

Contaminación Generada por el Alumbrado Público Actual en la vía Cota - Siberia

<sup>1</sup>Yenny Milena Arevalo Morantes, Universidad La Gran Colombia

<sup>2</sup>Yina Katerin Rubio Quevedo, Universidad La Gran Colombia

**Nota de autor**

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Universidad La Gran Colombia – correo: yarevalom@ulagrancolombia.edu.co

<sup>2</sup> Estudiante de la Universidad La Gran Colombia – correo: yinakaterine.rubio@ulagrancolombia.edu.co

Agradecemos primeramente a Dios quien nos encamino y nos dio sabiduría, fortaleza y entendimiento para permitirnos llegar a esta etapa. A nuestras familias por ser siempre nuestros apoyos para permanecer en pie y lograr culminar este proceso, en especial a nuestros padres por su comprensión y palabras de apoyo que nos han ayudado a crecer como profesionales.

Agradecemos a la Universidad por las enseñanzas, por la oportunidad brindada, por poder ser parte de ella y por su excelente formación. Así como también a los tutores Adriana Segovia y Héctor Andrés López por su tiempo y su apoyo constante durante el transcurso del desarrollo de este proyecto.

Y finalmente a todas aquellas personas, compañeros, familiares, amigos y docentes que de una u otra forma nos apoyaron en la realización y culminación de este trabajo.

## Resumen

La contaminación ambiental producida por el alumbrado público es un problema que se ha venido presentando y estudiando sus consecuencias e impactos negativos desde hace varios años. Es importante mencionar que el alumbrado público es esencial para las sociedades ya que representa seguridad en las diferentes zonas ya sean, parques, vías, carreteras, etc. lo que no solo genera seguridad a los peatones que transitan, sino también a los vehículos. Siendo el alumbrado público una prioridad para el desarrollo y el crecimiento de las comunidades en esta investigación se buscan alternativas que mitiguen la contaminación, y que por el contrario se generen impactos positivos al medio ambiente. Una de las alternativas más viables es la implementación de luminarias de tecnología tipo LED las cuales se caracterizan por consumir menos energía, tener mayor vida útil y proporcionan igual calidad de iluminación en comparación con las luminarias tradicionales, y que además éstas en su proceso de reciclaje es más rápido y eficiente. Con respecto a los mantenimientos para este tipo de luminarias se evidencian que son más sencillos y por lo tanto menos costosos, ya que se ha evidenciado que mientras que se cambia una luminaria de tecnología LED, se cambiarán 17 de las luminarias tradicionales. Con los factores indicados podemos decir que la tecnología LED es una buena alternativa ya que además de disminuir los consumos energéticos también le estamos aportando positivamente al medio ambiente.

*Palabras clave: Contaminación, alumbrado público, medio ambiente, tecnología Led*

### **Abstract**

Environmental pollution caused by public lighting is a problem that has been occurring and its consequences and negative impacts have been studied for several years. It is important to mention that public lighting is essential for societies since it represents security in different areas, whether parks, roads, highways, etc. which not only generates safety for pedestrians passing through, but also for vehicles. Since public lighting is a priority for the development and growth of communities, this research seeks alternatives that mitigate pollution, and on the contrary generate positive impacts on the environment. One of the most viable alternatives is the implementation of LED technology luminaires which are characterized by consuming less energy, having a longer useful life and providing the same quality of lighting compared to traditional luminaires, and which are also in the recycling process. It is faster and more efficient. With respect to maintenance for this type of luminaires, it is evident that they are simpler and therefore less expensive, since it has been shown that while one LED technology luminaire is changed, 17 of the traditional luminaires will be changed. With the indicated factors we can say that LED technology is a good alternative since in addition to reducing energy consumption we are also making a positive contribution to the environment.

Keywords: Pollution, public lighting, environment, Led technology

### **Contaminación ambiental generada por el Uso de Alumbrado Público**

La energía es un tema muy importante en el crecimiento de las comunidades y en general para la vida cotidiana. En Colombia actualmente se generan gran cantidad de emisiones contaminantes como gases tóxicos provenientes del alumbrado público, debido al origen de los combustibles que se usan generalmente ya que aumentan negativamente el impacto ambiental y el cambio climático. Las fuentes de energía limpias o renovables, como la energía solar o la energía eólica que han sido aprovechadas desde hace mucho tiempo para impulsar los barcos acelerados por velas, hacer rotar las aspas de los molinos, entre otros. Hoy en día son fuentes de energía más limpias que las usadas comúnmente originadas de fósiles, y el consumo excesivo de las fuentes hídricas según (Asmar, 2020), igualmente las luminarias con tecnología led, se han venido usando para la iluminación en general y para alumbrado público, este tipo de tecnología no contiene mercurio, esto permite que su proceso de reciclado seas más sencillo, por otro lado estas luminarias ahorran energía, estos factores disminuye la contaminación y proporciona un impacto positivo al medio ambiente.

Asimismo, teniendo en cuenta las necesidades locales por el desbalance de la capacidad socio-económica, inseguridad por falta de alumbrado público y así mismo la baja iluminación, conllevan a los altos índices de accidentalidad (Cepeda, 2002), o como dice Rozo (2021) inseguridad como hurtos, robos. etc, generando carencia de calidad de vida y limitando la convivencia externa, teniendo en cuenta los recursos de esta parte del departamento se podría adaptar y aprovechar de la mejor forma el uso y aplicación de la energía eólica o el cambio de luminarias tradicionales a luminarias led, estas ahorran energía reduciendo las emisiones de los gases que provocan el efecto invernadero, este tipo de iniciativas medioambientales permiten el mejoramiento de espacios y el bajo aprovechamiento de servicios públicos de la ciudad y reducen en gran porcentaje de la contaminación que es generada por el uso de alumbrado público.

