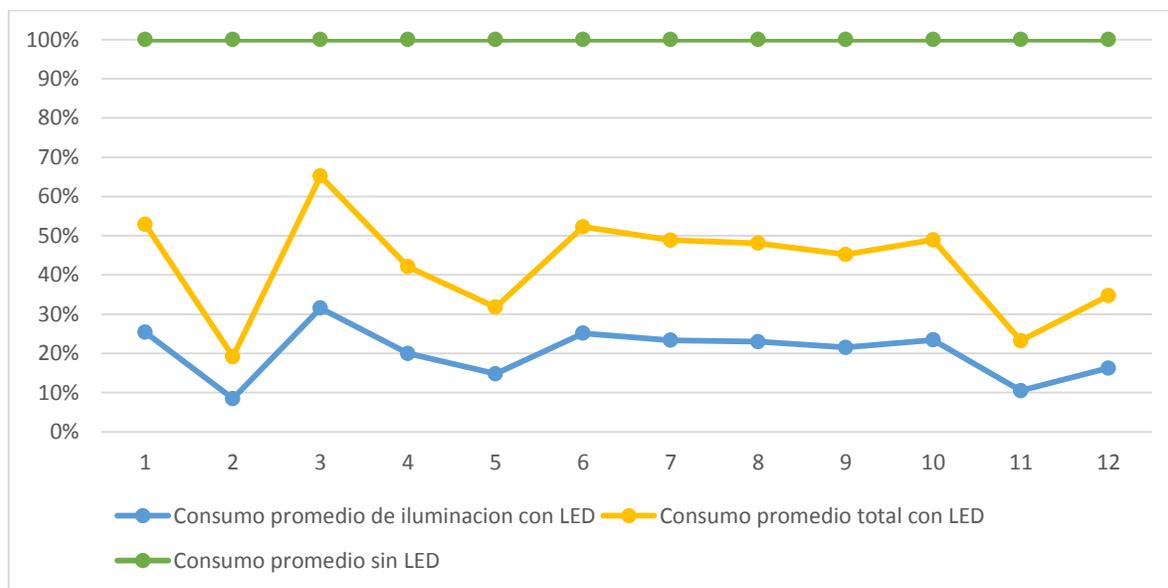
\*Los lúmenes y watts son valores aproximados y de referencia solamente. Éstos pueden variar de acuerdo al tipo de producto.

Fig. 13: Tabla de equivalencias Led vs iluminación tradicional

Se realiza el siguiente cuadro para determinar los kilowatts de uso con tecnología LED

TIPO DE LUMINARIA	WATTS/HORA	CANTIDAD	HORAS DE USO	TOTAL WATTS POR TIPO DE LUMINARIA
T5 120cm	20	1001	6	120120
T5 60cm	10	226	6	13560
Foco A19	10	210	6	12600
Reflector LQ-10	200	5	10	12000
Reflector de muro	100	4	10	4800
Luminario reflector	9	21	10	2268
Empotrado al piso	9	4	10	432
Dicroicos	12	8	10	1152
Luminario Campana	50	12	6	3600
Punta de poste	70	2	10	140
			<b>TOTAL WATTS/DIA</b>	<b>170,672w</b>
			<b>TOTAL Kw/DIA</b>	<b>170.67Kw</b>

Cuadro. 5: Consumos con tecnología Led propuesta



Grafica 3: Comparativo de consumo LED y consumo con iluminación convencional

Ahora se realiza análisis costo/beneficio

	<b>HORAS DE USO</b>	<b>HORAS DE USO AL AÑO</b>	<b>HORAS DE VIDA UTIL SEGÚN FABRICANTE</b>	<b>VIDA UTIL SEGÚN FABRICANTE EN AÑOS</b>	<b>VIDA UTIL EN AÑOS/USO</b>
TUBULAR T5 120cm	6	2190	25000	2.85	11
TUBULAR T5 60cm	6	2190	25000	2.85	11
FOCO FLUORESCENTE E26 BN	6	2190	15000	1.71	7
REFLECTORES HALCON E39	10	3650	50000	5.71	14
ARBOTANTES E26	10	3650	25000	2.85	7
REFLECTORES DE MURO E39	10	3650	50000	5.71	14
EMPOTRADOS AL PISO E39	10	3650	50000	5.71	14
CAMPANAS INDUSTRIALES E39	6	2190	20000	2.28	9
DICROICO E26	10	3650	25000	2.85	7
POSTE E39	10	3650	50000	5.71	14

