

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN DE EMISIONES DE GEI ASOCIADO AL CAMBIO DE TECNOLOGÍAS LED EN LOS SEMÁFOROS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA

SEMILLERO ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE Y SOLUCIONES
ENERGÉTICAS (ASSE)
PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL



Autores: Lluly Natalia Caleño Ortiz – nataliacaleno95@gmail.com
Jose Daniela Forero Cepeda – daniela1317@gmail.com
Wendy Yurany Toro Figueredo – wendyytoro.96@gmail.com

Docente Tutor: Carlos Díaz Rodríguez Ph.D.

RESUMEN

El presente artículo describe los dispositivos electrónicos, llamados Semáforos usados en la Ciudad de Bogotá, en los cuales se encuentran los LED, incandescentes y las bombillas halogenadas. Se presentan la cantidad de semáforos que existen en la Ciudad y el tipo de tecnología que utiliza. Con esta información se averigua sobre el tipo de potencia utilizada de los tres tipos de semaforización. Luego de ello, se revisa y cuantifica la energía consumida de acuerdo a la cantidad de semáforos según su tecnología, para así calcular las emisiones generadas por las actuales tecnologías. Se finaliza cuantificando las emisiones de Gases

Efecto Invernadero asociado al cambio a semáforos LED en Bogotá.

PALABRAS CLAVE

Semáforos, LED, Incandescente, Contaminación atmosférica, Ahorro de energía.

ABSTRACT

This article describes electronic devices, called traffic lights used in Bogota, like LEDs, incandescent and halogen lights. The number of traffic lights that exist in the city and the type of technology used. With this information it is find out about the type of power used of the three types of traffic

signals. After that, it is reviewed and quantifies the energy consumed according to the amount of traffic lights by technology, in order to calculate the emissions generated by current technologies. The article ends quantifying Greenhouse Gases emissions associated with the change to LED traffic lights in Bogota.

KEY WORDS

Traffic lights, LED (light-emitting diode), Incandescent, Air pollution, Energy saving .

INTRODUCCIÓN

Los semáforos, según el Código de Tránsito, son dispositivos electrónicos que sirven para regular el tránsito de peatones y vehículos mediante el uso de señales luminosas, generalmente de color rojo, amarillo y verde. Los tipos de luz más utilizados para los semáforos son halógenas, incandescentes y los de nueva tecnología LED (Diodio

Emisor de Luz), sin embargo, los semáforos controlados por luces halógenas e incandescentes, por su funcionamiento, son los que más contaminan la atmósfera con emisiones de dióxido de carbono, siendo este uno de los GEI más importantes; es por esto, que se han buscado nuevas tecnologías para la reducción del consumo de energía y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera de los semáforos, actuando como principal la tecnología LED que disminuye potencialmente el consumo de energía de los artefactos, ya que consumen menos vatios y tienen una vida útil mucho más larga que otros bombillos. Las emisiones de gases de efecto invernadero se miden en CO₂ equivalente (CO₂ eq), es utilizada para comparar los 6 diferentes GEI (FAO, 2014). Existen diferentes metodologías para cuantificar las emisiones de GEI, como lo son: la UNE-EN ISO 14064, la GHG Protocolo Alcance 1 y 2, la GHG Protocolo Alcance 3, la Bilan Carbone, y la PAS 2060 2010, hacen

referencia tanto al cálculo de inventarios de emisiones y huellas de carbono tanto para organizaciones, como para productos o servicios en particular con diferencias en cuanto a su alcance, gases contemplados o la escala a la que se aplica (ihobe, 2013). El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que se utiliza, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios; dicha reducción se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor. (Agencia Chilena de

Eficiencia Energética, 2017) Por esto, se busca con este artículo, estimar la reducción de consumo de energía y de emisiones de GEI con la implementación de semaforización LED en la ciudad de Bogotá.