Esta investigación es importante para la población ubicada en el sector de la vía Cota - Siberia y para la comunidad universitaria ya que teniendo en cuenta las líneas de investigación

nos enfocamos en la línea central de investigación que se basa en el “Desarrollo, gestión y control de las organizaciones”, y en la línea primaria de investigación “Grupo de desarrollo económico y de calidad de vida” ya que indica alternativas que permiten la reducción de los contaminantes ambientales que se generan por medio de luminarias usadas generalmente en el alumbrado público mientras están en funcionamiento e incluso después de la vida útil, ya que su proceso de reciclaje toma un tiempo largo, este proyecto evaluará este impacto para la vía Cota - Siberia.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación tiene como principal objetivo realizar una iniciativa de energía que permita la disminución de contaminación del alumbrado público en la vía Cota – Siberia. De la misma manera este estudio pretende por un lado Identificar factores de contaminación por alumbrado público, como también analizar alternativas que mitiguen estos los niveles de contaminación por alumbrado público y por último determinar las estrategias y costos para mitigar la contaminación por alumbrado público en vía de Cota - Siberia.

A causa del planteamiento que realizaron las naciones unidas en cuanto a los ODS (objetivos de desarrollo sostenible), que son un conjunto de metas trazadas a nivel mundial desde el año 2015 con un plazo establecido de 15 años, es decir, se deben cumplir para la agenda del año 2030, con el fin de “eliminar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos” (Naciones Unidas, 2015, párr. 1). Se puede decir que en la actualidad la mitigación de contaminaciones para moderar el cambio climático en especial las emisiones de efecto invernadero mayormente causadas por la irradiación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) generados por la continua utilización de combustibles fósiles en la vida cotidiana y en los procesos industriales es necesario para cumplir con dichos objetivos. Dicho esto, se debe crear conciencia en las centrales eléctricas alimentadas comúnmente con combustibles fósiles para que sustituyan su materia prima por fuentes de energía renovables como energía solar, energía eólica, etc. ya que su uso y sus costos a futuro son más beneficiosos y competitivos. Es de saber que la asequibilidad, la confiabilidad y la sostenibilidad ambiental son los objetivos principales de “la

política energética, siendo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) el objetivo ambiental más urgente” (Weber, 2019, p. 22)

A nivel nacional la disminución de contaminantes también es un tema muy importante, ya que la generación de energía eléctrica es altamente frágil a los cambios climáticos.

En el año 2012 el país contaba con su red de generación eléctrica distribuida de la siguiente manera: 67% generada por hidroeléctrica de los cuales el 64,88% son de grandes centrales y el 2,12% de plantas hidráulicas pequeñas o menores, el 32,73% por generaciones térmicas, de esta el 27,79% es generada con turbinas de gas natural y el 4,94% con plantas de carbón, y por último el 0,14% en cogeneración y solamente un 0,13% de generación eólica (UPME o Unidad de Planeación Minero Energética, 2012, p. 25).

Esta distribución hace que la producción eléctrica en el país presente una menor afectación en la huella de carbono a comparación de otros países, sin embargo, en los tiempos de escasez de agua, las emisiones de carbono tienden a aumentar, generando también mayores emisiones de efecto invernadero.

En Colombia del total de la energía generada aproximadamente el 3% se usa para el correcto funcionamiento del alumbrado público. (Martínez, 2007), Si bien, el porcentaje anteriormente mencionado de consumo energético es poco, se puede comprender al alumbrado público como un significativo centro para disminuir el de energía y la aplicación del URE o Uso Racional de la Energía. El URE en la red alumbrado público se lleva a cabo utilizando la cantidad suficiente de luminarias y con potencias adecuadas para lograr óptimos niveles de iluminación. También es importante el mantenimiento de los sistemas de alumbrado público para que estos permanezcan en buen estado, protegiéndolas no solo de manera segura sino también con “actividades de limpieza a las luminarias para evitar que la capa de suciedad haga ineficiente el uso de la energía” (UPME, o Unidad de Planeación Minero Energética 2012, p. 25).

Considerando las necesidades locales proporcionadas por el crecimiento poblacional desorganizado y la falta de planificación urbanística eléctrica (Veloza, 2015) el crecimiento urbano del municipio de Cota, se evidenciaron comportamientos acelerados y no lineales a través del tiempo. Y debido al insuficiente presupuesto gubernamental para los costos de los mantenimientos, y la poca visión por parte del gobierno en la implementación de recursos renovables lo que conlleva a que se tengan insuficientes presupuestos para las instalaciones. El exceso de iluminación o, por el contrario, Peña nos indica (2002) “el deslumbramiento dificulta la visibilidad de los conductores y presentan aumento en la seguridad vial” (p. 6).

La falta de alumbrado, o poca iluminación causan altos índices de accidentalidad y la inseguridad a la que es sometida la comunidad, y basados en la iluminación actual y teniendo presente los recursos con los que cuenta esta zona del departamento, los escasos (Moreira, 2021) la cantidad mínima y antigüedad de lámparas existentes; “la importancia del mantenimiento de las instalaciones de alumbrado son una herramienta indispensable para que estas sigan proporcionando eficientemente los resultados lumínicos que se requieren, reduzcan el consumo energético y mejoren la calidad del servicio” como lo dice Hurtado (2015, p. 70 ).

