



**Estrategia de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía de la Planta Gascol
Centro - Componente de Iluminación**

Edwin Vasquez Quiceno

Andersson Arley Molina Gamboa

Wilson Hernández Hernández

Universidad EAN

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Facultad de Ingeniería

Trabajo de grado

Bogotá, Colombia

15 de abril de 2023

**Estrategia de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía de la Planta Gascol
Centro - Componente de Iluminación**

Edwin Vasquez Quiceno

Andersson Arley Molina Gamboa

Wilson Hernández Hernández

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Innovación

Magister en Inteligencia de negocios

Magister en Gestión financiera

Director:

José Alejandro Martínez Sepúlveda

Modalidad:

Consultoría Profesional

Universidad EAN

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Facultad de Ingeniería

Trabajo de grado

Bogotá, Colombia

15 de abril de 2023

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

A mi madre, por apoyarme en cada paso de mi vida y de mi formación profesional, por enseñarme el valor del estudio y la importancia de este para cambiar el mundo.

Todos tenemos sueños, pero para convertir los sueños en realidad, se necesita una gran cantidad de determinación, dedicación, autodisciplina y esfuerzo.

Jesse Owens.

Agradecimientos

Se agrade al profesor José Alejandro Martínez Sepúlveda, docente asociado e investigador en sostenibilidad y economía circular, quién guio este trabajo durante todo el proceso y el cual facilitó todas las herramientas para su realización y culminación.

Agradecimiento muy especial a la prestigiosa Universidad EAN, que brinda los espacios de conocimiento e interacción entre los estudiantes y profesores, logrando avanzar cada día más en los procesos de innovación y sostenibilidad de ciencia y tecnología del país.

Resumen

A partir de un reto generado por la empresa Gascol Centro, se empleó la metodología de consultoría profesional de la Universidad Ean para hacer un diagnóstico sobre uno de los principales sistemas eléctricos que tienen lugar dentro de la planta, complementando con la herramienta de identificación de entorno PESTEL y un análisis financiero permitiera llevar a cabo un diagnóstico cercano a la realidad y a las necesidades de la empresa para brindar una solución óptima.

Después de realizado el diagnóstico, se planteó por medio de encuestas revisar los conceptos que tienen los diferentes empleados sobre la iluminación en la planta Gascol Centro; se produjo además un levantamiento de información en el componente de iluminación, que permitió diagnosticar su estado actual en cuanto al consumo energético y la eficiencia que prestaban las luminarias con respecto a otras con mayor rendimiento, tecnología y sistemas inteligentes de iluminación.

Al final del documento, se planteó una luminaria que puede ser la óptima para el espacio de trabajo en la planta de producción de Gascol Centro, con un análisis de costos de lo que valdría su implementación, su reducción en consumos energéticos y de CO₂, así como el beneficio y retorno del proyecto en el mediano y largo plazo.

Palabras Clave: Iluminación, Energía, CO₂, Ahorro, Eficiencia, Análisis, Reducción.

Abstract

Based on a challenge generated by the company Gascol Centro, the professional consulting methodology of the Ean University was used to make a diagnosis of one of the main electrical systems that take place within the plant, complemented with the environment identification tool. PESTEL and a financial analysis would allow carrying out a diagnosis close to reality and the needs of the company to provide an optimal solution.

After the diagnosis was made, it was proposed through surveys to review the concepts that different employees have about lighting at the Gascol Centro plant; There was also a survey of information on the lighting component, which made it possible to diagnose its current state in terms of energy consumption and the efficiency provided by the luminaires with respect to others with greater performance, technology and intelligent lighting systems.

At the end of the document, a luminaire was proposed that could be optimal for the work space in the Gascol Centro production plant, with a cost analysis of what its implementation would be worth, its reduction in energy and CO2 consumption, as well as as the benefit and return of the project in the medium and long term.

Keywords: Lighting, Energy, CO2, Savings, Efficiency, Analysis, Reduction.

Contenido

Introducción	13
Objetivos	15
<i>Objetivo General</i>	15
<i>Objetivos específicos</i>	15
Justificación	16
Marco Institucional	18
Misión y Visión	19
Marco Contextual y Conceptual	19
<i>Cambio Climático</i>	19
<i>Eficiencia Energética</i>	20
<i>Uso Racional de Energía</i>	21
<i>Eficiencia Energética en Cuanto a la Iluminación</i>	24
<i>Tecnología en iluminación Led</i>	26
<i>Partes de los LED</i>	26
Ventajas de la iluminación LED	27
<i>Avances de la iluminación</i>	28
<i>Nuevos avances sobre la iluminación</i>	29
<i>Downlights Lighted</i>	29
<i>El sustituto de la iluminación LED</i>	30
<i>El láser</i>	30

Estrategia de ahorro y uso eficiente de la energía de la Planta Gascol Centro - Componente de iluminación	INTERNAL	9
<i>Nueva Tecnología Li-Fi</i>		30
<i>El futuro de la iluminación - Tecnología de Iluminación Laser</i>		32
Diseño Metodológico de la Consultoría		33
Procesamiento Estadístico de Datos		37
Análisis de los Resultados		43
<i>Resultados de la Solución</i>		44
<i>Análisis de Contexto de la Planta Gascol Centro</i>		44
<i>Propuesta de reducción energética (ILUMINACIÓN)</i>		61
Beneficios de la Nueva Tecnología		66
Conclusiones y Recomendaciones.....		68
<i>Recomendaciones del Estudio</i>		70
Referencias.....		71

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Potencial y metas de ahorro en energía eléctrica en Colombia	22
Figura 2 Objetivos para la apropiación de reducción energética nacional.....	23
Figura 3 Partes de un LED.....	27
Figura 4 Plano de localización de luminarias Gascol Centro.....	38
Figura 5 Plano de localización de luminarias Gascol Centro.....	38
Figura 6 Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.....	39
Figura 7 Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.....	39
Figura 8 Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.....	40
Figura 9 Plano de localización de luminarias Gascol Centro.....	40
Figura 10 Resultado de encuestas percepción de las luminarias apagadas	41
Figura 11 Área a la que pertenece en la empresa. Gascol Centro.....	41
Figura 12 Frecuencia de ejecución del mantenimiento a las luminarias. Gascol Centro	42
Figura 13 Percepción cualitativa de la iluminación por parte de los empleados.....	42
Figura 14 Trazabilidad a la información del mantenimiento.....	43
Figura 15 Usos de la energía eléctrica en la industria colombiana.....	53
Figura 16 Rangos de índice de protección y superficie reflectora	62
Figura 17 Vista panorámica del tipo de iluminación.....	63
Figura 18 Plano de la planta Gascol Centro	64
Figura 19 Luminaria Led hermética de sobreponer	65

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Evolución de las luminarias y su eficiencia	28
Tabla 2 Tipos de iluminarias presentes en la planta Gascol Centro	46
Tabla 3 Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades.....	49
Tabla 4 Principales medidas y potenciales de EE en iluminación en industria	54
Tabla 5 cálculos de consumo eléctrico de las luminarias actuales VS la propuesta..	66
Tabla 6 Costos económicos puesta en marcha de la propuesta.....	67

Introducción

La energía como uno de los recursos más importantes en el mundo, la cual brinda al ser humano diferentes comodidades y servicios, como lo es la luz en la oscuridad, acompañamiento a través de electrodomésticos como el televisor, la radio, las consolas de juego que ofrecen distracción y entretenimiento; así como la energía, que transforma la materia prima, en cada uno de sus diferentes estados, para brindarnos ropa, fabricación de equipos y materiales, incluida la transformación del alimento, como se da en la industria alimenticia.

Este recurso se ha vuelto uno de los componentes más importantes en una compañía, al ser la energía la que transforma la materia prima, a través de motores que trituran, transportan, parten y distribuyen los alimentos, su uso en hornos eléctricos para la cocción, también en la iluminación que brinda a los trabajadores la capacidad de realizar control en la producción y la verificación de los diferentes procesos.

Es por ello, por lo que las empresas buscan reducir el consumo energético, para minimizar sus costos fijos y maximizar sus ganancias; este valor de la energía varía dependiendo de los equipos que se conecten y de su eficiencia, así como de las condiciones que se utilizan para su generación, transformación, transmisión y distribución. Entre más eficientes sean los sistemas, mejor serán sus rendimientos; además de que hoy en día se tienen políticas que apuntan a la sostenibilidad ambiental y los objetivos de desarrollo sostenible, que buscan la calidad de vida y el buen relacionamiento entre nuestra especie y el planeta tierra.

Es por ello, que en este documento se aborda la reducción del consumo energético desde el componente de iluminación, el cuál es uno de los sistemas que hacen parte de la planta Gascol Centro, la cual busca alternativas para reducir las

emisiones de CO₂ y el consumo de electricidad. Para ello se realiza un levantamiento de información sobre las luminarias que se usan en la fábrica, conocer su estado actual, es fundamental para determinar si se encuentra en óptimas condiciones o puede mejorarse. Después de realizada esta investigación se plantea el uso de una luminaria que pueda servir en los diferentes espacios de la planta y que brinde la mejor iluminación para el trabajo de los empleados, esta se escoge bajo parámetros de diseño según las especificaciones del RETIE y de la norma NTC 2050, quienes rigen los diseños eléctricos y la seguridad.

Se finaliza el documento con un análisis de lo que valdría su implementación, los costos asociados y el tiempo que llevaría a cabo para su realización, se realiza un estimado de la recuperación en dinero de la inversión implementando dicho proyecto. Se añade además otras técnicas, que pueden ayudar a reducir el consumo energético de la planta y alargar el tiempo de vida de los diferentes equipos.

Reducir el consumo energético en una planta como gas col centro representa ganancias en la reducción de los costos de la energía la reducción de los niveles de CO₂ emitidos al medio ambiente y la disminución de accidentes laborales por baja visualización de los elementos y áreas de trabajo, por lo tanto, cualquier acción que ayude a minimizar los consumos de energía promoverá la eficiencia de la planta y la convivencia con el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una propuesta de ahorro eléctrico en el componente iluminación, que permita reducir el consumo energético dentro de la planta Gascol Centro, para aportar a la sostenibilidad ambiental y energética de la organización.

Objetivos específicos

- Identificar las acciones y procesos que permitan evidenciar el elevado consumo eléctrico en el componente iluminación dentro de la planta Gascol Centro.
- Investigar alternativas de ahorro energético que se adapten a las necesidades de la empresa.
- Buscar en conjunto de sus directivos la solución apropiada para el negocio y su planta de producción.
- Desarrollar una serie estrategias y pasos para desarrollar una de las alternativas de ahorro energético.
- Evaluar las estrategias de ahorro de energía eléctrica aplicadas en el componente de iluminación en la planta Gascol Centro.

Justificación

De acuerdo a los compromisos adquiridos por todos los países relacionados a los objetivos del desarrollo sostenible, donde Colombia se compromete a reducir y mitigar los diferentes impactos ambientales que originan la producción de bienes y servicios, en aras de garantizar una producción más limpia, que proporcionen desarrollos económicos garantizando la sostenibilidad de los recursos (Cabrera *et al.*, 2020); de este compromiso con el planeta surge la necesidad de aunar esfuerzos para lograr esta acción; por ende, el presente estudio es un insumo que busca apoyar a la industria colombiana en cuanto el alcance de estos objetivos en lo referente al componente iluminación, donde los autores exponen el método y análisis para la actualización del mismo.

De esta manera, se reconoce la necesidad de intervenir la empresa Gaseosas Colombianas S.A.S Planta Centro, conocida como Gascol Centro, siendo una planta productora de agua cristal y oasis ubicada en la ciudad de Bogotá y fundada en 1921; la cual cuenta con 9 líneas de producción, procesos de almacenamiento y distribución de bebidas del portafolio Postobón, cuenta con áreas administrativas y de mantenimiento de equipos y vehículos; además, uno de sus compromisos sociales y ambientales principales, están asociados a su gestión ambiental vista desde cuatro componentes: el ecodiseño, la responsabilidad empresarial, las buenas prácticas ambientales y el recurso humano (Postobón, 2020). Siendo propicio el presente estudio debido a la naturaleza de la empresa y su compromiso en cuanto a sus buenas prácticas ambientales que dependiendo de sus resultados es probable que estos se tomen para su apropiación en el resto de plantas que tiene la empresa Postobón S.A.S. o diversas industrias que

tengan la misma necesidad, generando de esta manera un cambio significativo en cuanto al componente analizado.

Debido a las razones estipuladas anteriormente, el presente estudio tiene un carácter prioritario y necesario; que permitirá la orientación del cambio tecnológico y la transformación institucional en cuanto a las necesidades presentes y futuras de las empresas en el componente iluminación debido a la modernización del mismo, permitiendo que se garantice el buen desarrollo de las practicas desarrolladas en la empresa reduciendo gastos en consumos energéticos y económicos.

Marco Institucional

Postobón es una compañía que ha dejado huella en Colombia gracias a su innovación, visión de negocios, capacidad de adaptación y transformación, condiciones que le permiten mantener el liderazgo con compromiso, sostenibilidad y con el desarrollo del país. Al día la compañía cuenta con la mayor participación de mercado en la industria de las bebidas no alcohólicas en Colombia y es la empresa con capital 100% colombiano más grande en ingresos en este sector.

Además, cuenta con 111 años de historia en los cuales ha sido pionera en el desarrollo de la mayoría de las categorías de bebidas existentes en el mercado colombiano. De esta manera la compañía cuenta con 66 sedes entre plantas de producción y centros de distribución, los cuales le permiten llegar al 90% del territorio nacional. Su talento humano asciende a cerca de 12.000 personas. De esta manera Postobón siendo coherente es su quehacer, ha impulsado un Modelo de Sostenibilidad de alto impacto; La sostenibilidad en Postobón está guiada por un modelo enfocado a generar soluciones, crear valor compartido y tener gran impacto transformador en la sociedad.