MÉTODOS

La metodología con la cual se van a obtener los resultados relacionados con la disminución del consumo de energía y de emisiones de GEI asociados al cambio de tecnología LED en los semáforos de la ciudad, se realizará utilizando la potencia de cada tipo de luz de los semáforos y la cantidad de cada uno de ellos para calcular la energía consumida. A continuación, se

Tabla 1. Cantidad de semáforos por su tecnología y su potencia

SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN EN BOGOTÁ		
TIPO DE TECNOLOGÍA	CANTIDAD	POTENCIA (W)
LED	7351	10
INCANDESCENTE	2095	70
HALOGENADO	110	26,6
TOTAL	9556	223.086

Fuente: El Tiempo, 2008.

calculan las emisiones por cada tipo de tecnología, llegando al total de emisiones.

Finalmente, se calculan las emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED.

• **Cuantificación de energía consumida**

Para cuantificar la energía consumida por cada tecnología se utilizará la ecuación

$$Energía = Potencia * Tiempo$$

(Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017) adicionando la cantidad de bombillas por cada tecnología, con lo que la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$Energía consumida = x \text{ bombillas} * \frac{x W}{\text{bombillas}} * \frac{24 \text{ hrs}}{\text{día}} * \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh}$$

Utilizando esta fórmula se obtienen los consumos de energía por cada tecnología.

$$LED = 7351 * \frac{10 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 643.947,6 \frac{kWh}{año}$$

$$Incandescente = 2095 * \frac{70 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 1'284.654 \frac{kWh}{año}$$

$$Halogenado = 110 * \frac{26.6 W}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 kWh}{1000 Wh} = 25.631,76 \frac{kWh}{año}$$

• **Emisiones generadas por las actuales tecnologías**

El factor de emisión utilizado para energía eléctrica es de 0.199 Kg CO₂/kWh (UPME, 2016)

$$1 kWh = 0,199 Kg CO_2$$

La ecuación que se utilizará para el cálculo de las emisiones generadas por cada tecnología, se relaciona a continuación:

$$Emisiones de electricidad = Energía * Factor de emisión$$

(UPME, 2016)

Con lo que la fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$Emisiones = \frac{x kWh}{año} * \frac{x Kg CO_2}{kWh}$$

Utilizando esta fórmula se obtienen las emisiones generadas por cada tecnología:

$$Emisiones luz LED = \frac{643.947,6 kWh}{año} * \frac{0,199 Kg CO_2}{kWh} = 128.145,5724 \frac{Kg CO_2}{año}$$

$$Emisiones luz incandescentes = \frac{1'284.654 kWh}{año} * \frac{0,199 Kg CO_2}{kWh} = 255.646,146 \frac{Kg CO_2}{año}$$

$$Emisiones luz halogenada = \frac{25.631,76 kWh}{año} * \frac{0,199 kg CO_2}{kWh} = 5.100,72024 \frac{kg CO_2}{año}$$

A continuación se calculan las emisiones totales de las tres tecnologías:

$$\begin{aligned} \text{Total emisiones} &= \text{Emisiones luz} \\ &\text{LED} + \text{Emisiones luz incandescente} \\ &+ \text{Emisiones luz halogenada} = \\ &388.892,4386 \text{ (KgCO}_2\text{)/año} \end{aligned}$$

- **Emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED**

Utilizando los resultados anteriores, se calculan las emisiones generadas al implementar el sistema de semaforización con tecnología LED.

$$\begin{aligned} LED &= 9556 * \frac{10 \text{ W}}{1} * \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} * \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ kWh}}{1000 \text{ Wh}} = 837.105,6 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \\ \text{Emisiones luz LED} &= \frac{837.105,6 \text{ kWh}}{\text{año}} * \frac{0,199 \text{ KgCO}_2}{\text{kWh}} = 166.584,0144 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{año}} \end{aligned}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos sobre el nivel de emisiones generadas en Bogotá actualmente a causa de los semáforos y el nivel de emisiones que se obtendría al

implementar la tecnología LED en cada uno de ellos; se puede observar una reducción de 222.308,4242 KgCO₂/año.

Este resultado junto con los beneficios que proporcionan luces LED frente a las incandescentes o halógenas, permiten lograr un impacto positivo en la calidad ambiental de la ciudad; ya que este tipo de tecnología reduce la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera, puede ser reciclada, generan un porcentaje menor de desechos, ya que este tipo de bombillas duran lo mismo que 50 bombillas incandescentes; lo cual acarrea, a su vez, un ahorro en el consumo energético estimado en un 90%.