### **Marco Teórico**

La energía eléctrica es hoy en día una necesidad para los seres vivos en general, sin embargo, la energía convencional genera altos niveles de contaminación al medio ambiente, incrementando las emisiones de dióxido de carbono y por ende también el efecto invernadero y así mismo al calentamiento global.

los altos consumos de energía eléctrica por el concepto de iluminación en alumbrado público, debido al uso de tecnologías convencionales de iluminación que son poco eficientes y que además liberan un alto contenido de CO<sub>2</sub> incrementando la huella de carbono (Ospina et al, 2017, p. 8).

Por tanto, el uso de tecnologías como se bien se conoce liberan CO<sub>2</sub> a la atmosfera contaminando al medio ambiente y generando un impacto negativo a este.

### **Alumbrado público**

El servicio de alumbrado público tiene como objetivo brindar a la comunidad específicamente en horas de la noche espacios transitables y seguros tanto para peatones, como para vehículos. No solo en el perímetro urbano, sino también rural de cada municipio o ciudad según sea el caso.

Cuando se habla de alumbrado público se refiere a un servicio proporcionado por el Estado, es decir, no domiciliario con el que se busca brindar iluminación y guías visuales a espacios de carácter público donde se considera la circulación de vehículos y personas ya sea dentro de un perímetro rural o urbano y cuya área se encuentre dentro de los límites de un municipio (López, 2015, p. 11).

Por esta razón es de suma importancia la implementación de un alumbrado público eficiente para las zonas comunes de los Municipios.

### **Factores de Contaminación por alumbrado público**

Contaminación del agua: por efectos nocivos a nivel nacional por la energía generada por hidroeléctricas, por los ecosistemas que perjudica y por las inundaciones de grandes áreas necesarias para su correcto funcionamiento.

Cambios climáticos: La creación de energía eléctrica, tiene consecuencias nocivas para la humanidad, basándonos en que aproximadamente el 86% de la energía utilizada, es originada del uso de combustibles fósiles o sólidos, causando problemas ambientales relacionados en todo su proceso desde su extracción, hasta su transporte y consumo.

### **Contaminación producida por las tecnologías comunes de iluminación ineficiente**

El alumbrado público eficiente busca cubrir problemáticas comunes como son la contaminación ambiental y la salud publica en general, esto por la utilización de luminarias

comunes de alto consumo energético e iluminación ineficiente, lo que con lleva no solo a baja contaminación visual sino también a la contaminación atmosférica afectando la salud de las poblaciones. (Ospina et al, 2017).

Es importante indicar que comúnmente se presentan grandes índices de contaminación:

Por cada KWH ahorrado se evitan 2.17 KG de agentes contaminantes a la atmósfera, tales como Óxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, ambos causantes de la llamada lluvia ácida, y Bióxido de Carbono que contribuyen al aumento del efecto invernadero en la atmósfera e influye en el incremento de la temperatura en la superficie terrestre y como consecuencia en el cambio climático. (Ospina et al, 2017, p. 9)

Como se menciona anteriormente las luminarias comunes afectan debido a su composición de varios químicos contaminantes.

### **Alternativas que mitiguen la contaminación en alumbrado público**

En varios lugares del mundo se está adoptando la opción de implementar tecnología tipo LED, ya que esta tiene grandes ventajas conocidas como, su vida útil, niveles de consumo bajos, calidad en la iluminación y a diferencia de las luminarias tradicionales su composición no presenta agentes contaminantes

Como menciona Rincón (2014), “Se pudo comprobar que los productos LED tienen un valor más alto si se compara con los precios de los productos usados comúnmente “. (p. 44), pero su inversión se compensa a través del tiempo, como lo menciona Sabogal (2015) “se tienen grandes ventajas una de estas es el promedio de vida útil que triplica el tiempo y otra ventaja es el consumo ya que es entre un 60% a 90% menor, lo cual permite amortizar la inversión convirtiéndola en eficiente, segura y rentable“. (p. 9,10).

Ventajas luminarias LED:

- Ahorro de energía, mientras se sustituye una luminaria LED, se cambiarían 15 luminarias fluorescentes, las luminarias fluorescentes contienen mercurio, el mercurio es un metal

peligroso, además de los problemas de salud que generan, contaminan el ambiente, el agua etc. (Sánchez, 2017)

La tecnología LED tiene la capacidad de disminuir los efectos negativos ya que proporciona iluminación en las calles y zonas comunes. Principalmente, la luz producida por las lámparas LED logran reducir los efectos negativos en la cadena trófica ya que su iluminación es más eficiente (Bruce et al, 2011), así mismo las luminarias Led no tienen grandes cantidades de químicos y no contienen mercurio, por lo que hace que su fabricación sea menos costosa y riesgosa. Y en último lugar, la disminución de energía generada por la utilización de esta tecnología genera impactos positivos al medio ambiente ya que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. Desde una perspectiva ambiental, la tecnología LED es favorable ya que genera impactos positivos, no solo al medio ambiente, si no a la parte social y al beneficio de las comunidades (Guevara, 2015)

### **¿Por qué adquirir iluminación LED?**

Estas lámparas utilizan aproximadamente un 90% menos energía a comparación de la iluminación convencional. Dependiendo del uso, las luces LED durarán 10 o 20 veces más que las tradicionales. Por tanto, cualquier espacio que utilice este tipo de iluminación ahorrará. (Urueña, 2012)

### **Costo de mantenimiento**

Como lo estipula la sección 530 del Ministerio De Minas y Energía (2010),

Los costos de mantenimiento teniendo en cuenta que estos se dividen en mantenimientos periódicos y rutinarios que se les realizan a las luminarias después de terminada la ejecución del proyecto, estos costos de operación y mantenimiento dentro del proyecto no se establecen, toda vez que son costos o gastos que deben ser asumidos o por la administración municipal, según el cronograma de mantenimiento calculado (p. 143).