Gracias a la articulación integral de las actividades del Modelo de Sostenibilidad, Postobón busca un equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental, demostrando así el compromiso que tiene la compañía con sus grupos de interés, por ello su misión y visión son aspectos claves en el desarrollo de su mercado y del alcance que quieren tener en su planeación, es importante conocer esta mirada de la empresa hacia sus funciones y su propuesta a futuro (Postobón, 2020) .

Misión y Visión

Misión

Fortalecer el liderazgo en el desarrollo, producción, mercadeo y ventas de bebidas refrescantes no alcohólicas, para satisfacer los gustos y necesidades de los consumidores, superando sus expectativas mediante la innovación, la calidad y la excelencia en el servicio. Generamos oportunidades de desarrollo profesional y personal apoyándonos en el talento humano organizado en equipos alrededor de los procesos. Trabajamos con los proveedores para convertirlos en nuestros socios comerciales. Contribuimos decisivamente al crecimiento económico de la Organización Ardila Lülle y del País, actuando con responsabilidad frente al medio ambiente y la sociedad (Postobón, 2020).

Visión

Ser una Compañía Multilatina, con operaciones propias en el continente, reconocida por su dinamismo en innovar, desarrollar y ofrecer bebidas no alcohólicas de calidad, penetrando otros mercados e incursionando en otras categorías de producto (Postobón, 2020).

Marco Contextual y Conceptual

En el presente apartado se expondrán los diferentes supuestos conceptuales y contextuales que hacen posible el entendimiento del estudio a realizar:

Cambio Climático

El cambio climático a nivel global ha impactado a cada uno de los seres vivos en el planeta, con situaciones cada día más evidentes e impactos irreversibles, que muestran escala de evolución de este ascendente; por esta razón organismos internacionales exponen que es vital que se tomen medidas y políticas a nivel gobierno

para el uso eficiente de la energía en pro de minimizar el impacto del cambio climático en el presente en miras del futuro (sostenibilidad, 2019).

Las diferentes connotaciones expuestas anteriormente ponen en evidencia que Colombia, no es ajeno a la integración de políticas propuestas por los diferentes gobiernos para afrontar dicha situación; ya que en presente año (2022), los mandatarios de diversos países se reunieron en Suecia (Estocolmo 50), para desarrollar medidas que permitan mitigar impactos en cuanto al cambio climático; de esta reunión convocada por las Naciones Unidas, Colombia se comprometió a reducir en un 51 % las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el año 2030, y a avanzar hacia la carbono neutralidad para el año 2050 (República de Colombia, 2022); de esta manera se evidencia la importancia de impulsar el uso racional y eficiente de energía, mediante la implementación de estrategias en cada uno de los sectores de la economía, para alcanzar las metas propuestas por el estado colombiano.

Todos los grandes conglomerados empresariales colombianos están aportando a cumplir con las metas propuestas, entre estos Postobón S.A.; una empresa que cuenta con más de 110 años de funcionamiento y que dentro de su política ambiental pone en práctica la implementación de programas y estrategias a todos sus procesos para minimizar el impacto negativo al ambiente (Postobón, 2020); partiendo de los compromisos adquiridos por Postobón dentro de los cuales se encuentra el uso eficiente y ahorro de los recursos.

Eficiencia Energética

En 2010 el World Energy Council realizó una evaluación cuyo objetivo fue valorar el impacto de las políticas energéticas alrededor del mundo; arrojando resultados como: que existen agencias de eficiencia energética, siendo organismos encargados de la implementación de las políticas energéticas y que dependiendo del país de origen sus

funciones en pro de instaurar este tipo de medidas con rigurosidad está determinado por el gobierno de turno (Arango, 2018), para Colombia el ente es el Ministerio De Medio Ambiente; además, en cuanto a los programas de eficiencia energética establecidos, se concluyó que estos son adoptados de acuerdo a metas cuantitativas; de esta manera estas metas se expresan de diferentes formas dependiendo del país donde sean aplicadas. Sin embargo, se refieren principalmente a tasas de ahorro de energía, que es el más común y alcanzar un volumen específico de ahorro de energía (en GWh o Mtpe) (Suárez, 2019).

Fonseca (2011) expone que las medidas que mayormente son usadas y que han demostrado ser eficientes en la reducción en el consumo de energía de aparatos eléctricos. En general las políticas se encuentran en tres categorías principales:

1. Etiquetado obligatorio para nuevos aparatos eléctricos, carros y edificios.
2. Normas mínimas de eficiencia energética para nuevas lámparas, aparatos electrónicos, carros y edificios, nuevos y existentes.
3. Otras medidas incluyen el mantenimiento obligatorio de los carros y equipos, reportes de consumos de energía, auditorias y obligación por parte de los proveedores de servicios públicos para que los consumidores ahorren energía.

Uso Racional de Energía

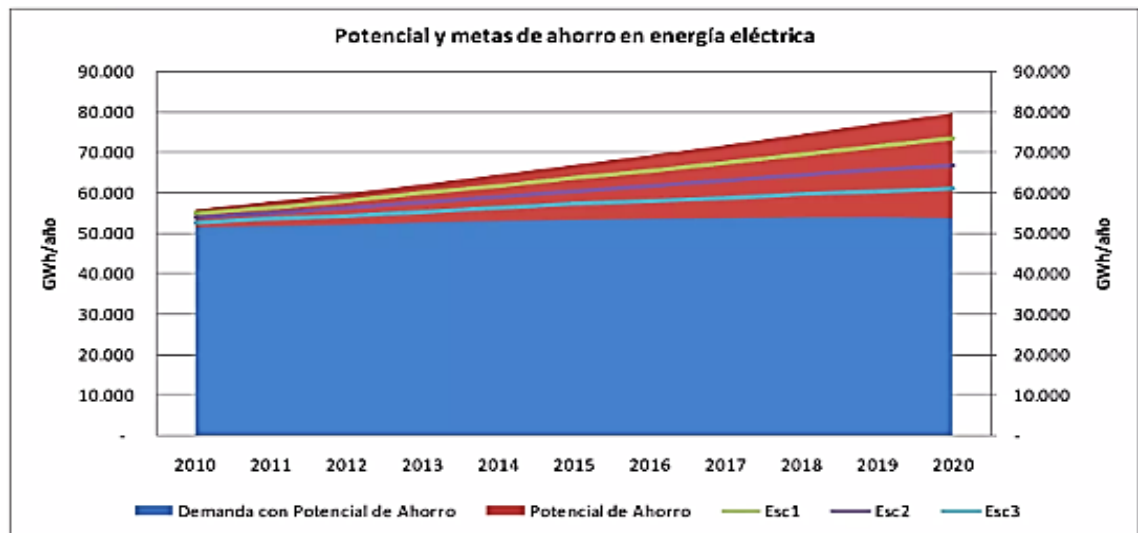
El uso racional de energía es comúnmente asimilado con una idea restrictiva del uso de los recursos energéticos, sin embargo, este busca es la eficiencia energética, es decir, optimizar el uso de la energía con el objetivo de maximizar la eficiencia energética de los recursos empleados en la vida moderna, sin restringir las comodidades diarias de las cuales estamos acostumbrados (Ramos, 2017).

Según autores como Moposita (2021) expone, que a nivel mundial existen políticas y medidas enfocadas al uso racional de los recursos, donde los más representativos corresponden a los protocolos de Montreal, Kioto, Estocolmo, entre otros;

por otra parte, existen iniciativas internacionales como EnergyStart o Energy Efficiency; enfocados en fomentar y apoyar el uso eficiente de la energía en electrodomésticos; aunque en Colombia a pesar de que no existe una regulación independiente para los electrodomésticos, se pueden encontrar productos en los establecimientos caracterizados en las escalas de eficiencia energética europea y americana.

De esta manera Fonseca (2011) enuncia que a la fecha el estado colombiano ha establecido metas de ahorro en el consumo eléctrico para 2020 de 9.900 GWh, lo que equivale a un ahorro del 14,8%, del consumo de energía eléctrica estimado por la UPME para ese mismo año (66.906 GWh). Este ahorro se reparte en 8,7% en el sector residencial, un 3,4% en el sector industrial y un 2,7 % en el sector comercial y público. El ahorro en un escenario medio es de 10,1%, y en un escenario bajo es de 5,1%. El potencial de ahorro es de 13.515 GWh o el 20.2%. en la figura 1, se evidencia el potencial de ahorro colombiano en función del tiempo.

Figura 1
Potencial y metas de ahorro en energía eléctrica en Colombia



Nota. Se evidencia el potencial colombiano en cuanto reducción de consumo eléctrico va en aumento, de acuerdo con las necesidades de la población; Fuente: (Suárez, 2019).

Para poder alcanzar este potencial de reducción de consumo se establecen tres frentes de trabajo las cuales se exponen en la figura 2; que tiene como finalidad producir acciones que motiven y generen cambios positivos en las comunidades donde se apliquen (Fonseca, 2011).

Figura 2
Objetivos para la apropiación de reducción energética nacional



Nota: se evidencia en la figura que las intercepciones de las tres acciones aportan el ideal del proceso de reducción del consumo de energía eléctrica. Fuente: (Fonseca, 2011).

De acuerdo a lo planteado anteriormente; para autores como Vergara & Villagran (2015) exponen que uno de los recursos utilizados por parte de la industria es el consumo de electricidad relacionada a la iluminación la cual es esencial para garantizar la realización de los procesos administrativos y de producción que garanticen aspectos como: seguridad industrial, operación, confort de los operarios y calidad del producto final adicional del cumplimiento normativo, exigiendo de esta forma un gran consumo de energía en las plantas de producción, Postobón S.A. no es ajena a esta demanda energética y promueve un costo importante en el consumo de energía que genera gran demanda en los procesos que aportan al calentamiento global.

Eficiencia Energética en Cuanto a la Iluminación

Diversos autores exponen estudios relacionados con la eficiencia energética en cuanto a la iluminación de oficinas y aulas especializadas las cuales se expondrán a continuación:

Martínez (2021) propone un estudio sobre la eficiencia energética en iluminación en aulas de la ETSIE, donde se plantea la mejora de la instalación de iluminación desde el punto de vista de la eficiencia energética lumínica en tres aulas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia. Para ello, se estudia y analiza el estado actual de la instalación de las tres aulas, utilizando el programa CYPELUX, donde se obtiene tanto los valores de rendimiento visual y energético como el cumplimiento de la normativa vigente. Una vez realizados los cálculos, se proponen dos casos de mejora de instalación, ambos con cambio de luminaria. En el primer caso se mantiene la ubicación actual de las luminarias, mientras que en el segundo se calcula una nueva distribución. Por último, se realiza un estudio económico comparativo de los tres tipos de instalación y un estudio de amortización de la nueva instalación.

Gascón (2021) desarrollo un estudio donde Diseño y desarrollo una simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial dedicada a la fabricación de cerveza; donde se estudia los diferentes tipos de sistemas de iluminación que existen, así como los fundamentos de la iluminación natural; también se especifica un método de analítico, mediante el cual, calcular la superficie de las aberturas del sistema de iluminación natural que se desea instalar, como conclusión se expuso que luego de calcular los gastos eléctricos del sistema de iluminación artificial y de un sistema de iluminación mixto, como también el gasto que supone la instalación del

sistema de iluminación natural; se obtiene el ahorro energético que supone la instalación de dicho sistema y se calcula la viabilidad económica del proyecto. Siendo mayormente eficiente que uno convencional.

Potes (2021) desarrollo un estudio sobre Diseño de iluminación enfocado a la eficiencia energética de la biblioteca ACDA de la Universidad del Norte; en el cual se proponen a generar un edificio inteligente que aporte al consumo eficiente con la apropiación de iluminaria de última generación que permita el crecimiento sostenible que demanda los estudiantes en esta década.

Teniendo en cuenta que la iluminación en la industria tiene requerimientos normativos como el INVIA adicional de las buenas prácticas es importante realizar un análisis detallado de la iluminación de la planta Gascol Centro; para realizar una revisión la situación actual, un análisis de alternativas y tecnologías de vanguardia que puedan mejorar la iluminación actual y disminuir el consumo de energía en la planta el línea las políticas internacionales en pro del cambio climático y con esto plantear una estrategia clara para la compañía con una hoja de ruta que oriente a la implementación.

Para el análisis de la situación actual de la iluminación de la planta es importante tener como referencia la siguiente información normativa para la industria y buenas prácticas, adicional de la tecnología.

DECRETO 3075 DE 1997, “Los establecimientos objeto del presente decreto tendrán una adecuada y suficiente iluminación natural y/o artificial, la cual se obtendrá por medio de ventanas, claraboyas, y lámparas convenientemente distribuidas. La iluminación debe ser de la calidad e intensidad requeridas para la ejecución higiénica y efectiva de todas las actividades. La intensidad no debe ser inferior a lo establecido en este decreto” (Minsalud, 1997).

Dentro de las nuevas prácticas y tecnologías utilizadas, es importante entender cómo funcionan las nuevas tecnologías en iluminación , sus características y beneficios,

en la actualidad la Iluminación LED, el acrónimo Light-Emitting Diode que en español significaría Diodo Emisor de Luz, trae unas características las cuales disipan el calor aumentando su vida útil considerablemente con relación a la iluminación convencional, bajando costos de operación y mantenimiento, adicional de su bajo consumo energético, este sistema de iluminación es amigable con el medio ambiente ya que no contiene componentes, es como mercurio y plomo como otros sistemas trayendo grandes beneficios en su implementación.

Tecnología en iluminación Led

Led (diodo emisor de luz); es un dispositivo semiconductor que emite luz con una longitud de onda monocromática específica bien definida cuando se polariza de forma directa pasando, por lo tanto, una corriente eléctrica entre sus dos extremos; aunque la lente encapsulada del LED puede estar coloreada es únicamente por motivos estéticos y de clasificación, pero no influye en el color de la luz que emita (Fraile & Cago, 2012).