Cuadro. 6: Comparativo de vida útil

### Resultados de análisis LED

	<b>CONSUMO APROXIMADO DIARIO</b>	<b>PRECIO PROMEDIO/Kw</b>	<b>TOTAL COSTO DIARIO</b>	<b>COSTO APROXIMADO Kw/AÑO</b>
<b>Luminarias actuales</b>	300,39Kw	\$ 1,68	\$ 504.66	\$ 184,200.37
<b>Luminarias propuestas</b>	170,67Kw	\$ 1,68	\$ 286.73	\$ 104,654.84

Cuadro. 7: Comparativo costo luminarias actuales contra Led

<b>INVERSION PARA COMPRA DE LUMINARIAS</b>	<b>\$ 641.886,47</b>
<b>MATERIAL EN GENERAL</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 30.000,00</b>
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>\$ 681.886,47</b>
<b>RETORNO DE INVERSION (TOTAL DE INVERSION/ COSTO Kw POR AÑO)</b>	<b>6.13 AÑOS</b>

Cuadro. 8: Retorno de inversión

	<b>CONSUMO DE Kw ANUAL APROXIMADO</b>	<b>AHORRO EN kW CON TECNOLOGIA LED ANUAL</b>	<b>FACTOR DE EMISION* (Kg de CO2eq**/Kwh)</b>	<b>Kg DE CO2eq** NO EMITIDOS A LA ATMOSFERA ANUALMENTE</b>
<b>LUMINARIAS ACTUALES</b>	109642.35	47347.8	0.385	18,228.903
<b>LUMINARIAS PROPUESTAS</b>	62294.55			

Cuadro. 9: Calculo de CO2 no emitidos a la atmosfera

\* *El sector energético comprende, principalmente:*

- *Explotación de fuentes primarias de energía*
- *Producción y transformación de fuentes primarias de energía en fuentes secundarias en refinerías y plantas generadoras de electricidad.*
- *Distribución de energía*
- *Consumo final energético*

\*\* *La cuantificación de emisiones se lleva a cabo para los principales gases de efecto invernadero emitidos durante la combustión. En este proceso, se emite inmediatamente como CO2. Adicionalmente se emite carbono en formas como monóxido de carbono (CO), metano (CH4), óxido de nitrógeno (N2O), y otros compuestos orgánicos volátiles (COV). Con el fin de homologar el efecto invernadero de estos gases, las emisiones de gases no-CO2 pueden expresarse en términos de CO2 equivalente (CO2e).*

## **Beneficios con módulos fotovoltaicos**

Desarrollo Sustentable: Es un concepto dinámico y evolutivo, rico de múltiples dimensiones y sujeto a interpretaciones variadas que, partiendo de modos de vida y de culturas locales, tiende hacia la visión de un mundo diferente, y que constituye el más grande reto de la humanidad para el nuevo siglo.

En el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga hacer realidad esta abstracción solo se conseguirá desarrollando las capacidades de los particulares y las sociedades que trabajaran para un futuro viable en un proyecto que por esencia compete a la educación, el agente determinante en la transición en el desarrollo sustentable, por su poder de desarrollar las capacidades de las personas y de transformar en realidades sus aspiraciones.

¿Porque sustentabilidad en México para el medio ambiente?

- Es muy probable que el clima de México sea entre 2 y 4°C más cálido para el 2050-2080, principalmente en la parte más continental del norte de México.
- Para invierno, es muy probable tener reducciones en precipitación cercanas a 15% en regiones del centro de México, y de menos de 5% en la zona del Golfo de México para el mismo período.
- En verano las lluvias podrían disminuir hasta 5% en la parte centro de México.
- Se proyectan retrasos en el inicio de las lluvias, con una extensión de la temporada de lluvias hacia los meses de otoño para gran parte del país.

### **Energía renovable para el desarrollo sustentable**

Anticipándose a esto el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga planea utilizar módulos fotovoltaicos.

Ya se tiene en víspera una instalación de 33 módulos de 310Kw lo cual estará asegurando una producción de 47.05Kw diarios, el cual es equivalente solamente al 15.66% del consumo actual de la universidad.

