

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LA
PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE MIGRACIÓN A ILUMINACIÓN
EFICIENTE EN EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL Y LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA DE EVALUACIÓN FINANCIERA EN UNA
EMPRESA MANUFACTURERA.**



**Ing. Andrea Patricia Barrera Santa
Ing. Claudia Lucia Jiménez Góngora
Ing. Oscar Hernán Lozano Modera**

**Trabajo de grado para optar por el título de especialista de Desarrollo y
Gerencia Integral de Proyectos**

**Director de trabajo de grado
Ing. Lina Patricia Coy Calixto, PMP®**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
ESPECIALIZACIÓN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2015**

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LA
PREFACTIBILIDAD DE PROYECTOS DE MIGRACIÓN A ILUMINACIÓN
EFICIENTE EN EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL Y LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA DE EVALUACIÓN FINANCIERA EN UNA
EMPRESA MANUFACTURERA.**

**Andrea Patricia Barrera Santa
Claudia Lucia Jiménez Góngora
Oscar Hernán Lozano Modera**

**“Elaboración de una guía metodológica para determinar la prefactibilidad de
proyectos de migración a iluminación eficiente”**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
ESPECIALIZACIÓN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2015**

Nota de aceptación:

Manifiesto que el presente trabajo “Elaboración de una guía metodológica para determinar la prefactibilidad de proyectos de migración en iluminación eficiente” cumple con los requisitos exigidos por la Especialización para que sus autores opten por el título de Especialistas en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos y reciban nota aprobatoria

Ing. Lina Patricia Coy Calixto., PMP®
Director Trabajo de grado

Bogotá D.C., Febrero 08 de 2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
1. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	15
1.1 PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO	15
1.1.1 Identificación del Proyecto.....	15
1.1.1.2 Entregables.....	15
1.1.2 Objetivos gerenciales para el proyecto.....	15
1.1.3 Justificación.....	16
1.2 ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS - <i>STAKEHOLDERS</i>	16
1.2.1 Identificación de las partes Interesadas	16
1.2.2 Evaluación de los <i>stakeholders</i>	17
1.3 ENTORNO P. E. S. T. A.....	22
1.3.1 Político.....	22
1.3.2 Económico.....	26
1.3.3 Social.....	28
1.3.4 Tecnológico	29
1.3.5 Ambiental	29
1.4 ENTORNO ORGANIZACIONAL (APLICACIÓN CASO ESTUDIO)	32
1.4.1 Características generales de la empresa.	32
1.4.2 Características físicas.	33
1.4.3 Compromiso ambiental.....	33
1.5 ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS	35
2. ANÁLISIS DE GUÍAS METODOLÓGICAS EXISTENTES.....	38
2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	38
2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	42
2.3 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA GUÍA.....	43
3. DESARROLLO DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	47
3.1 GUÍA METODOLÓGICA IAEP	47
3.1.1 Introducción.....	47
3.1.2 Conceptos generales.....	47
3.1.3 Técnicas y herramientas	48
3.1.4 Procedimiento.....	55
3.1.5 Resultados.....	56
3.2 GUÍA METODOLÓGICA FORMULACIÓN	58
3.2.1 Guía Estudio administrativo.....	58
3.2.2 Guía Estudio técnico	62
3.2.3 Guía Estudio ambiental	71
3.3 GUÍA EVALUACIÓN FINANCIERA	82
3.3.1 Introducción.....	82
3.3.2 Conceptos generales.....	82

3.3.3	Técnicas y Herramientas	85
3.3.4	Procedimiento.....	93
3.3.5	Otras Opciones de financiación.....	97
3.3.6	Resultados.....	100
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA.....	101
4.1	APLICACIÓN ESTUDIO TÉCNICO	101
4.2	APLICACIÓN ESTUDIO AMBIENTAL.....	107
4.3	APLICACIÓN EVALUACIÓN FINANCIERA	110
5.	GERENCIA DEL TRABAJO DE GRADO.....	116
5.1	INICIACIÓN.....	116
5.2	PLANEACIÓN	116
5.3	EJECUCIÓN	121
5.4	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	122
5.5	CIERRE.....	122
6.	CONCLUSIONES	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de <i>Stakeholders</i>	17
Tabla 2 Ponderación <i>Stakeholders</i>	17
Tabla 3 Análisis de necesidades, expectativas y deseos de los <i>stakeholders</i>	20
Tabla 4 Análisis PESTA, ámbito Político	22
Tabla 5 Análisis PESTA, ámbito Económico	26
Tabla 6 Análisis PESTA, ámbito Social	28
Tabla 7 Análisis PESTA, ámbito tecnológico	29
Tabla 8 Análisis PESTA, ámbito ambiental.....	29
Tabla 9 Análisis PESTA resumen.....	30
Tabla 10 Matriz por objetivos	35
Tabla 11 Guías consultadas	39
Tabla 12 Documentación en entidades gubernamentales	42
Tabla 13 Símbolos usados diagrama de flujo	45
Tabla 14 Matriz para el análisis DOFA	51
Tabla 15 Procedimiento para desarrollo de IAEP	55
Tabla 16 Proceso para el desarrollo de los estudios administrativos.....	60
Tabla 17 Procedimiento estudios técnicos.....	68
Tabla 18 Factor de emisiones de CO ₂	77
Tabla 19 Procedimiento ambiental.....	78
Tabla 20 condiciones de crédito con Bancoldex	86
Tabla 21 Rendimiento del mercado accionario, economías similares	89
Tabla 22 Costo unitario para el mercado regulado \$/KWh - pesos constantes 2012	90
Tabla 23 Valores históricos del IPC Colombia	92
Tabla 24 Procedimiento de costos, presupuesto y financiamiento	93
Tabla 25 Tipo de iluminación	104
Tabla 26 Número de bombillas zona planta 1	104
Tabla 27 Número de bombillas zona planta 2.....	104
Tabla 28. Número de bombillas oficina.....	105
Tabla 29 Número de bombillas patio	105
Tabla 30. Número de bombillas bodega	105
Tabla 31 Numero de bombillas otras áreas	105
Tabla 32 Datos para evaluación financiera	112

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Justificación del proyecto.....	16
Ilustración 2 Valoración de <i>Stakeholders</i>	18
Ilustración 3 Normatividad relacionada en el PROURE*	41
Ilustración 4 Normatividad aplicada a incentivos iluminación	41
Ilustración 5 Análisis PESTA.....	48
Ilustración 6 Aspectos estudio técnico	64
Ilustración 7 Tabla equivalencia entre iluminación tradicional y LED*	66
Ilustración 8 Esquemas de financiación para proyectos de desarrollo sostenible .	98
Ilustración 9 WBS del trabajo de grado y Proyecto de Grado	117
Ilustración 10 Organigrama del Trabajo de Grado	118
Ilustración 11 Línea base de tiempo	119

LISTADO DE FORMATOS

Formato 1 Procedimiento para elaboración de las guías	46
Formato 2 Registro Análisis PESTA	49
Formato 3 Registro de Debilidades y Fortalezas	52
Formato 4 Matriz por objetivos.....	53
Formato 5 <i>Project Charter</i>	54
Formato 6 Formato de Reunión.....	61
Formato 7 Registro de recursos.....	61
Formato 8 Formato evaluación técnico.....	71
Formato 9 Formato de evaluación ambiental.....	81
Formato 10 Registro de costos y beneficios	95
Formato 11 Flujo de caja	96
Formato 12 Formato para el cálculo de tasa de descuento	97
Formato 13 Esquemas de contratación, financiación y ejecución.....	99

LISTADO DE GRAFICOS

Gráfico 1 Serie histórica DTF 2005 a 2015.....	87
Gráfico 2 CU promedio nacional mercado regulado	91
Gráfico 3 Comportamiento histórico IPC.....	92
Gráfico 4 Línea base de costo	120

GLOSARIO

Estas definiciones fueron adoptadas del Resolución 180540 de 2010¹

Bombilla o lámpara: Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. Por extensión, el término también es usado para denotar fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacentes a la zona visible. Puede asimilarse a la definición de lámpara.

Densidad de flujo luminoso: Cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

Eficacia luminosa de una fuente: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio (lm/W).

Eficiencia de una luminaria: Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminación: Acción o efecto de iluminar.

Lúmen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución No.180540 (Marzo 30 de 2010). por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – Retilap, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio. 2010. p. 18

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$)

Mantenimiento: <Del flujo luminoso> Efecto de mantener o mantenerse, cuidar su permanencia. <Correctivo, preventivo> Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones puedan seguir funcionando adecuadamente

Niveles Mínimos de iluminación mantenidos: Son los niveles de iluminación adecuada a la tarea que se realiza en un local o en una vía. Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener los valores de iluminación mantenidos y tendrán que sustituirse las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que la tarea se pueda desarrollar según las necesidades visuales. No son niveles de diseño, cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establecen niveles de iluminación superiores, según los ciclos de mantenimiento del local o de la vía, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelo.

Sistema de iluminación: Componentes de la instalación de iluminación y sus interrelaciones para su operación y funcionamiento.

Valor de eficiencia energética de la instalación VEII: Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m²) por cada 100 luxes.

Vida promedio (de un lote de fuentes luminosas): Promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, de funcionamiento de un lote de fuentes luminosas, antes de que haya dejado de funcionar la mitad de dicho lote.

Vida útil (de una fuente luminosa): Período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total.

ABREVIATURAS

AIU- Administración, Imprevistos y utilidad

BID -Entidades extranjeras de beneficios económicos

CO₂ - Dioxido de Carbono

DTF – Deposito a Termino Fijo

ESCO – *Energy Services Company*

FNCE- Fuentes no convencionales de energía.

GEI - Gases efecto invernadero

GWP – *Global Warming Pontential* – Potencial de calentamiento global.

HC - Huella de Carbono

IPC- Índice de precios al consumidor

kW/h - Kilowatio por hora

LED - *Light-Emitting Diode*, - diodo emisor de luz

lm - Lúmen

Lx - Luxes. Unidad de luminancia

ONPEE - Organización Nacional para la promoción y Desarrollo de programas de Eficiencia Energética

PROURE - Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía

RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

RETILAP - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

TRM- Tasa representativa del mercado

UPME - Unidad de planeación Minero Energética

URE - Uso racional y eficiente de energía

UVR- Unidad de valor real

VP – Valor Presente

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó dentro del marco de una guía metodológica que pretende incentivar proyectos de migración a sistemas eficientes de iluminación en empresas del sector industrial colombiano.

Para cumplir este objetivo, el trabajo se dividió en cuatro capítulos, el primero de ellos donde se realizó una descripción del proyecto, posteriormente el procesos de recopilación y análisis de información; más adelante los procesos referentes a la gerencia de proyectos, de identificación, formulación, evaluación financiera; y para finalizar la aplicación de la guía metodológica en evaluación financiera en la implementación de la guía en una empresa del sector industrial.

El primero capítulo enmarcar al usuario de la guía metodológica en el tema específico de la iluminación tipo LED y todos los aspectos que debe tener en cuenta para definir y alinear su compañía para proyectos de este tipo, de tal manera que pueda tener una visión global de la relación de la empresa con los sistemas de iluminación eficiente tipo LED. Se identifica el propósito, la justificación, se realiza un análisis de *stakeholders*, un entorno PESTA y organizacional y además alineación con los objetivos estratégicos del país respecto a este tema.

El segundo capítulo, describe la recopilación y análisis de información en tres directrices básicamente, aspecto estructural de otras guías metodológicas, la actualidad de este tipo de proyectos en Colombia y el aspecto técnico que permitió darle un enfoque a los sistemas de iluminación. Con la información analizada, se definieron aspectos estructurales de la guía, la alineación de ésta con entes gubernamentales nacionales y se definieron los procesos de gerencia de proyectos que aplican para este caso en particular.

El tercer capítulo, se realiza el desarrollo de las guías metodológicas correspondientes a los procesos de IAEP, formulación y evaluación financiera y finalmente el cuarto capítulo, se realizó la implementación de la guía basado en los documentos desarrollados, con el fin de determinar su funcionalidad, se desarrollaron cada una de las guías formuladas para la obtención de datos y valoración del análisis financiero.

Con el desarrollo de este proyecto, se busca dar una guía al usuario de tal manera que puede determinar si es viable desarrollar un proyecto de migración a sistemas de iluminación tipo LED de acuerdo con los objetivos particulares de la empresa donde se quiere aplicar, y las estrategias organizacionales, convirtiéndose éste en el aspecto más relevante y determinante para la toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este trabajo tiene como objetivo principal incentivar a las empresas colombianas a iniciar proyectos de eficiencia energética que le permita alinearse con la tendencia mundial del ahorro de recursos energéticos y cuidado al medio ambiente, a través del cambio en iluminación.

Esta iniciativa nace del marco actual que está presentando el país respecto a los problemas energéticos y disminución de los recursos fósiles y está alineado con los beneficios e incentivos a nivel mundial por proyectos que puedan aportar a solucionar esta problemática.

La guía metodológica está enfocada a brindar a las empresas colombianas, básicamente del sector industrial y comercial, una base para evaluar la prefactibilidad de proyectos de este tipo en su compañía, y dar los lineamientos básicos para valorar los beneficios que puede obtener, desde la alineación hasta el estudio financiero.

Los beneficios de este tipo de proyectos, están enfocados básicamente en tres ramas que debe evaluar una empresa para tomar la decisión de emprender proyectos de migración a sistemas de iluminación eficiente tipo LED, el primero es básicamente instalar sistemas eficientes de iluminación, lo que implica el mejoramiento de las condiciones lumínicas para las personas pertenecientes a las entidades donde se apliquen los proyectos de mejoramiento.

Por otro lado el proyecto está enmarcado en programas de eficiencia energética, que buscan reducir el consumo de recursos fósiles y disminución en la emisiones de carbono, que a la larga y con la implementación de este tipo de proyectos a nivel macro, se estaría aportando al mejoramiento del medio ambiente y programas de iluminación sostenibles.