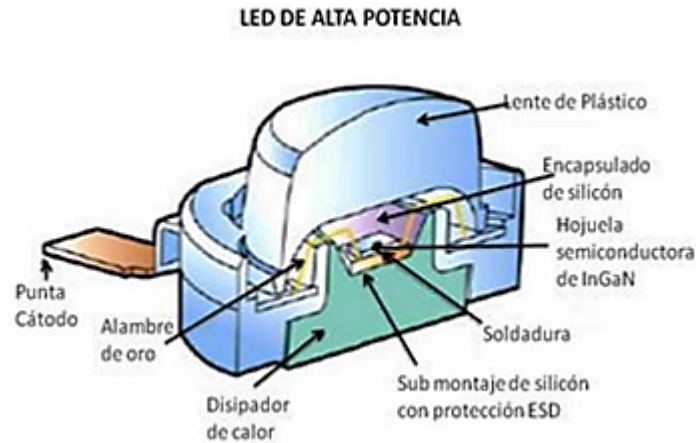
Adentro de un led hay dos capas de un material especial hecho de semiconductores. Una capa contiene muchos electrones energéticos y la otra está llena de huecos, que realmente son enlaces químicos entre átomos rotos.

Cuando se conecta un led a una batería, los electrones y los huecos fluyen hacia el lugar en el que las dos capas del semiconductor se unen. Apenas un electrón se encuentra con un hueco en esa región, cae en él, y repara el enlace químico. En un destello, libera la energía que estaba usando para moverse en forma de luz brillante.

Partes de los LED

Los LED poseen una lente hecha de una resina especial, esta puede ser clara o difusa. Esta resina encapsula el LED y a su vez provee un control óptico ya que evita las reflexiones en la superficie del semiconductor e incrementa el flujo luminoso.

Figura 3
Partes de un LED



Nota: Se indica las partes del led con la finalidad de dar entender los diferentes componentes que permiten llevar a cabo esta tecnología; Fuente: (Davila, 2018)

Ventajas de la iluminación LED

Según Alfaro & Santamaría (2012) la iluminación LED, tiene las siguientes

ventajas:

- Ahorro económico significativo: 9 veces más que las luces incandescentes.
- Protección del medio ambiente: todo sobre las luces LED es de apoyo a la naturaleza. Sin mercurio u otros componentes letales, son reciclables, considerablemente menos desechos en vertederos.
- Larga vida útil: duran más de 70,000 horas. En general, duran 50 veces más que las luces brillantes.
- Gran eficiencia: pueden ahorrar 190 TWh al año, la imagen ilumina 95 millones de hogares.
- Son reciclables.
- Sin luz ultravioleta ni infrarroja: los LED son adaptables, producen luz en el sombreado y la longitud de onda requerida, los LED de iluminación no transmiten haces brillantes o infrarrojos.
- Luz fría: no se calientan, ofrecen 3.4 BTU / h (856.8 cal / h), en contraste con 85 BTU / h de luces brillantes.
- Encendido instantáneo y sin parpadeo.

- Luz unidireccional: a luz unidireccional de los LED convierte menos el uso indebido de la iluminación.
- Diseño único.
- Reduce el cansancio visual.

Avances de la iluminación

Franco *et al.* (2017) expone que La iluminación eléctrica ha tenido muchos avances desde que Thomas Alva Edison patentara la bombilla incandescente en 1879 en los Estados Unidos, la tecnología ha avanzado en el transcurso del tiempo acompañada de nuevas fuentes de iluminación, algunas de ellas fueron llamadas bombillas fluorescentes compactas (CFL), bombillas de haluros metálicos, bombillas de sodio de alta presión, bombillas LED (por sus siglas en inglés, light emitting diode), entre otras, representando beneficios sobre la bombilla incandescente. Desde el invento de la primera bombilla, la cual tenía en promedio dieciséis lúmenes por vatio, surgió una nueva tecnología como la LED, que es una bombilla conformada de dispositivos electrónicos o semiconductores de una combinación de materiales elementales como nitruro de indio y galio (InGaN), allí se genera la luz. Los LED pueden ser sintonizados a longitudes de ondas específicas según las necesidades del usuario; en la tabla 1 se evidencia la evolución y características de las iluminarias a través del tiempo.

Tabla 1

Evolución de las luminarias y su eficiencia

Tecnología	Año de invención	Vida útil (Horas)	Eficiencia (Lm/W)
Incandescente	1878	1000	15
Fluorescente	1930	8000	107
Halógena	1959	2000	24
CFL	1970	10000	63
LED	1990	100000	303

Nota: se evidencia la evolución de la tecnología en cuanto aumento de vida útil y la eficiencia de la tecnología; Fuente: (Franco *et al.*, 2017)

Nuevos avances sobre la iluminación

En el 2022 se expuso que la compañía Phillips está investigando en prototipos LED de luz blanca para sustituir el modelo tubular (LTE). Recientes investigaciones afirman que la constante exposición a la luz azul, la más común entre los LED, puede afectar a la retina; exponiendo que el riesgo de que este tipo de luz llegue a dañar la vista podría resolverse poniendo a este tipo de luz un filtro para evitar que los rayos dañinos lleguen a la vista, o simplemente transformando esa luz ultravioleta como el prototipo de Phillips (Ambientes soluciones, 2022).

La TLED de Phillips sería capaz de generar 200 lúmenes por vatio de luz y consumir la mitad de energía que los leds corrientes. Los tubos fluorescentes tradicionales consiguen 100 lúmenes por vatio y las bombillas tradicionales sólo alcanzan 15 lúmenes por vatio. Por el momento, la comercialización para su uso doméstico o en oficinas empezaría en 2015.

En Estados Unidos los fluorescentes consumen alrededor de 200 Tera vatios de electricidad al año. Con la implantación de los nuevos sistemas TLED de 200 lúmenes por vatio, el consumo se reduciría a la mitad, lo que equivale al rendimiento de 50 centrales eléctricas medias. El ahorro económico, además, podría cifrarse en torno a los 12.000 millones de dólares y un beneficio para nuestra atmósfera, que se ahorraría cerca de 600 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono.

Downlights Lighted

La tecnología LED que comulga con el concepto Human Centric Lighting con el fin de dar respuesta a las necesidades de los habitantes para conseguir una luz más

eficiente y saludable para todos. Está demostrado que la iluminación LED solo aporta ventajas: Máxima eficiencia energética, larga durabilidad y ahorro.

Permite obtener una luz adecuada en oficinas y hogares. Pues tal como dicta el IDAE, “todos los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente”. Las aplicaciones con tecnología LED son infinitas: desde innovadores downlights hasta los más sofisticados sistemas de proyección que iluminan fachadas.

El sustituto de la iluminación LED.

El láser

Se podría decir que esta tecnología todavía se encuentra en fase experimental, pero ya existe aplicación práctica en el mercado de automóvil, en vehículos de alta gama.

La ventaja del láser es que su eficacia (en lúmenes por vatio) dobla la de los LED, lo que supone un ahorro energético teórico del 50% con relación a éstos. Imagina lo que ello podría suponer en edificios de oficinas, sin ir más lejos.

El índice de reproducción cromática del láser excede de 0,95. Esto quiere decir que cuando uno objeto se ilumina con láser, conserva para el ojo humano sus cualidades de color naturales. Si te has fijado, las típicas bombillas LED de bajo consumo emiten una luz que altera hasta cierto punto los colores y, cuanto más eficiente es el LED, más los altera. Por último, la tecnología láser puede llegar a ser más compacta que la de la iluminación LED, en el sentido de que estaría conformada por menos elementos. Esto quiere decir que, en la teoría, sería más barata.

Nueva Tecnología Li-Fi

Li-Fi, del inglés, “light fidelity”, es realmente una tecnología basada en la iluminación LED y cuyo concepto es bastante intuitivo y fácil de entender. Los LED son capaces de parpadear a velocidades imperceptibles para el ojo humano, y esto significa

que sirven para transmitir información; es decir; un LED puede emitir código morse a través de su parpadeo y comunicarse con otros dispositivos; éste es el concepto. Y ello significa que, en teoría, las luces —el Li-Fi— podría sustituir al Wi-Fi convencional de que se disfruta, pero a velocidades muy superiores. El problema, hasta ahora, es que el Li-Fi sólo ha funcionado satisfactoriamente en laboratorio, bajo condiciones aisladas y controladas. Es una tecnología que todavía necesita algo de recorrido (PropTech Lab, 2020)

Por otro lado, se muestra que el LiFi se basa en enviar datos a través de la luz. ¿Cómo? Básicamente alterando la frecuencia de la luz entre los 400 y los 800 THz. Como si fueran bombillas LED que parpadean y sirven para que un fotorreceptor pueda establecer una conexión inalámbrica. Una luz que se apaga y se enciende a una velocidad indetectable por el ojo humano pero que permite establecer dos posiciones y por ende crear una señal. Al ser luz del rango del visible en vez de ondas de radio, el LiFi promete ser más rápido, seguro y tener menos interferencias que el Wifi.

Para hacernos una idea de la velocidad que promete el LiFi, a principios de 2022, Kyocera anunció un sistema capaz de ofrecer 90 Gbps. Esto es: 100 veces más rápido que el 5G. Ahí es nada y no parece ser el techo, pues ya hace un par de años en pruebas piloto de laboratorio se alcanzaron los 224 Gbps.

Al ser luz, el LiFi también puede usar todo el espectro de luz visible y tienen nula interferencia con otros dispositivos, al poder usar una longitud de onda muy concreta. Finalmente, a nivel de seguridad explican que un atacante no puede interceptar la propia conexión ni espiar esas comunicaciones. Este punto es una gran diferencia con el WiFi y sirve para entender las diferencias de fondo: la luz visible no puede traspasar paredes, así que a la práctica se requiere tener acceso físico a la propia señal LiFi.

Mientras el WiFi funciona por toda la casa, el LiFi es una conexión de corto alcance. Se piensa en el Bluetooth, pero incluso menos. Según describen desde

PureLiFi, esta tecnología está pensada para ser utilizada a menos de 4 metros. Cuando no hay línea de visión directa con el emisor, la conexión se corta. Si se tiene un móvil con LiFi y se pone en el bolsillo se pierde la conexión. A oscuras sí funcionaría porque se pueden hacer uso de infrarrojos. (Xataka, 2022)

El futuro de la iluminación - Tecnología de Iluminación Laser

La tecnología láser no es nueva, se ha escuchado hablar desde hace más de 50 años; autores como Rahman (2017) exponen los usos más reconocidos de esta tecnología que va desde el campo de la medicina (cauterización de heridas, bisturí entre otros) así como el de la industria alimentario en procesos de selección de productos, esta tecnología es muy común en la vida cotidiana de la humanidad moderna; esto debido a que el láser es una herramienta de luz, versátil y adaptable que tiene la singularidad de ser una luz totalmente artificial, existente únicamente en el planeta tierra (iluminet, 2018).

Por ende, Morones (2010) expone que el láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) se produce mediante un material específico que es estimulado como fuente de poder que hace que el elemento emita fotones que a su vez excita a los átomos aledaños para que emitan más fotones (reacción en cadena), los cuales rebotan entre dos espejos que tiene como función potenciar el proceso; al abrir una cavidad de un material semireflejante en el espacio donde se lleva a cabo el proceso, se dejará pasar una porción de energía que es la que se ve como luz láser mientras otros fotones se reflejarán y continuarán alimentando el proceso. Esto produce una energía lumínica concentrada, regular y homogénea. Una de las características más importantes del láser radica en que las diferentes fuentes de luz (bombilla, vela o el sol) poseen un espectro amplio y discontinuo, a diferencia de este puede emitir rangos específicos del efecto

electromagnético, reduciendo con esto las radios de ondas electromagnéticas que afectan el desgaste prematuro de la visión en seres humanos, razón por la cual es de gran interés para promover su uso en la iluminación de espacios interiores (Sanz, 2020).

Esta nueva tecnología de luminarias láser funciona con un principio parecido al del LED; Una fuente de energía para el presente caso el láser, excita al fósforo el cual desprende un espectro lumínico más amplio y uniforme que finalmente es distribuido por la óptica (Qasim *et al.*, 2019). Estudios recientes exponen que la industria automotriz como Audi y BMW han incorporado esta tecnología en sus faros y que, aunque faltan más estudios sobre este se puede evidenciar que es de un 10 a 20 % más eficiente que la tecnología LED (Rahman, 2017).

Diseño Metodológico de la Consultoría

El presente trabajo se desarrolló en el marco de la modalidad de consultoría profesional para seminario de investigación y trabajo de grado de la universidad Ean y se siguió por los siguientes pasos:

1. Conocimiento del reto.
2. Planteamiento de la ruta de solución.
3. Diagnóstico a partir de información secundaria.
4. Aplicación de instrumentos de captura de información primaria.
5. Desarrollo de la propuesta innovadora

La investigación se basó en el componente de la iluminación, ya que como es sabido, el tema energético puede ser abordado desde diferentes aristas; como el ahorro de agua, ahorro de energía en transporte, tiempos de producción, etc.; por lo cual se ha tomado este como la base y la referencia por su facilidad para implementación y su rápido reflejo en los costos de consumo eléctrico.

Para ello, primero se realizó fue una visita a planta, para conocer todos sus procesos y analizar la información básica de Gascol Centro, como: Líneas de producción, procesos, productos, equipos y/o máquinas para el proceso de fabricación, equipos auxiliares, conocer además información acerca del personal de planta; como operarios, supervisores, personal de calidad y análisis, personal de aseo y acerca de sus directivos y a nombre de quién recae la información y los proyectos relacionados con el tema del ahorro energético y el compromiso medio ambiental.

Luego de realizado este primer paso de recolección de información y una primera reunión con los responsables, se realizó un análisis de la información, revisando cuales son los puntos clave, los puntos críticos y buscar los deseos profundos de sus lineamientos ambientales y los de sus dirigentes, este proceso es desarrollado mediante un análisis PESTEL, para posteriormente empezar a definir los diferentes escenarios en los cuales se podría enfocar la solución; revisando y buscando la información faltante, los Insights.