Si lo aunamos al proyecto de Tecnología LED como alternativa de ahorro energético obtenemos los siguientes resultados

<b>Consumo promedio diario actual (Kw)</b>	<b>308.6 Kw</b>
<b>Promedio generación de módulos/ahorro de LED (Kw)</b>	<b>176.77 Kw</b>
<b>Total, consumo previsto por día (Kw)</b>	<b>131.83 Kw</b>
<b>Total, pago promedio previsto diario</b>	<b>\$221.47 mxn</b>
<b>Total, pago promedio previsto anual</b>	<b>\$80,838.156 mxn</b>
<b>Kg DE CO<sub>2</sub>eq** no emitidos a la atmósfera anualmente</b>	<b>167,587.14 Kg</b>

Cuadro.10: Resultados combinados con beneficios de módulos fotovoltaicos

*\*\* La cuantificación de emisiones se lleva a cabo para los principales gases de efecto invernadero emitidos durante la combustión. En este proceso, se emite inmediatamente como CO<sub>2</sub>. Adicionalmente se emite carbono en formas como monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), y otros compuestos orgánicos volátiles (COV). Con el fin de homologar el efecto invernadero de estos gases, las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> pueden expresarse en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e).*



## POSTES DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.

ANTIGUO CAMINO A LA CAPILLA 1980-310  
 COLONIA LA CAPILLA, CP 45870  
 INTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS, JALISCO  
 R.F.C. POC-140213-PN4

PRE-COTIZACION PARA:

ATN CARLOS HERNANDEZ

FECHA 30 NOV 2016 VIGENCIA

PARTIDA	CONCEPTO	PIEZAS	PRECIO U.	IMPORTE	TIEMPO DE ENTREGA
1	POSTE CONICO POLIGONAL DE 20 MTS DE ALTURA TIPO RAFAGA 20-02, FABRICADO EN PLACA 3/16" DE ESPESOR EN DOS SECCIONES, CON DIAMETRO EN LA BASE DE 17.32" Y DIAMETRO EN LA CORONA DE 5.12" PARA MONTAJE DE HASTA 7 LUMINARIAS PARA SOPORTAR VIENTOS DE HASTA 150 KM/H, INCLUYE ESCALON TIPO DESMONTABLES, REGISTRO PARA CONEXIONES PLACA BASE DE 0.62 MT X 0.62 MT Y 1,3/4" DE ESPESOR, CON 4 ANCLAS DE 2.00" DE DIAMETRO X 2.00 MTS CON 2 TUERCAS CIJ, TERMINADO EN PRIMARIO ROJO OXIDO CON UN PESO DE 1,016 KG	4	\$ 36,356.00	\$ 145,424.00	5 A 6 SEMANAS
2	CANASTILLA TIPO FRONTAL PARA SOPORTAR HASTA 7 LUMINARIAS EN DOS NIVELES, FABRICADO EN ANGULO, REJILLA Y ACCESORIOS CORRESPONDIENTES, TERMINADO EN PRIMARIO ROJO OXIDO  PRECIOS LAB GUADALAJARA SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  CONDICIONES 50% ANTICIPO Y 50% CONTRA AVISO DE EMBARQUE  TERMINADO GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE AUMENTAR UN 35%	4	\$ 7,040.00	\$ 28,160.00	

**CONDICIONES DE VENTA:**

PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

LOS PEDIDOS ESTAN SUJETOS A LA APROBACION DE LA GERENCIA

LOS PRECIOS SON POR ARTICULO Y NO INCLUYEN EL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (I.V.A.) DEL 16% Y SON L.A.B. EN NUESTRA PLANTA DE LA CAPILLA, JALISCO, MEXICO  
 TODO PEDIDO SE SURTIRA DE ACUERDO A EXISTENCIAS Y/O PROGRAMA DE FABRICACION DE ACUERDO A LOS TERMINOS PACTADOS Y CON EL 50.0% DE PROGRAMACION