Adicionalmente existe un beneficio monetario en cuanto al pago de servicios públicos, ya que lo que busca el proyecto es una reducción en el consumo de recursos energéticos.

Por los tres aspectos nombrados anteriormente, se considera un proyecto con impactos positivos sobre la calidad de vida, la productividad de las empresas y el medio ambiente.

1. DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO

1.1.1 Identificación del Proyecto

1.1.1.1 Propósito del Proyecto

Contribuir a la racionalización de los recursos energéticos, a la protección del medio ambiente (CO₂), la disminución de costos de energía y al mejoramiento de condiciones lumínicas de las personas, mediante la elaboración de una guía metodológica que permita orientar al usuario en la evaluación de conveniencia, beneficios y procedimientos en proyectos de iluminación eficiente en el sector industrial.

1.1.1.2 Entregables

- Guía para la IAEP.
- Guía para la Formulación (Administrativa, técnica y ambiental)
- Guía para la Evaluación Financiera
- Implementación de la guía de evaluación financiera.

1.1.1.3 Producto

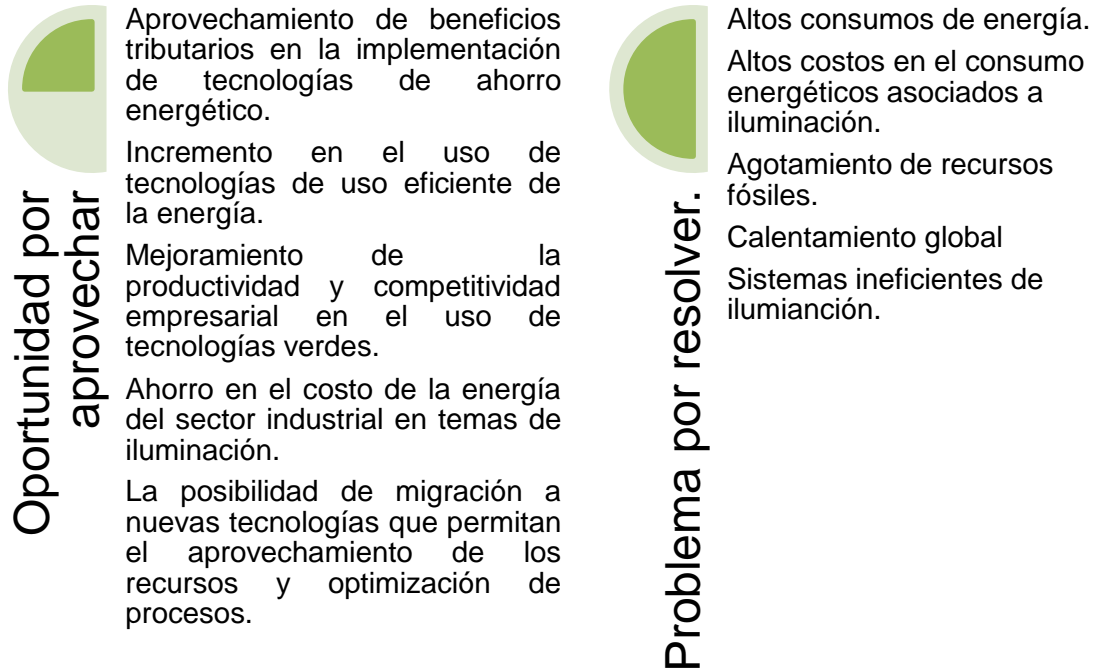
Guía metodológica para determinar la prefactibilidad de proyectos de migración en iluminación eficiente en empresas del sector industrial

1.1.2 Objetivos gerenciales para el proyecto

- Reducir los consumos de electricidad asociados a la iluminación mediante la generación de la guía metodológica que permita una rápida ejecución y toma de decisiones.
- Promover el desarrollo de programas de sistemas de iluminación eficiente en edificaciones, acercando a los usuarios a una guía metodológica que permita evaluar la viabilidad del proyecto, sus beneficios
- Contribuir al desarrollo de proyectos empresariales que permitan el buen aprovechamiento de los recursos y el ahorro económico.
- Generar buenas prácticas que permitan migrar a un sistema sostenible y eficiente de iluminación a bajo costo.
- Reducir los consumos de electricidad asociados con la iluminación

1.1.3 Justificación

Ilustración 1 Justificación del proyecto



Fuente: los autores

1.2 ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS - *STAKEHOLDERS*

1.2.1 Identificación de las partes Interesadas

De acuerdo con *PMBOK® Guide-5th edition, 2013*, un *stakeholder* es un grupo, individuos u organización que puede afectar o ser afectado por, o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto.²

Haciendo uso de la información anterior se identifican cada uno de los *stakeholders* que intervienen en el proyecto, se determina el impacto potencial que puede generar, posteriormente se clasifica y se prioriza el manejo que se le va a dar dentro del proyecto. Más adelante se evalúan las actitudes y potenciales reacciones en diferentes situaciones.

Se establecieron estos *stakeholders* analizando las personas influyentes tanto externas como internas que tienen cierto grado de poder e interés en el desarrollo

² **GUTIERREZ P**, Germán PMP®, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Material de Estudio Planeación y Control de Proyectos. Bogotá. 2014-08-26

del proyecto. A Continuación en la tabla 1 se muestra una agrupación de los *stakeholders* de acuerdo con su trabajo dentro del proyecto.

Tabla 1 Identificación de Stakeholders.

Identificación	Nombre
S-1	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
S-2	Entidades extranjeras de beneficios económicos- (BID)
S-3	Línea de crédito ambiental -LCA- en asocio con Bancolombia y Banco de Bogotá
S-4	Ministerio de Minas y Energía- Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía -(PROURE)
S-5	Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
S-6	Gerente de la compañía
S-7	Gerente de operaciones
S-8	Gerente Administrativo y Financiero
S-9	Director de producción y mantenimiento

Fuente los autores.

1.2.2 Evaluación de los *stakeholders*.

Los *stakeholders* anteriormente descritos se analizaron de acuerdo a su importancia y la influencia sobre el desarrollo del proyecto, esta clasificación se realizó de acuerdo con el modelo de clasificación de poder + interés, que se basa en determinar el nivel de autoridad (poder) y el nivel de compromiso (interés) que se podía ejercer sobre el proyecto y su implementación.

Los parámetros de clasificación de los interesados fueron; mantener cerca, mantener satisfechos, mantener informados o hacer seguimiento; mediante esta calificación, se determinó que acción tomar con cada uno y que posible plan de acción debe seguirse para el manejo. Para la generación del gráfico, se asignó una calificación en un rango de 1 a 5, siendo 1 el menos importante y 5 el de mayor importancia.

Los *stakeholders* analizados asociados a la compañía, se incluyeron debido a que presentan gran influencia y poder en la ejecución del proyecto, suministrando información acerca de la compañía, y permitiendo analizar la implementación de la guía dentro de sus instalaciones.

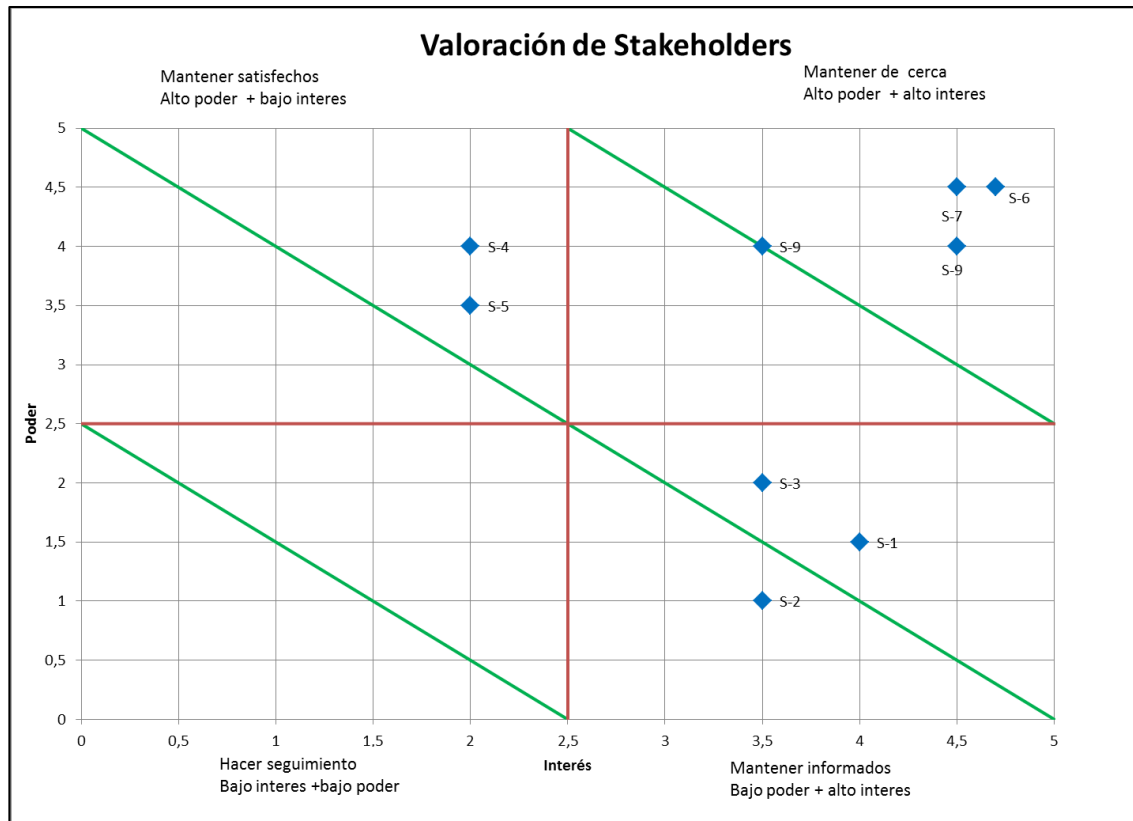
Tabla 2 Ponderación *Stakeholders*

Identificación	Nombre	Poder	Interés	P+I	Estrategia genérica
S-1	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible quienes ofrecen beneficios tributarios	1,5	4	5,5	Mantener informados
S-2	Entidades extranjeras de beneficios económicos-(BID)	1	3,5	4,5	Mantener informados
S-3	Línea de crédito ambiental -LCA- en asocio con Bancolombia y Banco de Bogotá	2	3,5	5,5	Mantener informados
S-4	Ministerio de Minas y Energía- Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía -(PROURE)	4	2	6	Mantener satisfechos
S-5	Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	3,5	2	5,5	Mantener satisfechos
S-6	Gerente de la compañía	4,5	4,7	9,2	Mantener de cerca
S-7	Gerente de operaciones	4,5	4,5	9	Mantener de cerca
S-8	Gerente Administrativo y Financiero	4	3,5	7,5	Mantener de cerca
S-9	Director de producción y mantenimiento	4	4,5	8,5	Mantener de cerca

Fuente los autores. Fuente del esquema ³

³ Ibid., p. 134

Ilustración 2 Valoración de Stakeholders



Fuente los autores. Fuente del esquema ⁴

De acuerdo con la información arrojada por la valoración de poder + interés, se establecen las siguientes estrategias para el manejo de los interesados

Prioridad 1- alto poder + alto interés:

- S-6 Gerente de la compañía
- S-7 Gerente de operaciones
- S-8 Gerente Administrativo y Financiero
- S-9 Director de producción y mantenimiento

Para este grupo de trabajo la estrategia es "Mantener de cerca", con el objetivo de evidenciar cambios en las necesidades, por ser los interesados al interior de la compañía se determinó como estrategia de manejo mediante reuniones dar a conocer el proyecto y su alcance, con el fin de hacer partícipes en el desarrollo del proyecto.

⁴ Ibid., p . 134.

Prioridad 2 – alto poder + bajo interés

- S-4 Ministerio de Minas y Energía- Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía -(PROURE)
- S-5 Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

Para este grupo de trabajo la estrategia es “Mantenerlos satisfechos”, el trabajo está enfocado a hacerles partícipes del trabajo mediante aporte para la buena ejecución y elaboración de la guía en temas de iluminación.

Prioridad 3 – Bajo poder + alto interés

- S-1 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible quienes ofrecen beneficios tributarios
- S-2 Entidades extranjeras de beneficios económicos-(BID)
- S-3 Línea de crédito ambiental -LCA- en asocio con Bancolombia Banco de Bogotá

Para este grupo de trabajo la estrategia es “Información”, el trabajo principal es mantener informado a este grupo de interés sobre el cumplimiento de los requisitos técnicos y de ejecución del proyecto, la estrategia se llevara a cabo en el momento en que los usuarios de la guía consideren pertinente la ejecución de la misma y decidan desarrollar un proyecto basado en el resultado del análisis.

A continuación en la tabla 3 se lista como ejemplo del análisis de necesidades, expectativas y deseos de los *stakeholders*, que es útil en el momento de priorizar qué tipo de interesados pueden influir en el proyecto y que poder es el que ejercen al estar dentro del desarrollo del proyecto.