Si esta información no se encuentra disponible, se debe empezar a crear las herramientas para captar la información de su fuente primaria, como lo pueden ser: el área de calidad, el área ambiental y el área de suministros, quienes son los que monitorean los niveles de rendimiento de los diferentes procesos y los que adquieren los equipos para el funcionamiento de la planta; acudiendo también a fuentes secundarias, como las bases de investigación, libros, publicaciones, revisas y casos de estudio formuladas y planteadas previamente en otras industrias y sectores.

Con la información recolectada, se debe empezar a plantear el problema, la oportunidad de mejora o las mejoras a las que la planta Gascol Centro, productora de agua cristal y oasis sin gas producción pueda llegar a implementar, empezando por los puntos más rápidos y eficientes.

Después de identificada la oportunidad de mejora en la planta, se empezó a idear diferentes estrategias, para plantear una serie de recomendaciones y pasos dar el diagnóstico del estado actual de la planta, siendo este el pilar del desarrollo del estudio y a donde se quiere llegar; seguido de una propuesta metodológica para la reducción del consumo energético, enfocado en el área de la iluminación.

Por último, como insumo de finalización de la consultoría y del proceso realizado con los estudiantes de las diferentes maestrías; se entregará un documento tipo manual, con las metodologías que se establezcan y puedan contribuir a la mejora de la oportunidad encontrada, así como la forma en la que se debe aplicar; también, una presentación de las diferentes etapas para hallar dichas recomendaciones llegando a un planteamiento final.

Instrumentos de Recolección De Datos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en el presente estudio van de la mano de la realización de esta; a continuación, se expondrán a continuación:

Análisis PESTEL

Es un instrumento de planificación estratégica que tiene como fin de realizar el análisis de las fuerzas que intervienen en las diferentes operaciones dentro de una empresa, área u operación; de esta forma se desataca que Pestel es un acrónimo de los componentes que lo conforman, P: factores políticos; E: factores económicos; S: factores Sociales; T: factores tecnológicos; E: factores ecológicos – ambientales y L: los factores legales. La metodología para el desarrollo del análisis Pestel está determinado por 4 fases las cuales son: recopilar las variables significativas, identificar las oportunidades, reconocer las amenazas y crear un plan estratégico y un plan de acción (Song *et al.*, 2017).

Entrevista

La entrevista es concebida como instrumento de recolección de datos en la investigación debido a que para autores como Raffino (2020) expresan que esta es un encuentro entre sujetos en el cual se busca descubrir subjetividades, que permite dar ideas claras de la realidad que afronta una situación determinada; de esta manera se indica que este instrumento pretende mediante la recolección de saberes propios o privados de las personas, la construcción del sentido social de la conducta individual o de un grupo de referencia del sujeto entrevistado permitiendo encontrar datos de su concepción de un tema específico analizado y tiene como vector principal la palabra que es determinada como una experiencia personalizada, biográfica e intransferible (Ardèvol *et al.*, 2003).

Encuesta

La encuesta es un instrumento de recolección de datos que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz, es concebida como una de las técnicas de investigación social más usada en el campo de la sociología y de las ciencias sociales, que trascendió en el ámbito estricto de la investigación científica, además para su debido desarrollo propone la construcción de etapas o fases de forma coordinada específicas como: el diseño de la muestra, la construcción del cuestionario, la medición y construcción de índices y escalas (López & Fachelli, 2016).

Diagnóstico Organizacional

Dentro de las metodologías para realizar un diagnóstico del estado de arte en busca de la solución del reto de la empresa Gascol Centro, se ha decidido aplicar un instrumento de recolección de datos, que para este caso es la encuesta; con la cual se busca tener una caracterización de la percepción por parte del personal operativo,

administrativo y gerencial de la iluminación de la planta, como mecanismo para orientar la solución al problema planteado.

En el presente estudio para realizar la recolección de información en cuanto a lo referente del personal que labora en la zona de estudio la encuesta, debido que esta permite por medio de la aplicación de un cuestionario para captar aspectos de la problemática de estudio (iluminación), que puede ayudar al entendimiento de las percepciones de estos hacia la situación que se está presentando (Gauchi, 2017); por las razones anteriores los autores ven la necesidad de la aplicación del instrumento que lleva como nombre: Encuesta Estrategia de ahorro y uso eficiente de la energía de la planta Gascol Centro, que tiene como objetivo principal, obtener información acerca del estado de la iluminación de la planta Gascol Centro, como una metodología para el desarrollo del estudio por parte de los estudiantes de Maestría de la Universidad EAN”, la encuesta cuenta con 21 ítems en los cuales se analizan con respuestas cerradas (si / no) y respuestas abiertas.

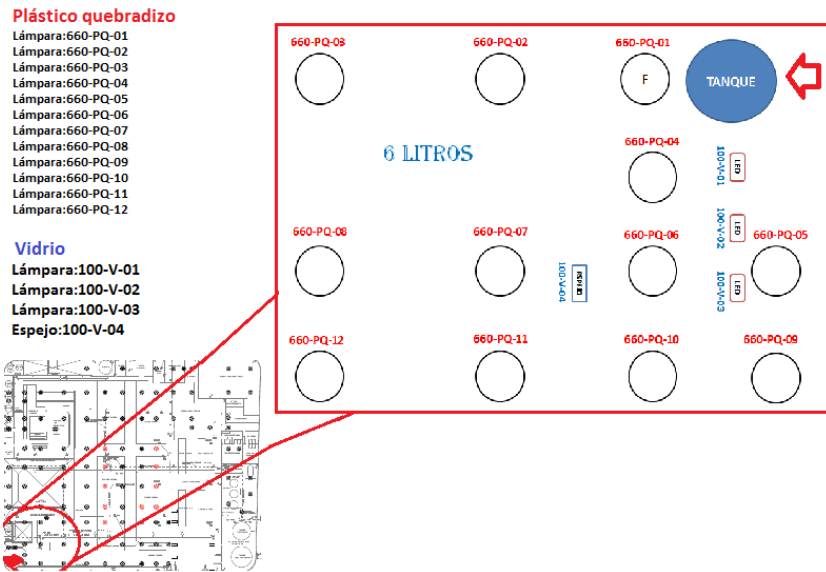
La encuesta se desarrolló en Forms en Office 365, el cual brindaba diferentes herramientas a la hora de responder las preguntas y la forma de captar y visualizar la información.

Procesamiento Estadístico de Datos

Para el caso particular de la empresa Gascol Centro, por parte del área de mantenimiento, se suministró la siguiente información de la distribución y tipo de luminarias de acuerdo con las zonas de la planta de producción, a continuación:

Figura 4

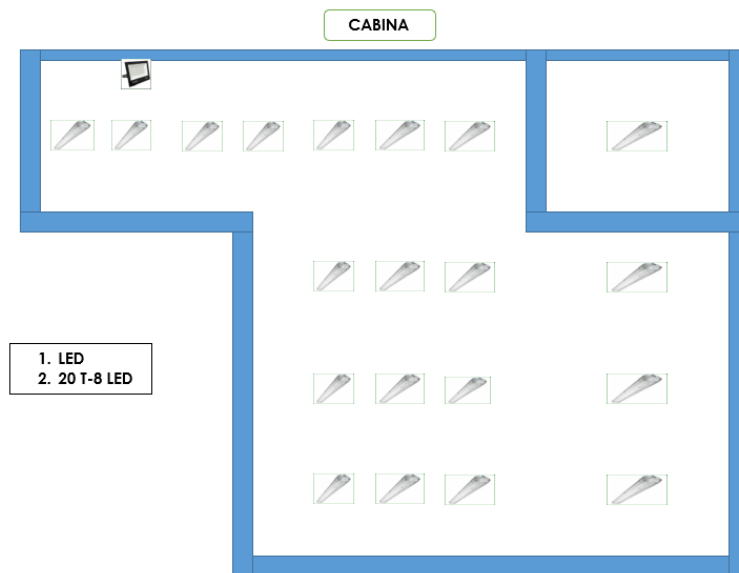
Plano de localización de luminarias Gascol Centro.



Nota: se denota el acercamiento de una de las bodegas para mayor visualización de cantidad de luminarias por metro cuadrado. Fuente: Autores

Figura 5

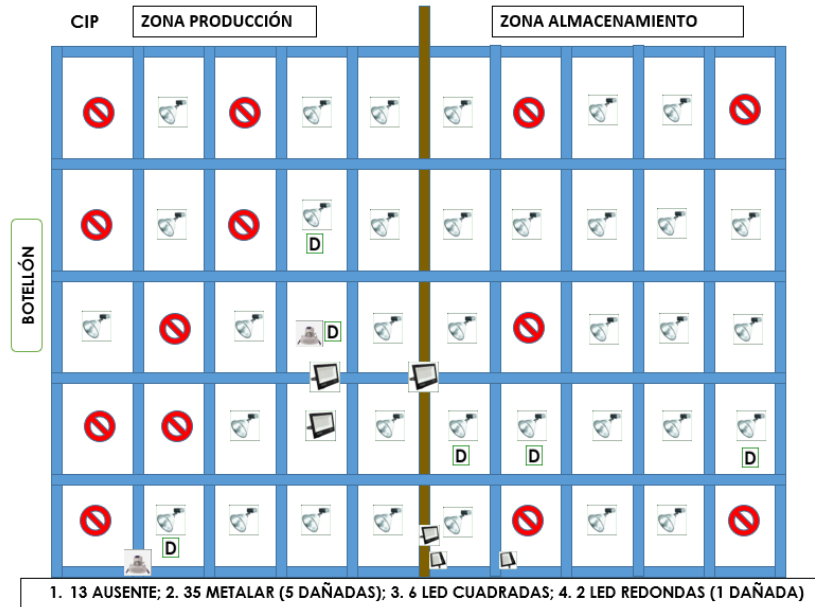
Plano de localización de luminarias Gascol Centro.



Nota: se presenta cantidad de bloques de luminarias por el área de la bodega. Fuente:

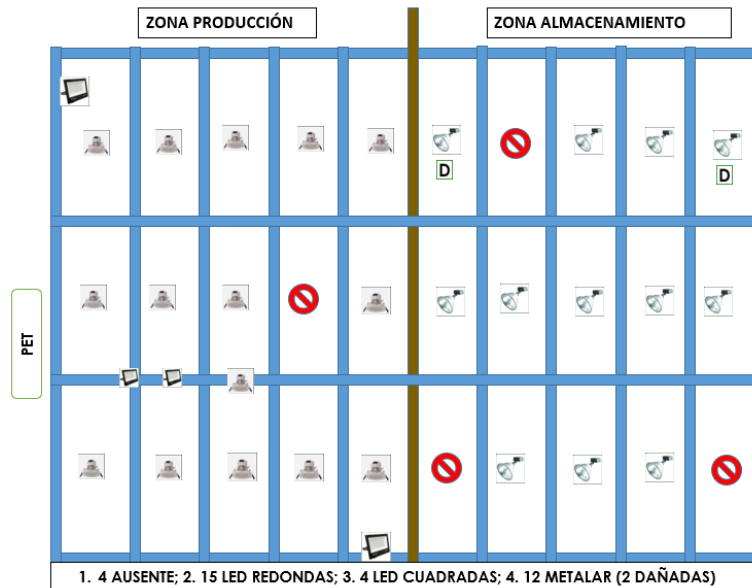
Autores

Figura 6
Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.



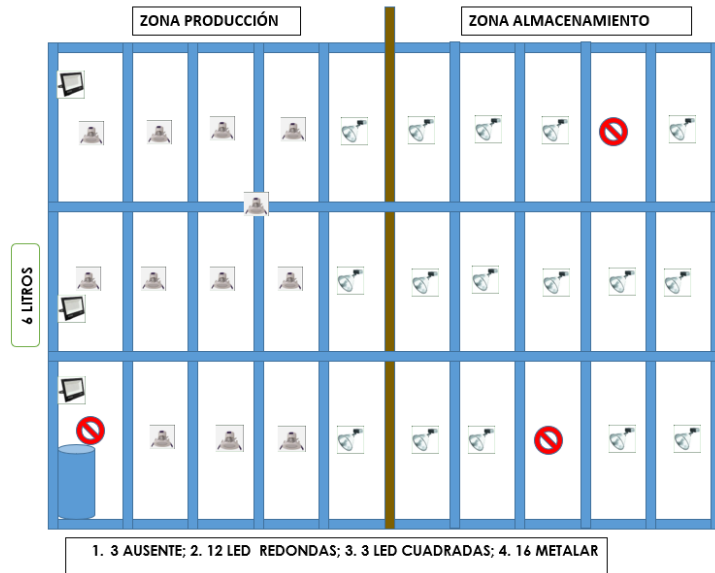
Nota: en la figura se denota las falencias de iluminación debido al deterioro de la luminaria existente. Fuente: Autores

Figura 7
Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.



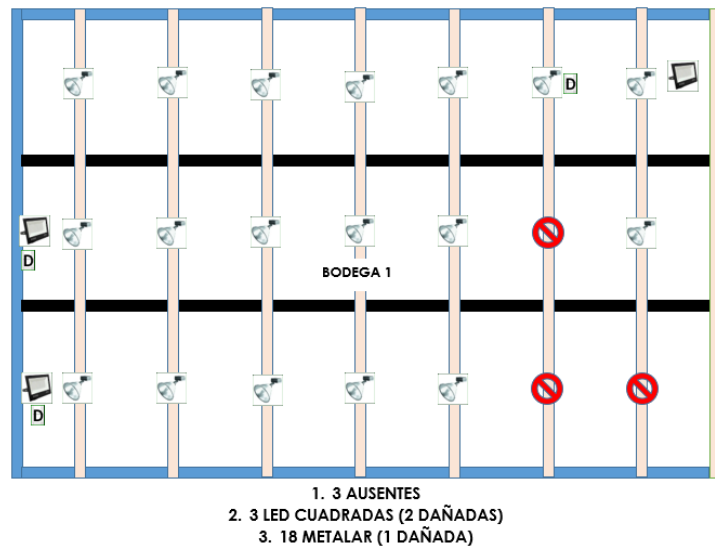
Nota: en la figura se denota las falencias de iluminación debido al deterioro de la luminaria existente. Fuente: Autores

Figura 8
Plano de localización de luminarias. Gascol Centro.