De acuerdo con la necesidad de recursos humanos, técnicos y financieros.

Al momento de instalar un sistema de iluminación que funciona con tecnología LED, se invierte menos dinero en reemplazar lámparas y por ende en recurso humano. Las luminarias LED a comparación de otras fuentes de luz necesitan menos mantenimientos, lo que significa que se paga menos en mantenimientos que tengan que ver con reparaciones eléctricas. (Collard, 2023, párr. 5).

Según lo anterior una ventaja referente a mantenimiento de la tecnología LED, es requiere menos intervenciones, lo que genera ahorro en tiempo y dinero.

### **Estado Del Arte**

En el Municipio de Girardota se obtuvo la idea de realizar el cambio de todas las luminarias que corresponden al alumbrado público, esto con el fin de contemplar disminuciones del consumo energético, se busca reemplazar un aproximado de 4000 lámparas, cambiando de tecnología convencional a tecnología LED, se tiene como hipótesis que el mayor beneficio sería el ahorro, ya que su reducción sería de 1.031.052 KWh/año, lo que en valor significaría un aproximado de \$140.000.000 al año. (Ospina et al, 2017)

En análisis realizados en entornos más pequeños, como viviendas se tiene como resultado que las luminarias que usan tecnología LED se encuentra actualmente como una alternativa de iluminación viable debido a que brinda ventajas sostenibles en el tiempo debido a sus características ecológicas, de ahorro por su bajo consumo, larga vida útil y el confort visual que genera a los usuarios beneficiados. (Sabogal, 2015, p. 10)

El municipio de Andes es el piloto del proyecto Antioquia LED que incluye siete municipios del departamento y que busca la conservación de medio ambiente, eficiencia energética y la seguridad en los territorios. Además del reemplazo de las luminarias se evidencia un impacto ambiental positivo, ya que esta disminución energética “equivale a más de 42 mil árboles sembrados y cultivados por 10 años y de 2.560 toneladas de CO2 dejadas de producir en 10

años”. (Vásquez, 2022, p. 2)

En el Municipio de Tunja Boyacá, por medio de un estudio se pudo evidenciar que al realizar el cambio de todas las luminarias actuales a las de tecnología LED, la carga pasaría de 1.105.652 W a tener 546.627 W, lo que arroja que generaría un ahorro aproximado del 50%, la disminución de costos estaría cerca de \$29.000 millones de pesos, además de la disminución de un aproximado de \$14.450 millones que corresponderían a gastos administrativos y de mantenimiento, por otro lado, se tendrían los siguientes impactos:

- Impacto económico: debido al ahorro del 50% aproximadamente en el consumo energético
- Impacto político: por las empresas Territoriales Municipales que busquen la alternativa de brindar un óptimo y efectivo servicio de alumbrado público
- Impacto social: ya que la calidad del sistema de Alumbrado Público, brinda seguridad a la población y permite mejorar la calidad de vida urbana.
- Impacto ambiental: debido a la disminución de gases contaminantes como el CO<sub>2</sub>, efecto invernadero, entre otros, que son producto del ahorro en el consumo. (Plazas, 2015, p. 2,3)

Según el estudio realizado en el Municipio de Mosquera Cundinamarca que está compuesto por un parque lumínico compuesto por 5000 luminarias, por lo cual, al culminar el cambio de las luminarias, se ha presentado un ahorro de aproximadamente el 54% en el consumo energético y por ende en emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente, demostrando que las lámparas retiradas eran cerca de 4860 unidades y se le adicionó al sistema de alumbrado público 142 lámparas más en lugares que necesitaban un refuerzo de iluminación como fue en algunas esquinas que no contaban con luminarias. (Barragan, 2022, p. 132)

Los proyectos en los cuales contemplan utilizar tecnología LED, disminuyen la contaminación al ambiente, además brindan a la comunidad espacios más seguros, generan disminución de gastos de mantenimientos y por cada KWh que no se utilice se puede evitar 0.4

kg de gases contaminantes. (Ospina et al, 2017)

### **Metodología**

El objetivo de esta investigación es estudiar alternativas que mitiguen la contaminación ambiental que produce el alumbrado público actual específicamente de la vía Cota - Siberia

El tipo de investigación para este documento es de tipo descriptivo ya que el principal propósito es recolectar información acerca de las alternativas que den solución a la problemática de altos niveles de contaminación ambiental que genera el alumbrado público. Y según Hernández (2018) “Los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente los conceptos o variables a los que se refieren... La información descriptiva tiene el propósito de brindar un panorama lo más preciso posible del fenómeno al que se hace referencia” (p. 60)

Este análisis se elaboró de manera cualitativa ya que como referencia se tomaron investigaciones anteriores sobre alternativas de alumbrado público que usen energías renovables o limpias, como la inclusión de la tecnología tipo LED en las luminarias, debido a su capacidad de ahorro y larga vida útil.

