

## REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

### ***“ESTUDIODE LA GESTIÓN DEL MERCADO DE LUMINARIAS PARA ESPACIOS ABIERTOS Y ALUMBRADO PÚBLICO”***

**Autor: Juan Bernardo de Legarreta Lores**

Tesis presentada para obtener el título de:  
**Maestro en Gestión Empresarial**

Nombre del asesor:  
**Dra. Sandra Luz García Sánchez**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





Sistema Ejecutivo

Ensayo

Que para obtener el título de  
**MAESTRO EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

Presenta:

**JUAN BERNARDO DE LEGARRETA LORES**

Tema

**“ESTUDIO DE LA GESTIÓN DEL MERCADO DE LUMINARIAS  
PARA ESPACIOS ABIERTOS Y ALUMBRADO PÚBLICO”**

Asesor:

Dra. Sandra Luz García Sánchez

Acuerdo: MAES100510

Clave: 16PSU00159

MORELIA MICHOACÁN, mayo de 2021

## Contenido

<b><u>DEDICATORIA.....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>AGRADECIMIENTOS.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>LA IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA PARA ILUMINACIÓN EN LA SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA.....</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>LAS LUMINARIAS LED.....</u></b>	<b><u>14</u></b>
LA TECNOLOGÍA LED.....	14
LA TECNOLOGÍA LED EN LAS LUMINARIAS.....	16
LAS LUMINARIAS LED PARA ESPACIOS ABIERTOS Y ALUMBRADO PÚBLICO.....	21
EL EQUIPAMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE LA LUMINARIA LED.....	31
NORMATIVIDAD PARA LUMINARIAS LED PARA ESPACIOS ABIERTOS Y ALUMBRADO PÚBLICO. .	36
LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM).....	36
LAS NORMAS CONVENCIONALES MEXICANAS (NMX).....	38
LAS CERTIFICACIONES SELLO FIDE Y CFE.....	39
<b><u>EL MERCADO DE LUMINARIAS LED: DE CHINA PARA EL MUNDO.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
LOS MERCADOS DE CONSUMO DE LUMINARIAS LED.....	43
EL MERCADO DE LUMINARIAS LED PARA EL ALUMBRADO EN EL SECTOR PRIVADO.....	44
ESTACIONAMIENTOS.....	44
CONJUNTOS HABITACIONALES.....	45
INDUSTRIA.....	46
EL MERCADO DE LUMINARIAS LED PARA EL ALUMBRADO EN EL SECTOR PÚBLICO.....	47
SEGURIDAD.....	47
LA VIALIDAD.....	47
VISIBILIDAD.....	48
EL MERCADO DE LUMINARIAS LED PARA ÁREAS DE CONSUMO ESPECIALIZADAS.....	50
SU USO EN EL ÁREA HOSPITALARIA.....	50

SU USO EN AEROPUERTOS.....	52
<b><u>LA VINCULACIÓN CON EL CLIENTE.....</u></b>	<b>54</b>
<b><u>DIFERENCIAS ENTRE CLIENTES DEL SECTOR PÚBLICO Y DEL SECTOR PRIVADO.....</u></b>	<b>55</b>
<b><u>TIPOS DE ADJUDICACIONES PARA ALUMBRADO PÚBLICO.....</u></b>	<b>55</b>
LA LICITACIÓN PÚBLICA.....	56
LA INVITACIÓN RESTRINGIDA.....	57
LA ADJUDICACIÓN DIRECTA. ....	57
<b><u>BENEFICIOS EN EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CONSIDERADOS PARA LA GESTIÓN EN SECTOR PÚBLICO. ....</u></b>	<b>58</b>
LOS AHORROS DE ENERGÍA. ....	59
EL AHORRO ECONÓMICO EN EL CONSUMO DE ENERGÍA. ....	60
LA REDUCCIÓN EN EL IMPACTO AMBIENTAL.....	61
EL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD. ....	62
<b><u>GLOSARIO.....</u></b>	<b>65</b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b>66</b>
<b><u>ÍNDICE DE IMÁGENES.....</u></b>	<b>69</b>
<b><u>ÍNDICE DE TABLAS.....</u></b>	<b>71</b>

## **Dedicatoria.**

A mi esposa, amada compañera y amiga Dulce María, quien cada día aporta con su valor, ternura y compañía la llama que hace arder en nuestro matrimonio los valores de verdad y el amor. A mis hijos Bernardo y Alejandro han sido el motor para que desarrolle y concluya con ánimo y con mi mejor esfuerzo esta labor, por su imaginación, su comprensión, su ayuda y ánimo, pues sin ellos mi trabajo y mi vida no tendrían sentido.

A mis padres Francisco y Linda que han sido un ejemplo incansable de perseverancia, amor y apoyo desinteresado, de esfuerzo desmedido y de ejemplo de vida, así como por su ejemplo y constancia en la Fe y Amor por Cristo.

A César (†) y Lili quienes desde el inicio me recibieron en su hogar con brazos abiertos y me motivaron con ejemplo y fortaleza a dar lo mejor para lograr lo que parecía estar más lejos de lo que podría alcanzar y por su amor estando tan lejos de mi familia.

A mis hermanos Pedro, Francisco Javier, José Ramón y Rafael, y a mis dos bellas hermanas María Herlinda y Guadalupe del Rocío, que han sido un enorme apoyo y motor en la búsqueda de la excelencia, así como a mis cuñados Maribel, Abeyamí, Óscar, Sergio, Jahel, Lydia, Héctor, Gabriel, Yajaira, César y Paty; por su cariño y apoyo y por su impulso para no darme por vencido y exigirme a dar día a día lo mejor de mí, y a cada uno de mis sobrinos que han llenado con su compañía la vida misma.

A cada uno de mis amigos, a quienes no podría nombrar uno a uno sin dejar de mencionar a alguno, y que han acompañado en cada etapa de mi vida con sus consejos y apoyo, en especial a los que ya se han ido a prepararnos la llegada a la casa del Padre.

Con todo mi amor y gratitud infinita a nuestro Señor Jesucristo que por su divina misericordia y su amor inmenso nos mantiene en el camino de la salvación y nos da las gracias necesarias para seguir ofreciendo lo mejor de nosotros en este mundo.

Juan Bernardo de Legarreta Lores

## **Agradecimientos.**

A Dios Nuestro Señor y Creador, por todo aquello con lo que cada día me da y me reta a obtener, por la vida y la salud.

A mis maestros de la maestría en Gestión Empresarial por todo lo que supieron compartirme y por todo lo que me impulsaron a desarrollar para alcanzar esta meta.

A mi asesora de titulación y amiga, la doctora Sandra Luz García Sánchez, quien gracias a su visión del proceso me apoyó a desenvolver este tema y me guió en su desarrollo.

A los maestros Miguel Agustín Heredia Vázquez, Alberto Olivares Flores y Aldo Jaime Pureco Niño por su tiempo y recomendaciones para mejorar el contenido de este documento.

A mis compañeros y amigos de la UVAQ, en especial a aquellos con los que compartí esta Maestría que me motivaron a seguir adelante para alcanzar este objetivo.

Hago una mención y reconocimiento expreso a la Universidad Vasco de Quiroga por todo el respaldo y el compromiso social que inspirados en la fe de Don Vasco nos han sabido impregnar a todos los que hemos egresado de sus aulas, y en especial a todos mis maestros.

Juan Bernardo de Legarreta Lores

IHSV

ESTUDIO DE LA GESTIÓN  
DEL MERCADO DE LUMINARIAS  
PARA  
ESPACIOS ABIERTOS  
Y  
ALUMBRADO PÚBLICO

# ESTUDIO DE LA GESTIÓN DEL MERCADO DE LUMINARIAS PARA ESPACIOS ABIERTOS Y ALUMBRADO PÚBLICO

## Introducción.

A través del tiempo la sociedad ha sufrido cambios estructurales derivados del proceso de tecnificación y especialización relacionado con la iluminación fuera de la que la naturaleza provee. La iluminación artificial para beneficio del hombre que se da a partir de la necesidad de aprovechar el tiempo al máximo, de hacer tareas diversas sin tener que supeditarlas exclusivamente a tiempos diurnos, dado que la naturaleza es impasible en ese proceso y el sol sigue saliendo con la misma periodicidad que hace millones de años sobre el horizonte de nuestro planeta. Por ello, el ser humano ha tenido que servirse de otros elementos para poder hacer frente a las horas en las que el astro solar “decide esconderse”.

Inicialmente la tecnología desarrollada para proveer de iluminación se derivó de la misma naturaleza, siendo ésta la que nos ha proveído de las herramientas necesarias para ahuyentar a los “demonios” de la oscuridad, y así poder continuar nuestras actividades lo más cercano a la cotidianidad durante las horas de penumbra: el fuego en diversas formas y relacionado con diferentes materiales que lo generaban, lo proveían, lo contenían y lo mantenían activo. Sin embargo, la luz mortecina que en el pasado nos daba el fuego dejó de ser suficiente para poder garantizar la eficiencia en las actividades del ser humano, especialmente donde se caminaba hacia las concentraciones sociales (hasta llegar a lo urbano y las grandes concentraciones) a las que propendía el hombre; por ello, en su inteligencia, buscó desde el inicio la mejor forma de aumentar esa capacidad de iluminación, y así hemos visto como se ha ido desarrollando toda una cadena de tecnología a su alrededor: fogatas, antorchas, candiles que se basaban en hacer arder el aceite de algunas plantas o grasa animal, moluscos marinos utilizados como como lámparas. Las velas son luminarias que le debemos al ingenio egipcio de por lo menos el siglo XIV a.C. Hacia la edad media aparecieron otros tipos de iluminación, como las linternas con pabilos internos y candelabros de hierro forjado.



Pero las luminarias artificiales que acompañaron al hombre a través de los siglos encontraron un parteaguas en 1795 al crearse la instalación de un sistema de iluminación de gas de hulla, que desde inicios del siglo XIX se extendió a la mayoría de las ciudades de Europa y Norteamérica creando un nuevo concepto de alumbrado público. En la década de los años 30 del siglo XX el gas de hulla dio paso a la iluminación con sodio de baja presión y mercurio de alta presión. Posteriormente, se desarrollaron cada vez más innovaciones en esta área, que llevaron al desarrollo de nuevas estructuras y tecnologías, capaces de optimizar el aprovechamiento del flujo luminoso para tener un área de iluminación mejor cubierta. A partir de los años 70, el mercado de la arquitectura empezó a demandar una mayor potencia en el alumbrado de exteriores, lo que llevó a desarrollar las lámparas de bajo voltaje o también conocidas como lámparas reflector de gas inerte, y por ende un alumbrado público cada vez más parecido a lo que conocemos (y estamos acostumbrados) hoy en día.

Así, hemos visto surgir tecnologías para luminarias como son las lámparas eléctricas incandescentes, en donde básicamente podemos hablar de dos sistemas de elemento incandescente. *Las lámparas no halógenas*, que se refiere a las bombillas tradicionales de filamento de tungsteno que son rellenas con gas inerte o hechas al vacío y *las lámparas halógenas*, las cuales se desarrollaron para combatir la disminución en el flujo luminoso derivado del desgaste que sufren las bombillas de gas inerte.

Respecto al otro tipo de luminaria existente, podemos hablar de lámparas que funcionan por electroluminiscencia. Es decir, son lámparas que obtienen su brillo debido a la luminiscencia que se genera al emitir una descarga eléctrica en el seno de un gas. Aquí podemos hablar fundamentalmente de *vapor de mercurio* y de *vapor de sodio* ambos a alta o baja presión. También funcionan por electroluminiscencia otros tipos de lámparas cuya manera de generar luz está asociada al principio de funcionamiento de componentes electrónicos (diodos, condensadores...). En este segmento ubicamos los LEDs (Diodos electroluminiscentes), los paneles electroluminiscentes y la iluminación por Láser.

El proceso de innovación tecnológica que vivimos en la sociedad del siglo XXI avanza hacia las energías limpias y renovables, pero sobre todo eficientes a bajo costo energético. Ya no se concibe el limitar la iluminación sólo las grandes urbes, por el contrario, cualquier concentración y presencia humana se cobija ya bajo este esquema de modernidad que se considera un derecho: la iluminación para las actividades productivas, sociales, de vigilancia y seguridad, de convivencia, entre muchas otras que se aglutinan en la sociedad que vivimos hoy en día.

Ya no sólo es un problema de iluminación, es un concepto de alumbrado público como mercado que se atiende para proveer de luminarias eficientes, tecnológicamente avanzadas y accesibles. Proveer al servicio público de este recurso de iluminación, en beneficio de la población que se encuentra bajo su tutela es un análisis de mercado, digno de estudio, para ampliar no sólo el conocimiento sobre éste, sino sobre la gestión que todo ello implica al establecer vínculos desde la política pública hasta los derechos ciudadanos.

Este ensayo aborda el estudio de la gestión del mercado de luminarias para espacios abiertos y alumbrado público, como un ejercicio que busca impulsar un análisis profundo de las características metodológicas del proceso de comercialización de las luminarias LED, y la forma en la que en lo personal lo he entendido, sistematizado y resuelto como parte de mi quehacer y experiencia profesional. Este análisis trasciende de los ámbitos meramente comerciales y técnicos, hacia un contexto de comprensión del mercado mismo como herramienta para entender las posibilidades de gestión de negocios, pues a partir de presentar la gama de posibilidades, entendida desde el paradigma de lo utilitario y los beneficios que de ello resulta.

---

## Apartado I:

# El mercado de luminarias LED

---

### **La importancia de la tecnología para iluminación en la sociedad contemporánea.**

La noticia que presenta la información de que el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) declaró en estado operativo de emergencia a la Península de Yucatán, ha tomado los titulares de los medios de comunicación y se presenta como una de las preocupaciones a nivel federal, pues implica que la demanda de energía eléctrica que se da en esa región, supera a la capacidad de generación que ahí existe. (Nava, 2019). Este tipo de emergencias se vinculan estrechamente con la necesidad de optimizar el uso de la energía eléctrica, donde uno de los factores es la potencia consumida. Ante lo cual, en el caso de la iluminación, la tecnología LED resulta de una amplia ventaja frente a otros modelos tecnológicos.

La tecnología aplicada al desarrollo de recursos, sistemas, dispositivos y energías para iluminación, han tomado como reto la mejora no solamente de la provisión de luz, sino de la calidad de ésta con relación el tipo de actividad que acompaña al uso que se le da de acuerdo a los espacios en los que se va a introducir el esquema y la infraestructura para iluminación.