Tabla 3 Análisis de necesidades, expectativas y deseos de los stakeholders

Identificación	Necesidades	Expectativas	Deseos
S-10	Promover buenas prácticas sobre ahorro energético mediante el ofrecimiento de beneficios tributarios a empresas que implementen proyectos de ahorro energético en empresas del sector industrial.	Aportar al ahorro energético mediante el desarrollo de la Guía metodológica, logrando acceder a beneficios tributarios por la implementación de proyectos de iluminación eficiente en empresas del sector industrial.	-
S-11	-	-	Contribuir al desarrollo de proyectos empresariales que permitan el buen aprovechamiento de los recursos y el ahorro económico, brindando oportunidades de financiación y obtención de recursos que permitan el desarrollo de proyectos de eficiencia energética.
S-12	-	Aportar al ahorro energético mediante el desarrollo de la Guía metodológica, logrando acceder a beneficios tributarios por la implementación de proyectos de iluminación eficiente.	Promover buenas prácticas sobre ahorro energético mediante el ofrecimiento de líneas de crédito para empresas que implementen proyectos de ahorro energético.
S-13	-	-	Promover la cultura del uso adecuado de la energía y la reducción del consumo eléctrico.
S-14	-	Fortalecer las instituciones e impulsar la iniciativa empresarial de carácter privado, mixto o de capital social para el desarrollo de programas, subprogramas y la ejecución de proyectos de eficiencia energética.	Promover el desarrollo de programas de sistemas de iluminación eficiente en edificaciones, acercando a los usuarios a una guía metodológica que permita evaluar la viabilidad del proyecto, sus beneficios y cuáles son los pasos a seguir si deciden adoptar este tipo de sistemas.

Fuente los autores. Fuente del esquema⁵

⁵ Ibid., p. 134.

Tabla 3 Análisis de necesidades, expectativas y deseos de los *stakeholders* (Continuación)

Identificación	Necesidades	Expectativas	Deseos
S-15	Disminuir costos en el consumo eléctrico asociados con la electricidad	Generar buenas prácticas que permitan migrar a un sistema sostenible y eficiente de iluminación a bajo costo.	Disminuir consumo eléctrico asociado a la electricidad.
S-16	Contribuir a la implementación de sistemas de ahorro de energía, asociados al consumo eléctrico.	Generar buenas prácticas que permitan migrar a un sistema sostenible y eficiente de iluminación a bajo costo.	Ofrecer un espacio para la aplicación de la guía con la cual se puedan establecer beneficios y recomendaciones sobre la guía.
S-17	Disminuir costos en el consumo eléctrico asociados con la electricidad	-	-
S-18	Cumplimiento de los indicadores de gestión productiva, asociados a la disminución de consumo eléctrico.	Reducir el consumo eléctrico de la compañía para cumplimiento de los indicadores de producción	-

Fuente los autores. Fuente del esquema⁶

⁶ Ibid., p. 134.

1.3 ENTORNO P. E. S. T. A.

El análisis PESTA, es una herramienta para el estudio del entorno en los ámbitos Político, Económico, Social, Tecnológico y Ambiental en el cual está inmerso el proyecto o los proyectos relacionados con el tema a analizar. Esta herramienta permite identificar oportunidades y amenazas por cambios en factores externos que modifican las condiciones y no están al control del equipo que desarrolla el proyecto.

A continuación se realizará un análisis en cada uno de los ámbitos relacionados con el tema de iluminación.

Para el desarrollo del análisis PESTA se hará uso de la tabla propuesta en el trabajo de grado titulado Elaboración de una guía metodológica para la alineación, formulación y evaluación de proyectos de inversión privada, de los autores Diana Patricia Gil y Pedro Alejandro Velasco, de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, en el año 2015.

1.3.1 Político

Tabla 4 Análisis PESTA, ámbito Político

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Contribuir al desarrollo del plan nacional de desarrollo 2010-2014	Político	Ajuste del plan nacional 2010-2014. Actualmente está en discusión el plan nacional de desarrollo 2014-2018 en el Consejo Nacional de Planeación.	Se Considera que el sector minero energético es uno de los sectores de mayor crecimiento económico del país, así este sector tiene la responsabilidad de garantizar el abastecimiento energético con el compromiso de cumplir la demanda con calidad, y contribuyendo a la conservación del medio ambiente.	Ceñirse a lo estipulado por el plan nacional de desarrollo en cuanto a temas de eficiencia energética.

Fuente los autores. Fuente del esquema ⁷

⁷ GIL, Patricia y VELASCO, Pedro. Guía metodológica para la alineación, formulación y evaluación de proyectos de inversión privada. Trabajo de grado especialista en desarrollo y gerencia integral de proyectos. Bogotá D.C., Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Gerencia de Proyectos, 2015. p. 50

Tabla 4 Análisis PESTA, ámbito Político (Continuación)

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Cumplimiento Ley 697 de 2001	Político	Derogación de la ley.	Se considera que el uso racional y eficiente de energía –URE- es un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional.	Fomentar un trabajo coordinado al interior de las compañías sobre la conciencia energética
Resolución 180919 de 2010 del Ministerio de Minas y energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se cuenta con el Plan de acción indicativo 2010-2015 del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía -PROURE- donde se definen objetivos, subprogramas y otras disposiciones que permitan la disminución de la intensidad energética.	Alineación de los objetivos estratégicos de la industria en apoyo a disminución de consumo eléctrico asociado a iluminación.
			Se cuenta con la creación de lineamientos que permitan el desarrollo de programas para implementación de proyectos de ahorro energético.	Implementación de proyectos al interior de la compañía para la disminución de consumo eléctrico asociado con iluminación.
Resolución 181331 de 2009 del Ministerio de Minas y Energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se cuenta con la creación de reglamento técnico de iluminación y alumbrado público-RETILAP-, se estipula niveles y calidad de energía lumínica requerida para ejecución de diversas actividades, y el buen uso de sistemas de iluminación en diferentes áreas de trabajo.	Alinear los propósitos de la compañía a cuidado del medio ambiente y la salud de los trabajadores

Fuente los autores. Fuente del esquema ⁸

⁸ Ibid., p. 50

Tabla 4 Análisis PESTA, ámbito Político (Continuación)

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Resolución 180540 de 2010 y 182544 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se establece la eficiencia lumínica mínima aceptable y vida útil de sistemas de iluminación, y prohíbe el uso de fuentes luminosas de baja eficiencia lumínica, específicamente incandescentes en lugares donde se requiere luz artificial para el desarrollo actividades humanas	Alinear los propósitos de la compañía a cuidado del medio ambiente y la salud de los trabajadores
Resolución 180173 de 2011 del Ministerio de Minas y Energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se establece el uso de bombillas incandescentes definiendo vida útil y eficiencia lumínica, así como el plazo permitido para su comercialización.	Aprovechar los plazos de uso de bombillas de poca eficiencia y alinear los objetivos estratégicos de la industria usando iluminación permitida demostrando ahorro energético.
Resolución 91872 de 2012 de Ministerio de Minas y Energía	Político	Extensión del plazo para el uso de contaminantes (plomo y mercurio) en la fabricación de lámparas fluorescentes.	Se establece que las empresas de fabricación de iluminación pueden seguir fabricando productos que no contribuyen al ahorro energético.	Alinear los objetivos estratégicos de la industria usando iluminación que contribuya a al ahorro energético.
Resolución 90980 de 2013 de Ministerio de Minas y Energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se establecen restricciones de uso en bombillas incandescentes halógenas.	Alinear los objetivos estratégicos de la industria usando iluminación permitida demostrando ahorro energético.

Fuente los autores. Fuente del esquema ⁹

⁹ Ibid., p. 50

Tabla 4 Análisis PESTA, ámbito Político (Continuación)

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Resolución 181568 de 2010 de Ministerio de Minas y Energía	Político	Derogación de la resolución por disposiciones gubernamentales.	Se establece que el diseñador de sistemas de iluminación considere varias alternativas de diseño, recomendando aquella con menor valor presente neto incluyendo el costo de energía y mantenimiento.	Elegir la mejor propuesta de iluminación que permita un ahorro energético para la industria.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹⁰

¹⁰ Ibid., p. 50

1.3.2 Económico

Tabla 5 Análisis PESTA, ámbito Económico

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		
		Amenaza	Oportunidad	Posible estrategia
Ley 1715 de 2014 del Congreso de Colombia	Económico	Derogación de la ley o disminución de incentivos por disposición gubernamental.	Se cuenta con esta ley que busca fomentar la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energías, eficiencia energética y uso de fuentes no convencionales de energía- FNCE-, estableciendo diversos incentivos para ello.	Analizar los beneficios tributarios a los cuales se puede acceder antes de iniciar un proyecto relacionado con eficiencia energética.
Decreto 2143 de 2015 de Ministerio de Minas y Energía	Económico	Derogación del decreto o disminución de incentivos por disposición gubernamental.	El Ministerio de Minas y Energía, estableció términos para deducción especial sobre impuesto de renta y complementarios en proyectos de inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de fuentes no convencionales de energía – FNCE- o gestión eficiente de energía tienen derecho a reducir el cincuenta por ciento (50%) del valor de las inversiones, incentivo que será otorgado de acuerdo a lo estipulado por el por el estatuto tributario 158-2 y 177-1 y demás normas que lo reglamenten este tipo de beneficios.	Verificar que el proyecto a ejecutar cumple por lo dispuesto por este decreto para acceder a las diferentes líneas de financiamiento.
PROURE	Económico	Cambio de la estrategia financiera por parte del PROURE o algún ente gubernamental	Se establecen estrategias financiera y un plan de incentivos (tributarios, económicos, reconocimientos) como mecanismos y esquemas de mercado para la financiación y estructuración económica de proyectos enfocados al ahorro energético. Dentro de los beneficios tributarios está la exclusión del IVA y deducción de renta para temas de eficiencia energética, definido como oportunidades de incentivos tributarios a la inversión ambiental, adicionalmente.	Verificar que el proyecto a ejecutar cumple por lo dispuesto por el PROURE decreto para acceder a las diferentes líneas de financiamiento

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹¹

¹¹ Ibid., p. 50

Tabla 5 Análisis PESTA, ámbito Económico (Continuación)

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Organización Nacional para la promoción y desarrollo de programas de Eficiencia Energética ONPEE-	Económico	Cierre de este tipo de entidades de información y apoyo por disposición gubernamental.	Se establece que el objetivo principal es canalizar adecuadamente los estímulos financieros y facilitar el acceso a financiación de proyectos de eficiencia energética y FNCE, promocionando líneas de crédito y acceso a ellas, prestando asistencia técnica y financiera para cualquier entidad de carácter público o privado.	Buscar asesoría en entidades que puedan prestar apoyo en la presentación de solicitudes de líneas de crédito para proyectos de eficiencia energética.
Bancolombia en alianza con otras entidades	Económico	Cierre de líneas de crédito para proyectos de este tipo	Se cuenta con una línea de crédito ambiental para Pymes en apoyo con otras firmas y presta un acompañamiento en el proceso de estudio e implementación de los proyectos, adicionalmente al estar respaldado por el gobierno suizo, cuenta con un beneficio de condonación de la deuda de entre 15% y el 25 % aquellas iniciativas que demuestren reducciones del consumo superiores al 30% en el impacto ambiental.	Verificar que el proyecto a ejecutar cumple por lo dispuesto por la línea de crédito para acceder al financiamiento.
BID	Económico	Cierre de líneas de apoyo financiero en temas de eficiencia energética específicamente en iluminación.	Se cuenta con información reportada que los proyectos financiados por el BID han demostrado que el retorno de la inversión vinculada a la iluminación eficiente y a programas de electricidad motora.	Verificar que el proyecto a ejecutar cumple por lo dispuesto por el BID para acceder al financiamiento.
Retorno sobre la inversión	Económico	Retorno de la inversión a mediano plazo	Se considera que la retribución económica puede ser a mediano plazo, pero el consumo energético disminuye rápidamente.	Establecer una buena forma de financiamiento donde se pueda tener un menos tiempo de retorno sobre la inversión.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹²

¹² Ibid., p. 50

1.3.3 Social

Tabla 6 Análisis PESTA, ámbito Social

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Afectaciones por la implementación en los usuarios	Social	Oposición al cambio por parte de los usuarios o personal afectado en cada una de las industrias	Se espera ofrecer un mejor ambiente de trabajo, con mayor luminosidad y con ahorro energético en las mismas horas de uso.	Explicar al personal afectado sobre la decisión tomada y sobre la justificación de la implementación.
Afectaciones en el tiempo de instalación	Social	Problemas de cumplimiento de tiempo en instalaciones de iluminación afectando las labores diarias de trabajo.	Se cuenta con organización y disposición de espacio para la instalación de las luminarias.	Estimar lo más acertado posible el tiempo de implementación, para evitar afectaciones en el proceso productivo y la labores diarias de trabajo.
Resolución 2400 de 1979 de Ministerio del trabajo y seguridad social (hoy Ministerio de Protección Social)	Social	Conservación de los sistemas de iluminación actuales por proveer un ambiente de trabajo adecuado.	Se establece que los lugares de trabajo deben tener iluminación adecuada de acuerdo a la clase de labor que se realice la industria y de igual forma satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal.	Proveer un ambiente de trabajo digno con buena iluminación y que además pueda estar alineado con el ahorro energético.
Ley 9 de 1979 del Congreso de Colombia	Social	Conservación de los sistemas de iluminación actuales por proveer un ambiente de trabajo adecuado.	Se establece que todos los lugares de trabajo deben contar con iluminación suficiente, de cantidad y calidad, para prevenir efectos nocivos en la salud de los trabajadores y para garantizar adecuadas condiciones de visibilidad y seguridad	Proveer un ambiente de trabajo digno con buena iluminación y que además pueda estar alineado con el ahorro energético.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹³

¹³ Ibid., p. 50

1.3.4 Tecnológico

Tabla 7 Análisis PESTA, ámbito tecnológico

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Desarrollo tecnológico de las fuentes luminosas o luminarias	Tecnológico	Resistencia al cambio a nuevas tecnologías de parte del cliente	Se cuenta con sistemas eficientes de iluminación como una alternativa de bajo consumo, ejemplo son las luminarias tipo led, cuentan con un ahorro significativo en el uso de energía respecto a una bombilla incandescente, durabilidad prolongada.	Búsqueda de empresas ofrezcan esta tecnología con un buen desempeño lumínico.
Acceso a nuevas tecnologías en temas de iluminación	Tecnológico	Por la ubicación geográfica dificultad de tener en el país las últimas tecnologías en iluminación.	Se cuenta con una amplia oferta de productos de iluminación de tipo nacional y extranjero.	Verificar disponibilidad de la tecnología en el país.