Nota: en la figura se denota las falencias de iluminación debido al deterioro de la luminaria existente. Fuente: Autores

Figura 9
Plano de localización de luminarias Gascol Centro.



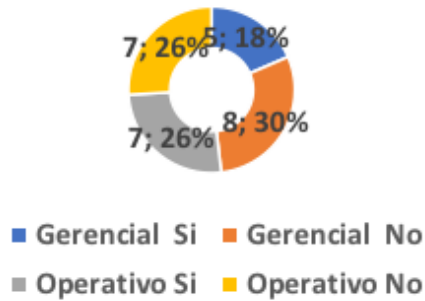
Nota: en la figura se denota las falencias de iluminación debido al deterioro de la luminaria existente. Fuente: Autores

Con el fin de conocer la percepción de la iluminación se aplicó una encuesta para conocer la opinión de los trabajadores de diferentes ámbitos jerárquicos donde se pudo concluir lo siguiente:

Figura 10

Resultado de encuestas percepción de las luminarias apagadas

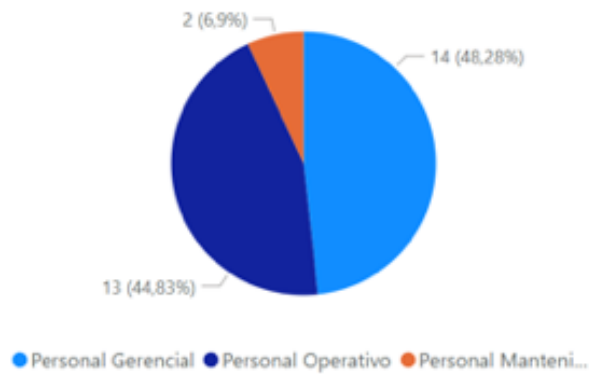
Percibe usted en su puesto de trabajo luminarias apagadas?



Nota: se pone en evidencia que existen porcentajes similares en cuanto a la percepción de luminarias que no funcionan. Fuente: Autores

Figura 11
Área a la que pertenece en la empresa. Gascol Centro

Usted a que área pertenece?

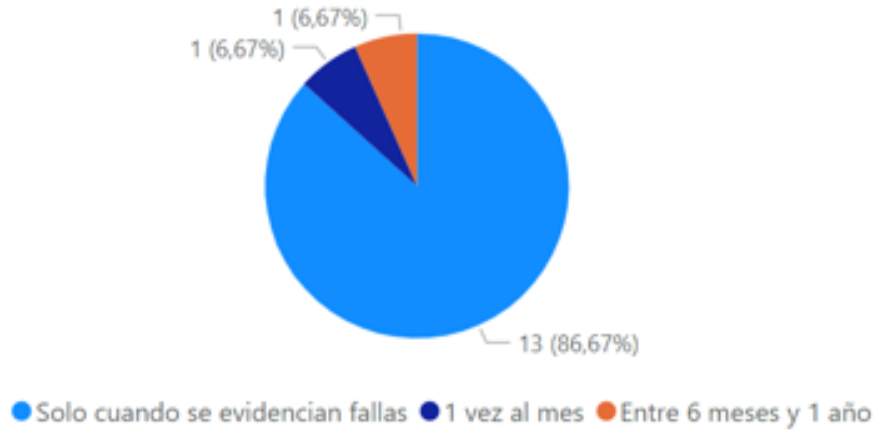


Nota: el personal encuestado mayormente pertenece a operaciones generales y operativos. Fuente: Autores

Figura 12

Frecuencia de ejecución del mantenimiento a las luminarias. Gascol Centro

Cada cuanto se hace mantenimiento a la iluminación?

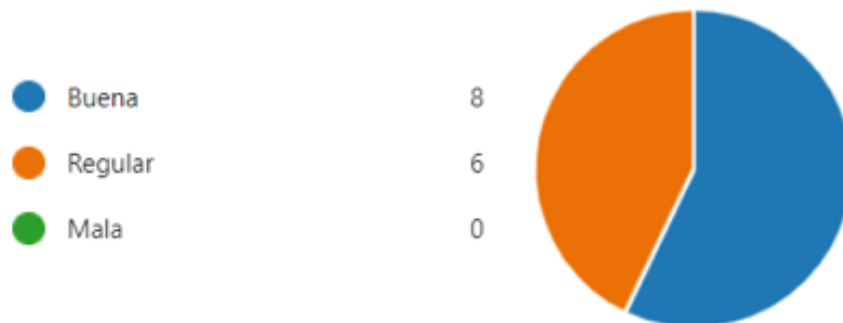


Nota: se pone en evidencia que existen porcentajes similares en cuanto a la percepción de luminarias que no funcionan. Fuente: Autores

Figura 13

Percepción cualitativa de la iluminación por parte de los empleados

Cual es su percepción de la iluminación?



Nota: aunque la percepción del personal no evidencia que la iluminación sea deficiente, tampoco muestra que sea la mejor para el trabajo. Fuente: Autores

Figura 14
Trazabilidad a la información del mantenimiento

Se cuenta con una trazabilidad en los mantenimientos realizados en cada luminaria?



Nota: no se evidencia una trazabilidad en cuanto a los mantenimientos por parte de los empleados. Fuente: Autores

Análisis de los Resultados

Con la información suministrada se evidencia evidenciamos que el sistema de iluminación de la planta GASCOL CENTRO está orientado a un modelo correctivo que visto desde la perspectiva de eficiencia no es la mejor opción toda vez que para sectores productivos se tienen tiempos muertos a la espera de las reparaciones, por ende, un aumento de indisponibilidad y mayores costos de reparación. Por tal motivo y con base en el resultado se propone una implementación de un modelo con un enfoque preventivo donde se hacen inspecciones y actividades de mantenimiento menor, con el fin de prevenir posibles fallas, en conclusión, un programa orientado con un enfoque preventivo ayuda a garantizar la continuidad del sistema de iluminación y en la seguridad de las actividades de la planta GASCOL CENTRO.

Otra de las oportunidades de mejora que se identifican en la planta GASCOL CENTRO es no contar con un seguimiento a los equipos ya que con esta información se puede tener la hoja de vida de los activos y saber en qué curva de su vida útil se encuentra esto permitirá garantizar un mayor rendimiento, una mejor eficiencia y

seguridad tanto para los procesos operativos como para el personal que se encuentra en la planta realizando sus actividades laborales.

La ubicación de las luminarias dentro de la planta obedece aparentemente a la necesidad de iluminación en ciertos espacios, recambios de tecnologías produciendo una mezcla de componentes, y no a un diseño fotométrico que proporciones con base en la normativa vigente del RETILAP, por tal motivo y analizando las necesidades de los espacios de la planta GASCOL CENTRO dentro de la estrategia se propone el uso de una luminaria que garantiza la iluminación dentro de todos los espacios de la planta, garantizando una eficiencia energética y aportando a la reducción de CO₂.

Resultados de la Solución

Siguiendo la estructura de la propuesta metodología desarrollada en la sección anterior para la ejecución del presente estudio de consultoría, que tiene como finalidad de determinar un diagnóstico y una propuesta técnica de la problemática planteada sobre la iluminación de la planta Gascol Centro en la ciudad de Bogotá, se presentan los diversos resultados del proceso investigativo el cual se enfocó en dos ejes fundamentales de la siguiente manera:

Análisis de Contexto de la Planta Gascol Centro

De acuerdo con Hernández (2018) para el desarrollo del análisis de contexto en una empresa con el fin de desarrollar una consultoría (componente iluminación), es necesario tener en cuenta 2 pilares fundamentales (análisis organizacional de la planta a intervenir y las necesidades de operadores u trabajadores), los cuales se llevaron a cabo en la planta Gascol Centro y arrojaron los siguientes resultados:

Análisis de planta y definición de necesidades componente iluminación.

El análisis de iluminación en la planta Gascol Centro, se llevó a cabo mediante una visita de campo dirigida en donde se recolecto la información primaria de las diferentes áreas o puestos de trabajo, la concentración de los equipos y personal; así también se logró determinar la metodología de mantenimiento establecido para el sistema de iluminación, la cual pone en evidencia la situación de la planta, arrojando los siguientes resultados:

La planta cuenta con un área aproximada de 4474 m² con cubierta las cuales requieren iluminación permanente para el personal operativo compuesta por áreas de empaque, distintas zonas de bodega, zonas de equipos de producción, zonas de estanterías entre otros donde el personal requiere iluminación suficiente para sus actividades diarias y esta iluminación debe cumplir con la normatividad vigente en el Retilap; autores como Espinal (2019) expone que, de acuerdo a las necesidades de áreas de trabajo la capacidad de iluminación debe permitir la armonía de los diferentes procesos que se desarrollen en la práctica productiva de cada área institucional, de esta manera se entiende que la iluminación dentro de la planta aunque cumple con cierta regularidad la premisa anterior está en diferentes sectores muestra serios problemas en cuanto a modernización y consumo energético.

En la tabla 2, se evidencia que en la planta Gascol Centro, no cuenta con una uniformidad de lámparas iluminarias en sus áreas de producción, las cuales tienen distintos tipos de tecnologías con diferentes consumos energéticos; de esta manera se sobre entiende que al tener diferentes tipos de lámpara no permiten la uniformidad necesaria en cuanto iluminación para el desarrollo de los diferentes procesos llevados a cabo en la planta y no especifica la relación de consumo energético – trabajo desarrollado (factor necesario para ubicación de lámparas iluminarias por áreas de

trabajo) (Alfaro & Santamaría, 2012), donde se entiende que estas lámparas se ubicaron por existencia en inventario de la planta y no se tuvo en cuenta las necesidades en cuanto a tipo de iluminación requerida.

Tabla 2
Tipos de iluminarias presentes en la planta Gascol Centro

Tipo Lámpara iluminaria	Cantidad	% encontrado en planta
Metalar	103	61%
Redonda	31	18%
R-8 Led	20	12%
Cuadrada	15	9%
Total	169	100%

Nota: se evidencia la diferencia en cuanto a formas y cantidades de estas como insumos que permiten el desarrollo del trabajo en la planta. Fuente: Autores.

Partiendo de la información recolectada anteriormente se procede a realizar el análisis de la lámpara mayormente utilizada en la planta que es la de Metalar; con 61%, este tipo de lámparas pone en evidencia la poca modernización en planta en cuanto al componente iluminación, ya que esta por su antigüedad se encuentra a la fecha desactualizada, lo cual hace engorroso la consecución de repuestos, de esta forma cada vez que presentan fallas las lámparas no es posible su reparación en un tiempo acorde al modelo de mantenimiento llevado por la planta y necesidades de la operación, además a la fecha, según se evidencia si falla este tipo de lámpara se obliga a la planta a cambiar por otro tipo de lámpara del mercado de fácil consecución; de igual manera se percata que no se tiene un cálculo determinado para el remplazo de las lámparas ya que se evidencio que estas se acomodan a la necesidad y no a una directriz o política de ahorro, solo es reemplazada sin un análisis técnico de iluminación; cabe resaltar que el periodo de tiempo de remplazo afecta la iluminación y confort del personal operativo.

El presente diagnostico coloca en evidencia la falta de un plan articulado de modernización de iluminarias basado en un estudio de iluminación que por las características de la planta este debe de presentarse de forma periódica y por áreas para no afectar procesos de producción en la misma (Dávila, 2018).

Otra connotación sobre este tipo de lámparas (Metalar) es que al ser una lámpara antigua no está desarrollada a las necesidades actuales, entre estas se tiene el consumo energético, el cual es más elevado de 250 W, permitiendo poner en evidencia que esta es una lámpara que debe ser cambiada debido al desperdicio de energía en términos de eficiencia de los sistemas eléctricos.

Igualmente se denota de la tabla 2 que otra lámpara que tiene un fuerte consumo de electricidad en la planta Gascol Centro son las lámparas redondas con un consumo de 300 W, afirmando de esta forma que el análisis de consumo de las lámparas con mayor porcentaje de consumo que se encuentran en la planta son el 78% del total de lámparas instaladas, las cuales suman 132 unidades, dando a entender que la actualización de este tipo de luminarias permitirá una reducción significativa de la relación costo – beneficio de la modernización de este componente, permitiendo entender que para la optimización de los recursos es necesario la actualización de los elementos que posibilitan el desarrollo de la producción que para el presente estudio es la eliminación, ilustrando de esta manera la necesidad de cambio de iluminarias.

En cuanto a los hallazgos en los procesos que se desarrollan sobre el mantenimiento de la planta se evidencia que: El cambio paulatino por fallas de lámparas no cuenta con un estudio fotométrico que ayude a determinar el tipo de y la cantidad de lámparas necesarias para las áreas; de igual forma no se tiene en cuenta la potencia necesaria para garantizar el confort del personal en su reposición; de igual manera, se evidencia que la planta no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo al sistema de

iluminación, siendo este necesario para que el presente estudio no solo se desarrolle en un presente periodo de tiempo, si no que la propuesta perdure en este.

Un hallazgo importante encontrado en la visita a campo y que está acorde a las políticas internas de Gascol Centro, es que esta cuenta con un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el cual está orientado a la implementación de estrategias enfocadas a la eficiencia energética el cual apalanca los resultados del estudio en referencia a la optimización de la iluminación de la planta, así como la reducción del uso de la huella de Carbono de la compañía.

De los hallazgos evidenciados de la visita de campo a la planta Gascol Centro se evidencia que un gran porcentaje de luminarias no se han actualizado y los procesos de mantenimiento de este no es pertinente a las necesidades actuales de la planta, igualmente se denota que no hay un plan de acción en cuanto a la iluminación de la planta a periodos de tiempo futuros, siendo estos puntos cruciales para el desarrollo de la propuesta, para la ejecución de un plan de iluminación se deben considerar las áreas y facilidades eléctricas actuales y necesarias para una implementación eficiente en el área de la planta.