Toma relevancia la afectación de la capacidad visual del ser humano ante los tipos de iluminación artificial, el impacto que tiene en el estado de ánimo de las personas, en su afectación para la ejecución laboral, para la relajación, el apetito, la socialización, etc. pues es un hecho de que “(...) cada actividad humana requiere de una cantidad determinada de iluminación nominal que debe existir como valor medio en la zona en que

se desarrolla la misma.” (Fraga Iluminación, 2019). Esto significa que, para determinar el correcto uso y aplicación de luminarias, debemos tomar en cuenta el destino de estas, pues no es lo mismo iluminar un espacio para niños y jóvenes, que un espacio para adultos mayores, pues estos últimos tienen una necesidad de intensidad lumínica mucho mayor. Lo mismo sucede con aplicaciones industriales o de investigación, contra el uso de iluminación en el hogar o en una oficina. Al considerar todos estos factores en las normas técnicas, se pueden establecer valores mínimos de intensidad para cada cometido.

Existen diversos factores que determinan el valor de la luminosidad requerida: características de la población usuaria de la iluminación, las características de las actividades que se desarrollan en el área que será iluminada, el origen de capital (público o privado) que presenta los requerimientos de iluminación de acuerdo con una normatividad, etc.

En relación con los elementos meramente visuales, algunos factores que inciden en las necesidades de iluminación son:

- El tamaño de los objetos a captar.
- La distancia existente entre el ojo y el objeto observado.
- La capacidad y el ángulo de reflexión del objeto observado.
- El contraste de colores entre los detalles del objeto y el fondo sobre el que destaca.
- El tiempo que se utiliza para la observación.
- La cantidad y velocidad de movimientos del objeto.

Mientras más se agudiza la dificultad visual para percibir los objetos, más alto debe ser el nivel medio de iluminación. Esta dificultad de percepción visual no se limita exclusivamente a factores relacionados con la merma de los sentidos, pues si bien un ejemplo de esto es cuando se considera la edad en las personas mayores como un factor que acentúa esta dificultad, y por ello es que las poblaciones adultas de la tercera edad requieren de más luz que los grupos jóvenes para realizar un trabajo de igual grado de dificultad.

“Se ha comprobado que mientras un niño de 10 años, para leer normalmente una página de un libro con buena impresión, necesita un nivel medio de iluminación de 175 lux, una persona de 40 años precisa 500 lux, y otra de 60 años, 2500 lux” (Fraga Iluminación, 2019).

En esta misma línea de análisis, podemos también destacar el estudio de los tonos y colores de la luz, así como los colores de los materiales sólidos existentes en el entorno, facilitan el reconocimiento de todo cuanto nos rodea. Los efectos que se generan en este espacio, se denominan ambiente cromático. La importancia del ambiente cromático se deriva de la gran influencia que este genera en el estado anímico de las personas, por lo que, para lograr un mejor ambiente en la comunidad (laboral, escolar, etc.), debemos tomar en cuenta estos aspectos en la iluminación del espacio referido, la intensidad, el color, su índice de reproducción cromática y los colores de las superficies, para lograr así una perfecta armonía y adaptarlos al trabajo a desarrollar.

Otro grupo de factores determinantes de las características de iluminación que debe de existir en un espacio determinado son la definición de las actividades que se desarrollan en el área que será iluminada y las necesidades cuya naturaleza les confieren, por ejemplo: si es de uso industrial, comercial, o que puede ir de considerar espacios tan especializados como los de ámbitos hospitalarios y aeronáuticos, hasta los muy cotidianos como son los de exteriores de urbanización en fraccionamientos, estacionamientos e incluso de los espacios de tránsito público en las poblaciones de diversos tamaño (desde lo megaurbano hasta lo rural, por ejemplo). La esencia de la iluminación en los espacios está vinculada a la visibilidad, la seguridad, y a la gestión de actividades específicas.

Si bien todos los elementos anteriores se identifican con necesidades muy claras de uso de esquemas e infraestructura para iluminación, todos los espacios (tanto en interiores como en exteriores), se apegan a una normatividad oficial, para lo cual se fijan valores mínimos de iluminación para cada caso, por lo que es necesario estudiarlos en lo individual cada vez que se requiere de establecer un proceso de gestión determinado como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de Iluminación establecidos en la Norma.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li>• exactas y muy prolongadas, y</li> <li>• muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</li> </ul>	2,000

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 (DOF, 2008).

## **Las luminarias LED.**

En este apartado, se busca desarrollar un análisis sobre las propiedades, principios de funcionamiento y cualidades de la tecnología de iluminación con la tecnología LED, desde la presentación de su nomenclatura y la diferenciación de esta tecnología en relación con otras opciones de iluminación que se encuentran todavía en el mercado. También se abordará un análisis sobre las luminarias LED para espacios abiertos y alumbrado público, así como del equipamiento requerido para su correcto funcionamiento y optimización de uso energético y beneficios derivados de ello.

### ***La tecnología LED.***

La nomenclatura LED viene del inglés "*Light-Emitting Diode*", que significa "diodo emisor de luz". Los diodos LED son dispositivos semiconductores que emiten luz de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN. (Santander Ramírez, 2012).

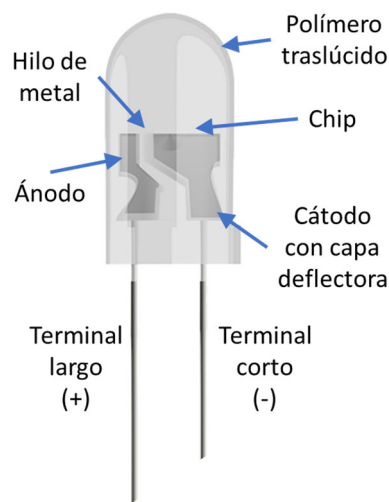
Brevemente, podemos decir, al referirnos a una unión PN, que hablamos de cómo se establece la conexión física de un diodo a través de la unión de material semiconductor, dotada en un extremo con cargas eléctricas donadoras (denominada tipo N) y en el otro con cargas receptoras (tipo P).

El efecto eléctrico que caracteriza el comportamiento de la unión PN en un diodo, se debe al fenómeno particular que se manifiesta en la zona de unión o transición entre los sectores tipo P y tipo N.

La forma en la que se obtiene luz de un LED es gracias al flujo eléctrico que circula a través de los semiconductores que lo integran, sus componentes son excitados a través de una corriente eléctrica, provocando que un electrón desprenda energía en forma de un fotón. El tipo de manifestación, en color, intensidad, calor, etc., va a depender del material semiconductor que lo conforma. Los principales materiales semiconductores utilizados para aplicaciones fotoeléctricas son el **AlGaAs**: Aleación de Arseniuro de Galio-Aluminio se usa para generar las partes roja y ámbar del espectro visible. **AlInGaP**: Aluminio, Indio, Galio y Fósforo para producir los colores rojo, naranja y ámbar. **InGaN**:

Aleación de Indio, Galio y Nitrógeno que se utiliza para producir los colores verde, azul y blanco, así como el uso de las variantes sencillas de esas aleaciones, como el **InN**, **InGa**, **AlAs** entre otras.

Su diseño está elaborado con un hilo de metal muy delgado, que permite el flujo eléctrico entre los dos polos del emisor de luz, dicho alambre, a pesar de la apariencia frágil no está expuesto, sino que está incrustado dentro de un material de polímero traslucido, lo que le permite disipar la luz. Esto se puede observar en la imagen 1.



*Imagen 1. Diseño del LED.*

*Fuente: Descripción propia basada en imagen de uso libre de Pixabay.*

En la actualidad, hemos observado como la tecnología LED ha aprovechado su gran economía eléctrica para ser utilizada en un sin número de dispositivos como luminarias de interiores y exteriores, linternas, control remoto, teléfonos e incluso pantallas; destacando por su alto grado de innovación la tecnología de pantallas basadas en LED y por supuesto la iluminación urbana de gran demanda energética, una de las más útiles formas de utilizar estos pequeños diodos.

Podemos afirmar que, hasta cierto punto, la tecnología basada en LED no es nueva, ya desde hace muchos años hay en el mercado artículos que la incorporan, como es el caso de los primeros teléfonos móviles, como el que se presenta en la imagen 2.





*Imagen 2. Celular Motorola Power PAK.  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

Lo que sí resulta novedoso son algunos usos que se le dan al LED, en particular, cuando hablamos de la comercialización de productos basados en tecnologías LED, como es el caso de las pantallas gigantes y luminarias de exteriores que se observa en la imagen 3.



*Imagen 3. Pantalla LED Gigante.  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

### ***La tecnología LED en las luminarias.***

Hablar de luminarias LED desde diferentes ángulos nos permite dimensionar la magnitud del fenómeno lumínico que ello implica en la sociedad contemporánea. Desde el punto de vista técnico las luminarias LED son dispositivos que optimizan la emisión de luz a través de la exposición al flujo eléctrico, pero desde lo humano significa el aprovechamiento de nuevas tecnologías para optimizar la energía en la consecución del

beneficio lumínico, y con ello reducir costos de consumo, producción y de impacto ambiental, derivado de los altos índices de requerimientos de uso de combustibles para la generación de la energía eléctrica. En el ámbito económico-empresarial se reflejan estos ahorros en la disminución del consumo energético para la administración y gestión de los centros de trabajo.

Gracias al desarrollo tecnológico hemos visto que la tecnología LED ya es una tecnología madura, el avance tecnológico de los últimos años es espectacular y la supresión de las lámparas incandescentes ha popularizado esta tecnología, en la imagen 4, se muestra un modelo de luminaria comercial para alumbrado en exteriores.

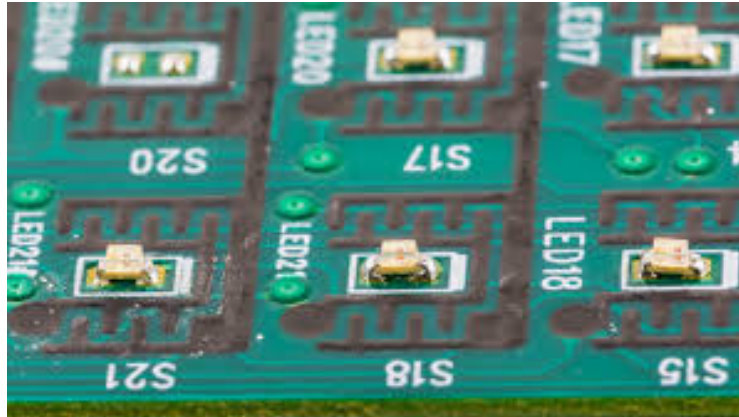


*Imagen 4. Luminaria LED para exteriores.  
Fuente: Creación propia.*

Finalmente podemos decir, que actualmente hay tres tipos básicos de arreglo de LEDs para luminarias: el de arreglo de Matriz de LED SMD (Surface Mount Device por sus siglas en inglés), el arreglo Trough Hole y el de un solo circuito, el llamado Chip On Board, conocido como COB.

#### Matriz de LED SMD.

Es un arreglo de LEDs formados e incrustados en una resina semirrígida que permite distribuir en una matriz de montaje de superficie, sus siglas vienen del acrónimo en inglés "Light-Emitting Diode Surface Mount Device" y provee una muy alta relación de Luz con relación a su consumo eléctrico. En la imagen 5 podemos observar un ejemplo de esta tecnología.



*Imagen 5. Matriz de LED SMD.  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

### Arreglo Trough Hole.

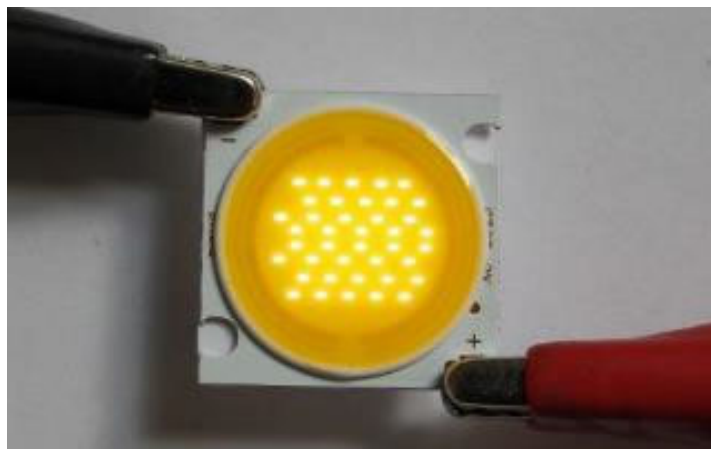
Este arreglo tiene muchos usos, ya que permite acomodar los LEDs en una “plataforma” del material que se requiera, solamente dejando el espacio para “atravesar” dicha superficie, lo que permite a los productores reducir costos al poder utilizar y actualizar sus equipos al “mejor diodo” disponible para su aplicación sin tener que modificar físicamente la estructura de su proyecto, podemos ver un ejemplo de esta aplicación en la representación de la imagen 6.



*Imagen 6. Arreglo Trough Hole.  
Fuente: Imagen de uso libre de Flickr.*

## Chip On Board.

La configuración de LEDs en este sistema de arreglo permite ofrecer al desarrollo, una mayor densidad de chip y por tanto una mayor potencia lumínica que otras tipologías como la propia Matriz SMD. En la operación, debe colocarse el Chip montado en su disipador metálico para un correcto funcionamiento y durabilidad de la electrónica. En la imagen 7 podemos apreciar el detalle de un circuito COB.



*Imagen 7. Chip on Board LED (COB).  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

En todo sistema de iluminación existen riesgos, uno de ellos está representado por el factor de deslumbramiento al usuario. En la actualidad, todos los sistemas de iluminación LED presentan un alto riesgo de deslumbramiento al carecer de lentes primarias, y tener que hacer uso de lentes secundarias, además, se tiene el hecho de que concentran el flujo lumínico en un área muy pequeña. En la actualidad diversos estudios han identificado riesgos para la salud como el desprendimiento de retina derivado de este tipo de deslumbramientos, por ello resulta de suma importancia contar con un sistema que ofrezca mayor seguridad.

El módulo óptico de una luminaria debe caracterizarse por el empleo de aislamiento al polvo y la humedad de acuerdo con los niveles de la clasificación internacional IP (Ingress Protection), en función de los criterios definidos en la tabla 2, para ello es recomendable

el uso y diseño de armazones envolventes con características capaces de maximizar la disipación de calor y evitar los efectos de la corrosión.