La información que se utilizará para este trabajo será suministrada por estudios y repositorios de otras universidades, y por censos o inventarios realizados por la empresa pública de energía que suministra este servicio en los municipios de Cota y Siberia

### **Reflexión**

#### **Objetivo Específico 1**

Identificar factores de contaminación por alumbrado público

Según De la Cuadra (2003) indico que el alumbrado público presenta deficiencia en la emisión lumínica a causa de la falta de mantenimientos rutinarios y periódicos en las luminarias como puede ser la limpieza, el cambio de accesorios, reemplazo de partes en mal estado, etc. Debido a estas faltas de mantenimiento las lámparas no cumplan efectivamente su ciclo de vida útil y estas tengan que ser reemplazadas rápidamente, haciendo que las lámparas nuevas o antiguas consuman más energía de la estimada y provoquen mayores alteraciones de CO2

alimentando así al efecto invernadero, y por ende al cambio climático, (Ospina et al, 2017, p. 8), también hace que el alumbrado público no cumpla con su labor primordial de brindar la correcta luminosidad y seguridad.

Las lámparas antiguas fluorescentes o más conocidas como ahorradoras, sus fabricantes indican que tienen ciertas cantidades de mercurio y se consideran como peligrosas ya que al momento de desecharlas y que el contenido de 5 lámparas llegue algún acuífero pueden contaminar aproximadamente 30.000 litros de agua (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, 2010).

A continuación, se relaciona una tabla, en la cual la estudiante Andrea Sabogal indica las horas de vida útil y los rendimientos de los tipos de luminarias:

*Tabla 1. Vida Útil y Rendimientos de Diferentes Tipos de Luminarias*

Descripción	Luminaria LED	Halógeno	Fluorescente
Rendimiento en Horas	50.000	10.000	5.000
Rendimiento (8 horas diarias)	17 años + 45 días	3 años + 155 días	1 año + 260 días

Tomada de “La eficiencia energética, Avanzuce (2022)

<https://www.avanzuce.com/eficiencia-energetica-iluminacion/>

#### Objetivo Específico 2

Analizar alternativas que mitiguen estos los niveles de contaminación por alumbrado público

Para realizar el análisis es necesario identificar los consumos reales de las diferentes luminarias que se utilizan actualmente en los sistemas o parques de alumbrado público, debido a las faltas de mantenimiento se puede evidenciar que las potencias nominales indicadas por los fabricantes son menores a las potencias reales de cada luminaria como se puede evidenciar en la siguiente tabla (Rincón, 2016).

Tabla 2. Consumos reales de potencia activa

Tecnología	P nominal (W)	P real (W)	Promedio de potencias (W)
<b>Na (Sodio)</b>	70	81	257.85
	150	178.2	
	250	297	
	400	475.2	
<b>Hg (Mercurio)</b>	250	307.5	676.5
	400	492	
	1000	1230	
<b>Led</b>	54	54	92
	130	130	

Elaboración: Propia

Como se puede ver en la tabla, las lámparas de tecnología LED nos brindan una potencia real igual a la nominal, lo que quiere decir que su uso es más confiable.

En esta tabla se puede identificar que los rendimientos de las luminarias con tecnología LED son mucho mayores a los de las lámparas tradicionales, ya que por cada lámpara led se utilizarían 15 lámparas tradicionales por esta razón la tecnología LED disminuye considerablemente la contaminación ambiental.

Razones por las que la tecnología LED disminuye contaminación ambiental

- Ahorro de energía considerable.
- Mientras se sustituye una luminaria LED, se cambiarían 15 luminarias fluorescentes.
- Las luminarias fluorescentes contienen cierta cantidad de mercurio, es importante mencionar que el mercurio es un metal peligroso, además de los problemas de salud que genera, contaminan el ambiente, el agua etc, generando un impacto

ambiental negativo.

*Tabla 3. Vida Útil y Rendimientos de Diferentes Tipos de Luminarias*

Descripción	Luminaria LED	Halógeno	Fluorescente
Rendimiento en Horas	50.000	10.000	5.000
Rendimiento (8 horas diarias)	17 años + 45 días	3 años + 155 días	1 año + 260 días

Tomada de “La eficiencia energética, Avanzuce (2022) <https://www.avanzuce.com/eficiencia-energetica-iluminacion/>

### Objetivo Específico 3

Determinar las estrategias y costos para mitigar la contaminación por alumbrado público en vía de Cota - Siberia.