Otro punto crucial que resulta del análisis de contexto de la planta radica en el análisis de la de la normatividad colombiana en cuanto a la iluminación de este tipo de plantas de alimentos, la norma Retilap (Ministerio de Minas y Energía, 2010); en la tabla 3, se evidencia los niveles de iluminación para las áreas de trabajo que deben de cumplirse dentro del territorio colombiano, a continuación se muestra los requerimientos normativos para la iluminación según el Retilap, para las necesidades lumínicas dependiendo el tipo de operación de un área, en este caso a la planta Gascol Centro aplica la industria alimenticia en áreas generales y de procesos automáticos, donde se evidencia que son los requerimientos más altos según dicha normatividad.

Tabla 3
Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _c	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Procesos químicos				
Procesos automáticos	--	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	19	300	500	750
Industria farmacéutica	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1000
Balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				
Costura	22	500	750	1000
Inspección	16	750	1000	1500
Prensado	22	300	500	750
Industria eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000
Industria alimenticia				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750

Nota: se evidencian los niveles de luminosidad exigidos y tenidos en cuenta para el desarrollo de la propuesta de reducción energética. Fuente: (Ministerio de Minas y Energía, 2010)

Denotando de esta manera que no solo es importante la consecución de lámparas que ayuden a la reducción de electricidad en la planta, si no también que cumplan con las normas técnicas colombianas para este tipo de actividad industrial alimentaria.

Por tal razón, se tiene como base para una propuesta técnica de iluminación la normatividad colombiana con el fin de dar cumplimiento técnico al componente iluminación de la planta, siendo la norma Retilap la base para realizar las acciones que permitan resolver las necesidades de ahorro de energía y actualización de la luminaria de la planta.

Criterios técnicos por parte de los trabajadores de la planta.

Para realizar una recolección de información del personal de la planta se desarrolló una encuesta, que aporta información primaria, con el fin de correlacionarla con los hallazgos del título anterior y determinar acciones específicas para abordar la problemática sobre el componente la iluminación que fue enfocada a la eficiencia, confort y cumplimiento reglamentario de la planta dando como resultado los siguientes datos para su respectivo análisis:

Como primera medida se reconoce que el personal encuestado tiene una distribución de 48,2% personal Gerencial, 44,83% personal operativo, 6,9% personal de mantenimiento, de este dato se evidencia que la planta tiene diferentes sectores de trabajo los cuales pueden ofrecer una diferenciación de clases de luminarias que pueden reducir consumos dependiendo del trabajo a desarrollar por parte del personal.

Subsecuentemente se destaca que la herramienta permite mostrar una percepción más detallada del componente operativo que realmente es el que permanece el mayor tiempo en la planta y en gran parte depende de su buen funcionamiento.

Dentro del hallazgos más significativos de la encuesta en cuanto a la percepción del personal se evidencio que:

- El personal operativo percibe que no se tiene una buena iluminación en la planta con un 56%
- El 56% del personal encuestado percibe luminarias apagadas en su puesto de trabajo
- El 80% del personal manifiesta que las luminarias se cambian solo cuando fallan

La conclusión general de la encuesta desarrollada por el personal de la planta es que un gran porcentaje de los encuestados tienen la percepción que la iluminación de la planta es regular; expresando además que existen luminarias dañadas ya que no se

tiene un plan de mantenimiento al sistema de iluminación. Siendo estos resultados acordes a los resultados evidenciados en la visita de campo donde se evidencia la necesidad inmediata de promover un plan de mejoramiento y mantenimiento del componente iluminación que permita no solo cumplir la normatividad exigida por el estado colombiano, si no que aporte a la reducción de impactos ambientales debido al consumo descomensurado de energía eléctrica causado por este componente.

Diagnostico PESTEL

Para el desarrollo del diagnóstico PESTEL, se usó la metodología de Amador (2022), donde se analiza el entorno y las tendencias mas importantes de la empresa a analizar, de esta manera a continuación se enuncia el diagnostico PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal) para el presente estudio

Político.

Este análisis se tiene en cuenta las leyes y ordenanzas que dan la viabilidad para el desarrollo de la consultoría, denotando el respaldo legal de este:

- Ley 1931 de 2018. (julio 27). por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
- El Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) tiene por objeto estabilizar las concentraciones de efecto invernadero en la atmósfera para la lucha contra el cambio climático. Este Convenio incorpora una línea muy importante de uno de los tratados multilaterales sobre medio ambiente que más éxito han tenido en toda la historia: el Protocolo de Montreal de 1987, en virtud de la cual los estados miembros están obligados a actuar en interés de la seguridad humana incluso a falta de certeza científica.
- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día, tiene una membresía casi universal.

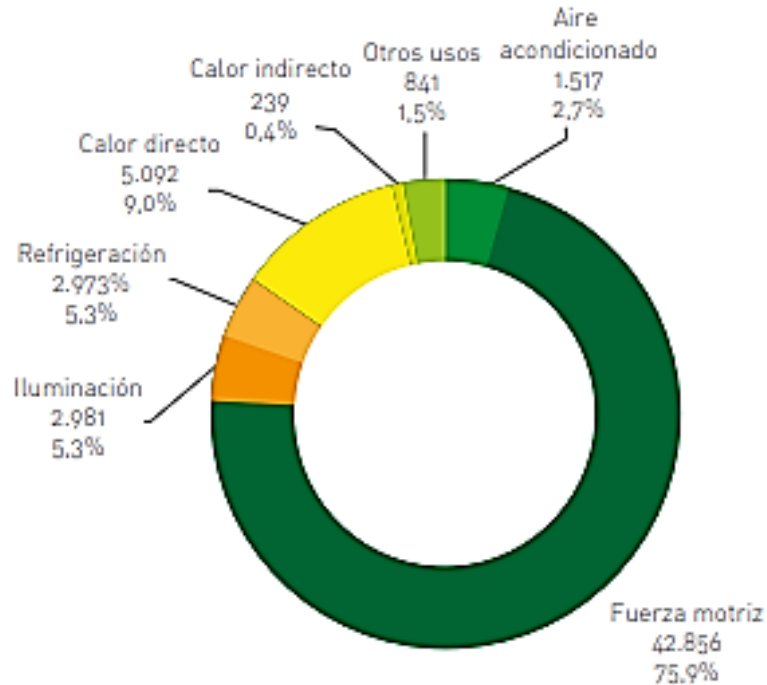
Los 197 países que han ratificado la Convención se denominan Partes en la Convención.

Económico.

Este análisis impulsa las razones del sector económico para la consecución del presente proyecto, a continuación, se exponen los principales análisis económicos que permiten tener la consideración de la realización del presente estudio:

- Reducción de costos demandados por el uso desmedido de iluminación en las instalaciones. De acuerdo con Fonseca (2011) quien expone en el trabajo investigativo "*Análisis de la viabilidad de las metas de ahorro y uso eficiente de energía y de empresas de optimización del uso energético en Colombia*", que el plan de uso racional de energía para Colombia, motiva a la aplicación de programas de eficiencia energética en la cadena productiva, siendo este la puerta de entrada para la aplicación del presente estudio; por ende, si se analiza la figura 3, que pone en evidencia los usos de la energía eléctrica en la industria denotando que solo el 5,3% de la energía es utilizado para la iluminación, aunque la cifra no es muy elevada por la característica de la industria colombiana este es bastante elevado en comparación de los otros usos.

Figura 15
Usos de la energía eléctrica en la industria colombiana



Nota. Se pone en evidencia que es el segundo uso de la energía eléctrica en Colombia que mayor demanda eléctrica. Fuente: (MinMinas, 2016).

De igual manera, en la tabla 4, se coloca en evidencia las principales medidas y potenciales de energía eléctrica en iluminación en industria, denotando el camino a seguir para la reducción en este sector, de esta manera se incluye que la reducción de costos económicos no solo va en la reducción en el consumo energético por iluminación, sino también por los incentivos de aplicar esta metodología, como lo son: la exclusión de IVA y deducción de renta líquida, ambos por tipo de equipo de uso final; Acceso a certificados-Bonos de energía eléctrica y un Régimen especial de amortizaciones (Rodriguez & Buelvas, 2020).

Tabla 4
Principales medidas y potenciales de EE en iluminación en industria

USO	MEDIDAS	POTENCIAL APLICACIÓN	POTENCIAL EFICIENCIA
Iluminación			
	Buenas prácticas en diseño, instalación, control, mantenimiento y renovación de los sistemas de iluminación: <ul style="list-style-type: none"> • Uso de luz solar. • Mantenimientos simples. • Sistemas automatizados de control. 	60%	30%
	Sustitución de equipos y sistemas de iluminación de baja eficiencia.	30%	40%
	Impactos de las medidas		
	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto sobre energía eléctrica de sector industrial. • Impacto sobre energía total de sector industrial. • Impacto sobre energía final país. • Impacto en consumo final (TJ). • Gases de efecto invernadero (kt CO₂). 	0,40% 0,07% 0,02% 1.715 185	

Nota. en la tabla se muestran las metas a cumplir en cuanto a las acciones por la industria colombiana, mostrando que solo mediante acciones de buenas prácticas de mantenimiento de la red se puede reducir este a un 60%; fuente: (MinMinas, 2016).

Las acciones evidenciadas anteriormente demuestran que, aunque en un primer momento se necesita una inversión en cuanto a la adquisición de nuevas iluminarias con características de reducción en el consumo, también se puede llegar a la reducción de costos económicos en cuanto a los incentivos que ofrece el estado colombiano.

- Adecuación de iluminaria de larga vida que reduce costos en compras periódicas de estos. Alfaro & Santamaría (2012) desarrollaron un estudio titulado “Evaluación del comportamiento de sistemas de iluminación y cómo afectan la calidad de la energía eléctrica” el cual da las directrices claras de las posibles iluminarias que se deben usar en la industria donde este concluye que:

En todos los casos se puede observar que hay un aumento en la potencia debido al aumento en la demanda en corriente, sin embargo, en el caso de las luminarias

incandescentes se puede observar una pérdida de gran parte de esa potencia en calor, lo cual las hace ineficientes en el uso diario.

Las luminarias ahorradoras tienden a generar deformaciones en la forma de onda de la tensión aumentando la distorsión armónica total de la misma y, aunque el aumento no es significativo, puede generar daños a la red de distribución y los demás usuarios conectados a la misma.

Las luminarias halógenas presentan un comportamiento muy similar al de las incandescentes con la diferencia de que su relación de lux por watt en la medición individual es más alta que la de cualquier otra luminaria, sin embargo, presenta problemas de calentamiento que no hacen recomendable su uso durante largos periodos de tiempo.

Las luminarias LED, aunque presentan en principio un comportamiento similar al de las luminarias ahorradoras, al tener un contenido armónico menor, no afectan de manera significativa la forma de onda de la tensión ni la calidad de la energía eléctrica. Las luminarias fluorescentes presentan problemas a largo plazo dado que un uso constante generará alteraciones en la forma de onda de la tensión produciendo principalmente el efecto denominado "flicker", el cual en algunos casos puede ser bastante perjudicial para la salud. Es importante resaltar que el comportamiento descrito y sus efectos dependen en gran medida de la calidad del balasto usado con estas luminarias.

Mostrando que es necesario utilizar iluminarias tipo LED que garantizan que la red eléctrica no se ve afectada significativamente por estas y determinara el cambio de las luminarias que en este momento no solo aumentan el consumo eléctrico, si no que permiten daños en la red eléctricas de las industrias.

Que según Urrutia (2019) la incorporación y cambios de iluminarias convencionales por iluminarias LED generan hasta una 60% respecto a las bombillas

incandescentes, y entre 10 a 20% en comparación a las lámparas conocidas como “de bajo consumo, ratificando que esta es la más adecuada para incorporar al presente estudio.

Social.

Para el presente análisis, son tomadas las consideraciones a nivel social entendiéndose como aquellas acciones que repercuten en las comunidades humanas que rodean el estudio:

- Mitigación de los impactos producidos por el calentamiento global permitiendo mejores usos de los recursos para el bien de las comunidades futuras.
- Aportes en réplicas para las comunidades del modelo usado en el presente estudio para que sean utilizado en la industria y otros tipos de industria para mitigar el impacto ocasionado por este accionar.
- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS fijados en la Asamblea general de las Naciones Unidas, han fijado una visión de transformación en los países que la conforman, intentando dar una mayor dignidad y calidad de vida a la humanidad y al lugar donde reside; por lo cual dentro de su agenda 2030 se ha fijado unas metas ambiciosas, que buscan reducir las brechas de pobreza, el aumento de la seguridad alimentaria y la salud, entre otros grandes retos. “La Agenda 2030 presenta una oportunidad histórica para América Latina y el Caribe, ya que incluye temas altamente prioritarios para la región, como la erradicación de la pobreza extrema, la reducción de la desigualdad en todas sus dimensiones, un crecimiento económico inclusivo con trabajo decente para todos, ciudades sostenibles y cambio climático, entre otros” (División de desarrollo sostenible, 1992).

- Dentro de estos objetivos se encuentran: 2. Hambre cero, 3. Salud y Bienestar y 6. Agua limpia y saneamiento; dentro de los cuales el agua juega un papel fundamental y donde estas empresas, jugaran un aspecto clave en el desenvolvimiento de estas tareas, ya sean como soporte a las actividades gubernamentales o como modelos industriales para la potabilización del agua. Colombia dentro de sus planes para alcanzar estos objetivos, tiene en el radar llegar a aproximadamente más de tres millones de personas en este 2022, “Para lograr el acceso universal al agua potable, el Gobierno nacional fijó como meta que 47 millones de personas en el país tengan acceso a soluciones adecuadas de agua potable, tres millones más de lo registrado en 2018.” (Melendez & Losada, 2017)

Tecnológico.