*Tabla 2. Sistema de clasificación IP.*

	<b>Primer Número - Protección contra sólidos</b>	<b>Segundo Número - Protección contra líquidos</b>
<b>0</b>	Sin Protección.	Sin Protección.
<b>1</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm.	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente.
<b>2</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm.	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical.
<b>3</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm.	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical.
<b>4</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm.	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
<b>5</b>	Protegido contra polvo - entrada limitada permitida.	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
<b>6</b>	Totalmente protegido contra polvo.	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida.
<b>7</b>	NO APLICA.	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m.
<b>8</b>	NO APLICA.	Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión.
<b>9</b>	NO APLICA.	Protegido contra potentes chorros de agua a alta temperatura.

*Fuente: Creación propia basado en la información de la clasificación IP.*

El bloque de alimentación es uno de los componentes críticos en la operación de una luminaria, por esto es de vital importancia incorporar componentes electrónicos capaces de asegurar altos niveles de fiabilidad y distorsiones armónicas menores al 10%, pues la generación de estas puede provocar daños en la operación de los circuitos eléctricos.

En el futuro, sería ideal poder contar con infraestructura que permita desarrollar sistemas de telegestión que no requieran tener que acceder a la luminaria, lo que reduciría sustantivamente los costos de reinstalación.

Debido a la evolución en tecnología LED que viene produciéndose desde el año 1997 en Japón, en donde se desarrolló la iluminación de luz blanca basada en LED, el mercado mundial está demandando con mayor intensidad la transformación de las fuentes de iluminación convencional a soluciones más eficientes y duraderas basadas en sistemas

de iluminación LED. (Serrano-Tierz, Martínez-Iturbe, Guarddon-Muñoz, & Santolaya-Sáenz, 2015).

En este punto es necesario identificar que hay diferentes tipos de luminarias, y que, de acuerdo con las normas mexicanas, los dispositivos de iluminación se agrupan en familias de acuerdo con lo siguiente:

- Interior.
  - Señalización y/o emergencia.
  - Muro o pared: sobreponer y/o empotrar.
  - Techo: sobreponer y/o empotrar y/o suspendido.
  - Piso: empotrar y/o pie y/o pedestal.
  - Mesa: escritorio y/o buró.
  - Riel.
- Exterior.
  - Alumbrado Público y Vialidades.
  - Proyectores.
  - Decorativos (ornamental).
  - Muro o Pared.
  - Montaje: sobreponer y/o empotrar y/o suspendido.
- Portátiles y lámparas de mano.
  - Interiores.
  - Exteriores.

### ***Las luminarias LED para espacios abiertos y alumbrado público.***

Cuando hablamos de luminarias para espacios abiertos y alumbrado público, podemos decir que hay variaciones en sus clasificaciones en función de la potencia, su eficiencia lumínica y su función o uso esperado.

La estructura de la luminaria LED para el caso del alumbrado depende de la función a la cual va a ser aplicado, para ello podemos hablar de los siguientes tipos de luminario (Beltrán San Segundo, 2015):

- a) Luminarias para alumbrado público en vialidades (también llamada luminaria de calle), deben distribuir la mayor parte de su haz de luz a lo largo del eje del camino, emiten un haz de luz asimétrico para dirigir su brillo de forma prioritaria hacia la calzada, pero sin descuidar el área peatonal. Se montan en postes, columnas y fachadas, y van sujetos a un brazo que alarga su ángulo de proyección. En la imagen 8 podemos observar un par de casos del montaje en brazo de luminarias.



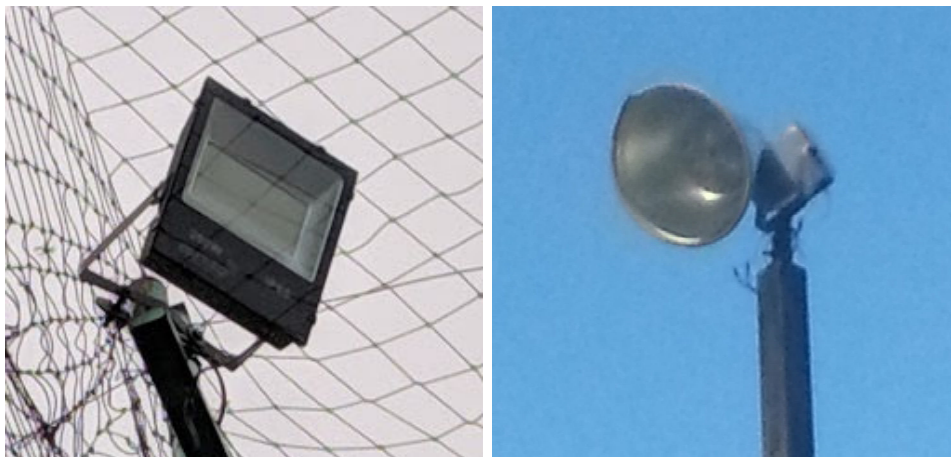
*Imagen 8. Luminarias para alumbrado público.  
Fuente: Creación propia.*

- b) Luminaria para alumbrado público peatonal y decorativo (denominadas punta de poste), cumplen una doble función urbana: son de carácter utilitario, pero sobre todo cumplen con una aplicación decorativa. Su curva de iluminación no suele ser asimétrica como las de vialidades. Para un adecuado beneficio público deben limitar las emisiones hacia el área superior, en ocasiones eso se logra con el apoyo de paneles de reflexión. Se utilizan en calles peatonales, paseos y parques. En la imagen 9, observamos un par de ejemplos de luminaria decorativa.



*Imagen 9. Luminarias de punta de poste.  
Fuente: Creación propia.*

- c) Luminaria de proyector o reflector, que observamos en la imagen 10. La variedad es tan grande como el número de aplicaciones que las utilizan, dentro de esta clasificación podemos mencionar las categorías más destacadas:
- con simetría de rotación.
  - simétricos.
  - asimétricos.



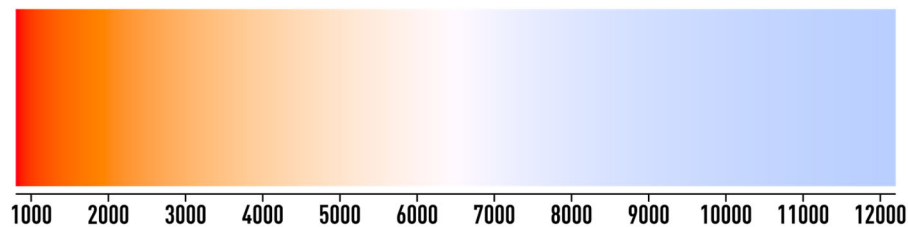
*Imagen 10. Luminarias de reflector.  
Fuente: Creación propia.*



El equipamiento necesario para aprovechar la luminaria está definido en función de los siguientes conceptos:

La iluminación LED mediante todas sus alternativas de lámparas se divide en luminaria LED de baja potencia y de alta potencia, esta última fue diseñada gracias al descubrimiento del LED de luz blanca que permitió desarrollar nuevas aplicaciones para iluminar grandes áreas, ejemplo un proyector de área que ilumina patios o jardines, una luminaria vial que ilumina calles y avenidas, una campana LED que ilumina grandes galerones, etc.

En función del manejo de sus materiales, obtendremos distintos tonos de luz que, en función del color emitido, como se muestra en la imagen 11 se puede definir como luz cálida o fría.



*Imagen 11. Temperatura de Color.  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

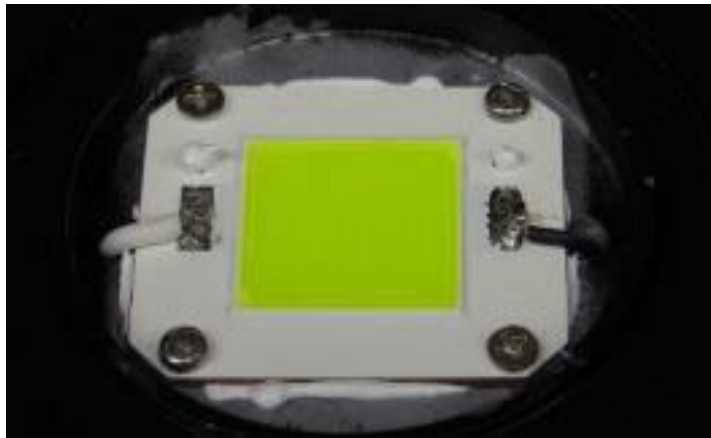
Aunque la temperatura de color no tiene relación directa con la denominación de color cálido y frío, popularmente se relaciona con estos términos. Se considera que a partir de 5,000 K se dice que se trata de colores fríos, mientras que con temperaturas más bajas (aproximadamente 3,000 K) se les consideran colores cálidos.

Algunos ejemplos aproximados de temperatura de color:

- 1,700 K: Luz de un fósforo encendido.
- 2,800 K: Luz incandescente o tungsteno (iluminación doméstica convencional).
- 3,200 K: tungsteno (iluminación profesional).
- 5,500 K: Luz de día, flash electrónico (aproximado).
- 6,420 K: Lámpara de Xenón.

En función a mi experiencia personal en la gestión y comercialización de estos productos, puedo afirmar que estos poseen en general, de forma común, tres elementos que componen su estructura, a continuación, revisaremos estas partes:

1. *Circuito Emisor (o chip de LEDs)*: Es sin duda alguna el elemento base de la lámpara LED como se muestra en la imagen 12, y con el desarrollo de tecnología actual, se espera que no falle con el paso del tiempo; si ha sido bien diseñado y los materiales utilizados son de calidad, actualmente se han logrado obtener beneficios de más de 50,000 horas de vida útil de este dispositivo.



*Imagen 12. Módulo Integrado de LED (Chip On Board).  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

Este circuito, al ser manipulado, nos permite obtener sin mayores complicaciones técnicas, luz “cálida”, similar a la de una lámpara halógena de igual cantidad de lúmenes, con la diferencia que requerirá menos energía eléctrica en watt. Así mismo, podemos irnos al otro extremo visual y entonces obtendremos “luz fría”, similar a la de una lámpara fluorescente común de tubo o una lámpara fluorescente compacta (CFL) de característica similar, y al igual que sucede con la luz cálida, lograremos obtener un ahorro energético sustantivo.

2. *Disipador de calor*. Este elemento resulta de uso necesario casi en cualquier circuito eléctrico, y el LED no es la excepción, pues permitirá aumentar la vida útil de los

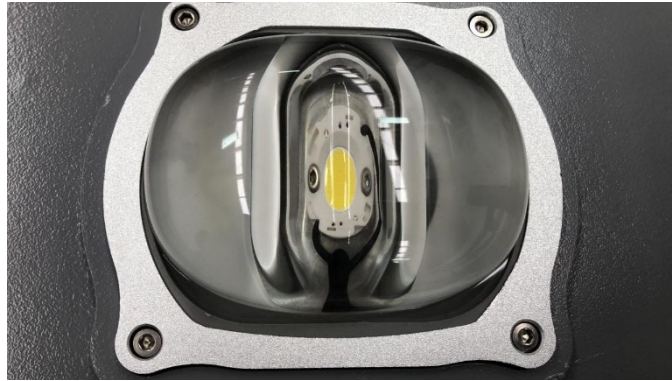
circuitos. En una lámpara LED de alta potencia, su función es liberar la temperatura que concentra el circuito en la unión del LED cuando se encuentra encendido, ayudando a conservarla dentro de un rango adecuado. Un disipador mal diseñado puede ocasionar la destrucción del chip por la fundición de sus componentes. En la imagen 13 podemos ver el disipador térmico de una lámpara de uso comercial.



*Imagen 13. Disipador de calor.  
Fuente: Creación propia.*

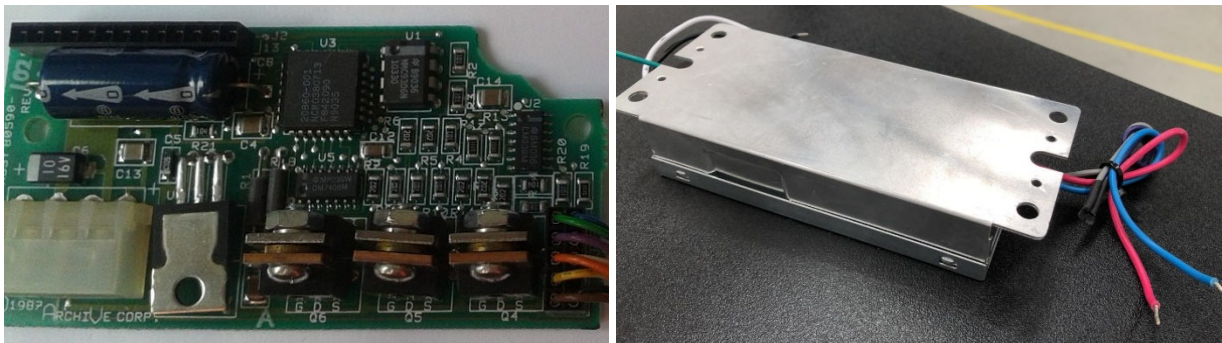
3. *Componente óptico:* Este dispositivo, permite un ángulo más preciso para la difusión de la luz, puesto que el LED difunde su haz luminoso en una sola dirección, podemos observar un ejemplo de componente en la imagen 14. El diseño del componente óptico se forma por lentes, que permiten que la luz se difunda en un ángulo de hasta  $140^\circ$ . Por ese motivo, para que una lámpara LED de alta potencia luminosa pueda abarcar un ángulo más amplio de iluminación, requiere estar dotada de sistemas de reflexión y lentes más complejas.

Otra función que una óptica adecuada nos permite es reducir o evitar deslumbramientos y ocasionalmente dotar de color a la luz blanca del LED a través de dispositivos de pantalla y filtros, es necesario indicar que la óptica no se compone solamente de las luminarias, sino que también otros componentes ópticos son elementos tales como los reflectores, refractores y difusores.



*Imagen 14. Componente óptico.  
Fuente: Creación propia.*

4. *Controlador electrónico:* Este dispositivo, se refiere propiamente al circuito que regula entradas y salidas eléctricas para hacer operable la luminaria en la red pública y entregar al arreglo de LEDs sólo la carga necesaria para operar, sin poner en riesgo su integridad, este dispositivo puede ser armado de piezas comerciales o puede ser un circuito sellado para protegerlo de las características de la intemperie, además de brindar protección a los componentes electrónicos como se observa la Imagen 15.