Otro factor a considerar son los bajos costos que traen consigo al contar con una vida útil bastante prolongada, ya que pueden durar 100.000 horas frente a las 8.000 horas de las halógenas, lo que equivale a más de una década de vida útil. Reduciendo a su vez la necesidad de hacer un mantenimiento

periódico constante de los semáforos.

Junto a este ahorro monetario se suma el que se logra al poder recuperar la inversión inicial, debido a las causas anteriormente dichas, como lo son su bajo consumo, mantenimiento y vida útil. Esto permite que se recupere la inversión en un período de tiempo inferior a la mitad de su durabilidad; por esta razón también resulta una tecnología atractiva no solo socialmente sino económicamente, generando posteriormente una reducción de gastos que podrá traer consigo más utilidades.

Además de poder contar con un nivel de seguridad certificado al cumplir con la normativa ROHS (“Restriction of Hazardous Substances”) o Restricción de sustancias peligrosas, según la directiva 2002/95/CE aplicada para aparatos eléctricos y electrónicos en la Unión Europea. Esto debido a que no contienen tungsteno como sí lo hacen las bombillas corrientes, ni contienen flúor, bromo, cloro, yodo, halógeno, y wolframio en estado gaseoso, como sí lo

poseen las halógenas.

Por estos motivos se puede apreciar un beneficio real y factible que lograría la Ciudad en todos los aspectos al reemplazar las tecnologías existentes por la tecnología LED en sus semáforos; recalcando el mayor nivel de resistencia con el que cuenta frente a las vibraciones que puede generar el viento, el tráfico o cualquier impacto en general.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las emisiones generadas por las actuales tecnologías, se puede evidenciar una disminución en la cantidad de difusión de contaminantes con respecto a las dos tecnologías utilizadas en la ciudad de Bogotá.

El hecho de implementar la tecnología LED en los sistemas de semaforización de Bogotá implicaría una importante reducción tanto del nivel de emisiones, como de los costos generados por el mantenimiento, reparación o

producción de electricidad, frente a los que son generados al día de hoy por parte del uso de otras tecnologías que no están tan dispuestas a afrontar los requerimientos del mercado.

El implementar tecnología LED en la Ciudad, implica fundamental la reducción de accidentes, mejoramiento del flujo vehicular y detección inteligente de problemas en la vía, permitiendo adaptarse a las condiciones viales y sociales de Bogotá de manera más efectiva, promoviendo el desarrollo de instalaciones y tecnologías energéticamente eficientes mediante acciones de difusión, asesoramiento técnico y desarrollo de proyectos de innovación dentro de las directrices formuladas en el Ministerio de Transporte.

La implementación de luces LED en el sistema de semaforización de la ciudad de Bogotá, como bien se ha dicho, representa una disminución considerable tanto en consumo y ahorro de energía, como en emisiones de GEI, esto es un gran paso para el

sector del transporte, ya que es uno de los sectores con mayores cifras de contaminación atmosférica en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

(2017). *Eficiencia Energética*. Recuperado de: <http://www.acee.cl/eficiencia-energetica/ques-ee/>

El Tiempo. (2008). *Las razones de por qué faltan y sobran semáforos en Bogotá.*

Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489262>

El Tiempo. (2008). *Llegaron los semáforos ecológicos.* Recuperado de: [http://](http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489543)

www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4489543

FAO. (2014). *Emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.* Recuperado de: <http://>

- www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/218658/
- ihobe. (2013).** *7 Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero.* Recuperado de: http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7%20METODOLOGIAS-CALCULOGEIS-CAST.PDF
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2017).** *Calcular Consumo.* Recuperado de: <http://www.centrosur.gob.ec/?q=calcular-consumo>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2015).** *Datos e indicadores para medir la calidad del ambiente en Bogotá.*
- Publímetro. (2016).** *Los 3 beneficios que traería los semáforos inteligentes a Bogotá.* Recuperado de: <http://www.publimetro.co/bogota/los-3-beneficios-que-traerian-los-semaforos-inteligentes-a-bogota/lmkpcg!nCdroyAqIUF5bI/>
- UPME. (2016).** *Calculadora de emisiones.* Recuperado de: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html