A nivel tecnológico, se realiza un estudio de cómo afrontar las necesidades de la planta Gascol Centro de acuerdo a las últimas tecnologías expuestas para el componente iluminación:

- El avance de la investigación y de las diferentes tecnologías, han permitido que el hombre haya podido reinventar las nuevas formas de hacer sus procesos, sus invenciones y acciones cotidianas, aplicando estas nuevas estrategias y las nuevas tecnologías ha desarrollado algunas que apoyan al ahorro en cuanto a la iluminación; entre ellas la nueva tecnología LED (Light Emitting Diode - Diodo Emisor de Luz), que reducen el consumo energético, brindando mayor eficiencia lumínica, “el cambio de luminarias convencionales a luminarias LED es un punto a considerar a la hora de buscar soluciones para mitigar la producción de CO2 llamando la atención a las empresas y el enfoque de sus productos, a la hora de suplir las necesidades básicas de las actividades humanas” (Hernández, 2018)

- Aporte en poner en evidencia nuevas tecnologías en el campo de ahorro en el consumo eléctrico para mitigar el impacto ambiental.

Ambiental.

En este punto se toma los principios ambientales que rodean el proceso de iluminación para poder resignificar la misma:

- Reducción de huella de carbono al mitigar el consumo de electricidad, en cuanto a los procesos llevados a cabo para su producción.
- Mitigación en consumo de luminarias que deben tener un tratamiento final para su disposición.
- Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los plásticos de un solo uso, este busca dentro del marco global la disminución en el uso de derivados fósiles como lo es el plástico y así poder cumplir la meta del 2030 todos los plásticos de un solo uso sean reutilizables o reciclables o compostables (DIRECTIVA (UE) 2019/904), esta situación ante un ámbito ambientalista, pone en riesgo la situación financiera de Gascol Centro toda vez que debido al desconocimiento de los tipos de envases que actualmente se usan en la planta podría verse afectada la producción y por ende la estabilidad económica de la empresa.
- De acuerdo con el informe del BID del 2015 en donde publico la Guía E: Programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética, donde se promueven los estándares mínimos de Eficiencia Energética (MEPS, de acuerdo con sus siglas en ingles)
- Decreto No. 3450 de 2008 fue expedido por parte de la Presidencia de la República de Colombia, su principal objetivo es definir una hoja de ruta para que cualquier negocio en el territorio colombiano se concientice sobre el uso racional y

eficiente de la energía, buscando conocer los consumos para que GASCOL CENTRO es un referente con este ámbito.

- Decreto POT, ante la constante publicación del Plan de Ordenamiento Territorial donde se declara que las empresas de gran tamaño no deben tener sus operaciones dentro de la zona de la ciudad y debe establecerse sobre los proyectos que designen por parte del gobierno.
- Certificado LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), pretende que todos los edificios cuenten con una certificación que los reconozca con una organización que la empresa se destaca con un Liderazgo en Energía y diseño ambiental

Legal.

En cuanto el componente legal, este a diferencia del político busca es la referencias nacionales y locales que permitan entender cuáles leyes permiten el manejo de esta situación:

- Impuesto nacional al carbono: El impuesto nacional al carbono fue creado con la Ley 1819 de 2016. Este gravamen tiene como objetivo desincentivar el uso de combustibles fósiles y promover mejoras tecnológicas que conduzcan a su uso eficiente. Para ello, fija un precio al contenido de carbono que se genera durante la combustión de siete combustibles fósiles: gasolina, kerosene, jet fuel, ACPM, fuel oil, gas natural empleado en la industria de la refinación de hidrocarburos y la petroquímica y el gas licuado de petróleo (GLP) utilizado para la venta a usuarios industriales. En 2018, el DNP evaluó las implicaciones distributivas de un impuesto a las emisiones de dióxido de carbono sobre el bienestar de los hogares, a través de cambios en los precios de la canasta consumida.

- Sistema de Comercio de Emisiones – Sistema RE: El sistema de comercio de emisiones es un instrumento de mercado que se ha implementado con éxito en más de 20 jurisdicciones a nivel mundial para reducir la cantidad de emisiones de GEI (Banco Mundial, 2020). En Colombia, este mecanismo fue creado con la Ley 1931 de 2018, bajo el nombre de Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (PNCTE). Sin embargo, con el fin de aumentar el nivel de recordación de este programa entre los distintos actores, el gobierno nacional lo ha denominado Sistema RE – Sistema para la Reducción de Emisiones.
- El nuevo gobierno del actual presidente Gustavo Petro, trajo consigo dentro de sus propuestas, el impuesto a las bebidas azucaradas; por lo cual la manufactura de agua va en aumento, promoviendo los hábitos saludables y el consumo responsable en la sociedad colombiana; se estima que la reducción “en el consumo, según la simulación, equivaldría a una tercera parte”, lo que beneficiaría a esta industria (Vecino *et al.*, 2021).

A su vez estas nuevas políticas impactan en diferentes líneas de desarrollo del país, como lo es la salud; apoyando estas propuestas se intenta además reducir los índices de sobrepeso y obesidad que van en aumento; siendo últimamente una de las causas principales el COVID – 19, la cual por el confinamiento que hubo y el cese de actividades en la mayoría de los lugares de Colombia, promovieron el sedentarismo y otra serie de actividades que disminuyeron la actividad física y el gasto energético. “No obstante, existen comportamientos sedentarios que propenden también al aumento de los factores de riesgo para la obesidad, entre ellos, la reducción del trabajo físico debido a adelantos tecnológicos, el uso cada vez mayor de transporte automotor, automatización de los vehículos y reducción del gasto energético en la operación de maquinarias y

vehículos, uso de ascensores y escaleras rodantes, reducción del tiempo dedicado a jugar al aire libre y preferencia por los juegos electrónicos y la televisión” (Cadena, 2021).

Propuesta de reducción energética (ILUMINACIÓN)

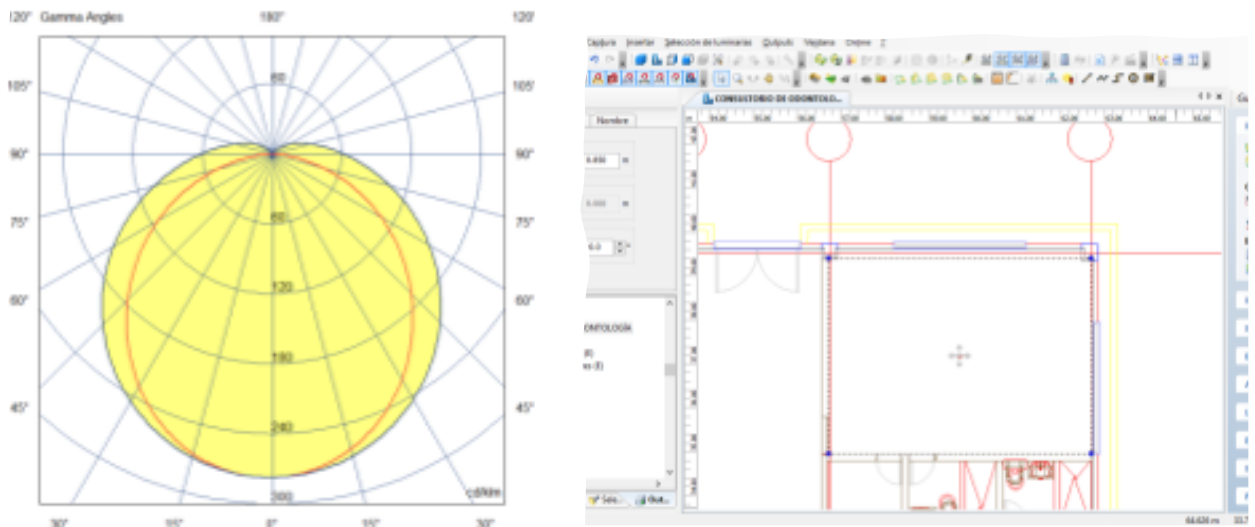
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el numeral anterior, a continuación, se expone una propuesta, que ayuda a abordar a las necesidades que presenta la planta Gascol Centro especificando en primer orden el análisis técnico y luego la propuesta:

Análisis técnico de la de la iluminación de la planta.

Para realizar el análisis técnico de la planta Gascol Centro, se tuvo en cuenta el marco regulatorio colombiano, donde se reglamenta que todas las instalaciones de iluminación interior nuevas, remodeladas o ampliadas, deben cumplir con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público “Retilap” a partir de su entrada en vigor el 30 de marzo del 2010.

Se inicia desarrollando el análisis fotométrico de la planta, el cual utiliza unos criterios con el fin de seleccionar la luminaria que más se adecuen a las necesidades de la planta; los criterios que se tuvieron en consideración son: su uso, tipo de montaje o instalación requerida, su cerramiento o índice de protección IP y el tipo de superficie reflectora de su conjunto óptico. Gracias a la figura 16, apporto a concretar las conclusiones del tipo de luminaria a seleccionar para proponer el cambio de estas.

Figura 16
Rangos de índice de protección y superficie reflectora



Nota: se aprecia los niveles estimados para proponer características de una serie especial de lámparas que cumplan con estos criterios, además se especifica las áreas que deben abordar las iluminarias.

Subsecuentemente según las especificaciones del análisis fotométrico se evalúa la LUMINARIA HERMETICA LED, debido a que esta tiene unas características que aportan al cumplimiento de los principios de: eficacia luminosa, flujo Luminoso, Características fotométricas, reproducción cromática, temperatura del color de la Fuente, duración de la vida útil de la Fuente.

Propuesta técnica iluminación

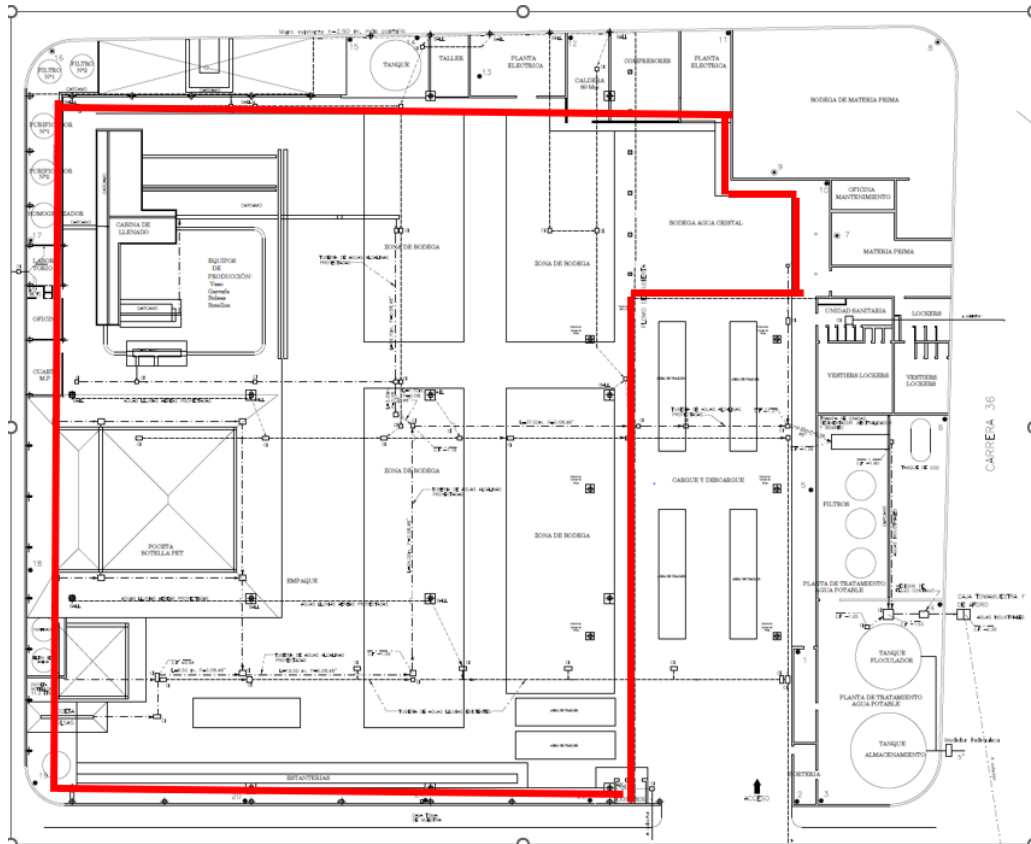
Teniendo en cuenta la figura 17, de los planos de la planta Gascol Centro se denota las áreas de iluminación, así como la cantidad y capacidad de las lámparas que se necesitan teniendo en cuenta las necesidades anteriormente analizadas.

Figura 17
Vista panorámica del tipo de iluminación



Nota: se coloca en evidencia el lugar de trabajo en una de las secciones de la planta. *Fuente: Autores*

Figura 18
Plano de la planta Gascol Centro



Nota: en el plano se contemplan las áreas de producción y bodegas resaltadas con rojo; así mismo se estiman que el área para la propuesta de iluminación es aproximadamente de 4472m².

Teniendo en cuenta las especificaciones expuestas y la figura 17 se presenta la siguiente propuesta técnica de luminaria:

- Se especifica que la luminaria propuesta es la Hermética LED de sobreponer, la cual tiene la característica de ser más brillante que los tubos convencionales fluorescentes sin parpadeo, sin radiación UV, libre de mercurio contaminante ideal para oficinas, iluminación de áreas, publicidad, espacios comerciales, áreas privadas, lugares de trabajo, parqueaderos. Diseño moderno y una larga vida útil.

- Su distribución uniforme de la luz y su encendido inmediato asegura la transmisión de una iluminación suave y eficiente.
- Es de fácil instalación, no requiere mantenimiento más que una limpieza superficial.

Figura 19

Luminaria Led hermética de sobreponer

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Referencia	Potencia	Flujo Luminoso
1165	40W	4000 lm

Grado IP	Angulo de apertura	Temperatura de color	Voltaje y frecuencia	Vida útil
				
65	120°	Luz Blanca 6500K	100-277V	50.000 Hrs
IRC	Factor de potencia	Tipo de LED		
				
>80	>0.9	SMD3528	Ta: -20 a 40°C	

HERMÉTICA LED DE SOBREPONER



Nota: se denota que por las características técnicas de esta es la luminaria que se sugiere para la posible actualización del componente de la planta Gascol Centro.

Cálculo iluminación actual vs propuesta técnica.