*Imagen 15. Estructuras de controlador eléctrico.  
Fuente: Creación propia.*

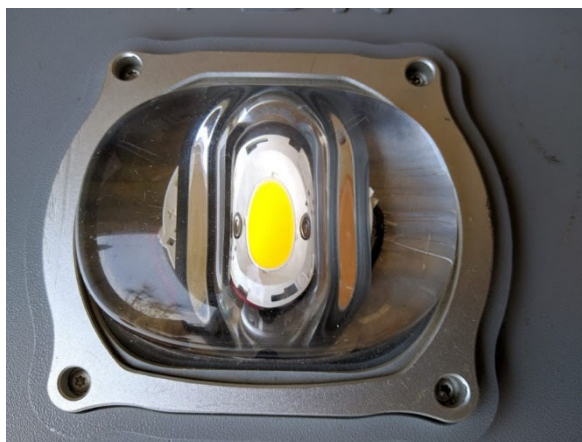
Los reflectores son aquellos elementos que nos permiten aprovechar el haz de luz para direccionar su trayectoria y enfocarla en un punto específico, por ejemplo, tenemos en este caso los reflectores de campana, llamados así por su forma parabólica similar al casco de una campana, y que permite reducir la contaminación lumínica fuera del punto de interés. Otro ejemplo de este tipo de reflector son los llamados reflectores de esquina,

los cuales aprovechan la geometría vectorial del triedro para proyectar de manera más eficiente el haz lumínico a un punto específico. Tanto unos como otros tienen sus ventajas dependiendo de aplicaciones específicas, y el cliente preferirá el uso de éstos dependiendo de los beneficios que observe en cada caso particular. Algunos ejemplos de reflectores los podemos observar en la imagen 16 en donde se muestra un reflector de campana y un reflector de esquina en instalaciones actualmente en operación.



*Imagen 16. Reflector de campana y reflector de esquina.  
Fuente: Creación propia.*

Los refractores, son dispositivos translúcidos que sirven principalmente para potenciar o atenuar la intensidad del haz lumínico, aprovechando el efecto físico de la refracción de la luz en un lente. En cada caso habrá diferentes particularidades que el fabricante buscará potenciar para ofrecer características especiales en su producto que beneficien al cliente. Un ejemplo de refractor es un lente cóncavo mostrado en la imagen 17 o convexo, cuya elección se hace dependiendo de la longitud de onda que se quiera emitir: muy concentrada o de gran amplitud. Esta elección se realiza, por ejemplo, dependiendo del entorno en el que se están usando el refractor y las necesidades específicas de iluminación que requiere la actividad que se realiza en él.



*Imagen 17. Refractor cóncavo.  
Fuente: Creación propia.*

El refractor, como el de carácter decorativo que se muestra en la imagen 18, puede permitir ampliar el tamaño o amplitud del haz de luz, y eso va a proporcionar que la luminaria aporte una característica especial dependiendo del uso práctico, pues no es lo mismo el haz de luz que se requiere para un quirófano, que para un espacio abierto. En el primer caso, además de las necesidades de iluminación y factor de temperatura de color, es sumamente importante que elimine las sobras, pues no se debe sacrificar ninguno de estos factores en función del costo en vidas humanas que podría tener un esquema de luminarias deficiente; en el caso de la iluminación para un espacio abierto, donde a lo mejor si es de importancia o interés la función de reducir sombras, pero no con un requerimiento específico tan intenso como en el quirófano.



*Imagen 18. Refracción de la luz a través de un componente óptico.  
Fuente: Imagen de uso libre de PxHere.*

Un refractor muy especializado es el que a través de la aplicación de lentes pueda obtenerse un haz de luz tan concentrado como es el caso del láser.

Para el caso de los difusores nos referimos a elementos ópticos que permiten proyectar de manera distribuida la luz en todas direcciones, reduciendo con ello el efecto de deslumbramiento, llamado también efecto estrella, provocado por mirar la fuente de luz de forma accidental. Normalmente para obtener estas características se utilizan filtros o efectos de esmerilado sobre las superficies ópticas de refracción, es decir sobre el propio lente. Un ejemplo de esto se utiliza en las luminarias para estacionamiento, si el cliente le dice al fabricante que le genera muchas quejas de que genera brillo descontrolado, se le pone el esmerilado directamente en el acabado del lente para que en lugar de pasar un brillo fijo se crea un brillo difuso y disminuye el efecto de deslumbramiento para los usuarios del espacio. La imagen 19 muestra un ejemplo de difusor liso y uno de difusor esmerilado.

El costo entre ambos no es representativamente más alto, porque en muchos casos son costos marginales que pueden ser absorbidos por la utilidad del producto sin afectar el costo final al cliente, lo cual redunda en un beneficio adicional para enmarcar su elección y con ello brindar una aplicación más funcional a las necesidades de cada cliente.



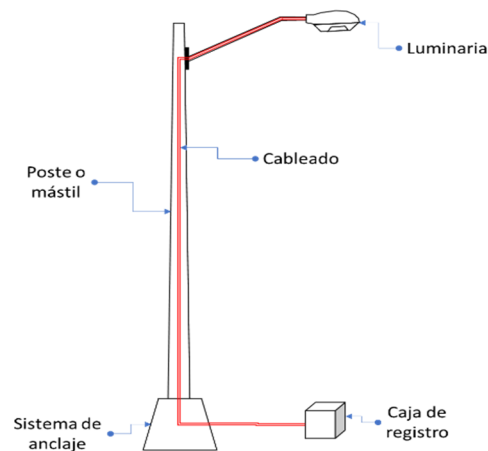
*Imagen 19. Difusor liso y Difusor esmerilado.  
Fuente: Creación propia.*

### ***El equipamiento para la instalación de la luminaria LED.***

Si bien la luminaria es el centro del análisis que estamos realizando, no puede hablarse de una luminaria de forma aislada, sino que ésta se acompaña de diversos elementos que permiten su correcta instalación, operación y monitoreo, lo cual nos lleva a hablar de los elementos de instalación para una lámpara de alumbrado público en una vialidad.

Dentro de los elementos básicos para la instalación, debemos hablar del sistema de anclaje, la caja de registro, el poste o mástil, el cableado y la alimentación eléctrica como elementos básicos para montar la luminaria LED.

En la imagen 20, observamos de manera gráfica, como cada uno de sus elementos se integran para dar forma al equipamiento del alumbrado público en vialidades.



*Imagen 20. Equipamiento del alumbrado público.  
Fuente: Creación propia.*

Por sistema de anclaje nos referimos al elemento físico que normalmente el usuario no visualiza por ubicarse bajo tierra, es normalmente un bloque de concreto que se entierra en la superficie del tendido y que va a garantizar que la unidad física que se monta no se desplace fuera de su posición ante sacudidas por cuestiones del medio ambiente o incluso debido a impactos provocados por objetos externos este sistema también deberá alojar la llegada de la acometida proveniente de la caja de registro y que dependerá en



su tamaño de la altura, material y dimensiones del poste sobre el cual se realizará el montaje de la luminaria. En la imagen 21 podemos observar el deterioro en su operación.



a)

b)

*Imagen 21. Sistema de anclaje de luminaria.*

*a) muestra un anclaje dañado b) muestra es un anclaje completo.*

*Fuente: Creación propia.*

La caja de registro es un espacio de confinamiento para realizar conexiones eléctricas al pie del poste para el control y monitoreo eléctrico de la luminaria. Cada poste debe llevar un registro para darle el adecuado mantenimiento a la red de la luminaria LED. En la imagen 22 muestra una serie de cajas en situaciones reales y su deterioro por el mal uso.



a)

b)

c)

*Imagen 22. Cajas de registro.*

*a) muestra el deterioro por el mal manejo al no usar la tapa, b) muestra un registro con tapa y c) muestra el estado ideal de la misma.*

*Fuente: Creación propia.*

El poste o mástil de la luminaria es el elemento que permite elevar la posición de la luminaria LED y posicionarlo en la ubicación adecuada en función de las características ópticas para permitirnos proveer de un óptimo servicio de iluminación el área que será atendida. El poste puede ser de distintos materiales y características estéticas de acuerdo con las necesidades urbanísticas del área como podemos observar en la imagen 23.

Hay diferentes materiales y alturas de los postes dependiendo del servicio esperado del sistema de luminarias, por ejemplo, las puntas de poste de las farolas de las plazas públicas generalmente son de acero y tienen una altura que puede iniciar desde los 3 metros; otro caso son los postes de vialidad, que pueden ser de concreto o de acero, y van desde los 6 metros hasta los 13 metros de altura, y en promedio se manejan a 9 metros de altura para optimizar la óptica de la luminaria.



*Imagen 23. Poste de acero y poste de concreto.  
Fuente: Creación propia.*

También existen los *superpostes*, (denominados *high mast* en inglés) que son estructuras que pueden ir desde los 13 hasta los 50 metros de altura, y se utilizan en áreas que requieren de distribuir una mayor iluminación, como son avenidas urbanas de muy intenso flujo vehicular o áreas que requieren de un menor número de estructuras y para buscar efficientizar costos. Un *superposte* puede sustituir por su esquema de operación,

la iluminación de un gran número de postes normales, por lo que urbanísticamente es muy adecuado como sistema de iluminación de gran magnitud, sobre todo en espacios viales de gran carga vehicular como es el caso de cruceos viales. Un ejemplo de esto, son los *superpostes* de luz que se encuentran instalados en la Ciudad de México (CDMX) en el distribuidor vial de la Av. Tasqueña y Calzada de Tlalpan o los que se encuentran en la zona de las torres de Ciudad Satélite. En Morelia podemos observar la instalación de *superpostes* en el puente del distribuidor vial del cruceo de Av. Madero Poniente en la salida a Quiroga, así como en el distribuidor de acceso a la planta de Pemex en la comunidad de Jamaica en la carretera a Salamanca. También podemos observar estos sistemas de iluminación en los grandes complejos viales alrededor del mundo. En la imagen 24 podemos ver el detalle de algunos de ellos.

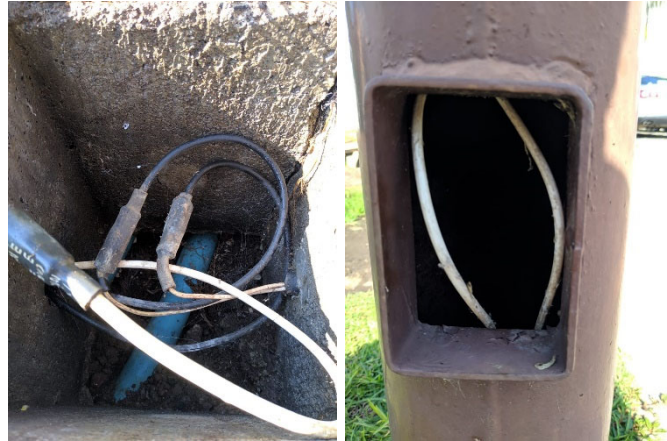


*Imagen 24. Superpostes.*

*Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

Respecto al tema de la alimentación eléctrica, es importante tener una adecuada conectividad que garantice su adecuado funcionamiento. Para ello se debe considerar todo lo relativo al uso de la red eléctrica pública, empezado por el cableado, que es el elemento a través del cual llegará la alimentación de corriente a la lámpara, este cableado se enlaza a la red eléctrica pública y el cual debe de ser debidamente verificado para evitar pérdidas en la red eléctrica o fallas en el suministro, y debe considerar el calibre

(grosor) requerido en función de la potencia disipada por el circuito, así como las uniones adecuadas, en la imagen 25 podemos ver algunos elementos del cableado a lo largo de la instalación del sistema de alumbrado.



*Imagen 25. Red de cableado en la luminaria.  
Fuente: Creación propia.*

Cuando las condiciones no lo permiten, podemos instalar las luminarias con el apoyo de paneles solares, o mejor aún, con sistemas híbridos (en este caso acompañado de un equipo eólico) como muestra la imagen 26, sin embargo, estos sistemas no son parte fundamental que define a la luminaria. Su utilidad se justifica cuando no hay acceso a la red eléctrica pública, pues hoy en día es muy costoso el mantenimiento de su red de alimentación, debido a los materiales requeridos para establecer el banco de baterías, y el tema de la inseguridad reviste de un sobrecosto la protección de estos bancos, por ello su uso no se ha generalizado de forma acelerada, sino que ha sido paulatino y reservado a zonas con poca inversión en su red de servicio eléctrico.



*Imagen 26. Equipamiento de luminaria con sistema híbrido.  
Fuente: Imagen de uso libre de Wikipedia Commons.*

### ***Normatividad para luminarias LED para espacios abiertos y alumbrado público.***

Dentro de la aplicación de luminarias para alumbrado público, existen normas de uso cotidiano que deben ser observadas por los fabricantes y comercializadores de dispositivos, en el caso de la aplicación en el territorio nacional, estas normas están establecidas bajo tres criterios, las normas oficiales mexicanas (por su nomenclatura conocidas como NOM), las normas convencionales mexicanas (conocidas como NMX) y criterios de ejecución emitidos por los reguladores del servicio eléctrico (CFE y FIDE).

#### ***Las normas oficiales mexicanas (NOM).***

Una de las normativas básicas a estudiar en la gestión de negocios para la comercialización de luminarias LED, son las normas oficiales mexicanas, conocidas NOM por sus siglas en español, y que fundamentalmente se concentran en 5 apartados:

1. NOM-001-SCFI-1993. Aparatos electrónicos. Requisitos de seguridad y métodos de prueba.

Esta norma define los requisitos y métodos de prueba que deben aplicarse a todos los aparatos electrónicos que utilizan para su funcionamiento tanto la energía eléctrica de redes públicas como otras fuentes de energía como pilas, baterías, etc. para garantizar que su uso no ponga en riesgo a las personas que las utilicen (DOF, 1993).

2. NOM-003-SCFI-2014. Productos eléctricos. Especificaciones de seguridad.

Esta norma se aplica para verificar la seguridad del consumidor en productos eléctricos como son artefactos eléctricos, aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas, equipos de control y distribución, luminarios, productos decorativos de temporada y juguetes eléctricos y sus elementos de seguridad para la operación cotidiana. (DOF, 2015).

3. NOM-030-ENER-2016. Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.

Establece las especificaciones y métodos de prueba que propician el uso eficiente de energía en las lámparas de LED integradas para iluminación general, es aplicable a todas las lámparas de LED integradas omnidireccionales y direccionales, que se destinan para iluminación general. (DOF, 2017).