Se identificaron y cuantificaron las luminarias que se encuentran en el trayecto de vía de Cota – Siberia en ambos sentidos de la calzada. Con lo anterior se pudo establecer que en el sentido Cota – Siberia se encontraron 26 luminarias y sentido Siberia – Cota 75 Luminarias, donde algunas de ellas son muy antiguas como se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: propia

Se realizó un análisis teniendo en cuenta los valores de las potencias de cada lámpara y el valor actual del Watt como se puede ver en las siguientes tablas:

Tabla 4. Valores Luminarias de Na (Sodio)

LUMINARIAS TRADICIONALES Na (Sodio)										
	No. Luminaria	Horas	Mes	Potencia (w)	Potencia (kW)	Valor (kWh)	Precio (hora)	Precio (día)	Precio (mes)	Precio (año)
Cota - Siberia	26	12	30	257.85	0.25785	\$ 882.30	\$ 5,915.00	\$ 70,980.01	\$ 2,129,400.22	\$ 25,552,802.65
Siberia - Cota	75	12	30	257.85	0.25785	\$ 882.30	\$ 17,062.50	\$ 204,750.02	\$ 6,142,500.64	\$ 73,710,007.65
<b>VALOR TOTAL</b>							<b>\$ 22,977.50</b>	<b>\$ 275,730.03</b>	<b>\$ 8,271,900.86</b>	<b>\$ 99,262,810.30</b>

Elaboración: Propia

En la tabla anterior y haciendo cuenta de que todas las luminarias instaladas fueran de Na (Sodio) se muestran los valores totales por hora, mes y año

Tabla 5. Valores Luminarias de Hg (Mercurio)

LUMINARIAS TRADICIONALES Hg (Mercurio)										
	No. Luminaria	Horas	Mes	Potencia (w)	Potencia (kW)	Valor (kWh)	Precio (hora)	Precio (día)	Precio (mes)	Precio (año)
Cota - Siberia	26	12	30	676.5	0.6765	\$ 882.30	\$ 15,518.70	\$ 186,224.45	\$ 5,586,733.56	\$ 67,040,802.77
Siberia - Cota	75	12	30	676.5	0.6765	\$ 882.30	\$ 44,765.49	\$ 537,185.92	\$ 16,115,577.59	\$ 193,386,931.06
<b>VALOR TOTAL</b>							<b>\$ 60,284.20</b>	<b>\$ 723,410.37</b>	<b>\$ 21,702,311.15</b>	<b>\$ 260,427,733.82</b>

Elaboración: Propia

En la tabla anterior al igual que en el ejercicio anterior haciendo cuenta de que todas las luminarias instaladas fueran de Hg (Mercurio) se muestran los valores totales por hora, mes y año

Tabla 6. Valores Luminarias de LED

LUMINARIAS TEGNOLOGIA LED										
	No. Luminaria	Horas	Mes	Potencia (w)	Potencia (kW)	Valor (kWh)	Precio (hora)	Precio (día)	Precio (mes)	Precio (año)
Cota - Siberia	26	12	30	92	0.092	\$ 882.30	\$ 2,110.45	\$ 25,325.42	\$ 759,762.73	\$ 9,117,152.78
Siberia - Cota	75	12	30	92	0.092	\$ 882.30	\$ 6,087.84	\$ 73,054.11	\$ 2,191,623.26	\$ 26,299,479.17
<b>VALOR TOTAL</b>							<b>\$ 8,198.29</b>	<b>\$ 98,379.53</b>	<b>\$ 2,951,386.00</b>	<b>\$ 35,416,631.95</b>

Elaboración: Propia

Y por último al igual que en los ejercicios anteriores y haciendo cuenta de que todas las luminarias instaladas fueran de LED se muestran los valores totales por hora, mes y año

Para un correcto sistema de iluminación es necesario cumplir y realizar los mantenimientos necesarios que se requieren ya sean preventivos o correctivos, esto incluye la atención de los reportes de fallas ya sea por la concesión, la interventoría y/o los usuarios y la reparación que sea necesaria mediante el suministro de materiales, accesorios, repuestos y mano de obra de instalación como lo indico Villamil (2022).

Tabla 7. Costo Anual Mantenimiento de AP

Costos actuales atención sistema de alumbrado público	Cant	Mes	Año
Técnico	1	\$ 4,180,000	\$ 50,160,000
Ayudantes	2	\$ 2,200,000	\$ 52,800,000
Brazo Grúa	1	\$ 15,000,000	\$ 180,000,000
Materiales de recambio (bombillas - balastos-arrancadores)		\$ 180,000,000	\$ 180,000,000
Pago por servicio de energia	1	\$ 66,902,300	\$ 802,838,400
<b>Total costos anuales</b>			<b>\$ 1,265,798,400</b>

Tomada de “ Sistema de alumbrado publico de cota, Villada, J (2018)  
<https://prezi.com/p/tpmk32d55xwy/sistema-de-alumbrado-publico-cota/>

La tabla anterior, fue tomada de un informe realizado por la Alcaldía de Cota, en ella indican los costos aproximados de mantenimiento de las luminarias de alumbrado público, se puede observar que anualmente la administración Municipal de Cota, invierte \$102.960.000 millones en mano de obra para mantenimiento, \$180.000.000 millones en equipo de grúa, \$180.000.000 millones en materiales para el cambio de bombillas y demás elementos que necesiten cambio en el mantenimiento y cancelan un valor de \$ 802.838.400 millones al operador de red por el pago del servicio recibido de energía, estos valores son un aproximado de lo que la Alcaldía de Cota gasta en mantenimiento para el alumbrado público.

Al momento de realizar el reemplazo de todas las luminarias tradicionales a luminarias con tecnología LED, los costos de mantenimiento tendrían una disminución significativa, ya que tanto como la mano de obra, el uso de maquinaria como la grúa y los materiales reducirían, debido a que las luminarias tipo LED, tienen una mayor vida útil, esto quiere decir que no necesitaría reemplazo a corto plazo , por otro lado el pago por servicio de energía también se vería beneficiado, ya que disminuirá el consumo de energía.