Teniendo definida el tipo de lámpara a utilizar en la planta, se continúa desarrollando la comparación entre la iluminación que cuenta la planta y la iluminación propuesta por el siguiente estudio, para esto se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se estima el uso de las luminarias de 5 pm hasta las 6 am (13 Horas)
- La producción de CO2 con las luminarias existentes es de 3822 Toneladas al mes.
- De acuerdo con la tabla 5, La producción de CO2 con la lampara propuesta es de 1275 Toneladas al mes, lo cual reduciría aproximadamente un 67% la emisión actual.

- Se calcula el costo de la energía con un valor estimado de \$400 \$-kWh para un mes; realizando el cambio de tecnología se estima una reducción en costo del valor mensual de un 67%

Tabla 5
cálculos de consumo eléctrico de las luminarias actuales VS la propuesta

Lámpara	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso	KWh-día	KWh-Mes	CO2 mensual	Precio Energía Mensual
Metalar	103	250	25750	13	334750	10042500	2511	4.017.000.000
Redonda	31	300	9300	13	120900	3627000	907	1.450.800.000
R-8 LED	20	20	400	13	5200	156000	39	62.400.000
Cuadrada	15	250	3750	13	48750	1462500	366	585.000.000
Total	168						3822	6.115.200.000
Lámpara propuesta	327	40	13080	13	170040	5101200	1275	2.040.480.000

1kWh =	0,25 kg CO ₂
--------	-------------------------

Precio estimado energía iluminación Mensual	
\$ precio	400

Nota: se denota una reducción significativa en lo referente económico del mantenimiento y consumo de la luminaria propuesta. Fuente: Elaboración propia

Beneficios de la Nueva Tecnología

Teniendo en cuenta que el aspecto económico ya fue analizado para la presente propuesta, a continuación, se enuncian los beneficios del uso de las lámparas de iluminación propuestas:

- La producción de CO2 con las lámparas existentes es de 3822 Toneladas al mes.
- La producción de CO2 con la lampara propuesta es de 1275 Toneladas al mes, lo cual reduciría aproximadamente un 67% la emisión actual.

- Se calcula el costo de la energía con un valor estimado de \$400 \$-kWh para un mes; realizando el cambio de tecnología se estima una reducción en costo del valor mensual de un 67%.
- No contienen residuos que contaminan, luego de su vida útil, permitiendo favorecer a la reutilización de sus componentes y apoyar a programas de reúso de materias primas

Costos estimados de la propuesta

Para la estimación de los costos de la propuesta se evidencian en la tabla 6, donde se diversifica cada uno de los elementos que tiene en consideración para poner en acción el cambio de las lámparas de la planta.

Tabla 6
Costos económicos puesta en marcha de la propuesta

DESCRIPCIÓN	COSTO
Diseño de Iluminación	\$ 20.000.000
Luminarias (327 Unidades)	\$ 53.955.000
Mano de obra y materiales	\$ 32.373.000
AIU	\$ 21.582.000
Total Proyecto	\$ 127.910.000

Nota: los costos están establecidos en pesos colombianos a la fecha de realización del presente estudio. Fuente: Elaboración propia

Se evidencia un costo inicial alto, pero en cuanto la reducción de consumo energético a través del tiempo permitirá la recuperación de los costos invertidos.

Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a las necesidades del presente estudio y la metodología para desarrollar la situación problema del mismo, se denota que mediante la visita de campo y las entrevistas al personal de la planta Gascol Centro se identificó las necesidades de las misma, denotando que urge la necesidad de implementar planes de acción que permitan la reducción el consumo energético en cuanto al componente iluminación; por ende, las acciones a desarrollar van de la mano de caracterizar las luminarias que hacen parte de la planta y en particular de las zonas donde se llevan a cabo la producción.

El diagnostico PESTEL es una herramienta vital para el entendimiento del presente estudio ya que este aportó el análisis de la situación en la que se encuentra el componente iluminación de la planta Gascol Centro, teniendo la particularidad de colocar en evidencia las diferentes políticas, leyes, estatutos y factores (económicos, sociales y ambientales) que permiten entender las fortalezas y necesidades del presente estudio; por ende, este da un punto de partida y un horizonte hacia el futuro que permea la situación problema y su posible solución.

De esta forma, se concreta que el componente iluminación tiene diversos adelantos tecnológicos, que la tecnología de las luminarias puestas en la planta no tiene las características que demandan la sociedad actual; por tal manera luego de realizar el análisis se concreta que la luminaria que mejor se acomoda a las necesidades actuales son las desarrolladas con la tecnología led. Luego de concretar con los directivos y la evaluación de las diferentes estrategias de ahorro energético (componente iluminación); a continuación, se presentan las conclusiones de la consultoría académica desarrollada en la empresa Gascol Centro, así como las recomendaciones del estudio

- Con base en los análisis realizados en los apartados: Cálculo iluminación actual vs propuesta técnica, y Beneficios de la Nueva Tecnología, donde se presentan

los beneficios y ventajas económicas de la implementación del proyecto para asegurar un confort visual y un retorno de la inversión a corto plazo.

- Se recomienda reemplazar las luminarias existentes por aquellas que cumplan con el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas de Alumbrado Publico RETILAP en su Tabla 410.1, donde se establecen los niveles de iluminación adecuados para las áreas de trabajo en la industria alimenticia el cual debe estar en el rango de 200 a 500 luxes
- Se recomienda usar tecnología LED que cumpla con la tabla 410 .1 - Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades del RETILAP.
- Extender en análisis de iluminación a otras plantas de la organización Postobón con el fin de extender los beneficios económicos y huella de carbono a nivel Nacional.
- Establecer un plan de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los equipos de iluminación.
- Aplicar las buenas prácticas de la norma ISO 55000 para la gestión de activos.
- Establecer un sistema de medición y control energético de los procesos en la planta, que ayude gestionar los consumos energéticos.
- Implementación de un diseño en el que se aproveche la luz natural en las jornadas diurnas y se complemente con las nuevas luminarias planteadas.

La presente es una propuesta conceptual, por lo cual se recomienda realizar una ingeniería de detalle especializada, para llegar a los aspectos técnico de los equipos y de las necesidades de la planta, en cuanto al tema de la iluminación.

Recomendaciones del Estudio

De acuerdo con los resultados y conclusiones propuestas se establece que el presente estudio debe ser replicado tanto en otras plantas de la empresa de estudio como otras que tengan las mismas similitudes; de esta manera, es de tener presente el revisar las nuevas tecnologías en iluminación, como es la tecnología Láser, la cual se vienen aumentando su cuota de participación en el mercado, siendo aún más eficientes que la tecnología LED.

Por último, se recomienda analizar la posible implementación de proyectos de realización de automatización del sistema de alumbrado, es decir, que se desarrollen alumbrados inteligentes, que se encienda cuando la iluminación adecuada para desarrollar labores y se apague cuando esta no se requiera.

Referencias

- Alfaro, N. L., & Santamaría, A. J. (2012). *Evaluación del comportamiento de sistemas de iluminación y cómo afectan la calidad de la energía eléctrica*.
<http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/55173>
- Amador, C. (2022). El análisis PESTEL. *Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1*, 4(8), Article 8.
- Ambientes soluciones. (2022). *Nuevos avances sobre iluminación led* (Colombia) [Text].
Ambiente Soluciones; <https://www.ambientesoluciones.com/portal>.
<https://www.ambientesoluciones.com/portal/inicio>
- Arango, J. P. (2018). *Estrategias energéticas aplicables a la administración de edificaciones residenciales y comerciales en Colombia*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63908>
- Ardèvol, E., Bertrán, M., Callén, B., & Pérez, C. (2003). Etnografía virtualizada: La observación participante y la entrevista semiestructurada en línea. *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 3, 72-92.
- Cabrera, M. I., Nieto Gómez, L. E., & Giraldo Díaz, R. (2020). Políticas de adopción de los objetivos de desarrollo sostenible en Colombia. Análisis crítico: ANÁLISIS CRÍTICO. *Revista Criterio Libre Jurídico*, 17(1), 1-1.
- Davila, M. (2018). "Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018". *Universidad César Vallejo*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27098>
- División de desarrollo sostenible. (1992). *División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*.
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

- Espinal, J. M. (2019). Optimización en la iluminación, con tecnología led, Caso: Planta concentradora C2 – SMCV. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10198>
- Fonseca, C. A. (2011). *Análisis de la viabilidad de las metas de ahorro, uso eficiente de energía y de empresas de optimización del uso energético en Colombia* [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES].
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/38822/u806720.pdf?sequence=1>
- Fraile, J., & Cago, A. (2012). *Iluminación con tecnología led*. Editorial Paraninfo.
- Franco, A. F. B., Vega, L. A. N., & Ramírez, W. M. G. (2017). Análisis de distorsión armónica en iluminación LED. *Revista Vínculos*, 14(2), Article 2.
<https://doi.org/10.14483/2322939X.12520>
- Gascón, C. (2021). *Diseño y simulación de un sistema de iluminación natural energéticamente eficiente de una planta industrial dedicada a la fabricación de cerveza* [Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/161494>
- Gauchi, V. (2017). Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(2), Article 2.
<https://doi.org/10.3989/redc.2017.2.1333>
- Hernández, Y. W. (2018). *Procedimiento para la mejora de la iluminación en la empresa GEOCUBA Oriente Norte* [BachelorThesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales y Administración, Departamento de Ingeniería Industrial].
<http://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/4575>
- iluminet. (2018, mayo 29). *El láser: ¿futuro de la iluminación?* | *Iluminet revista de iluminación*. <https://www.iluminet.com/laser-futuro-iluminacion/>

- López, P., & Fachelli, S. (2016). La Encuesta. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. <https://ddd.uab.cat/record/163567>
- Martínez, P. (2021). *Eficiencia energética en iluminación en aulas de la ETSIE* [Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/169006>
- Melendez, K., & Losada, carlos. (2017). Cálculo de la ingesta diaria de flúor en el agua potable, determinada a partir de la ingesta de agua calculada del centro poblado el Juncal, municipio de Palermo, departamento del Huila. *INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN INGENIERÍA*, 1(1), 343.
- Ministerio de Minas y Energia. (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/>
- MinMinas. (2016). *PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2017—2022*. https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROUR E_2017-2022.pdf
- Minsalud. (1997). *DECRETO 3075 DE 1997 “sistema de control y aseguramiento de la calidad” de establecimientos comerciales*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/DECRETO%203075%20DE%201997.pdf
- Moposita, J. A. (2021). *Indicadores de sostenibilidad institucional de energía y gases efecto invernadero en el Centro Experimental, Académico (CEASA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7851>
- Morones, J. R. (2010). Láser: 50 años. *Ingenierías*, 13(49), Article 49.

- Postobón. (2020). *COMPROMISO CON EL medioambiente | POSTOBON*.
<https://informe2020.postobon.com/compromiso-con-el-planeta/>
- Potes, S. (2021). Diseño de iluminación enfocado a la eficiencia energética de la biblioteca ACDA de la Universidad del Norte. *Ingeniería Eléctrica*.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/614
- PropTech Lab. (2020). *Iluminación LED; ¿qué viene después? | Láser y Li-Fi – PropTech Lab*. <https://proptechlab.com/iluminacion-led-laser-lifi/>
- Qasim, A. A., Abdullah, M. F. L., Talib, R., gheni, H. M., Omar, K. A., & Abdulrahman, A. M. (2019). Visible Light Communication the next Future Generation System. *2019 International Conference on Information Science and Communication Technology (ICISCT)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/CISCT.2019.8777446>
- Raffino, M. (2020). *Entrevista—Concepto, tipos, características y ejemplos*. Concepto.de.
<https://concepto.de/entrevista/>
- Rahman, F. (2017). Laser Diode–Driven White Light Sources. En *Handbook of Solid-State Lighting and LEDs*. CRC Press.
- Ramos, A. V. (2017). *Programa de ahorro y uso eficiente de los recursos energéticos del centro empresarial y recreativo el Cubo-colsubsidio* [Thesis].
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1930>
- Republica de Colombia. (2022, junio 2). Colombia pidió fortalecer los compromisos frente al cambio climático y la biodiversidad. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-internacionales/colombia-pidio-fortalecer-los-compromisos-frente-al-cambio-climatico-y-la-biodiversidad/>
- Rodriguez, J. M., & Buelvas, M. E. (2020). *Prefactibilidad para una empresa de consultoría en eficiencia energética* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25083>

- Sanz, A. (2020). *Diseño y desarrollo de un equipo láser de iluminación espectacular*.
<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/42496>
- Song, J., Sun, Y., & Jin, L. (2017). PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 276-289. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.066>
- sostenibilidad. (2019). *Mitigación y adaptación al cambio climático | Sostenibilidad para todos*. sostenibilidad. <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/mitigacion-adaptacion-cambio-climatico/>
- Suárez, D. A. (2019). Identificación de componentes estratégicos para la estructuración de proyectos de construcción sostenible en Colombia. [Thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. En *Reponame: Colecciones Digitales Uniminuto*. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11046>
- Urrutia, J. (2019). Diseño de iluminación led con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su complementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias. *Universidad Tecnológica del Perú*.
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2468>
- Vecino, A. I., Arroyo, D., Lucumí Cuesta, D. I., Sarmiento Dueñas, O. L., & García Ruiz, J. (2016). El impuesto a las bebidas azucaradas en Colombia. *instname: Universidad de los Andes*. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/8832>
- Vergara, N. M., & Villagran, N. A. (2015). *Propuesta de un sistema de generación de energía eléctrica en base a nuevas tecnologías energéticas, para reducir los costos por consumo eléctrico durante los periodos de horario punta Caso: Empresa Lavandería V&C*. <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/638>
- Xataka. (2022). *El LiFi sigue siendo una promesa lejana: Estos son los últimos avances de la tecnología que quiere desbancar al WiFi usando la luz*.

<https://www.xataka.com/investigacion/lifi-sigue-siendo-promesa-lejana-estos-ultimos-avances-tecnologia-que-quiere-desbancar-al-wifi-usando-luz>