4. NOM-031-ENER-2012. Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (LEDs) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.

Establece las especificaciones de eficacia luminosa para los luminarios con diodos emisores de luz (LEDs), destinados a vialidades y áreas exteriores públicas, así como los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información técnica esencial acorde con el uso destinado, que deben llevar los productos objeto de esta norma en México y atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía. (DOF, 2012).

5. NOM-058-SCFI-2017. Productos eléctricos-Balastos para lámparas de descarga eléctrica. Especificaciones de seguridad.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos de seguridad y métodos de prueba que deben cumplir los controladores para lámparas y es aplicable a

los controladores para fuentes luminosas artificiales con propósitos de iluminación en general, incluyendo los de uso en interiores, exteriores y alumbrado público. (DOF, 2017).

6. NOM-064-SCFI-2000. Productos eléctricos-Luminarios para uso en interiores y exteriores. Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

Establece requisitos de seguridad y métodos de prueba aplicables a luminarios para interiores y exteriores y es aplicable a los luminarios que se alimenten con energía eléctrica para interior y exterior, ya sea de fuente incandescente, descarga en gas, a través de diodo emisor de luz, semiconductor o elemento de estado sólido, u otra fuente luminosa artificial. (DOF, 2000).

### ***Las normas convencionales mexicanas (NMX).***

Otro grupo de elementos normativos son las normas convencionales mexicanas, identificadas como NMX por sus siglas, que podemos integrar en 6 grandes apartados:

1. NMX-J-198-ANCE-2015. Especificaciones de seguridad para luminarios.

Esta norma se aplica a controladores electromagnéticos de encendido necesarios para luminarias de alumbrado público, ya sean electrónicos o híbridos. (Catálogo de Normas Mexicanas, 2015).

2. NMX-J-307-ANCE-2017. Luminarios de uso general para interiores y exteriores.

En esta norma se establecen las especificaciones requeridas para la construcción de luminarias, de manera que cumplan con las condiciones mínimas de seguridad, a fin de evitar daños a las personas y sus lugares de instalación. Asimismo, proporciona los métodos de prueba necesarios para demostrar este cumplimiento necesario para la seguridad en su utilización. (Catálogo de Normas Mexicanas, 2017).

3. NMX-J-507/1-ANCE-2013. Especificaciones para luminarios para vialidades.

Establece los coeficientes de utilización (del lado de la calle) aplicables a las lámparas de alumbrado público para vialidades con luminarias de descarga de alta intensidad, que se destinan a la iluminación en vialidades según sus características. (Catálogo de Normas Mexicanas, 2014).

4. NMX-J-529-ANCE-2012. Grado de protección proporcionados por los envolventes.

Establece la clasificación de grados de protección proporcionados por los envolventes para equipo eléctrico, trata únicamente de envolventes que son adecuados en todos los sentidos para su uso previsto como se especifica en la norma específica de producto y que desde el punto de vista de los materiales y de la fabricación asegure que los grados de protección exigidos se mantienen bajo condiciones normales de uso. (Catálogo de Normas Mexicanas, 2012).

5. NMX-J-605-ANCE-2014, Luminarios, Guía para la identificación en campo para equipo de iluminación de vialidades y áreas exteriores.

Esta norma establece un método para identificar el tipo y potencia asignada de la lámpara, en un luminario que se utiliza para iluminar una vialidad o un área exterior no privada. (Catálogo de Normas Mexicanas, 2014).

6. NMX-J-619-ANCE-2014, Iluminación-Definiciones y terminología.

Esta Norma Mexicana establece las definiciones que se utilizan en los sistemas de iluminación (Catálogo de Normas Mexicanas, 2015).

### ***Las certificaciones Sello FIDE y CFE.***

Actualmente hay certificaciones como las de Sello FIDE y CFE, cuyo respaldo institucional público y privado han permeado poblacionalmente, y la divulgación utilitaria de su presencia ha sido muy importante en los últimos años para los diferentes segmentos usuarios de los productos electrodomésticos en México. FIDE es un fideicomiso privado, pero sin fines de lucro, constituido a instancia de la CFE, en apoyo



al *Programa de Ahorro de Energía Eléctrica*, y que tenía por fin último el apoyo a las políticas y acciones para efficientar el uso de la energía eléctrica, y reducir con ello el gasto monetario que se realiza en su consumo. El FIDE se integró por fideicomitentes que respaldaron la operatividad y el funcionamiento que ha hecho tan visible a este grupo de normas, como la CONCAMIN, CANACINTRA, CANAME, CMIC, CNEC y SUTERM.

#### 1. El sello FIDE - Eficiencia Energética.

Su fin es promover e inducir, con acciones y resultados, el uso eficiente de energía eléctrica, a través, de proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes.

Estos proyectos están orientados al sector productivo, mediante el otorgamiento de asesoría y asistencia técnica -con y sin financiamiento-, para la modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, de tal forma que con el ahorro y la eficiencia energética se contribuya a la conservación de los recursos naturales no renovables, al aprovechamiento sustentable de la energía y la disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estos proyectos permiten además desarrollar un mercado de consultoría y tecnologías de alta eficiencia, contribuyendo al crecimiento del empleo.

#### 2. El Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE-CFE).

Coordina acciones e impulsa programas para promover el ahorro y el uso eficiente de la energía eléctrica. Sus actividades están dirigidas tanto al personal e instalaciones de la CFE como a los usuarios finales del servicio eléctrico.

Una de las áreas de especialización del PAESE es la evaluación de tecnologías para alumbrado público. Se han desarrollado protocolos de pruebas para evaluar el ahorro de energía en luminarias de aditivos metálicos, de aditivos

metálicos, cerámicos, de inducción magnética y de LED. También se han evaluado luminarias LED a prueba de explosiones, fotocontroladores, balastos y balastos atenuadores.

### **El mercado de luminarias LED: de China para el mundo.**

Cuando hablamos del mercado de las luminarias nos referimos a todos los actores que están sujetos al manejo de equipo LED, donde los productores tienen un papel preponderante en la cadena de valor pues controlan la oferta de manera casi absoluta. El mercado entonces se desliza hacia la comercialización de gran volumen hasta llegar a la de menudeo en tiendas al consumo directo.

En la actualidad, el lugar donde se obtiene de manera más eficiente y a bajo costo la materia prima de los materiales semiconductores que permiten la fabricación del LED se encuentra en las minas de mineral que existen en Asia, principalmente en China y Corea, por lo que los convierte de facto en los únicos productores. Philips o Siemens por ejemplo, compran sus materias primas para la fabricación de sus dispositivos a alguna de las empresas asiáticas predominantes. En la imagen 27 podemos observar algunos elementos generados por fabricantes nacionales de estos dispositivos en su proceso de ensamblado.



*Imagen 27. Componentes de una luminaria de alumbrado externo.  
Fuente Creación propia.*

De esta forma, gracias a las industrias que van vinculándose, ellos (los chinos) han generado ciudades que son complejos industriales, con edificios completos dedicados a un ramo industrial específico, en donde cada departamento es una industria pequeña.

Existen casos documentados, en los que, en un mismo edificio de 10 o 20 pisos, que cuentan a su vez con 20 departamentos en cada nivel, donde se tienen redes de producción en masa y que de un departamento a otros todos hacen los mismo, pero no necesariamente con la misma calidad.

Entonces, el gobierno chino dice a las empresas interesadas ¿Tú quieres adquirir LEDs? Aquí tenemos la oferta ¿Quieres calidad cercana al 100%? ¿Quieres calidad al 90%? ¿Quieres calidad del 80%? Así que dependiendo de la aplicación que cada empresa necesita destinar a su producto, se va con alguno de los proveedores de ese dispositivo. Se alimenta el mercado con ese material, y cada marca comercial etiqueta su producto para sacarlo a la oferta y satisfacer la demanda.

Entonces, los hace poseedores únicos de la tecnología. Son prácticamente un ente monopólico, porque no hay otro acceso a esa tecnología. Hay algunos otros países que liberalizan algo de ese material, pero si el mercado chino se llegara a cerrar, poner en jaque al mundo pues controla un porcentaje altísimo.

Eso lo hace un riesgo, el mercado en el 2017 sufrió una disminución en la producción de la materia prima y eso encareció los mercados de LED, y el gobierno chino instruyó a las empresas para incrementar la producción.

Una merma en la producción de los materiales semiconductores luminiscentes usados para la fabricación del LED de luz blanca, los cuales son logrados gracias al uso del **Nitruro de Galio e Indio (InGaN)** el cual es requerido para la generación de luz blanca en los circuitos eléctricos del diodo, lo cual contrajo el mercado de la tecnología LED, encareciendo sus insumos.

Si bien existen estudios científicos para tratar de desarrollar otras opciones y tecnologías alternativas, aún no tienen el nivel de eficiencia que le ha permitido al LED colocarse en

el mercado como opción de iluminación, por lo que al día de hoy, este grado de eficiencia sólo se logra con estos componentes.

### ***Los mercados de consumo de luminarias LED.***

En lo general se pueden distinguir dos tipos de mercado de consumo de luminarias LED: el del sector privado y el del sector público. Lo que diferencia a estos mercados de consumo de luminarias LED, básicamente es la intencionalidad en el uso de la luminaria misma. En el sector privado el propósito más común tiende a ser el que busca destacar el aspecto quizá arquitectónico o visual, principalmente, mientras que en el sector público el fin más significativo es la intencionalidad en el cumplimiento de la prestación de un servicio público, con la mira puesta en ofrecer a la población condiciones de seguridad.

A pesar de que ambos tienen diferente fin último en sus propósitos fundamentales, la realidad es que los espacios que son iluminados de esta manera son diferentes sobre todo en la visión cliente-proveedor. Aunque en todos los casos la intención es la de proveer de una iluminación adecuada, es común que esa intención de uso de las luminarias sea con un propósito diferente dependiendo del origen de capital de la inversión en este rubro, público o privado.

En el sector privado, como es el caso el de un fraccionamiento, el desarrollador busca vender su espacio: si es una casa, pues el fraccionamiento donde se encuentra, las bondades de habitabilidad que brinda, las sensaciones de tránsito interno que tiene, etc. Esto es, si visitas ese desarrollo inmobiliario, lo que busca el desarrollador es que te enamores del lugar, que te pienses en él con todas las ventajas que te pueda significar ese acompañamiento lumínico, que la vista en condiciones de oscuridad te despierte los detalles del entorno, provocando que en ocasiones incluso elija (si está dentro de su margen de ganancia el hacerlo) sobresaturar el espacio para brindar una iluminación más completa.

En el sector público lo que se busca es evitar en lo posible espacios con sombras que generen puntos ciegos, que se conviertan en elementos de riesgo para la seguridad de

las personas que transitan por esos espacios, pero también reduciendo al máximo los mismos para no incurrir en gastos excesivos.

Sin embargo, no son hechos aislados lo que proporciona como servicio público la iluminación que se deciden los centros poblacionales (urbes, ciudades, poblados, etc.). Hay una concurrencia de necesidades que se enlazan entre lo privado y la oferta de satisfactores de diferentes tipos. Por ejemplo, como función del servicio público, cuando la iluminación es bien atendida se genera en la población un sentimiento de seguridad que genera a su vez certidumbre para abrir giros comerciales que requieren de este servicio: vr. gr. actividades que, al tener ya una iluminación más clara en las horas nocturnas, y que son las de atención a su clientela, pueden garantizarles a éstos un servicio más seguro, como un bucle de atención, que puede parecer codependiente, pero es la percepción de la cobertura de esta necesidad pública para beneficio del desarrollo y la inversión.

Son estos los elementos que distinguen a los dos mercados, sin que ello signifique decir que no le interese a lo privado la seguridad o a lo público la estética, pero no tienden a ser sus prioridades básicas, sino complementarias desde ambas visiones.

### ***El mercado de luminarias LED para el alumbrado en el sector privado.***

El uso más común en la demanda de luminarias LED para el alumbrado del sector privado son, por una parte, a través de los desarrolladores para la construcción y comercialización de estacionamientos y conjuntos habitacionales y, por otra parte, la industria son los grandes consumidores de luminarias LED en el mercado privado.

### ***Estacionamientos.***

Hay estacionamientos comerciales, privados en conjuntos habitacionales y estacionamientos industriales, algunos ejemplos se muestran en la imagen 28.



*Imagen 28. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en estacionamientos.  
Fuente: Creación propia.*

En el caso de los estacionamientos, se busca garantizar la parte de seguridad de las personas que transitan en diferentes formas: peatones, vehículos y medios de transporte alternos. Sin embargo, en el caso de los vehículos, también hay un factor de vinculación con el riesgo personal a través de los espacios de aparcamiento de éstos. Se requiere por un lado que el conductor tenga suficiente visibilidad para las maniobras de conducción necesarias para el desplazamiento, evitando percances materias asociados a éste con relación a los vehículos. En el caso de los peatones es importante brindar seguridad al desplazarse entre los vehículos, entre otros peatones, e incluso entre los espacios construidos, y eventualmente, ante percances derivados de accidentes del terreno.

### ***Conjuntos habitacionales.***

En el caso de los conjuntos habitacionales, básicamente se requiere de proveer, por un lado, de servicios similares a los que se otorgan en un estacionamiento, pero aquí se tiene que destacar la necesidad de percepción personal, tanto en el habitante del fraccionamiento como en el visitante. De tal forma que su desplazamiento por los espacios abiertos le brinde una sensación de seguridad y de sentido propio del lugar en el que se encuentra, para que con ello pueda realizar sus actividades personales y comunitarias de una forma más relajada y confiada, que le permita asegurar su estilo de vida, en la imagen 29 se muestran algunos espacios en conjuntos habitacionales.



*Imagen 29. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en conjuntos habitacionales.  
Fuente: Creación propia.*

### **Industria.**

En cuanto a la industria cabe destacar la necesidad de espacios suficientemente alumbrados para poder llevar a cabo tanto acciones de movimiento de equipo, maquinaria, materiales, los requerimientos de visibilidad para la realización de revisiones producción, de inventarios, de seguridad, de control de instalaciones, de revisiones de producto; en fin, de todo lo que tuviera que ver con la actividad propia del giro mercantil y/o productivo que tenga la empresa, con relación a su tamaño y necesidades. Una correcta iluminación puede brindar al empresario una sensación de estar en un espacio controlado, y a sus trabajadores la de estar en las condiciones adecuadas para desarrollar sus actividades con certidumbre, tanto en cuestiones de revisión, como de control y seguridad, laboral y personal. Adicionalmente, como vimos al hablar de necesidades de iluminación, existen funciones específicas que una industria pueden requerir un proceso lumínico especializado, lo que exigirá una mejor y mayor iluminación en ciertas zonas como pueden ser las áreas de diseño, corte, ensamble, entre otras, por ello, el sistema de iluminación proporcionado resulta de tanta importancia en este sector. En la imagen 30 podemos observar la iluminación de áreas de procesos industriales.