Fuente los autores Fuente del esquema ¹⁴

1.3.5 Ambiental

Tabla 8 Análisis PESTA, ámbito ambiental.

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Meta estimada por UPME 2015 sobre el consumo eléctrico	Ambiental	No se alcance este porcentaje de reducción y replanteen estrategias.	Se cuenta con estrategias diseñadas por el PROURE para la reducción de consumo energético relacionado con iluminación.	Compromiso industrial sobre el buen uso de recursos y la disminución de consumo eléctrico.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹⁵

¹⁴ Ibid., p. 50

Tabla 8 Análisis PESTA, ámbito ambiental (Continuación)

ANÁLISIS PESTA				
Descripción de la condición	Factor PESTA	Impacto		Posible estrategia
		Amenaza	Oportunidad	
Subprograma del PROURE enfocados en disminución de consumo eléctrico	Ambiental	Retirar de los subprogramas de trabajo el ahorro energético enfocado directamente en iluminación.	Según lo dispuesto a nivel industrial se contempla un trabajo en temas de iluminación para la reducción de consumo, con compromisos de ejecución a corto plazo.	Alineación de trabajo al interior de las compañías para la reducción de consumo frente a temas de iluminación.
Menos consumo de energía haciendo uso de bombillas LED	Ambiental	Uso de otras tecnologías diferentes a LED que puedan generar otro tipo de emisiones a la atmosfera	Se establece que el menor consumo de energía con este tipo de lámparas provoca una menor emisión de dióxido de carbono a la atmosfera.	Migración a iluminación eficiente, uso de tecnología LED

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹⁶

Para concluir se presenta a continuación un resumen de cada uno de los aspectos analizados en el PESTA.

Tabla 9 Análisis PESTA resumen.

ÁMBITO	ASPECTO RELEVANTE
Político	Iniciativas gubernamentales para incentivar la disminución de consumo energético, mejoramiento de la eficiencia energética mediante el uso de tecnologías de ahorro energético y sistemas de iluminación eficiente con la creación de programas, normas y leyes.
Económico	Estrategias financieras y planes de incentivos (tributarios, económicos, reconocimientos) como también de mecanismos y esquemas de mercado para la financiación y estructuración económica de proyectos enfocados al ahorro energético.

Fuente los autores.

¹⁵ Ibid., p. 50

¹⁶ Ibid., p. 50

Tabla 9 Análisis PESTA resumen. (Continuación)

ÁMBITO	ASPECTO RELEVANTE
Social	Resoluciones y leyes con exigencias en sistemas de iluminación adecuados en los lugares de trabajo, con desempeño eficiente en iluminación.
Tecnológico	Aprovechamiento de desarrollos tecnológicos en fuentes luminosas, luminarias, dispositivos ópticos y los sistemas de control, con el objetivo fundamental de promover el uso de tecnologías verdes que permitan un desempeño adecuado y bajo consumo eléctrico.
Ambiental	Tendencia al cuidado de recursos energéticos y ahorro consumo eléctrico, reducción de consumo eléctrico asociado a sistemas iluminación eficiente, reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) a la atmosfera.

De acuerdo con las estrategias propuestas para cada ítem del análisis PESTA, estas están enfocadas en dar cumplimiento a lo relevante de cada ámbito; describiendo posibilidades de aprovechamiento de ventajas, incentivos tributarios, lineamiento de estrategias organizacionales, contribución al ahorro energético, aprovechamiento de nuevas tecnologías con mejor eficiencia energética, y tendencia al cuidado ambiental. Estas estrategias son propuestas en la guía pero no definitivas, cada empresa puede o no hacer uso de ellas, o crear unas nuevas de acuerdo a sus necesidades. El objetivo principal es dar un lineamiento de las posibles estrategias que puede seguir cada organización.

1.4 ENTORNO ORGANIZACIONAL (APLICACIÓN CASO ESTUDIO)

1.4.1 Características generales de la empresa.

La empresa en la cual se va a aplicar la guía en el aspecto de evaluación financiera para un proyecto de migración en iluminación eficiente fue fundada en 1972, es una empresa con amplia experiencia industrial, con especial énfasis en la química de los metales. Cuenta con un Sistema de Gestión Integrado, certificado con respecto a la norma ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 por el ICONTEC – IQNET. Adicionalmente ha sido evaluada y certificada con respecto a los estándares de seguridad BASC V4:2012 en su operación como: Producción y Exportación de productos químicos, desde mayo de 2006.

Dentro de sus políticas principales está el reconocimiento en cuanto a que el desarrollo económico del negocio debe ir acompañado de la protección del medio ambiente, la protección de la salud de los trabajadores y el progreso social de la comunidad.

Para asegurar la protección del medio ambiente y la salud de los trabajadores, han incorporado a su Sistema Integrado de Gestión los estándares de la normas ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007, por lo que están comprometidos con manejo de riesgos ocupacionales, a través de la implementación y mantenimiento de la norma.

Cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental en el que se definen objetivos, parámetros y lineamientos para el cumplimiento de objetivos. Actualmente cuenta con un programa de reducción de consumo eléctrico dentro del cual está contemplado el tema de iluminación y consumo energético. El programa de reducción contempla la identificación de los principales consumidores de electricidad dentro de la compañía.

La política integral de la compañía consta de los siguientes pilares fundamentales:

- Atender las necesidades de los clientes industriales y mejorar continuamente los procesos, igualmente está comprometida con la prevención, reducción, control de riesgos e impactos propios de la fabricación y comercialización de productos metalquímicos.
- Proporcionar recursos necesarios para la implementación y mantenimiento de sistemas de Gestión Ambiental, Calidad, Comercio Seguro, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y de igual forma prevenir impactos ambientales que pueda generar su actividad¹⁷

¹⁷ **PRODUCCIONES QUIMICAS S.A.**, Política Integral. [En línea]. Consultado 20-11-2015. Disponible en : <<http://www.produccionesquimicas.com/es/nosotros>>

- Mantener compromiso con el cumplimiento de normas y requisitos que apliquen al desarrollo de su actividad.

1.4.2 Características físicas.

La de producción se ubica en Bogotá D.C., en la localidad de Fontibón, en el barrio San Pablo, en donde también se lleva a cabo las operaciones, administrativas y comerciales. Cuenta con una distribución física de dos plantas de fabricación, una bodega y un edificio administrativo de aproximadamente 1500 m² en total.

Cuenta con 60 personas en su planta de trabajo, distribuidas entre personal operativo y administrativo. Su operación es durante 24 horas al día por 6 días de la semana, con turnos rotativos para el personal operativo. El personal administrativo trabaja durante 5 días a la semana con horario de 7 am a 5 pm.

1.4.3 Compromiso ambiental.

La compañía cuenta con un programa de gestión ambiental en cual está definido como objetivo principal prevenir la contaminación ambiental como consecuencia de la fabricación de productos químicos, mediante la implementación de estrategias que minimicen los impactos ambientales en el desarrollo de actividades.

Como objetivo específico está definido reducir y controlar consumos de energía eléctrica para cumplir con indicadores propuestos para cada año. Para el 2015 esta propuesto tener un máximo de consumo eléctrico de 238 kWh/ton, que depende mucho del uso de la capacidad instalada para la fabricación de productos; sin embargo, en cuanto a temas de iluminación es un consumo que no depende de la producción, razón por la cual una reducción en la base de consumo eléctrico será de gran beneficio para la compañía.

En lo corrido del 2015 el consumo eléctrico ha sido aproximadamente 468.950 kW/h, en promedio 58.619 kW/h; actualmente el consumo eléctrico aproximado está 67.185 kW/h para mes de octubre. El consumo eléctrico correspondiente a temas de iluminación es al 3% del consumo total de la compañía; siendo este un consumo promedio, que está dentro del rango esperado.

De acuerdo con el análisis realizado en cuanto al entorno organizacional, la compañía cuenta con objetivos estratégicos que están alineados con el propósito principal de la guía; siendo una gran oportunidad de aplicación para el pilotaje del proyecto. La compañía cuenta con metas claras sobre el ahorro energético, y la contribución a la reducción del impacto ambiental, metas que están ajustadas con el objetivo del proyecto.

Actualmente cuenta con un programa de Salud y seguridad en el trabajo que permite establecer requisitos, condiciones, procedimientos y seguimientos a cada una de condiciones laborales; dentro de estas condiciones está la iluminación de los puestos de trabajo y el entorno, por lo cual es una condición que está alineada con los objetivos del proyecto.

Se aplicaran las guías de acuerdo con los resultados que se requieran verificar, inicialmente la guía financiera es la principal a pilotear, pero de ser necesario serán aplicadas las otras guías de acuerdo con el requerimiento de datos para el análisis financiero.

1.5 ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS

Después de analizado el entorno general del proyecto y el entorno organizacional de la empresa donde se evaluara la guía, se presenta un resumen general sobre los aspectos que comunes en ambos entornos, con el fin de determinar la pertinencia de la evaluación de proyectos de migración a iluminación eficiente en la industria. A continuación se presenta un análisis para el cumplimiento de los objetivos.

Tabla 10 Matriz por objetivos

MATRIZ POR OBJETIVOS				
Objetivo Institucional	Objetivo Estratégico	Aporte del proyecto	Indicador	Supuestos
Meta estimada por UPME 2015 sobre el consumo eléctrico	A nivel organizacional está contemplada la reducción y control de consumo de energía eléctrica y su seguimiento mediante el establecimiento de metas de cumplimiento de estos indicadores.	Ofrecer una guía metodológica que permita evaluar la implementación de proyectos de migración a iluminación eficiente, la cual provea herramientas de fácil comprensión que permitan de forma sencilla tomar una decisión sobre la implementación de este tipo de proyectos.	Reducción de consumo eléctrico mensual	La reducción del consumo eléctrico asociado a iluminación no depende de la producción mensual de la compañía.
Subprogramas del PROURE enfocados en disminución de consumo eléctrico	A nivel organizacional está contemplada la reducción y control de consumo de energía eléctrica y su seguimiento mediante el establecimiento de metas de cumplimiento de estos indicadores.			La reducción del consumo eléctrico asociado a iluminación no depende de la producción mensual de la compañía.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹⁸

Tabla 10 Matriz por objetivos (Continuación)

¹⁸ GIL, Patricia y VELASCO, Pedro., p. 65

MATRIZ POR OBJETIVOS				
Objetivo Institucional	Objetivo Estratégico	Aporte del proyecto	Indicador	Supuestos
Contribuir al desarrollo del plan nacional de desarrollo 2010-2014	A nivel organizacional está contemplada la reducción y control de consumo de energía eléctrica y su seguimiento mediante el establecimiento de metas de cumplimiento de estos indicadores.	Ofrecer una guía metodológica que permita evaluar la implementación de proyectos de migración a iluminación eficiente, la cual provea herramientas de fácil comprensión que permitan de forma sencilla tomar una decisión sobre la implementación de este tipo de proyectos.	Reducción de consumo eléctrico mensual	La reducción del consumo eléctrico asociado a iluminación no depende de la producción mensual de la compañía
Ley 1715 de 2014- Beneficios tributarios por inversión en programas de ahorro energético.	A nivel organizacional está contemplada la reducción de consumo eléctrico enfocado en reducción de costos operativos y la reducción de costos asociados a consumo eléctrico.		Reducción en el pago de consumo eléctrico mensual.	La reducción de costos en consumo eléctrico mensual puede contribuir a la inversión en otro tipo de proyectos al interior de la compañía.
Resolución 2400 de 1979 de Ministerio del trabajo y seguridad social (hoy Ministerio de Protección Social)	A nivel organizacional está contemplado el desarrollo de proveer un ambiente de trabajo digno con buena iluminación y que además pueda estar alineado con el ahorro energético.		Buena iluminación en los espacios de trabajo en cada una de las áreas de la compañía.	Implementación de la guía que permita la migración a iluminación led en la compañía.

Fuente los autores. Fuente del esquema ¹⁹

De acuerdo a los resultados de evaluación del entorno y los objetivos organizacionales de la compañía, se concluye que en los ámbitos ambiental, político están alineados, siendo esto un indicativo de implementación de proyectos con este enfoque, la organización cuenta con una cultura organizacional de cuidado del medio ambiente que le permite de forma rápida alinearse a los objetivos ambientales del país.

¹⁹ Ibid., p. 65

De igual modo la empresa cuenta con un programa de seguridad y salud en el trabajo, lo que permite que este tipo de proyectos estén alineados con el objetivo de la organización que es ofrecer un ambiente de trabajo adecuado, en esta ocasión relacionado con la iluminación en los puestos de trabajo y el entorno.

En cuanto a temas económicos se puede obtener un gran beneficio en el ahorro de costos asociados a consumo eléctricos, que podría ser un parámetro de decisión sobre la implementación de este tipo de proyectos verdes

2. ANÁLISIS DE GUÍAS METODOLÓGICAS EXISTENTES.

2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Se realizó una búsqueda de información tanto del tema de desarrollo de guías metodológicas como de información técnica referente al tema de sistemas de iluminación eficiente.

La recopilación de información se dividió en tres grupos.

- Búsqueda de guías metodológicas
- Búsqueda de información relacionada con la gerencia de proyectos
- Búsqueda de información relacionada con sistemas de iluminación eficiente.

El objetivo principal de la búsqueda de las guías metodológicas es determinar cuáles son los elementos principales de una guía y su estructura, con el objetivo de tomar estos hallazgos como base para la estructura del presente documento.

La búsqueda de guías metodológicas se realizó principalmente en la plataforma de la biblioteca de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, con el fin de garantizar que los lineamientos corresponden a los estipulados por la Universidad. Como resultado de ello, se priorizaron 6 trabajos de grado los cuales son los más relevantes y están asociados a guías metodológicas, se relacionan en la tabla 11.