**SISTEMA DE PAGO Y MANEJO DE LOS PEDIDOS:**

EL CLIENTE DEPOSITARA EL 50% DEL IMPORTE TOTAL DEL PEDIDO, INCLUYENDO EL IVA, AL MOMENTO DE ENVIAR SU ORDEN DE COMPRA CON TODOS SUS DATOS FISCALES Y CON LAS CANTIDADES Y CARACTERISTICAS FINALES DEL PEDIDO, CUALQUIER MODIFICACION POSTERIOR AL PEDIDO SERA MOTIVO DE REPROGRAMACION DEL MISMO  
 EL RESTO DEL IMPORTE DEL PEDIDO DEBERA DEPOSITARSE AL MOMENTO DEL AVISO DE EMBARQUE, ADJUNTANDO EL IMPORTE DEL FLETE (SI ES EL CASO), AL MOMENTO DE QUEDAR FABRICADA LA MERCANCIA Y NO RECIBIRSE EL PAGO DEL COMPLEMENTO, EL PEDIDO QUEDARA SUJETO A CAMBIOS DE PRECIO POR AUMENTO EN LOS INSUMOS O EN LA MANO DE OBRA Y CARGOS POR ALMACENAJE ESTOS CARGOS SE HARAN POR EL 1% DEL VALOR DEL PEDIDO DE MANERA MENSUAL Y APLICARAN A PARTIR DE 15 DIAS DE QUE ESTE LISTO EL PEDIDO, LA COMPANIA NO SE HACE RESPONSABLE POR DEMORAS EN CASO DE FUERZA MAYOR, TALES COMO HUELGA, ACCIDENTES, DEBASTRES NATURALES ASI COMO ESCASEZ DE MATERIAL EN EL MERCADO, DIFICULTAD EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE, LO CUAL SERA NOTIFICADO OPORTUNAMENTE AL CLIENTE, LOS ENVIOS SE HARAN PREFERENTEMENTE POR EL MEDIO QUE EL CLIENTE LO SOLICITO, PERO EL CLIENTE ACEPTA QUE EL EMBARQUE SE HAGA POR CUALQUIER OTRO MEDIO DE ENVIO CONFORME A LAS CIRCUNSTANCIAS QUE PREVALEZCAN AL MOMENTO DEL EMBARQUE Y LA MERCANCIA VIAJARA ASEGURADA POR EL CLIENTE O A SU PROPIO RIESGO, ASI COMO LAS MANIOBRAS DE DESCARGA SERAN SU RESPONSABILIDAD, TODA CANCELACION PARCIAL O TOTAL DEL PEDIDO DEBERA HACERSE POR ESCRITO Y CONTAR CON LA CONFIRMACION FORMAL DEL DEPARTAMENTO DE VENTAS, LAS CANCELACIONES CAUSARAN UN 20% DEL VALOR DEL PEDIDO EN CASO DE MERCANCIA DE CATALOGO, POR GASTOS DE PRODUCCION Y ADMINISTRACION Y EN LOS CASOS DE FABRICACIONES ESPECIALES, ESTE CARGO SE HARA DE ACUERDO A EL ANALISIS DEL AVANCE DEL PEDIDO Y SU IMPACTO EN LOS COSTOS Y GASTOS QUE HAYA GENERADO

DATOS PARA	A NOMBRE DE : POSTES DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	AGENTE
DEPOSITO:	BANCOMER No DE CUENTA 0196814883 SUC 1793 INTERBANCARIA 012320001968148836	
	SANTANDER No DE CUENTA 65-50489349-5 SUC 4665 INTERBANCARIA 01432065048934055	ZONA

Vigente a partir de 1 julio 2014

R.VI.07-2

Fig.14: Cotización de postes para luminarias zona deportiva.

## **Resultados**

Para la implementación y adecuación de luminarias de tecnología LED, se deduce lo siguiente:

1. Aunque la inversión en primera instancia pareciese elevado, se compensa en mucho con el costo aproximado de Kw por año, generando un ahorro de \$79,545.53 pesos mxn anuales.
2. El retorno de inversión se realiza en 6.13 años, y la vida útil de las luminarias propuestas van desde 7 a 14 años, en base a sus horas/uso.
3. En consumo eléctrico se prevé un ahorro de 47,347.8Kw al año, ayudando al planeta con 18,228.90kg de CO<sub>2</sub>eq no emitidos a la atmosfera.
4. Junto con el complemento de los módulos fotovoltaicos se maximiza el beneficio ecológico ya que anualmente se obtendrían 167,587.14kg de CO<sub>2</sub>eq no emitidos a la atmosfera.