*Imagen 30. Ejemplo de alumbrado con LED en industria.  
Fuente: Creación propia.*

### ***El mercado de luminarias LED para el alumbrado en el sector público.***

Como se comentaba anteriormente, para abordar el mercado de luminarias LED para el alumbrado en el sector público, el enfoque primordial es diferente con relación a lo analizado para el mercado de sector privado, pues no solamente se debe considerar al espacio en sí mismo, sino a las características y necesidades de la política pública que cobija a este servicio ciudadano: seguridad, vialidad, visibilidad y entorno urbano.

#### ***Seguridad.***

La seguridad es uno de los elementos clave en la prestación de servicios públicos por la autoridad, y podemos comprobar en todos los estudios sobre el tema, que existe un factor de riesgo mayor cuando encontramos una comunidad que carece de una adecuada iluminación de sus vías de comunicación, lo que repercute en un mayor índice de criminalidad, mismo que se ve disminuido considerablemente cuando la autoridad decide implementar sistemas de iluminación más modernos y adecuados a las necesidades de sus habitantes.

#### ***La vialidad.***

Así como podemos observar estudios que certifican que la seguridad de una comunidad se incrementa con un adecuado sistema de iluminación. También podemos verificar que existe una reducción significativa en la incidencia de accidentes viales derivados de una



mejor visibilidad en las noches al existir una mejor iluminación, además que podemos observar que los detalles de la vialidad adquieren una mayor relevancia para el conductor y los pasajeros, lo que redundaría a su vez en una mayor visibilidad de los elementos del entorno urbano como podemos observar en los detalles de la imagen 31.



*Imagen 31. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en vialidades.  
Fuente: Creación propia.*

### **Visibilidad.**

Al mejorar la iluminación de las áreas involucradas, y tomando en consideración los altos valores que el cambio a la iluminación LED proporciona respecto a factores de potencia (FP), eficiencia lumínica, índice de reproducción cromática (IRC), temperatura del color (TCC), flujo luminoso y vida útil de la luminaria, todo ello nos proporciona un incremento en la visibilidad como se muestra en la tabla 3, lo que redundaría en la mejora sustancial en la apreciación de los espacios, todo ello proporciona un mejor aprovechamiento del entorno urbano en el que se desarrollan sus habitantes, por ello cada vez más autoridades buscan actualizar sus redes de iluminación pública a la tecnología LED, lo que representa un reto y a su vez una oportunidad para las empresas del ramo.

*Tabla 3. Comparación de tecnología LED con otros sistemas de iluminación.*

Factores \ Tecnologías.	Vapor de Sodio Alta Presión	Vapor de Mercurio	Aditivos Metálicos	LED
Eficiencia lumínica	90 lm / W	70 lm / W	80 lm / W	120 m / W *
Índice de Reproducción Cromática (IRC)	25	30	65	90
Temperatura de Color (TCC)	1,500 a. 2,500 K	3,800 a. 4,500 K	4,100 K	2,000 a. 7,000 K
Flujo luminoso al final de su vida útil	50 %	40 %	65 %	85 %
Vida útil	18,000 hrs.	24,000 hrs.	20,000 hrs.	50,000 hrs.

\* Actualmente se desarrollan tecnologías que permiten suponer que esta eficiencia seguirá en incremento.

*Fuente: Creación propia a través de los valores obtenidos a través de los catálogos de algunos de los principales fabricantes de tecnología eléctrica en el mercado.*

De acuerdo a los criterios normativos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), es importante destacar que la iluminación de carreteras ocupa un papel de suma importancia en la seguridad nocturna del auto-transportista, ya que ésta le debe proporcionar la visibilidad para distinguir cualquier obstáculo que se le presente en el camino y poder maniobrar a tiempo para evadirlo, así como cerciorarse de los detalles de las áreas circunvecinas tales como las señales de tránsito, ya sea que se encuentren a los lados o pintadas en el pavimento, entradas de caminos laterales y posibles baches, por ello, se establece que en vías primarias y vialidades de tipo A, la distancia interpostal óptima máxima para la ubicación del alumbrado se define en un rango de 35 a 42 metros (Subsecretaría de Infraestructura, SCT, 2015).

Por otro lado, en el caso de la reglamentación municipal, podemos citar como referencia el caso del municipio de Calera de Víctor Rosales, Zac., en cuyo reglamento de alumbrado público se establece que la distancia máxima permitida para la colocación de postes será de treinta y cinco metros, salvo en los casos en que la instalación se realice sobre los postes de distribución de CFE, sujetándose en estos casos a los criterios definidos por la propia Comisión (H. Ayuntamiento de Calera de Víctor Rosales, 1998).

### ***El mercado de luminarias LED para áreas de consumo especializadas.***

Al referirnos a las áreas de consumo especializadas, ponemos como referente el requerimiento específico que una actividad o conjunto de actividades, que pretenderán en su demanda lumínica, y que por las características propias del sector económico y social al que pertenecen estas actividades, su cumplimiento resulta en una condición no sólo necesaria, sino incluso obligatoria para la buena operación de sus actividades, pues su omisión podría generar desde una llamada de atención por la autoridad regulatoria en el mejor de los casos, o presentar el caso de ocasionar un posible desastre humanitario por la falta de su observancia, como pueden ser los riesgos sanitarios en el caso hospitalario o desastres mecánicos en el tema de los aeropuertos, ocasionando en ambos casos terribles pérdidas humanas, así pues dedicaremos este espacio para el estudio de estos dos casos particulares.

#### ***Su uso en el área hospitalaria.***

Al hablar de áreas especializadas podemos ubicar como una de las más sensibles a estudio, la referente a servicios clínicos y hospitalarios. Por ello es importante determinar de forma adecuada las condiciones de atención adecuada para poder atender las situaciones de salubridad y control médico necesario para la correcta aplicación de servicios. Según la normatividad aplicable, resulta indispensable el análisis de esta norma para determinar los niveles de iluminación recomendados, para lograr resultados y propuestas lo más próximas posible a lo ideal (DOF, 2008).

En la tabla 4, se desglosan algunas de las áreas prioritarias que se encuentran en un hospital, como las que se muestra en las imágenes 32, 33, 34 y 35, de acuerdo con los criterios de prioridad en la atención de la salud y la especificación lumínica básica a considerar para cada uno de ellos, en función de los criterios establecidos en la Norma Oficial y su referente en el ámbito clínico.

*Tabla 4. Luxes requeridos para iluminación artificial establecido en la norma.*

Tipo de local	Niveles mínimos (lx)
Pasillos y áreas de circulación	100
Escaleras	100
Estanterías y cuartos de almacén	100
Salas de espera	100
Escáner	100
Cuadros de control (dentro del edificio)	200
Salas de acceso	200
Dormitorios	200
Áreas de limpieza y fregado	200
Salas de bombas, salas de condensadores	200
Salas de material y mecanismos de control	200
Vestidores, cuartos de baño, servicios para pacientes, servicios generales	200
Alumbrado general en salas de examen	300
Archivo, copias, etc	300
Áreas de manipulación de paquetes y de almacenamiento	300
Estaciones de control	300
Exámenes simples	300
Farmacia	300
Recepción	300
Oficinas	300
Sala de conferencias y reuniones	300
Salas de esterilización y desinfección	300
Alumbrado general de laboratorio	500
Auditorio	500
Cocina y comedor	500
Dentista	500
Enfermería	500
Escritura, tratamiento de datos	500
Informática	500
Recepción de Urgencias	500
Salas preoperatorias y de recuperación	500
Áreas de operación	1,000
Cosido, tejido de punto, costuras	1,000
Examen y tratamiento	1,000
Sala de control (planta eléctrica)	1,000
Sala de Urgencias	1,000
Quirófano *	2,000-10,000

\* Como se mencionó previamente, para la iluminación en el quirófano es de principal observancia el índice de reproducción de color (IRC) para garantizar el adecuado funcionamiento de los servicios de salud.

*Fuente: Elaboración propia en función de los criterios establecidos en la norma.*



*Imagen 32. Pasillo de hospital.*  
*Fuente: Imagen de uso libre de PxHere*



*Imagen 33. Urgencias.*  
*Fuente: Imagen de uso libre de PxHere*



*Imagen 34. Recolección de sangre.*  
*Fuente: Imagen de uso libre de PxHere*



*Imagen 35. Consultorios.*  
*Fuente: Imagen de uso libre de PxHere*

### ***Su uso en aeropuertos.***

Así como en el ámbito clínico tenemos necesidades específicas, podemos hablar de los requerimientos técnicos indispensables para la operación cotidiana de los servicios aeroespaciales y su adecuado manejo técnico y táctico.

De acuerdo con información emitida por la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA, por sus siglas en inglés) se dieron a conocer cuatro principios para mejorar la seguridad de la aviación internacional y la cooperación entre gobiernos e industria que buscan garantizar la seguridad aérea en el mundo, los esfuerzos de seguridad deben regirse bajo cuatro principios: las medidas basadas en el riesgo potencial, la aplicación de los estándares mundiales, el desarrollo de capacidades para apoyar el reconocimiento mutuo de las normas y el intercambio de información. (Redacción A21, 2016).

De todo ello, la IATA también tiene identificadas seis áreas prioritarias para enfrentar los retos de seguridad: las zonas de conflicto, la seguridad en los aeropuertos, las amenazas internas, la seguridad informática, la armonización de los principios activos y de los requisitos de información, y controles de seguridad en los aeropuertos.

De lo anterior, y siguiendo el criterio establecido en el punto anterior respecto al estudio de los espacios hospitalarios, podemos indicar los espacios que la norma emitida por la IATA nos establece, y de ahí obtener la referencia lumínica correspondiente, en función de ello, se incluye la tabla 5 para analizar y proyectar la necesidad lumínica de las áreas prioritarias en los aeropuertos, que puedan permitir su adecuado funcionamiento y la correcta operación de sus servicios en general, destacando los servicios al público usuario y aquellos servicios necesarios para la navegación aérea.

*Tabla 5. Zonas de servicio en aeropuertos y eficiencia lumínica referida por la norma.*

Tipo de local	Niveles mínimos (lx)
Espacios comerciales	200
Pasillos y áreas de circulación	200
Salas de abordaje y última espera	200
Salas de llegada y salida	200
Boletaje y servicios aéreos	300
Salas de espera	300
Control de Equipaje	300
Carga y descarga	500
Control y seguridad	500
Controladores aéreos	500

*Fuente: Creación propia con base en criterios definidos por la norma y los emitidos por la IATA.*

---

## Apartado II:

# La gestión de negocios en la comercialización de luminarias LED para alumbrado público.

---

En este apartado, se pretende hablar sobre la relación con los clientes y las necesidades que se buscan satisfacer en cada uno de ellos para poder generar una relación de beneficio mutuo que lleve a la empresa a una relación de larga duración con el cliente, que le permita a su vez generar esquemas de planeación a mediano y largo plazo.

### **La vinculación con el cliente.**

Como en todo negocio, el principal reto de una empresa de fabricación de luminarias LED es ubicar de manera adecuada a su nicho de mercado y poder llegar a ellos con una propuesta atractiva en lo económico y en lo tecnológico.

Derivado de lo anterior, es que podemos hablar de dos principales clientes, el principal de ellos, por volumen, es sin duda el cliente del sector público, el cual podemos referir como primera instancia dentro del nivel municipal, puesto que es quien tendrá la primera relación de beneficio con la tecnología de iluminación.

Por otro lado, dentro del sector privado refiere un interés particular el mercado de los contratistas del sector de los grandes conjuntos habitacionales y los dedicados a la construcción de espacios abiertos como es el caso de grandes naves industriales, espacios comerciales y estacionamientos públicos.

## **Diferencias entre clientes del sector público y del sector privado.**

En el mercado de las luminarias LED, podemos distinguir algunas diferencias básicas que se presentan entre un cliente del sector público y un cliente que se dedica al sector privado a través de algunos parámetros básicos.

Algunas de estas diferencias podemos ubicarlas en estos ámbitos:

- a) Volumen. El cliente del sector público normalmente visualiza sus proyectos de alumbrado, en grandes unidades, pues debe visualizar sus proyectos abarcando a todas las comunidades de su territorio, aunque en ocasiones pueda hacerlo pensado en etapas para economizar. Mientras que el cliente del sector privado, siempre opera con volúmenes menores, pues sólo tiene la necesidad de cubrir el alumbrado en una pequeña área específica.
- b) Relación Calidad-Cantidad. En el ámbito de la adquisición del bien físico, vemos que el cliente del sector público busca privilegiar la cantidad sobre la calidad, pudiendo incluso poner en riesgo la viabilidad operativa del proyecto por obtener economías a costa de la calidad final del producto, provocando en algunos casos, un incremento de costos a mediano plazo. En contraparte, se observa que el comprador del sector privado busca maximizar su inversión.

## **Tipos de adjudicaciones para alumbrado público.**

En México, la legislación vigente establece que, para todo proceso de contratación de obras o servicios, las dependencias y entidades públicas se deben regir por lo establecido en la *“Ley de Adquisiciones, arrendamientos y servicios del Sector Público”*. A través de esta normatividad, se regulan los procedimientos para la contratación que realicen los organismos y dependencias del poder ejecutivo, así como organismos descentralizados, empresas de participación estatal y entidades federativas, municipios y entes públicos de unas y otros, con cargo total o parcial a recursos federales, asimismo deberán acatar lo relativo a la Ley de Adquisiciones del estado correspondiente y los reglamentos emitidos por cuenta de las administraciones municipales cuando sea el caso.



En dichas normas se establecen las características, montos mínimos y condiciones para participar en cada una de las modalidades reglamentadas para la contratación de bienes y servicios en el sector público, definiéndose que estas contrataciones podrán ser de tres tipos: licitación pública, invitación restringida a cuando menos tres personas y adjudicación directa, y estableciendo los requisitos y criterios básicos para su realización.