Tabla 11 Guías consultadas

	NOMBRE DE LA GUIA	AUTORES	AÑO	FUENTE
1	ELABORACIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA DE GERENCIA DE PROYECTOS EN LAS ÁREAS DE INTEGRACIÓN, ALCANCE, TIEMPO Y COSTO. CASO PRÁCTICO: CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL “PARQUE REAL” EN EL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA.	OLGA LUCÍA CHACÓN ENCISO MARTHA CECILIA CALDERÓN ARAÚJO	2015	ECI
2	DESARROLLO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES TIPO IDU (ÁREAS DE INTEGRACIÓN, ALCANCE, TIEMPO Y COSTO) CASO PUENTE PEATONAL DE LA AUTO-NORTE CON CALLE 192 EN BOGOTÁ	EDILSON MARTÍNEZ RODRÍGUEZ GERMÁN MUÑOZ DÍAZ MIGUEL PEÑA GÓNGORA	2015	ECI
3	“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA DE GERENCIA DE PROYECTOS EN LAS ÁREAS DE INTEGRACIÓN, ALCANCE, TIEMPO Y COSTO PARA EL MONTAJE DE PLANTAS DE CONCRETO PARA CEMEX PREMEZCLADOS DE COLOMBIA	OSCAR BELTRÁN GALVIZ LUIS MUÑOZ REALPE GUSTAVO PINZÓN ALVARADO	2015	ECI
4	ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PROCEDIMENTAL DE GERENCIA DE PROYECTOS EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE ALCANCE, TIEMPO Y COSTO, Y EL GRUPO DE PROCESOS DE INICIACIÓN PARA LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VÍAS EN LA COMPAÑÍA GEICOC S.A.S.	OCTAVIO ARRIETA JUAN BETANCOURT LUIS GONZÁLEZ PRIETO	2013	ECI
5	ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE GERENCIA DE PROYECTOS EN WOOD GROUP PSN COLOMBIA, PARA EL ÁREA DE CONSULTORÍA (CTS), DE ACUERDO A LOS LINEAMIENTOS DEL PMI.	CASTRO MANUELA FLÓREZ SHEYLA MÉNDEZ DIANA ROJAS JENNIFER	2013	ECI
6	ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ALINEACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRIVADA	DIANA PATRICIA GIL M. PEDRO ALEJANDRO VELASCO	2015	ECI

Fuente esquema los autores. Fuente de la información:

Información tomada de la plataforma virtual de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Biblioteca. Repositorio Institucional. [En Línea]. < <http://repositorio.escuelaing.edu.co/>>

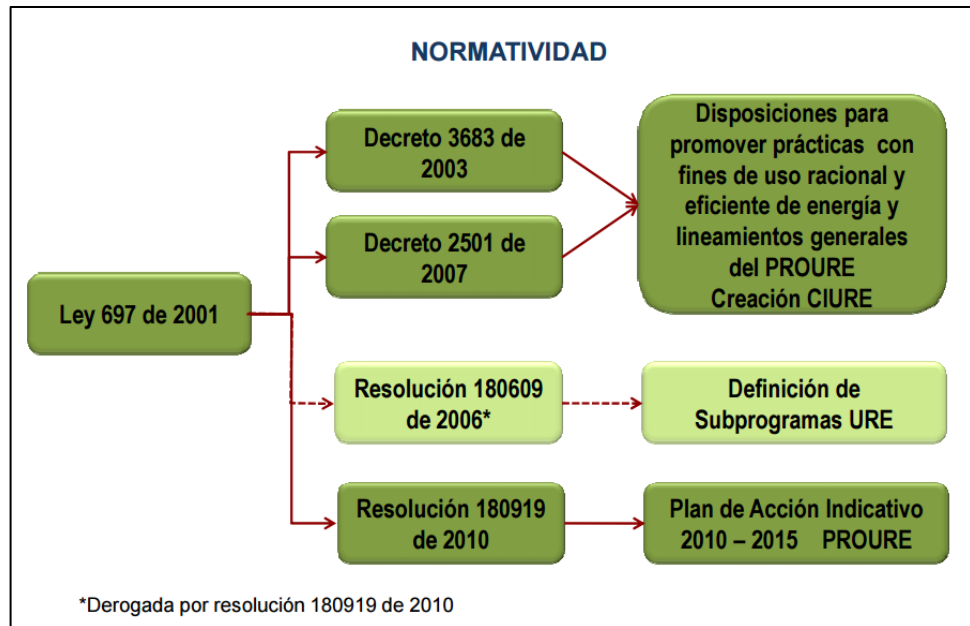
Después de la revisión de las guías metodológicas se determinó que las guías numeradas del 1-5 de la tabla 10, no se tuvieron en cuenta debido a que el desarrollo temático no coincide en su totalidad con el alcance del presente documento. En cambio la guía con numeral 6, se usó como base para determinar la estructura de la guía metodológica que es objetivo del presente trabajo de grado. El objetivo principal del presente trabajo es ofrecer al usuario una guía estructurada mediante flujogramas de procesos, que permita tomar de forma rápida y asertiva decisiones en cuanto a la implementación de proyectos de migración en iluminación.

Respecto a la fuente principal para la información sobre gerencia de proyectos, se tomó como referencia la documentación de estudio utilizado como material temático durante la especialización. Se usaron principalmente las notas de clase Identificación y alineación estratégica del proyecto (IAEP), desarrollados en la asignatura con el mismo nombre por el Ing. Daniel Salazar Ferro. Los documentos fueron tomados de la plataforma de virtual de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, en la sección de gerencia de proyectos.

Para el caso de la información específica a los sistemas eficientes de iluminación, se basó en varias directrices que permitieran enmarcar esta información a nivel político, social, técnico y ambiental. La información se consultó en páginas principales de entidades relacionadas con el tema de iluminación y de ahorro energético, descritas en la bibliografía del presente documento.

En el marco político, se investigó la normatividad vigente y aplicable a los sistemas de iluminación eficiente y así mismo, las directrices gubernamentales con respecto al tema de eficiencia energética y ahorro de recursos energéticos; entre estos requisitos legales están:

Ilustración 3 Normatividad relacionada en el PROURE*



***COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía no Convencionales – PROURE-

De acuerdo con la información analizada se incluyó en la búsqueda de la información la normatividad asociada a incentivos tributarios por la implementación de sistemas de ahorro energético; en la ilustración que se muestra a continuación se describen la normatividad relevante.

Ilustración 4 Normatividad aplicada a incentivos iluminación



* Fuente: **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** Decreto 2143 04 Nov 2015.

Desarrollado el proceso de identificar las entidades gubernamentales y privadas que están enfocadas al tema de la eficiencia energética, se direccionó la búsqueda a documentos producidos por estas entidades. Los documentos a los que se les dio mayor relevancia, fueron los emitidos por la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, por ser el ente gubernamental que tiene el mayor interés en el desarrollo de este tipo de proyectos y dentro de sus objetivos tiene incentivar a los usuarios de la electricidad a idear, desarrollar e implementar proyectos que aporten al cuidado del medio ambiente y de los recursos energéticos.

Tabla 12 Documentación en entidades gubernamentales

DOCUMENTACIÓN	FUENTE
Diagnostico energético en el sistema de iluminación	UPME- COLCIENCIAS
Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013	Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas – SI3EA- Plataforma UPME
Acciones y Perspectivas en Eficiencia Energética	UPME
Proyección de Demanda de Energía Eléctrica y Potencia Máxima en Colombia	UPME – Octubre 2015

Fuente los autores. La Información fue tomada de la plataforma virtual de UPME. [En Línea].
 <<http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>>
 <<http://www.si3ea.gov.co/Home/Iluminaci%C3%B3nEficiente/tabid/109/language/en-US/Default.aspx>>

2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.

Después de analizar la información recopilada, se tomó la guía titulada “ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ALINEACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRIVADA. AUTORES: DIANA PATRICIA GIL M., PEDRO ALEJANDRO VELASCO”, la cual por ser una guía que define y explica los elementos y etapas de una metodología basada en las etapas principales del desarrollo de proyectos. Adicionalmente está alineada con la gerencia de proyectos de acuerdo con lo estipulado en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Esta guía hace una descripción de cada proceso involucrado en el desarrollo de proyectos, describiendo etapas intermedias que permiten concluir cada uno de los procesos de forma adecuada y estructurada. Igual ofrece una descripción teórica de cada proceso y de las herramientas de evaluación.

De ésta guía en particular, se tomaron las definiciones de cada uno de los procesos (IAEP, Formulación y evaluación), la estructura y el contenido de cada capítulo. Cada uno de estos ítems se adaptó al tema específico de la migración de la iluminación actual de una empresa a iluminación LED. Esta adaptación se hizo teniendo en cuenta que muchos de estos procesos están enfocados al desarrollo de un proyecto nuevos o creación de empresas, y en este caso solamente aplican algunos lineamientos por tratarse del desarrollo de una guía para usuarios que quieran migrar a iluminación eficiente tipo LED, lo que significa que no existe en sí un producto que se quiera comercializar.

Con relación a la información específica sobre el tema de iluminación LED, esta información se irá desarrollando en cada uno de los capítulos de acuerdo con la estructura que se define más adelante.

2.3 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA GUÍA

La estructura del documento permite al usuario, entender de forma clara y precisa mediante un paso a paso como evaluar la prefactibilidad de proyectos de migración a iluminación LED, desde el planteamiento de la idea, el desarrollo de una alineación estratégica, y el análisis a nivel de prefactibilidad desarrollando estudios técnicos, ambiental y finalizando con una evaluación financiera que permita tomar una decisión respecto a la implementación de este tipo de proyectos. Los estudios de mercados y administrativos no se tuvieron en cuenta dentro de la guía debido a que por su naturaleza no están alineados con el objetivo de la guía.

Al no ofrecer un producto que se pueda introducir al mercado, en el cual se pueda analizar una demanda y oferta, se decide que el estudio de mercados en este proyecto no se aplique, no es un objetivo del proyecto la comercialización de guías metodológicas con esta temática; el mercado objetivo o a quien va dirigido el uso de la guía depende de que sectores o entidades vean la necesidad de aplicación.

De igual forma los estudios administrativos no se desarrollaran a profundidad en este documento, debido a que es de libre decisión por parte de las entidades o sectores elegir un responsable de la ejecución del proyecto que puede ser un integrante dentro de su organización o delegar a un tercero esta responsabilidad. La guía dará criterios básicos a tener en cuenta a la hora de delegar un responsable del proyecto.

Cada capítulo de la guía contiene:

- **Introducción:** Se describe que es y para qué sirve cada uno de los procesos.

- Conceptos generales (si aplica): se explica conceptos generales de iluminación LED que apliquen específicamente a cada proceso
- Procedimiento: Busca dar al usuario el paso a paso para la evaluación de cada proceso. Estará reflejado en diagramas de flujo que incluyen insumos, actividad, descripción de la actividad, responsable y documento o registro.
- Técnicas y herramientas: Dentro de los procedimientos se establecen las técnicas y herramientas necesarias para la evaluación que realiza el usuario y en algunos casos se adjuntarán estas herramientas de evaluación en formatos o documentos adicionales.
- Resultado: para cada proceso se guiará al usuario para análisis los resultados obtenidos, de tal manera que aporte en su decisión de implementar el proyecto de migración.

La elaboración de la guía metodológica se dividió en tres grandes grupos:

Guía metodológica para la IAEP: contiene los lineamientos que debe seguir el usuario para evaluar y determinar si un proyecto es viable para su compañía después de evaluar la idea teniendo en cuenta los objetivos de la organización, el análisis estratégico de la compañía, los planes a los que estaría vinculado el proyecto y los planteamiento necesarios para su desarrollo.

Guía metodológica para la formulación del proyecto: En este punto de la guía metodológica, se pretende guiar al usuario, para que haga una evaluación a nivel de perfectibilidad en los temas técnicos, ambientales y financieros y pueda determinar la viabilidad y las ventajas que obtendría la compañía en estos aspectos si decidiera acogerse a un proyecto de migración de los sistemas de iluminación que tiene la empresa a un sistema eficiente de iluminación LED.






El tema Administrativo no presenta un detalle del proceso, solo pretende proporcionar una información básica para la elección de un responsable o evaluador de la ejecución de las guías. El evaluador no requiere un perfil específico, por lo cual es decisión de la empresa si delega este análisis a un integrante de su organización o decide hacerlo con un externo. La guía Administrativa no da un perfil simplemente enuncia etapas importantes para elegir a un responsable de la labor.

Dentro de la guía no se contempla el desarrollo de un análisis de mercado, debido a que este estudio no aplica formalmente por el alcance de la guía. Para determinar un posible cliente, se analiza la alineación estratégica de la organización con el tema energético, determinando así un posible cliente de la implementación de la guía. Dentro del estudio técnico se evalúa la demanda de consumo eléctrico actual.

Guía metodológica para la evaluación: determina la forma de hacer un análisis financiero, con el fin que cada empresa pueda determinar los beneficios que puede obtener por desarrollar un proyecto específico en términos financieros.

Los procedimientos de la guía metodológica usaran los siguientes símbolos en los diagramas de flujo representados en la Tabla 12.







Tabla 13 Símbolos usados diagrama de flujo

SIMBOLO	REPRESENTACIÓN
	Inicio o Fin
	Actividad
	Toma de decisión
	Conector entre actividades
	Conector de página

Fuente los autores

A continuación se muestra el formato que será usado para el desarrollo de cada una de las guías del presente documento

Formato 1 Procedimiento para elaboración de las guías

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: FOR-GUIA-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA:				
OBJETIVO:				
ALCANCE:				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
1				
2				
3				
4				
7				
9				

Fuente del esquema: Seguridad Eléctrica S.A.S

3. DESARROLLO DE LA GUÍA METODOLÓGICA.

3.1 GUÍA METODOLÓGICA IAEP

Esta guía contiene las actividades que debe seguir el usuario para evaluar y determinar si el proyecto es viable para su compañía después de evaluar la idea teniendo en cuenta los objetivos de la organización, el análisis estratégico de la compañía, los planes a los que estaría vinculado el proyecto y los planteamientos necesarios para su desarrollo.