## Conclusiones

Al realizar la comparación entre los diferentes tipos de iluminación ya instalados y las luminarias de tecnología LED, se apreció que cumplen con los requerimientos de vida útil contra los costos/beneficios requeridos para la renovación de luminarias del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. Aunque a simple vista pareciera una inversión considerable se puede concluir que este proyecto es viable ya que cumple con los criterios, parámetros y requerimientos necesarios para que el sistema de iluminación cubra de forma satisfactoria y normativa con el problema planteado, que es el ahorro de energía eléctrica, aunado al beneficio ecológico y medioambiental que este precede.

De esta manera se asegura que las instalaciones del Instituto, en cuestión de iluminación, favorezcan su uso primordial, que es, el que los alumnos y personal administrativo y académico sigan realizando sus labores de manera armónica.

Este tipo de proyectos deben de tomar fuerza ya que el cambio climático y el calentamiento global es ya una realidad latente, en donde no debemos pensar solo en lo económico, sino en el impacto ambiental que a la vez tendrá consecuencias en cada uno de los seres vivos del planeta. Haber estado en la empresa SMG Global, y darse cuenta con tristeza que 99 de cada 100 clientes que visitaban el establecimiento, solo pedían informes sobre módulos fotovoltaicos y/o Leds, para saber cuanto se ahorrarían de “luz en sus bolsillos”, es también una cruda realidad que de alguna manera me hicieron poner los pies sobre la tierra, y ver que aún hay mucho por avanzar en este rubro, tanto hacer conciencia, como también que todos los habitantes podamos tener acceso a este tipo de tecnologías a un bajo costo.

## ANEXOS

Fig.1: Representación eléctrica de led y representación física de led

Fig.2: Ejemplos tipos de led

Fig.3: Ejemplos de flujos luminosos

Fig.4: Ejemplo curva de distribución

Fig.5: Ejemplo flujo luminoso en distribución paralela y perpendicular

Fig.6: Ejemplo de curva de distribución simétrica

Fig.7: Ejemplo de tipo de luminario de distribución simétrica

Fig.8: Ejemplo de curva de distribución asimétrica

Fig.9: Ejemplo de tipo de luminario de distribución asimétrica

Fig.10: Diferencia entre flujo luminoso de una lámpara y un luminario

Fig.11: Escala de temperaturas Kelvin

Fig.12: Formulas para cálculo de potencia, voltaje y amperaje

Fig.13: Tabla de equivalencias Led vs iluminación tradicional

Fig.14: Cotización de postes para luminarias zona deportiva.

Cuadro. 1: Conteo de luminarias

Cuadro. 2: Total consumo de watts por día instaladas actualmente

Cuadro. 3: Consumos del último año de la universidad

Cuadro. 4: Propuestas

Cuadro. 5: Consumos con tecnología Led propuesta

Cuadro. 6: Comparativo de vida útil

Cuadro. 7: Comparativo costo luminarias actuales contra Led

Cuadro. 8: Retorno de inversión

Cuadro. 9: Calculo de CO2 no emitidos a la atmosfera

Cuadro.10: Resultados combinados con beneficios de módulos fotovoltaicos

Grafica 1: Relación Watt-lumen por tipo de luminaria

Grafica 2: Consumo de un año

Grafica 3: Comparativo de consumo LED y consumo con iluminación convencional

## **Bibliografía**

José moreno Gil, David Lasso Tárrega, Carlos Fernández García – 2016 - Instalaciones eléctricas interiores - 4.ª edición - Editorial Parainfo – 471 paginas - Madrid, España

Alfred Sá Lago – 2015 - Aplicaciones de los LED en diseño de iluminación - 1ª edición - Editorial Marcombo – 444 paginas

Manuel Cabello, Miguel Sánchez – 2014 – Instalaciones eléctricas interiores - 2ª edición – Editorial Editex – 360 paginas – España.

Visitados por última vez el 02 de diciembre del 2016

[www.academia.edu/6004213/Los diodos y sus aplicaciones](http://www.academia.edu/6004213/Los_diodos_y_sus_aplicaciones)

[http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod\\_gei\\_cons\\_evit.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod_gei_cons_evit.pdf)

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3000/2/136406.pdf>

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/615/inventario.pdf>

<http://www.lumika.com.mx/>

<https://www.osram.com/corporate/>

[http://www.lighting.philips.com/content/B2B\\_LI/es\\_MX/educacion/iluminacion-led.html](http://www.lighting.philips.com/content/B2B_LI/es_MX/educacion/iluminacion-led.html)