### ***La licitación pública.***

De acuerdo con lo establecido en la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la licitación es el procedimiento gubernamental por excelencia mediante el cual se convoca, se reciben propuestas, se evalúan y se adjudica la obra o los servicios y el cual, es de conocimiento público, así lo define la Carta Magna:

*“Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra que realicen, se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.” (DOF, 1917).*

Como se ha mencionado, la licitación pública es, por tanto, el procedimiento que debe ser utilizado por excelencia en las adquisiciones, contrataciones y obras públicas; sin embargo, debido a diversas circunstancias, el propio Estado mexicano prevé en la Carta Magna, que cuando el proceso licitatorio no es el óptimo, las autoridades administrativas podrán optar por otros, siempre preservando los intereses primordiales del gobierno para preservar las mejores condiciones.

Así mismo, se aclara que el proceso de licitaciones públicas podrá ser omitido debido a condiciones no óptimas, no obstante, no especifica cuáles son estas y las deja a consideración del servidor público. Por ende, la ley prevé procedimientos excepcionales los cuales son opciones a la licitación.

### ***La invitación restringida.***

Este, es el procedimiento de adjudicación de una obra pública o servicio, de características similares a la licitación, en el que se invita a concurso a cuando menos tres personas para comparar condiciones de la prestación solicitada.

De acuerdo a la reglamentación, este procedimiento será aplicado cuando existan al menos dos convocatorias de licitación pública se declaren desiertas; este término se refiere a que ninguna empresa se interesó en atender la convocatoria y por tanto, la licitación pública, o que el monto establecido para la prestación del servicio sea de menor cuantía a lo normado para la licitación. Esta cantidad se establece anualmente en el decreto del Presupuesto de Egresos de la Federación. Cuando se emita la invitación se deberá mostrar en un lugar visible para el público, para que el interesado pueda participar en el proceso.

Las normas y lineamientos mínimos respecto a este procedimiento señalan que las invitaciones deben indicar en cantidad y descripción los bienes y/o servicios solicitados por el gobierno, el plazo de tiempo y de entrega y, por consecuencia las condiciones de pago del proceso.

### ***La adjudicación directa.***

Procedimiento de asignación de obra pública o de servicios, por excepción a la licitación pública, en el que no existe concurso entre dos o más interesados. La dependencia, entidad o ayuntamiento decide la persona a quien se contrata la realización de los trabajos.

La adjudicación directa es tomada como el último caso de adquisición o generación de una obra, en el momento en que los otros dos procedimientos hayan fallado o se declaren desiertos. Sin embargo, las leyes que regulan a nuestro sistema de adquisiciones no indican cómo debe realizarse este proceso, ya que solo lo enuncia como un procedimiento de contratación.

Si bien es un procedimiento especial en la adjudicación de bienes y servicios en la administración pública, en la actualidad existen varias dependencias que le dan mayor salida porque les reduce trámites y les permite dar cierto sesgo al resultado del proceso, aunque la sociedad organizada cada vez está pugnando más por reducir este modelo pues se presta a mucha discrecionalidad y es más vulnerable a actos de corrupción que los otros dos modelos de asignación de contratos.

### **Beneficios en el aprovechamiento de la energía considerados para la gestión en sector público.**

El crecimiento de las ciudades, de las empresas, y de las necesidades de los individuos, han provocado un incremento constante en el uso de energía vinculada a prácticamente todas las actividades humanas, lo cual ha implicado un incremento en el consumo de todas las formas de energía utilizadas, entre ellas, sin duda de las más importantes todavía hoy en día en función al porcentaje de oferta y demanda que tiene en el mercado, la de origen eléctrico. Pese a este sensible crecimiento en las necesidades de energía, la sociedad contemporánea tiene una especial preocupación tanto por el impacto al medio ambiente como por la optimización en el uso de recursos, tanto en el sector privado como en el público, por lo que las luminarias LED han representado una alternativa para dar soluciones en ambos casos.

El ahorro de energía que esta tecnología provee a través del uso de luminarias ha sido estudiado y evaluado desde la técnica y la economía:

“El ahorro del consumo de energía usando tecnología LED es importante porque conlleva a disminuir los índices de contaminación ambiental por la emisión del CO<sub>2</sub> producido por la energía convencional, además contribuye a la calidad de vida de las personas respecto a la iluminación y su economía. (Tanco Fernández, Pompilla Cáceres, & Angulo Salas, 2018).

Y con relación al ahorro económico en el consumo de energía eléctrica, en este caso, es decir el costo monetario que implica su uso, se ha probado que el costo de consumo se reduce de forma sustantiva. Sin embargo, el esquema de costeo para determinar los ahorros no puede ser evaluado de forma directa ni transversal, ni tampoco en el corto

plazo, pues cabe hacer mención que cuando se realiza la adquisición de los equipos correspondientes, debe realizarse la valoración completa de su costo en el mediano y largo plazo. Es decir, una valorización completa no sólo considera el precio de las luminarias, su infraestructura de montaje, instalación y dispositivos directamente vinculados a todo ello, sino que debe atender a los costos de mantenimiento como elemento periférico vinculado al buen funcionamiento de las luminarias, y además considerarlo a mediano y largo plazo. De no hacerlo así, las luminarias LED pueden tener un costo superior en lo económico, dado el costo mismo de las tecnologías aplicadas.

También se debe observar el adecuado cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas de funcionamiento para garantizar su duración y operatividad.

En el campo del alumbrado público, este costo se queda absorbido por el costo de mantenimiento de los equipos, pues a pesar de ser equipos costosos, como se mencionaba en el párrafo anterior, su mantenimiento se reduce drásticamente lo que, aunado a su vida útil, permite economías de escala suficientes para resultar práctico y ahorrrativo. Esto conlleva a que dentro del plan de negocios que se debe implementar para el sector público, se requiere del énfasis de la planeación presupuestal a plazos que en ocasiones pueden superar los períodos de gobiernos, especialmente en el caso de las administraciones municipales. Sin embargo, para aminorar estos costos, algunos actores económicos, ha permitido a las empresas, ofrecer a través de su gestión, modelos de financiamiento o de arrendamiento de equipos que permite que los ayuntamientos cuenten en un plazo más breve con el acceso a la tecnología necesaria para poder garantizar a sus habitantes los beneficios de su implementación.

### ***Los ahorros de energía.***

Dentro del ámbito del ahorro energético existen algunas acciones específicas que podemos llevar a cabo para disminuir y mitigar el impacto generado por la disposición de sistemas públicos de alumbrado, algunas de estas labores son:

Reducir, o incluso restringir el uso de tecnologías arcaicas en el alumbrado público, como son las lámparas incandescentes, las mal llamadas lámparas ahorradoras y de luz mixta

en el alumbrado público, pues son dispositivos con una eficiencia muy baja y con una vida útil muy reducida, en algunos casos implica la sustitución de ellos en menos de 30 días. Ambos tipos de elementos conspiran contra la población, pues se desperdicia energía y se incrementan innecesariamente los gastos de mantenimiento.

Se debe crear una actitud para impulsar acciones concretas claras desde las diversas oficinas de gobierno, otro ejemplo claro es el reemplazo de lámparas de mercurio HQL por lámparas de nuevas tecnologías. Para dimensionar su efecto, podemos ver que actualmente una lámpara de mercurio HQL de 400 W se puede sustituir con una lámpara con tecnología de vapor de sodio de alta presión de 150 W; pero esa tecnología no es la más adecuada en término de ahorro, pues una lámpara de 80 W con la nueva tecnología LED puede llegar a suplir esa misma lámpara de mercurio de 400 W, con una mejor vida útil (arriba del 80%) y un mantenimiento casi nulo para soportar el mismo nivel de luz.

### ***El ahorro económico en el consumo de energía.***

El ahorro económico y financiero en la inversión pública, se calcula a partir de los factores que se mencionan a continuación: El ahorro energético, el ahorro en lámparas y el ahorro en mantenimiento. El principal factor de ahorro es el energético, aunque los costes de mantenimiento y reposición de bombillas pueden ser elevados en función del tipo de instalación; especialmente en aquellas de difícil acceso por su ubicación o de la tecnología utilizada en los bulbos, habiendo documentado el caso en el municipio de Álvaro Obregón, del estado de Michoacán, durante la administración 2015-2018, de gasto por sustitución de más de 200 bombillas “ahorradoras” en luminarias urbanas y suburbanas durante la temporada de lluvias derivado de problemas por la falta de aislamiento al agua de las luminarias, con el costo asociado por los trabajos de mantenimiento a esas lámparas.

Un análisis detallado del ahorro por el cambio a nuevas tecnologías requiere parametrizar el costo total ligado a la compra y mantenimiento del equipo de iluminación durante el tiempo de uso. Este cálculo depende de varios elementos tales como son:

- a) El costo de compra de lámparas en el periodo de operación de la instalación.

- b) El costo de mantenimiento, limpieza, sustitución de equipos y plataformas.
- c) El consumo energético y la potencia contratada al organismo electrificador.
- d) Cuando sean competentes, los impuestos relacionados a la huella de carbono.

Además del ahorro energético, otro factor destacable es la gran reducción del costo total de propiedad en comparación con las tecnologías de iluminación tradicionales que pueden producir retornos de la inversión inferiores a dos años.

El ahorro a largo plazo en costo total de propiedad que proporciona el cambio a tecnología LED gracias a su larga vida útil hace posible a las empresas ser más competitivas consiguiendo importantes beneficios en la reducción de costes fijos de la instalación. En el caso de una instalación con servicio continuo de 24 horas, el periodo de amortización es inferior a dos años. (Serrano-Tierz, Martínez-Iturbe, Guarddon-Muñoz, & Santolaya-Sáenz, 2015).

### ***La reducción en el impacto ambiental.***

Un ejemplo de eficiencia ambiental lo podemos ver en la sustitución de una luminaria de 400 W de halogenuros metálicos por otra de 200 W de tecnología LED, que supone un ahorro energético de 200 W, el cual, expresado a niveles de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> son 85,28 g de CO<sub>2</sub> por cada hora de funcionamiento al tomar como referencia la media europea de 0,41kg de CO<sub>2</sub>/kWh.

Otro aspecto importante desde el punto de vista medioambiental es que la tecnología de iluminación LED contribuye en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la no emisión de residuos tóxicos peligrosos (RTP) como el mercurio. Por ejemplo, mientras que cada bombilla del Fabricante Philips modelo MASTER HPI Plus 400W/645 BU-P E40 1SL contiene 67,2 mg de mercurio, en un dispositivo LED prácticamente se puede decir que no existen residuos tóxicos desprendidos al medio ambiente.

Otro elemento de impacto ambiental es la denominada contaminación lumínica, que podemos definir como *“el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de*

*luminarias inadecuadas. El mal apantallamiento de la iluminación de exteriores envía la luz de forma directa hacia el cielo en vez de ser utilizada para iluminar el suelo". (Caminos, 2011).*

El uso de la tecnología LED nos permite afirmar que; al proyectar su radiación lumínica en un solo sentido, este efecto nos permite reducir de forma sustancial la contaminación por iluminación que tradicionalmente se asocia a los centros urbanos.

Adicionalmente, derivado de la sustitución de tecnologías de gas, por los encapsulados de LED, obtendremos una reducción en el uso, manejo y disposición final de los bulbos de gas (de Sodio o Mercurio), lo que redundará en la reducción de desechos tóxicos emitidos al medio ambiente, sin embargo, debemos asegurar que el manejo de estas luminarias al ser sustituidas tenga un adecuado manejo para evitar una dispersión de desechos en los depósitos de destino final. En este sentido, lamentablemente la sociedad va más adelantada que las autoridades legislativas, pues no existen leyes, normas o reglamentos que exijan su cumplimiento, pues a pesar de conocer el grave daño que estos elementos ocasionan, no existen las leyes correspondientes para garantizar su adecuado manejo. Destacando en particular el mal uso de estos materiales aún a pesar de los controles que existen en la separación de residuos, presentándose casos de trabajadores de centros de reciclado, que aún juegan con las barras fluorescentes que contienen altos niveles de mercurio a pesar del riesgo a la salud que este implica.

### ***El análisis de rentabilidad.***

Todo proceso económico, debe ser verificable, por ello es importante que en la evaluación de impacto económico se incluya el correspondiente análisis de rentabilidad que nos permita estimar de forma adecuada los indicadores de gestión necesarios para la toma de decisión final y en su caso las recomendaciones de aprobación o rechazo del proyecto de ejecución.

Según Lojano y Orellana (Lojano León & Orellana Lonajo, 2014), la evaluación o valoración de los beneficios del proyecto implica la realización de dos etapas consecutivas: primero, la evaluación a precios privados y luego, la evaluación social.

En donde nos refieren que se entiende que la evaluación a precios privados permitirá tener elementos necesarios para estimar la factibilidad y viabilidad de las inversiones asociadas al proyecto y, por otro lado, la evaluación social busca desarrollar la comparativa en la puesta en marcha del proyecto de mejora en la iluminación desde un punto de vista de aprovechamiento social y los beneficios que la población recibirá de la ejecución de esta obra.

Así mismo, y en función de las condiciones actuales, es obvio que las instituciones de la administración pública también esperen ver un beneficio directo en el cambio de tecnología, por ello es importante encontrar el punto de valor agregado al gasto que implica el cambio de tecnología, uno de los principales efectos es la reducción en los costos de consumo que la instancia, le paga a la Comisión Federal de Electricidad. Para ello es importante que el bien adquirido por ellos, cuente con estudios certificados por el PAESE de CFE, lo que puede garantizar a la dependencia, el ahorro esperado, pues en ocasiones, a pesar de los esfuerzos llevados a cabo, puede resultar que no todas las tecnologías estén debidamente certificadas, lo que llevaría a retrasar o incluso negar por parte de CFE los ahorros esperados, lo que sin duda sería un grave costo administrativo y sobre todo un costo político para el responsable de dicha gestión.

En el mercado hay una gran cantidad de fabricantes, productores y comercializadores que están buscando esta certificación, sin embargo, existen diversos introductores de productos de origen asiático que no cuenta con todas estas garantías y que están dañando la credibilidad y eficiencia del producto en el mercado nacional. Por ello, a través de los esfuerzos de este trabajo, se busca fortalecer estos esfuerzos e impulsar la cadena de valor de los fabricantes nacionales de luminarias LED.

Para una adecuada valoración de todos los beneficios, no podemos dejar de hacer notar el análisis que elaboró la Secretaría de Energía a través de su análisis de mercado de la tecnología LED, en conjunto con diversos actores y que se recogen en la tabla 6 sobre los beneficios de dicha tecnología, la tabla 7 presenta la comparación de las tecnologías de iluminación y la tabla 8 con la comparación de costos entre estas tecnologías (Dirección General de Eficiencia y Sustentabilidad Energética, SENER, 2015).