3.1.1 Introducción.

La sigla IAEP resume el proceso fundamental de Identificar y Alinear Estratégicamente el Proyecto mediante el análisis lógico y con el uso de técnicas y herramientas logra que la idea esté alineada con la organización para la cual se desarrolla el proyecto y busca que este en concordancia con el entorno Político, Económico, Social, Tecnológico, y Ambiental (en adelante PESTA); logrando así la consciencia y el compromiso de la organización para el desarrollo del proyecto.

Las actividades que se desarrollan en este procedimiento son:

- Revisión y validación del análisis PESTA propuesto en la introducción de esta guía; se debe ajustar al entorno actual del proyecto a ejecutar.
- Revisión estratégica de la organización, revisar los lineamientos estratégicos de la organización y como el proyecto contribuye al logro de los objetivos.
- Alineación del proyecto, determinar cómo contribuye la realización del proyecto a la estrategia organizacional.
- Definir el proyecto, concretar el nombre del proyecto con las 3P (proceso, producto y particularidad), antecedentes, razón de ser, establecer el propósito, describir el producto, alcance preliminar y determinar parcialmente los recursos.

3.1.2 Conceptos generales.

- **Amenazas:** por tratarse de análisis estratégicos el contexto en el que se debe entender es el de indicios (avisos) o inminencia de algo poco conveniente, que si llega a materializarse, dificulta el logro de los objetivos.
- **Oportunidades:** eventos externos que de llegar a materializarse, facilitan el logro de los objetivos, por ejemplo, posibilidad de entrar en un mercado no

explorado o de tomar una posición privilegiada en el mismo, incentivos ofrecidos por un gobierno.²⁰

- **Estrategia:** consiste en definir el curso de acción y la asignación de recursos para que la organización logre sus objetivos y metas; puede ser definida durante la planeación (caso que nos ocupa en esta guía metodológica) o ser emergente. Una estrategia bien formulada permite canalizar los esfuerzos y asignar los recursos de una organización, y la lleva a adoptar una posición singular y viable, basada en sus capacidades internas (fortalezas y debilidades), anticipando los cambios en el entorno, los posibles movimientos del mercado y las acciones de sus competidores (oportunidades y amenazas).²¹

3.1.3 Técnicas y herramientas

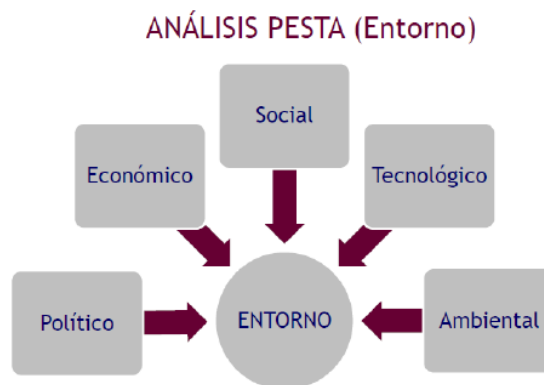
3.1.3.1 Análisis del entorno PESTA.

El análisis PESTA, es una herramienta para el análisis estratégico del macro entorno político, económico, social, tecnológico y ambiental en el que está inmerso un proyecto como se muestra en la ilustración 5.

Permite identificar oportunidades y amenazas por cambios en los factores externos que modifican las condiciones en las que se va a desarrollar el proyecto y la operación del producto del proyecto y que no están bajo control del equipo pero que son factores claves para asegurar la sostenibilidad.

El análisis del macro entorno varía dependiendo de los aspectos que afectan a cada proyecto, por lo cual, es importante realizar un análisis exhaustivo de las variables que pueden afectarla y describir su posible impacto

Ilustración 5 Análisis PESTA



Fuente. Ing. Daniel Salazar F., PMP. Seminario en Formulación de Proyectos. [Diapositivas]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá, Enero 2014.

²⁰ GIL, Patricia y VELASCO, Pedro, Op. Cit., p. 45

²¹ FRANCÉS, Antonio. Estrategia y Planes para la Empresa con el Cuadro de Mando Integral. Pearson Educación de México S.A. de C.V., 2006

4. Plantear posibles estrategias que permitan hacer frente a las amenaza y aprovechar las oportunidades identificadas y que afectan de forma directa la viabilidad del proyecto²³

3.1.3.2 Análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas)
El análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) o *SWAT*²⁴ (por su sigla en inglés) es una herramienta de planeación estratégica, que permite realizar una comparación interna (empresa) – externa (entorno)²⁵, a través del análisis detallado de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas con el objetivo de tener en cuenta todas las condiciones que rodean el proyecto.

Para la aplicación específica de esta guía metodológica el desarrollo del análisis DOFA brindará algunos de los elementos de juicio requeridos por la dirección para la toma de la decisión de implementar o no el proyecto.

Este análisis, es realizado para definir estrategias que permitan potencializar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, minimizar las debilidades y/o hacer frente a las amenazas, para lo cual se propone diligenciar la matriz que se muestra en la tabla 14 que facilita el planteamiento de estrategias (FO, FA, DO, DA) teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- I. Registrar a nivel interno las fortalezas y debilidades en la columna izquierda de la matriz.
- II. Consolidar la información externa de las oportunidades y amenazas en la fila superior.
- III. En los cuadros centrales se deben plantear las estrategias según correspondan (FO, FA, DO, DA).

Vale la pena definir algunos conceptos particulares muy útiles para este análisis y los pasos que siguen:

Estrategias DA: estrategias para reducir el impacto de las debilidades internas y evitar, mitigar o transferir los impactos de las amenazas externas.

Estrategias DO: estrategias enfocadas a mejorar las debilidades internas teniendo en cuenta las oportunidades externas que puedan ayudar a convertirlas en fortalezas.

Estrategias FA: estrategias enfocadas a aprovechar las fortalezas internas para enfrentar las amenazas externas.

Estrategias FO: estrategias enfocadas a aprovechar las fortalezas internas para aprovechar las oportunidades externas.

²³ Ibid., p. 50

²⁴ Se atribuye la creación del análisis SWAT al profesor y asesor empresarial Albert Humphrey del Stanford Research Institute.

²⁵ Ing. Daniel Salazar F., PMP. Identificación y Alineación Estratégica (IAEP). [Documento en Word]. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá.

Tabla 14 Matriz para el análisis DOFA

		EXTERNO (mercado, entorno)	
		OPORTUNIDADES Registro de oportunidades identificadas	AMENAZAS Registro de amenazas
INTERNO	FORTALEZAS Registro de fortalezas de la organización	Estrategia FO	Estrategia FA
	DEBILIDADES Registro de las debilidades identificadas en la organización	Estrategia DO	Estrategia DA

Fuente: Adaptación de los autores; Humphrey, Albert; *Stanford Research Institute* citado: *SRI Alumni Association Newsletter*; December 2005.

Dentro del desarrollo de la presente guía no se usó un análisis DOFA, debido a en el entorno PESTA se analizaron aspectos que aplican al proyecto a nivel macro es decir Oportunidades y Amenazas del proyecto en su entorno, por tal razón solo se evaluaron las Debilidades y Fortalezas para en análisis interno de la empresa y la identificación de aspectos internos. En la siguiente sección se hace referencia al análisis usado para el desarrollo de la guía.

3.1.3.3 Análisis Debilidades y Fortalezas

Mediante el análisis de las debilidades y fortalezas se busca determinar todas las condiciones que rodean el proyecto están siendo contempladas y tenidas en cuenta para la ejecución. Tanto las debilidades como las fortalezas están orientadas a tomar la decisión de la implementación del proyecto, básicamente es ver que debilidad tiene implementar o no el proyecto, y de igual forma que fortaleza tiene implementar o no implementarlo.

Para desarrollar el análisis en el formato se deben registrar los campos de la siguiente manera:

1. Identifique el ámbito en el cual va a identificar debilidades y fortalezas.
2. Diligencia cada una de las casillas correspondientes a las debilidades que se han identificado y las fortalezas.
3. De acuerdo la identificación determine qué acciones va a tomar al respecto, que es diligenciamiento de la casilla resultados. Consigne allí que tiene para usted más importancia entre las dos.

Se propone registrar el análisis de Debilidad y Fortalezas presentada en formato 3.

Formato 3 Registro de Debilidades y Fortalezas

REGISTRO DEBILIDADES Y FORTALEZAS			CODIGO FOR-IAEP-002
			VERSIÓN 1
ÁMBITO	DEBILIDADES	FORTALEZAS	RESULTADOS

Fuente los autores

3.1.3.4 Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos.

Por medio del formato se correlacionan los objetivos institucionales y estratégicos de la organización, el análisis de las debilidades y fortalezas de la implementación del proyecto, se realiza la alineación del proyecto con los objetivos organizacionales. El resultado principal es determinar cuáles y cuantos de los ámbitos analizados están direccionados con el objetivo del proyecto, esto con el fin de determinar la viabilidad o no en la ejecución. Como recomendación se sugiere que con dos o más ámbitos que estén analizados y alineados con la organización, se puede tomar la decisión de la implementación del proyecto.

A continuación se presentan los pasos para desarrollar la matriz por objetivos:

1. Detallar en la columna 1 y 2 los objetivos institucionales y estratégicos de la organización respectivamente.
2. Describir en la columna de aporte del proyecto, en qué se está contribuyendo específicamente al cumplimiento de la estrategia de la organización que lo emprende.
3. Definir indicadores en la columna 3, que permitan realizar la medición de los avances y aportes en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.
4. Determinar supuestos que deben ser tenidos en cuenta para cumplir con los aportes del proyecto a la estrategia organizacional, teniendo en cuenta las condiciones cambiantes del entorno respecto a lo planeado.

Formato 4 Matriz por objetivos

REGISTRO DE MATRIZ POR OBJETIVOS				CODIGO FOR-IAEP-003
				VERSIÓN 1
MATRIZ POR OBJETIVOS				
Objetivo Institucional	Objetivo Estratégico	Aporte del proyecto	Indicador	Supuestos

Fuente del esquema ²⁶

3.1.3.5 Generación del *Project Charter*

Con cada uno de los resultados de los análisis anteriores se genera el *Project Charter* sobre el proyecto y basado en la información que hasta el momento se tiene del proyecto se realiza una delimitación del mismo registrando en el formato 5.

A continuación se describe los ítems a registrar en el formato:

- Nombre del proyecto: Se propone que el Evaluador concrete Producto, Proceso, Particularidad.
- Antecedentes: Listar situaciones llevan a emprender el proyecto.
- Razón de Ser: En este numeral se consigna la justificación del porque se desea emprender el proyecto.
- Declaración del propósito: Para qué se desea emprender el proyecto.
- Describir el producto: Que se obtendrá como resultado de ejecutar el proyecto.

²⁶ GIL, Patricia y VELASCO, Pedro., p. 65

- Alcance preliminar: definir cuál será el resultado de la ejecución del proyecto.
- Determinar los recursos que podrían necesitarse para la implementación del proyecto.

Se propone el siguiente de registro para la creación del *Project Charter*.

Formato 5 Project Charter

FORMATO PROJECT CHARTER	CODIGO FOR-IAEP-004
	VERSIÓN 1


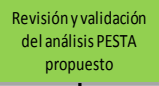
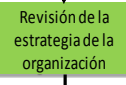

(PROJECT CHARTER)	
Nombre del Proyecto	<i>Consignar el nombre del proyecto considerando las 3P</i>
Propósito y Razón de Ser	<i>Consignar un resumen del propósito y la razón de ser del proyecto.</i>
Aportes del Proyecto a los Objetivos Estratégicos de la Organización	<i>Documentar los aportes que se han definido para el proyecto con respecto a los objetivos estratégicos de la organización</i>
Nombramiento del Gerente	<i>Gerente, nombre y cargo (si es interno)</i>
Autorización Formal para Ejecutar el Proyecto	<i>Formalizar la autorización al Gerente para emprender el proyecto y brindarle o reconocer la autoridad necesaria para el mismo.</i>
Como constancia de aprobación este documento se suscribe a los (DD/MM/AAAA)	
Sponsor	
Nombre y Cargo	Firma

Fuente los autores

3.1.4 Procedimiento.

Se proponen siete pasos que corresponden con el desarrollo de actividades para la elaboración del análisis.