Es importante mencionar que los valores que se encuentran en la tabla 7, corresponden al mantenimiento del alumbrado Público de todo el Municipio, incluyendo zona rural y urbana, el tramo estudiado en este artículo es el que corresponde a la vía Siberia – variante Cota, es el equivalente al 30% aproximadamente del valor total de mantenimiento mencionado en la tabla.

### **Conclusión**

Los principales factores generadores de contaminación lumínica establecidos fueron las luminarias y las prácticas de mala iluminación; adicionalmente, se identificaron otros parámetros de contaminación como es el procedimiento de generación de energía, por hidroeléctricas que general impactos negativos al medio ambiente.

La vía Cota – Siberia cuenta con un total de 101 Luminarias, de las cuales 26 se encuentran en sentido Cota – Siberia y 75 en sentido Siberia - cota. Si esta contará en su totalidad con una correcta modernización se presentaría una reducción del 13.60% en el consumo de energía con respecto a las luminarias de Sodio (Na) y un 35.68% con respecto a las de Mercurio. Lo cual representa un ahorro considerable no solo en precios de consumo, sino en emisiones de CO2 al medio ambiente.

Se evidencia que la tecnología LED es una alternativa de iluminación viable que brinda a la iluminación ventajas sostenibles a lo largo del tiempo por su ahorro de energético, prolongada vida útil y bienestar que brinda a los consumidores. También se pudo evidenciar que las luminarias LED tienen un costo mayor si es comparada con los valores de las luminarias convencionales; sin embargo la tecnología Led posee mayores beneficios como ; el promedio de vida útil que es aproximadamente tres (3) veces mayor en comparación a las convencionales, el consumo entre un 60% a 90% menos de energía eléctrica, lo que permite compensar la inversión a través del tiempo realizando una compra confiable, segura, rentable y amigable con el medio ambiente. Por estas razones que se estudiaron en esta investigación, se evidencia la necesidad de que en nuestro país se modernicen los sistemas de iluminación renovando y dejando atrás los productos convencionales que en sus procesos de producción, uso y reciclaje son contaminantes por productos de calidad más eficientes y que contienen menos productos contaminantes, aportando así al medio ambiente.

Con el diagnóstico se estimó que, en el tramo estudiado, la Alcaldía de Cota gasta en pago de energía por alumbrado público aproximadamente \$99.000.000 por año, si la totalidad de

luminarias fueran de sodio, \$260.000.000 por año, si las luminarias afueran de Mercurio y \$35.000.000 si se reemplazaran las luminarias por tecnología LED, teniendo ahorros considerables de \$64.000.000 de sodio a LED y de \$225.000.000 de Mercurio a LED.

Con el reemplazo de las luminarias tradicionales a las que funcionan tecnología LED, se contaría con un ahorro significativo como ya se mencionó, este valor a favor se puede invertir en la compra e instalación de nuevas luminarias, ya que en el transcurso de esta investigación se pudo evidenciar que el tramo carece de iluminación, sin embargo, se pudo observar que existen postes en los cuales pueden instalarse más luminarias y de esta forma mejorar la visibilidad, tranquilidad y seguridad del tramo.

### Lista de Referencia o Bibliografía

- Asmar, S. (2020, 19 de febrero) Reducir el uso de fuentes hídricas, el plan del sector energético para el 2022. *La Republica* <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/reducir-el-uso-de-fuentes-hidricas-el-plan-del-sector-energetico-para-el-2022-2966354>.
- Barragán, C. (2022), *Proyecto de eficiencia energética, modernización alumbrado público de Mosquera Cundinamarca*, [Tesis de especialización] Universidad Piloto de Colombia.
- Bruce-White, C. (2011). A Review of the Impact of Artificial Light on Invertebrates. Cambridgeshire: *Buglife, The Invertebrate Conservation Trust*. [https://cdn.buglife.org.uk/2019/08/A-Review-of-the-Impact-of-Artificial-Light-on-Invertebrates-docx\\_0.pdf](https://cdn.buglife.org.uk/2019/08/A-Review-of-the-Impact-of-Artificial-Light-on-Invertebrates-docx_0.pdf)
- Collard, C. (2023), Iluminación de bajo mantenimiento: cómo pueden los LED aumentar los beneficios, Industry & large area, España *schreder* <https://sp.schreder.com/es/blogs/una-iluminacion-led-con-escaso-mantenimiento-aumenta-la-rentabilidad>
- De la cuadra Cubillos, L. (2003), *Diagnóstico de contaminación lumínica en Bogotá* [Trabajo de grado - pregrado], Universidad de la Salle, Bogotá Colombia

- García, H. (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia [Documento preparado para WWF], Fedesarrollo
- Guevara, A. Lara, J. (2015), Mitigación del cambio climático a través de un alumbrado público eficiente en México, *Scielo* (25)  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-62662015000100005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662015000100005)
- Hernández, R. (2018) *Metodología de la investigación*. Editorial 2018, P 60 [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)
- Hurtado, A. (2016). Influencia del alumbrado público sobre la seguridad y la conducta. [Tesis doctoral], Universidad De Granada
- López, S. (2015) *Iluminación Y Alumbrado Público* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio De Minas Y Energía (2007) *Alumbrado público exterior – Guía didáctica para el buen uso de la energía*, [http://www.upme.gov.co/docs/alumbrado\\_residencial.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/alumbrado_residencial.pdf)
- Ministerio De Minas Y Energía, (2010) *Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público*. *Retilap* <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/>
- Ministerio De Minas Y Energía, (2019) *Transición Energética: Un Legado Para El Presente Y El Futuro De Colombia*  
[https://www.minenergia.gov.co/static/legado\\_transicion\\_energetica/src/document/TRANSICION%20ENERGETICA%20COLOMBIA%20BID-MINENERGIA-2403.pdf](https://www.minenergia.gov.co/static/legado_transicion_energetica/src/document/TRANSICION%20ENERGETICA%20COLOMBIA%20BID-MINENERGIA-2403.pdf)
- Moreira, D. (2021). *Análisis técnico del diseño de alumbrado eléctrico de la avenida Miguel Yunez (la Urb. La Castilla-Redondel) Samborondón-Guayaquil* [Tesis de Tecnología] Universidad Técnica De Babahoyo