Tabla 6. Beneficios de la iluminación con base en la tecnología LED.

Características	Ahorro	Mantenimiento	Salud	Medio ambiente
Mayor eficacia que las lámparas incandescentes y halógenas.	Mayor eficiencia energética sobre la iluminación de bajo consumo y sobre las iluminaciones tradicionales incandescentes.	Respuesta rápida de encendido, apagado o cambio en la emisión de luz.	Mejor visión y mejor calidad de luz al no tener parpadeo y no emitir ni ultravioletas ni infrarrojos.	No contiene gases contaminantes en su interior.
Gran calidad de luz, sin UV, sin IR en el haz de luz.	Una durabilidad 10 veces superior a la iluminación tradicional.	Arranque a bajas temperaturas.	No genera calor.	Reducción de la emisión de CO2 al ambiente en el proceso de generación de electricidad.
Productos más pequeños, miniaturización.	Largo tiempo de vida.	No absorbe polvo, evita que la pantalla se oscurezca o se torne de color amarillo.	Aporta mayor iluminación; hay mejor visualización de los objetos.	Libre de mercurio.
Tonos de color. Luz cálida, luz de día, luz blanca fría (3,000-7,000 K).	Bajo consumo de energía.	No se requiere de un balastro.		Ahora más que nunca se necesita un sistema de iluminación eficiente para, además de controlar los costes de electricidad, reducir también la huella de carbono.
Flexibilidad en diseño (luz oculta).	Reducción en costo de mantenimiento.	Posibilidad de regulación y de luz dinámica (colores RGB).		
Colores saturados (sin necesidad de filtros).	Consume una tercera parte de energía.	Duran hasta 10 veces más.		
Encendido instantáneo, sin parpadeo.	Reduce la carga eléctrica de edificios en alumbrado.			

FUENTE: Elaborada por la firma consultora con base en información de Greenpeace México, 2008 (Dirección General de Eficiencia y Sustentabilidad Energética, SENER, 2015).

Tabla 7. Comparación de lámparas: costo, energía, desempeño y parámetros de producción.

Características	Halógeno	Fluorescente	LED
Costo inicial	Bajo a medio	Bajo a medio	Alto a muy alto
Vida útil	<4,000 h	<20 000 h	<50 000 h
Eficacia luminosa	<15 lm/W	<70 lm/W	>100 lm/W y creciendo
Eficacia luminosa relativa	Con gas xenón y otras mejoras: hasta 30% de ahorro en comparación con las lámparas incandescentes.	Hasta 80% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes.	Hasta 90% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes.
Costo por vida útil	Alto	Bajo	Medio a bajo
Complejidad técnica y de producción	Media	Alta	Muy alta

FUENTE: Elaborada por la firma consultora con información del presente estudio, México, 2015.

Tabla 8. Comparación del costo de los sistemas de iluminación por su tiempo de vida.

Tipo de bombilla	Watts	Tiempo de vida (horas)	Costo	Núm. de cambios	Costo en total de bombillas	kW/h consumo	Costo de energía
Incandescente	60	1200	\$15.00	41 veces	\$625.00	3,000	\$2,928.00
Fluorescente	14	8,000	\$42.00	6 veces	\$262.50	700	\$683.20
LED	8	50,000	\$103.50	1 vez	\$103.50	400	\$390.40

FUENTE: Elaborada por la firma consultora con base en los costos estimados de bombillas de The Home Depot, 2015.

## Glosario.

Tabla 9. Términos y definiciones.

Términos	Definiciones
LED	Light-Emitting Diode, diodo emisor de luz, dispositivo de estado sólido que incorpora una unión PN, emitiendo radiación óptica cuando se excita por una corriente eléctrica.
Unión PN	Conexión física de un diodo a través de la unión de material semiconductor, dotada en un extremo con cargas eléctricas donadoras (denominada tipo N) y en el otro con cargas receptoras (tipo P).
Flujo luminoso	Luz visible al ojo humano, emitida por una fuente durante un segundo, su unidad de medida es el lumen (lm).
Eficacia luminosa	Relación del flujo luminoso emitido por las fuentes entre la potencia total consumida por el sistema, expresada en lumen por watt (lm/W).
Lux	Unidad de medición del nivel de iluminación equivalente a lm/m <sup>2</sup> .
SMD	Surface Mount Device, arreglo de LEDs montados sobre superficie conductora.
Trough Hole	Arreglo de LEDs situados a través de perforaciones en una base.
COB	Chip On Board, arreglo de LEDs encapsulados en un circuito.
IP	Ingress Protection, sistema de medición de protección al polvo y la humedad.
Armónicos	Variaciones eléctricas generadas en pares sobre el espectro, que pueden provocar a largo plazo daños en la operación de sistemas.
Temperatura de color (TCC)	Apariencia de una fuente de luz comparada con la luz emitida por un cuerpo negro a una temperatura absoluta determinada, se mide en Kelvin (K).
Índice de Reproducción de Color (IRC)	Medida sobre la capacidad de la fuente de luz para reproducir fielmente los colores de diversos objetos, comparándolo con una fuente de luz ideal.
K	Kelvin, Unidad de medida absoluta de temperatura.
Luz cálida	Se considera la luz generada en tonos que aparecen por debajo de los 3,000 K.
Luz neutra	Se considera la generación de tonos entre 3,000 y 5,000 K.
Luz fría	Se considera la generación de tonos de color que van por arriba de 5,000 K.
W	Watt, unidad de uso para medir la potencia eléctrica.
kW/h	Kilowatt hora, unidad de energía necesaria para mantener la potencia para el funcionamiento de un dispositivo, dicha unidad no corresponde a estándares del Sistema Internacional de Unidades.
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.
SENER	Secretaría de Energía.
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Fuente: Creación propia.

## **Bibliografía.**

- Beltrán San Segundo, H. (2015). Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características. (U. J.-F. F2e, Ed.) Castellón de la Plana, Valencia, España.
- Beltrán San Segundo, H. (2015). *Módulo 1.5 - Luminarias clasificaciones, tipos y aplicaciones*. (U. J.-F. F2e, Ed.) Recuperado el mayo de 2019, de Eficiencia energética en instalaciones de iluminación: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/170959>.
- Caminos, J. A. (2011). *Criterios de diseño en iluminación y color*. Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe.
- Catálogo de Normas Mexicanas. (22 de Mzo de 2012). *NORMA Mexicana NMX-J-529-ANCE-2012 Grados de Protección proporcionados por los envolventes (Código IP)*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-529-ANCE-2012>.
- Catálogo de Normas Mexicanas. (5 de Mzo de 2014). *NORMA Mexicana NMX-J-507/1-ANCE-2013 Iluminación-Coeficientes de utilización de luminarios para alumbrado público de vialidades-Especificaciones*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-507%2F1-ANCE-2013>.
- Catálogo de Normas Mexicanas. (12 de Dic de 2014). *NORMA Mexicana NMX-J-605-ANCE-2014 Luminarios-Guía para la identificación en campo para equipo de iluminación de vialidades y áreas exteriores*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-605-ANCE-2014>.
- Catálogo de Normas Mexicanas. (22 de Jul de 2015). *NORMA Mexicana NMX-J-198-ANCE-2015 Iluminación-Controladores para lámparas fluorescentes-Métodos de prueba*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-198-ANCE-2015>.

- Catálogo de Normas Mexicanas. (16 de Jun de 2015). *NORMA Mexicana NMX-J-619-ANCE-2014 Iluminación-Definiciones y terminología*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-619-ANCE-2014>.
- Catálogo de Normas Mexicanas. (7 de Abr de 2017). *NORMA Mexicana NMX-J-307-ANCE-2017, Luminarios de uso general para interiores y exteriores*. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/detallenorma.nmx?clave=NMX-J-307-ANCE-2017>.
- DOF. (5 de Feb de 1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación, Art. 134*.
- DOF. (13 de Oct de 1993). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SCFI-1993, aparatos electrónicos - aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo. *Diario Oficial de la Federación*, págs. 13-32.
- DOF. (22 de May de 2000). NORMA Oficial Mexicana NOM-064-SCFI-2000 Productos Electricos-Luminarios para uso en Interiores y Exteriores – Especificaciones de Seguridad y Métodos de Prueba. *Diario Oficial de la Federación, Primera Sección*, págs. 45-64.
- DOF. (30 de Dic de 2008). NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. *Diario Oficial de la Federación, Primera Sección*, págs. 61-73.
- DOF. (6 de Nov de 2012). NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (LEDs) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección*, págs. 15-42.

- DOF. (28 de May de 2015). NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SCFI-2014, Productos eléctricos-Especificaciones de seguridad. *Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección*, págs. 1-73.
- DOF. (17 de Ene de 2017). NORMA Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2016, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED). *Diario Oficial de la Federación, Primera Sección*, págs. 13-50.
- DOF. (15 de Ago de 2017). NORMA Oficial Mexicana NOM-058-SCFI-2017, Controladores para fuentes luminosas artificiales, con propósitos de iluminación en general-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba. (S. Sección, Ed.) *Diario Oficial de la Federación, Diario Oficial de la Federación*, págs. 1-17.
- Fraga Iluminación. (May de 2019). *Factores que influyen en la visión*. Obtenido de Fraga Iluminación: <https://www.fragailuminacion.com.ar/publicaciones/iluminacion-vision-iluminacion/>.
- H. Ayuntamiento de Calera de Víctor Rosales. (1998). *Reglamento sobre alumbrado público para el Municipio de Calera de Víctor Rosales, Zac.* Calera de Víctor Rosales: H. Ayuntamiento.
- Lojano León, L. M., & Orellana Lonajo, F. R. (2014). *Tesis "Mejoramiento del sistema del alumbrado público de una arteria de circulación vehicular de la ciudad de Cuenca mediante la sustitución por tecnología LED (Light Emitting Diode)"*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5312>.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. Ciudad Universitaria, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura. Obtenido de [http://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf](http://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos_y_tecnicas.pdf).
- Morone, G. (2013). *Métodos y Técnicas de Investigación Científica. Sistema de Biblioteca*. Valparaiso, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Obtenido de [http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/metodologias\\_investigacion.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/metodologias_investigacion.pdf).

Nava, D. (18 de junio de 2019). *Declaran estado de emergencia en la Península de Yucatán por falta de electricidad*. Obtenido de El financiero-Bloomberg: <https://www.elfinanciero.com.mx/peninsula/peninsula-de-yucatan-en-emergencia-por-falta-de-electricidad-cenace>.

Redacción A21. (27 de Oct de 2016). *Aviación 21*. Obtenido de A21 MX: <https://a21.com.mx/aeronautica/2016/10/27/establece-iata-cuatro-principios-para-mejorar-seguridad-aerea>.

Santander Ramírez, I. (2012). Propuesta de un plan de negocios de empresa de servicios de eficiencia energética y comercialización de iluminación LED. *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, 159-170.

Serrano-Tierz, A., Martínez-Iturbe, A., Guarddon-Muñoz, Ó., & Santolaya-Sáenz, J. (2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *Dyna*, 231-239.

Subsecretaría de Infraestructura. (2015). *Manual de iluminación vial de carreteras, entronques, viaductos, pasos a desnivel y túneles* (2a ed.). México D.F.: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Tanco Fernández, P., Pompilla Cáceres, N., & Angulo Salas, F. (2018). Evaluación biofísica y económica del ahorro de energía en iluminación utilizando tecnología LED. *Véritas*, 18(1), 49-56.

## **Índice de Imágenes.**

Imagen 1. Diseño del LED. ....	15
Imagen 2. Celular Motorola Power PAK. ....	16
Imagen 3. Pantalla LED Gigante. ....	16
Imagen 4. Luminaria LED para exteriores. ....	17
Imagen 5. Matriz de LED SMD. ....	18

Imagen 6. Arreglo Trough Hole. ....	18
Imagen 7. Chip on Board LED (COB). ....	19
Imagen 8. Luminarias para alumbrado público.....	22
Imagen 9. Luminarias de punta de poste. ....	23
Imagen 10. Luminarias de reflector. ....	23
Imagen 11. Temperatura de Color. ....	24
Imagen 12. Módulo Integrado de LED (Chip On Board).....	25
Imagen 13. Disipador de calor.....	26
Imagen 14. Componente óptico. ....	27
Imagen 15. Estructuras de controlador eléctrico. ....	27
Imagen 16. Reflector de campana y reflector de esquina. ....	28
Imagen 17. Refractor cóncavo. ....	29
Imagen 18. Refracción de la luz a través de un componente óptico. ....	29
Imagen 19. Difusor liso y Difusor esmerilado. ....	30
Imagen 20. Equipamiento del alumbrado público.....	31
Imagen 21. Sistema de anclaje de luminaria.....	32
Imagen 22. Cajas de registro. ....	32
Imagen 23. Poste de acero y poste de concreto. ....	33
Imagen 24. Superpostes. ....	34
Imagen 25. Red de cableado en la luminaria. ....	35
Imagen 26. Equipamiento de luminaria con sistema híbrido. ....	36
Imagen 27. Componentes de una luminaria de alumbrado externo. ....	41
Imagen 28. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en estacionamientos. ....	45
Imagen 29. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en conjuntos habitacionales. ....	46
Imagen 30. Ejemplo de alumbrado con LED en industria. ....	47
Imagen 31. Ejemplo de alumbrado exterior con LED en vialidades. ....	48
Imagen 32. Pasillo de hospital.....	52
Imagen 33. Urgencias. ....	52
Imagen 34. Recolección de sangre.....	52
Imagen 35. Consultorios. ....	52

## **Índice de Tablas.**

Tabla 1. Niveles de Iluminación establecidos en la Norma. ....	13
Tabla 2. Sistema de clasificación IP. ....	20
Tabla 3. Comparación de tecnología LED con otros sistemas de iluminación. ....	49
Tabla 4. Luxes requeridos para iluminación artificial establecido en la norma. ....	51
Tabla 5. Zonas de servicio en aeropuertos y eficiencia lumínica referida por la norma. ....	53
Tabla 6. Beneficios de la iluminación con base en la tecnología LED. ....	64
Tabla 7. Comparación de lámparas: costo, energía, desempeño y parámetros de producción. ....	64
Tabla 8. Comparación del costo de los sistemas de iluminación por su tiempo de vida. ....	65
Tabla 9. Términos y definiciones. ....	65