Tabla 15 Procedimiento para desarrollo de IAEP

FECHA:		RESPONSABLE:		VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-IAEP-001	
NOMBRE DEL PROYECTO:						
GUÍA METODOLÓGICA: IAEP						
OBJETIVO: Alinear estratégicamente con la organización y su entorno el proyecto de iluminación LED						
ALCANCE: Describir las actividades a realizar para analizar las condiciones internas (dentro de la organización) y externas para definir las estrategias de gestión necesarias para el proyecto así como las necesidades de los diferentes públicos de interés.						
	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad			Responsable	Documento o Registro
1						
2		<p>En el marco teórico de la presente guía se ha desarrollado un análisis PESTA (político, económico, social, tecnológico y ambiental) que debe ser validado para confirmar su vigencia y así asegurar que las amenazas y oportunidades para el proyecto y que se encuentren actualizadas.</p> <p>Se sugiere consultar y actualizar que cambios de legislación, normatividad y/o beneficios tributarios se han desarrollado o ajustados ha la fecha.</p> <p>Es de especial importancia que se corrobore la obsolescencia de las tecnologías y las normas técnicas correspondientes aplicables.</p> <p>Para desarrollar el análisis ver el numeral 3.1.3.1 Analisis del entorno PESTA.</p>			Evaluador	Formato FOR-IAEP-001
3		<p>Revisar la misión, visión, objetivos estratégicos y otros aspectos internos, que puedan ser de importancia a la hora de tomar la decisión sobre la migración a iluminación LED, y si este cambio contribuye al logro de los objetivos de la organización.</p> <p>El siguiente paso será revisar el posible impacto del proyecto en las ventajas competitivas de los productos que se producen.</p> <p>Las preguntas que se pueden formular son:</p> <p>Si se logra una certificación en producción con baja huella de carbono puede esto abrir nuevos mercados.</p> <p>Pueden recibirse exenciones tributarias o privilegios para la financiación.</p> <p>La respuesta a estas preguntas genera un registro de las Fortalezas y Debilidades de la organización frente al proyecto.</p> <p>Con este registro y una revisión general de todas las condiciones de la organización para enfrentar el proyecto, se puede realizar el análisis de alineación del proyecto.</p>			Evaluador	Formato FOR-IAEP-002
						

Fuente: Los autores

Tabla 15 Procedimiento para desarrollo de IAEP (Continuación)

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-IAEP-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudios Administrativos				
OBJETIVO: Alinear estratégicamente con la organización y su entorno el proyecto de iluminación LED				
ALCANCE: Describir las actividades a realizar para analizar las condiciones internas (dentro de la organización) y externas para definir las estrategias de gestión necesarias para el proyecto así como las necesidades de los diferentes públicos de interés.				
	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
4		<p>Consiste en identificar como contribuye el proyecto al cumplimiento de la estrategia organizacional, es necesario analizar cada uno de los ámbitos establecidos, con el fin de determinar la importancia de cada uno. Para desarrollar el análisis ver el numeral 3.1.2.4 Alineación con los objetivos</p>	Evaluador	FOR-IAEP-003
5		<p>Se formula la pregunta de la viabilidad del proyecto, si la decisión es que el desarrollo del proyecto es viable se continúa con la elaboración del project charter, o, si se decide que el proyecto no debe continuar se cancela el desarrollo de la guía metodológica.</p>	Evaluador	FOR-IAEP-004
6		<p>Con cada uno de los resultados de los análisis anteriores se genera el Project Charter sobre el proyecto y basado en la información que hasta el momento se tiene del proyecto se realiza una delimitación del mismo registrando en el formato 5 del documento.</p>	Evaluador	FOR-IAEP-004
7				

Fuente: Los autores

3.1.5 Resultados.

El resultado de la IAEP debe permitir al evaluador:

- Registrar las oportunidades y amenazas del análisis del entorno (PESTA).
- Alinear el proyecto de migración a sistemas eficientes de iluminación LED con la estrategia organizacional de la empresa. Esta alineación se puede realizar a nivel técnico (niveles y calidad de iluminación), de salud ocupacional (enmarcado en el sistema de gestión seguridad y salud en el trabajo), ambiental (reducción de emisiones de gases efecto invernadero y cuidado al medio ambiente) o económico (ahorro en el pago de la energía necesaria para los sistemas de iluminación en la empresa). Hacer uso de lo desarrollado en el numeral 3.1.3.4 Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos de la presente guía,
- Desarrollar el “*Project Charter*”: que es el documento formal de la organización que autoriza emprender la evaluación del proyecto a nivel técnico, ambiental o

financiero. De acuerdo con los lineamientos y estrategia de la empresa, se puede realizar todos los estudios solamente uno que esté enfocado al propósito de la compañía. Nombrar el evaluador, las contribuciones a los objetivos estratégicos, así como la información general del alcance, el cronograma y los presupuestos necesarios para llevarlo a cabo.

3.2 GUÍA METODOLÓGICA FORMULACIÓN

3.2.1 Guía Estudio administrativo

3.2.1.1 Introducción.

Para este caso particular no se requiere de un estudio administrativo desde el punto de vista formal de una prefactibilidad, en el cual se define la estructura administrativa para la organización que será la encargada de ejecutar el proyecto y operar su producto (nueva organización) o a la que lo va a integrar a su estructura organizacional existente y a operar (organización existente)

Para efectos de la presente guía se realiza a nivel muy básico la definición del personal requerido para realizar la evaluación y la implementación de la guía metodológica.

3.2.1.2 Técnicas y herramientas:

Para realizar el análisis se debe contar con la información de los perfiles de las personas con las que la organización cuenta y conocer sus cargas laborales de manera que se puedan establecer los posibles candidatos o eventualmente identificar si la evaluación se puede realizar con personal interno o que recursos externos se requieren.

La primera etapa de alineación del proyecto, se realizará entre la dirección de la empresa y el evaluador designado.

La persona o grupo que se elija como evaluador debe contar con las siguientes habilidades:

- Contar con la confianza de la dirección para el manejo de información perteneciente a la compañía.
- Conocer los objetivos de la empresa, de tal manera que pueda alinear el proyecto, con la estrategia organizacional.
- Manejo de Excel para el diligenciamiento de los formatos y desarrollo de los procedimientos.
- Capacidad de organización y análisis de resultados.
- Conocimiento de los procesos productivos de la empresa


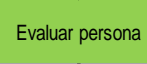

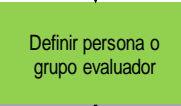

La persona o grupo que se elija como evaluador debe cumplir las siguientes funciones:

- Analizar los objetivos estratégicos de la empresa, con el fin de enmarcar el proyecto de migración de iluminación a sistemas de iluminación tipo LED.
- Actualizarse con los lineamientos a nivel mundial en aspectos político, social, económico y ambiental relacionado con la eficiencia energética y ahorro de energía.
- Analizar el contenido de la guía metodológica y definir el tiempo necesario para su aplicación de acuerdo con el tamaño de la organización.
- Recopilar la información necesaria para el desarrollo de la guía.
- Desarrollar el estudio básico de prefactibilidad siguiendo los lineamientos dados en la guía metodológica.
- Diligenciar los formatos que hacen parte de la guía con los datos reales de la compañía.
- Generar un informe con los resultados obtenidos y las recomendaciones a la gerencia, con el concepto de la viabilidad del proyecto.

3.2.1.3 Procedimiento

A continuación se muestra el procedimiento a seguir para el estudio administrativo

Tabla 16 Proceso para el desarrollo de los estudios administrativos

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSION: 001	CÓDIGO: PRO-ADM-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudios Administrativos				
OBJETIVO: Definir la persona o grupo evaluador para la aplicación de la guía metodológica				
ALCANCE: Describir las actividades a realizar para determinar la mejor opción de conformación del equipo de proyecto.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
1				
2		Evaluar el personal de la empresa con el fin de determinar si existen trabajadores que cumplan con las capacidades necesarias descritas en la guía y pueden cumplir con las funciones establecidas.	Gerencia	Acta de reunión de la compañía FOR-ADM-001
3		Entre las personas que cuenten con las capacidades descritas y puedan cumplir con las funciones debe evaluarse si cuentan con la disponibilidad de tiempo necesario para cumplir los objetivos de la planificación de la guía metodológica a la compañía	Gerencia	Acta de reunión de la compañía FOR-ADM-001
4		En caso de definir la persona en el interior de la empresa, entregar las funciones y brindar la información necesaria para el desarrollo de la guía. En caso que no se encuentre la persona o grupo evaluador en el interior de la empresa. Destinar los recurso necesarios para la contratación de personal externo, entregar las funciones y los datos necesarios para la implementación de la guía.	Gerencia	Formalización del inicio de la evaluación de la guía metodológica. FOR-ADM-002
6				

Fuente los autores

Como soporte de procedimiento se tiene los siguientes formatos.

3.2.1.4 Resultados.

El resultado del estudio administrativo debe permitir:

- Obtener la información del personal que puede desempeñarse como evaluador de los estudios básicos de prefactibilidad y sus cargas laborales, con el fin de determinar si pueden realizarse los estudios con personal interno o es necesario contratar personal externo para esta etapa.
- Definir el evaluador y definir sus responsabilidades.
- Registrar los recursos humanos necesarios para realización de los estudios básicos de prefactibilidad.

3.2.2 Guía Estudio técnico

3.2.2.1 Introducción.

La eficiencia energética constituye una pieza clave en el desarrollo de las economías en los mercados globales. El sector de la iluminación podría ahorrar un 45% de la energía eléctrica consumida gracias a la utilización profesional de la tecnología LED.

Se considera que la iluminación LED en aplicaciones industriales supondría un gran ahorro energético, por la potencia, superficie a iluminar y horas de uso. Por este motivo, el número de empresas que en la actualidad están sustituyendo los sistemas de iluminación tradicional por este tipo de tecnología es cada vez mayor.

Hasta la aparición del LED la iluminación industrial había utilizado principalmente lámparas de halógenos metálicos y fluorescencia. La importancia de introducir la iluminación LED en el sector industrial viene determinada por la necesidad de optimizar los costos de operación con el objeto de aumentar su competitividad.

Hasta el momento, la mayor parte de las investigaciones desarrolladas en iluminación LED para la sustitución de tecnologías tradicionales, se han centrado en la iluminación urbana, sin embargo, son muy escasas las investigaciones científicas que traten el sector industrial.

Con este estudio se pretende guiar al usuario, para que haga una evaluación a nivel de factibilidad en el tema técnico y pueda determinar los beneficios que puede obtener las empresas si decidiera acogerse a un proyecto de migración a iluminación LED.

Los Principales beneficios identificados a nivel general de la iluminación LED en el aspecto técnico son:

- Vida útil teórica considerablemente larga: 60.000 horas (con un 70 % del flujo inicial).
- Reducidos costes de mantenimiento.
- Eficiencia energética elevada.
- No emiten radiación infrarroja ni ultravioleta.
- Colores saturados, sin filtros.
- Luz direccional, que permite incrementar la eficiencia del sistema al iluminar solo la superficie deseada, permitiendo un FHS = 0 %.
- Robustez, seguridad en vibración, estado sólido.
- Menor luz dispersa debido a mejor control óptico.
- Control dinámico del color, posibilidad de elegir tonalidad
- Completamente regulable sin variación de color lo que permite ajustar la iluminación a los niveles necesarios en cada caso y momento.
- Permite el encendido instantáneo al 100 % de intensidad y de forma frecuente.
- Encienden a bajas temperaturas (menos de 40° C).
- Trabajan a bajo voltaje en corriente continua.
- Alta eficacia en ambientes fríos.
- Sellado de por vida en luminarias estancas.
- Mayor libertad de diseño de las luminarias, con ópticas alargadas o con formato 3D

3.2.2.2 Conceptos generales.

Para el caso específico de la iluminación LED se tendrán en cuenta los siguientes aspectos del estudio técnico.

Ilustración 6 Aspectos estudio técnico



Elaborado: los autores

En este estudio, se dará una orientación al usuario para determinar la localización, la capacidad, entendida como la potencia necesaria para los sistemas de iluminación de la empresa y los beneficios a nivel de consumo de acuerdo con las necesidades de iluminación propias de la compañía y los costos asociados a la iluminación de acuerdo con los procesos de cada empresa.

Localización: La Localización del proyecto pretende determinar cuáles son las zonas de la empresa donde tiene mayores consumos o donde la eficiencia y calidad de la iluminación debe ser mejorada, con el fin de analizar si se hace la migración solamente en estas zonas o se aplica para toda la compañía.

Capacidad: En este aspecto se busca que el usuario pueda determinar cuál es la capacidad instalada y las características de iluminación actuales y la capacidad que debe ser instalada en iluminación LED de tal manera que se mantengan o se mejoren los niveles de iluminación y calidad requerida para la actividad visual propia de cada compañía

Costos y beneficios: Los costos y beneficios están determinados por la capacidad detectada en el estudio del tamaño y por la localización. Sólo se deben realizar en las zonas donde se determinó que se aplicaría la migración a iluminación LED.

Los costos y beneficios están focalizados a la cantidad de energía utilizada para suplir las necesidades de iluminación, el costo de esta y la comparación en este aspecto al migrar a un sistema eficiente de iluminación.

El estudio técnico en este caso particular está estrechamente relacionado con una evaluación económica, ya que se trata de evaluar como con la migración se puede obtener iguales o mejores resultados técnicos y obtener un ahorro en el consumo de energía, gastos de mantenimiento y disposición de residuos.

3.2.2.3 Técnicas y herramientas.

Localización: Después de realizado el análisis de capacidad, se determinan las zonas donde los consumos energéticos son mayores y se priorizan, de tal manera que la persona encargada de tomar la decisión si se realiza o no el proyecto pueda determinar si se debe realizar la migración en la totalidad de la empresa, o se debe realizar por zonas y cuáles son las de mayor impacto.

Capacidad: para determinar la capacidad en iluminación de la empresa deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:








- **Potencia instalada:** La potencia instalada se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera).
- **La eficiencia luminosa:** El parámetro que se utiliza para medir la cantidad de luz real emitida por una fuente de luz es el lumen (lm). La relación entre la cantidad de luz emitida y la potencia consumida (Wattios) por una fuente de luz se llama Eficacia Luminosa (lm/W).
- **Luminancia:** Otro parámetro a tener en cuenta es la luminancia (Unidad Lux – Lx) que equivale a los lúmenes por m² que emite una fuente de luz. Este parámetro varía en función de la altura en la que está instalada la fuente de luz y la zona que tenemos prevista iluminar.
- **Equivalencia de luminosidad:** Es generalizado que la iluminación se mida en wattios, lo cual, da una referencia de iluminación, pero cada fabricante da una serie de características al producto, que determinan la capacidad y calidad de emisión de luz. Así pues, no todas las fuentes de luz tradicionales de 40W emiten la misma cantidad real de luz. En un LED, los wattios muestran el estado de consumo en funcionamiento, no la capacidad e intensidad de iluminación.
- **Equivalencia entre luminarias:** Para calcular la potencia instalada con iluminación LED es necesario, conocer cuántas luminarias LED son necesarias, para reemplazar las luminarias existentes de otro tipo de iluminación. Aunque esto depende de las necesidades de iluminación de cada espacio y es particular a cada empresa, a continuación se presenta las características de iluminación LED del mercado de tal manera que el usuario pueda determinar la equivalencia más acorde a sus necesidades.