Naciones Unidas (2015, 15 de septiembre) - Objetivos de desarrollo Sostenible,

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Ospina, C. Quinceno D. Robayo, E. (2017), *Diseño De Un Sistema De Iluminación Eficiente En Alumbrado Público Del Municipio De Girardota*. [Tesis Especialización], Repositorio Pascual Bravo,

[https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/938/1/Rep\\_IUPB\\_Esp\\_Proyectos\\_Iluminaci%C3%B3n\\_Eficiente.pdf](https://repositorio.pascualbravo.edu.co/bitstream/pascualbravo/938/1/Rep_IUPB_Esp_Proyectos_Iluminaci%C3%B3n_Eficiente.pdf)

Peña, W. (2002). Contaminación Lumínica. *Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas*. (1-7)

[https://www.sogeocol.edu.co/documentos/CONTAMINACION\\_LUMINICA.pdf](https://www.sogeocol.edu.co/documentos/CONTAMINACION_LUMINICA.pdf)

Plazas, A. (2009) *Cambio De Tecnología Del Alumbrado Público En La Ciudad De Tunja Desde Una Perspectiva Técnica Y Económica* [Tesis de Pregrado] Repositorio Institucional Seneca

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/cc9ede86-47f4-4de8-99a4-2be30135c43a>

Rincon, M (2014) *Propuesta de un modelo de negocio de iluminación para el uso eficiente y sostenible de la energía* [Tesis de Pregrado] Repositorio Universidad del Rosario

<https://repository.urosario.edu.co/items/7731277b-d2a9-415c-8462-7b3b327b8de5>

Rincón, S (2016) *Análisis del Estado Actual en el Alumbrado público del municipio de Chía, para el cambio de Tecnología de Sodio Vs LED, desde el punto de vista Técnico – Económico,*

[Diapositivas power point], [chrome-](#)

[extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/imagenes/eventos/ANALISIS-DEL-ESTADO-ACTUAL-EN-EL--ALUMBRADO-](extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/imagenes/eventos/ANALISIS-DEL-ESTADO-ACTUAL-EN-EL--ALUMBRADO-PUBLICO.pdf)

[PUBBLICO.pdf](#)

Roza, K (2021, 21 de junio) Hurto con 5 asaltantes en una flota en Cota, *Caracol radio*

[https://caracol.com.co/emisora/2021/06/21/bogota/1624293398\\_474442.html](https://caracol.com.co/emisora/2021/06/21/bogota/1624293398_474442.html)

- Sabogal, M. (2015) *Análisis De Costo / Beneficio En La Implementación De Sistemas De Iluminación Led En La Construcción De Vivienda Multifamiliar De Estrato 4 En La Ciudad De Bogotá* [Tesis de Especialización], Repositorio Universidad Militar Nueva Granada. [repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7858?show=full](https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7858?show=full)
- Sánchez, L., Lucena, M, & Vásquez, C. (2018). *Emisiones de mercurio por uso de las lámparas fluorescentes compactas y por generación de energía eléctrica a base de combustibles fósiles*. REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA, 4(5), 1–18. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.45.51>
- Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos. (2024, 24 de abril), Subdirección Alumnado publico <https://www.uaesp.gov.co/content/subdireccion-de-alumbrado-publico>
- Urueña S (2012) *Iluminación con Tecnología Tipo Led Para El Sector Industrial Plan de Mercado Para el Empresa Dup Ingenieria Electrica S.A.*, [Tesis de especialización] Repositorio Universidad Libre Colombia. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7168?show=full>
- Veloza, N. (2015). *Proyección del crecimiento urbano del municipio de Funza utilizando un enfoque geográfico*, [Tesis de especialización] Repositorio Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6481>
- Villada, J. (2019, 8 de enero) Sistema de Alumbrado Público del Municipio de Cota. *Prezi* <https://prezi.com/p/tpmk32d55xwy/sistema-de-alumbrado-publico-cota/>
- Villamil, J (2022) *Estudio Técnico De Referencia Para La Determinación De Costos Estimados Del Servicio De Alumbrado Público En El Municipio De Chia Cundinamarca*, Itaf S.A.S [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://chia-cundinamarca.gov.co/2022/Anticorrupcion/ESTUDIO%20TECNICO%20DE%20REFERENCIA%202022.pdf](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://chia-cundinamarca.gov.co/2022/Anticorrupcion/ESTUDIO%20TECNICO%20DE%20REFERENCIA%202022.pdf)
- Weber, J., (2019, 1 de Marzo) Counter-intuitive behaviour of energy system models under CO2 caps and prices. *Elsevier* (170) 22–30 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544218324186>