A continuación se presenta un ejemplo práctico que guía al usuario para realizar un cálculo inicial. Una incandescente de 80W puede producir aproximadamente 800 lúmenes (una eficacia lumínica de 10 lm/W), una fluorescente compacta sólo necesita 20W (40 lm/W) para los mismos

lúmenes. Para sustituir la bombilla incandescente de 80W o fluorescente de 20W por una LED, se debe buscar una equivalente en lúmenes, no en vatios. En el caso, una bombilla LED de 10 W da esos 800 lúmenes que necesitamos (80 lm/W, el doble que una fluorescente compacta de eficacia lumínica).

Después de determinar la equivalencia promedio entre luminarias actuales y luminarias LED, se debe calcular nuevamente el consumo energético.

Ilustración 7 Tabla equivalencia entre iluminación tradicional y LED*

EQUIVALENCIAS		BOMBILLA INCANDESCENTE	HALOGENAS HALOGENAS	HALOGENAS TIPO PAR	BOMBILLAS BAJO CONSUMO	TUBO FLUORESCENTE	FOCO HALOGENURO	VAPOR DE SODIO	LUMENES (lm)		
											
POTENCIA LED	2 W	20 W		6 W					50 - 80		
	3 W	35 W		8 W					180 - 270		
	5 W	40 W		11 W					240 - 420		
	6 W	50 W		13 W					12 W	390 - 550	
	7 W	60 W		15 W					14 W	510 - 640	
	9 W	70 W		18 W					18 W	600 - 830	
	10 W	80 W		20 W					20 W	50 W	810 - 950
	12 W	100 W		25 W					25 W	60 W	900 - 1100
	13 W	110 W		30 W					28 W	70 W	955 - 1200
	15 W	120 W		40 W					32 W	75 W	1000 - 1400
	18 W	140 W		50 W					36 W	90 W	1100 - 1700
	20 W	150 W		60 W					44 W	120 W	1200 - 1900
	25 W	200 W		70 W					58 W	150 W	1250 - 2400
	30 W	250 W		80 W					70 W	170 W	1300 - 2500
	35 W	300 W		90 W					180 W	1350 - 2800	
	50 W	350 W		100 W					200 W	100 W	2440 - 4500
	80 W	400 W		150 W					250 W	150 W	3600 - 7500
100 W	500 W		200 W		300 W	250 W	5100 - 9500				
120 W	550 W		250 W		350 W	300 W	6000 - 11000				
150 W	700 W		300 W		500 W	400 W	7500 - 14000				

Fuente: Tabla equivalencias LED. [En Línea] < <http://www.volani-designs.com/wp-content/uploads/2015/03/TABLA-DE-EQUIVALENCIA2.png>>

- **Costos y beneficios:** Para determinar los costos y beneficios referentes a la migración a iluminación LED es necesario hacer un análisis de los costos asociados a la iluminación actual y los asociados en el caso que se realice la migración y posteriormente realizar un análisis comparativo, para lo cual es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:
- **Tiempo de análisis:** Lo más recomendable es hacerlo para el periodo de 1 año, de tal manera que la información que proporcionada sea coherente con otros indicadores económico-financieros, medioambientales o de responsabilidad social corporativa que ya pueda estar elaborando la

empresa. Si bien el informe podría elaborarse para periodos de tiempo más cortos, como el mes o el semestre, para pequeñas y medianas empresas, los costos administrativos de toma de datos pueden ser demasiado altos, y por ello se recomienda hacer el cálculo para un periodo de un año.

- **Horas de uso:** Las horas de uso de una instalación dependen de los patrones de ocupación del espacio, la luz natural disponible y el sistema de control usado.
- **Consumo energético:** El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso.
- **Precio del Kw/h:** Se debe tener en cuenta el precio del kw/h de acuerdo con la localización de la empresa y el sector de esta. Este dato puede consultarse en las facturas de la empresa que suministra la energía.
- **Costo de la energía:** Se calcula multiplicando el consumo energético por el precio del kh/h

3.2.2.4 Procedimiento.

A continuación se presenta el paso a paso, representado en un diagrama de flujo, del cómo realizar el estudio técnico y evidenciar los beneficios a nivel económico, de acuerdo con las características de nivel de iluminación y calidad requeridas de acuerdo con la actividad visual e cada una de las zonas de la empresa.

Tabla 17 Procedimiento estudios técnicos

FECHA:	RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-TEC-001	
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudio Técnico				
OBJETIVO: Identificar y evaluar la viabilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación LED.				
ALCANCE: Definir la viabilidad a nivel de prefactibilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación analizando los factores técnicos.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
1	<pre> graph TD A([INICIO]) --> B[Recopilación de información] B --> C[Definir potencia instalada actual (capacidad)] C --> D[Determinar equivalencia de luminarias] D --> E[Definir potencia instalada LED (capacidad)] E --> F[5 6] </pre>	De acuerdo con la formulación IAEP y la formulación de estudios técnicos, se decide realizar los estudio de viabilidad del proyecto a nivel de calidad de iluminación y se determina utilizar la guía metodológica para este fin.	Gerente	-
2		Realizar un inventario de la luminarias existentes por zonas de la empresa	Evaluador	FOR-TEC-001
3		Definir la potencia instalada existente: Se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera). Este ejercicio debe hacerse por cada zona de la empresa que se quiera evaluar	Evaluador	FOR-TEC-001
4		Calcular la cantidad de bombillas LED que sería necesarias para sustituir las bombillas existentes, teniendo en cuenta las equivalencias que tiene el mercado para diferentes tipos de luminarias. Se puede tomar como guía las equivalencia mostradas en el numeral 3.2.1.3 del presente documento.	Evaluador	FOR-TEC-001
5		Definir la potencia instalada con las nuevas bombillas tipo LED. se calcula multiplicando el número de lámparas LED por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera). Este análisis se hace por cada zona de la empresa	Evaluador	FOR-TEC-001

Fuente los autores

Tabla 17 Procedimiento estudios técnicos (Continuación)

FECHA:	RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-TEC-001	
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudio Técnico				
OBJETIVO: Identificar y evaluar la viabilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación LED.				
ALCANCE: Definir la viabilidad a nivel de prefactibilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación analizando los factores técnicos.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
6		Hacer un registro del análisis de la potencia instalada en cada una de las zonas y priorizar las zonas con mayor potencia instalada, de tal manera que se pueda determinar cuales son las zonas que se pueden modificar y aportar más a la reducción de consumos energéticos. Diligenciar el formato de esta priorización debe tomarse la decisión en que zonas se puede aplicar la migración. o si se realiza en toda la empresa	Evaluador	FOR-TEC-001
7		Las horas de uso de una instalación, dependen de los patrones de ocupación del espacio, debe definirse horas/ día y días año de la utilización de la iluminación en un espacio. Debe realizarse por cada zona, ya que las condiciones de utilización de la iluminación puede cambiar de una zona a otra.	Evaluador	FOR-TEC-001
8		El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso. De debe determinar la cantidad de kWh consumidos en un año.	Evaluador	FOR-TEC-001
9		De acuerdo con el consumo energético asociado con la iluminación, realizar el cálculo de los costos asociados a esta, se realiza multiplicando el consumo de las zonas que se escogieron como prioritarias por el precio de la electricidad. Este cálculo debe realizarse con el consumo energético con la iluminación actual y la iluminación tipo LED y de esta manera medir los ahorros	Evaluador	FOR-AMB-001
10		Comparar los resultados obtenido para costos de la energía con el sistemas actual y el sistema LED a instalar y hallar el porcentaje de ahorro.	Evaluador	FOR-TEC-001
11		Presentar informe con el estudio, con concepto técnico, donde se indique el ahorro por el cambio de sistema de iluminación	Evaluador	FOR-TEC-001
12		De acuerdo con los resultados aceptar o no el proyecto de acuerdo con los objetivos y estrategias organizacionales de la compañía	Gerente	-

Fuente los autores

3.2.2.5 Resultados.

El resultado del estudio técnico debe permitir al evaluador:

- Definir cuál es la potencia instalada de la empresa referente a iluminación.
- Definir qué tipo y cuantas son las luminarias LED necesarias para reemplazar las existentes.
- Definir cuáles son las zonas de la empresa donde se pueden dar mayores ahorros
- Priorizar las zonas si se decide desarrollar el proyecto por etapas.
- Calcular beneficios en términos de costos de inversión, de distintos fabricantes. El usuario puede calcular el costo de la inversión de materiales necesarios, utilizando los precios de catálogos de este tipo de iluminación.
- De acuerdo con diversas consultas a empresas que suministran e instalan sistemas de iluminación LED, sobre el precio calculado de los materiales, se puede hacer un incremento de 50 % correspondiente a mano de obra y administración del contrato. Con el fin de tener un estimado del valor de inversión necesario, y de esta manera incluirlo en el análisis financiero.
- Este estudio se realizó enfocado solamente al uso de la iluminación, sin embargo pueden tenerse en cuenta otros aspectos relacionados como el mantenimiento y a gestión de residuos, que también tiene un aporte al ahorro de recursos energéticos y económicos.

A continuación se muestra el formato para registro de los resultados.

Formato 8 Formato evaluación técnico

FORMATO DE EVALUACIÓN TÉCNICO						CODIGO FOR-TEC-001
						VERSIÓN 1
Definición de potencia instalada (CAPACIDAD)						
Zona	Número de bombillas	Potencia unitaria bombillas actuales (w)	Equivalente en bombillas LED	Potencia unitaria bombillas LED (W)	Potencia instalada sistema actual (W)	Potencia instalada sistema LED (W)
		De acuerdo con tabla de equivalencia	De acuerdo con tabla de equivalencia	No. bombillas * potencia unitaria	No. bombillas * potencia unitaria	
Total						
Total						
Definición del consumo energético en el periodo de tiempo escogido						
Zona	Horas-día de uso	Días- año de uso	Consumo energético año sistema actual (kW)	Consumo energético año sistema LED (kW)		
			Potencia instalada zona * hras de uso* días de uso	Potencia instalada * hras de uso* días de uso		
Cálculo de costos y beneficios						
Zona	Costos de energía sistema actual (\$)	Costos de energía sistema LED (\$)	Disminución en costos de la energía	Disminución porcentual de los costos de la energía en un año.	Porcentaje de ahorro	
	Consumo energético* \$ de la electricidad	Consumo energético* \$ de la electricidad	costos de energía sistema Actual - costos de energía sistema LED	Costos de la energía sistema Actual- Costos de la energía sistema LED /100	Ahorro por zona/ Ahorro total	
Ahorro total			\$			-

Fuente: los autores

3.2.3 Guía Estudio ambiental

3.2.3.1 Introducción.

Las relativamente nuevas normativas redactadas para reducir el impacto ambiental y las emisiones de CO₂ principalmente, han llevado a los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo a plantearse metas a corto plazo para reducir el consumo energético lo máximo posible y en el menor periodo de tiempo. Esto ha llevado a la introducción en el mercado de iluminación de nuevos tipos de fuentes de luz e incluso a prohibir el uso de otras como es el caso de las menos eficientes fuentes de luz incandescentes tradicionales.

El impacto que se produce al ambiente con la producción, uso y desecho de las distintas fuentes de luz que utilizamos, se ha convertido en tema de amplio debate por la considerable cantidad de recursos y energía que se gastan actualmente.

Con este estudio se pretende guiar al usuario, para que haga una evaluación a nivel de pre factibilidad en el tema ambiental y pueda determinar los beneficios que puede obtener las empresas si decidiera acogerse a un proyecto de migración a iluminación LED.

El usuario debe realizar la identificación y cuantificación de los impactos ambientales si toma la decisión de implementar el proyecto de migración a sistemas de iluminación tipo LED.

Para el caso particular del estudio ambiental, a diferencia de los estudios ambientales que se hacen en la etapa de pre factibilidad, el estudio no se centrará en determinar si el impacto es positivo o negativo ya que, enmarcados en los lineamientos ambientales y cuidado de los recursos, el impacto siempre es positivo; se da énfasis en la cuantificación del impacto positivo que puede generar la migración a iluminación LED a la empresa.

3.2.3.2 Conceptos generales

- **Huella de carbono:** La huella de carbono es la cantidad de Gases Efecto Invernadero – (GEI) emitidos a la atmósfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. El Gas efecto invernadero es un Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Algunos de los GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Este aspecto, por ser de altísima importancia para el análisis de impactos ambientales y estar alineado con la tendencia a nivel mundial enfocada a la reducción de emisiones de CO₂ es la escogida para realizar en este estudio y guiar al usuario en su estudio de pre factibilidad.

Adicionalmente fue adaptado en Colombia por la Unidad de Planeación minero energética UPME. Para este análisis se presentará el procedimiento y las herramientas particulares.

Adicional a este concepto se pueden utilizar otros métodos alternativos para la evaluación de impacto ambiental, sin embargo son métodos que son basados en información técnica específica y los cálculos son basados en

estadísticas e información secundaria. Según las necesidades de la empresa puede usarlos y/o profundizar o contratar personal experto para su medición. En la guía metodológica se muestran los mecanismos más sencillos que puedan ser evaluados por personal propio de la compañía. A continuación se listan y se hace una breve descripción de estos métodos alternativos:

- **Costo del recurso energético:** Se puede evaluar cuanta energía es necesaria para producir la iluminación que se utiliza. Es uno de los métodos utilizados para analizar y evaluar la energía, consumo de materiales, emisiones y otros desechos generados durante la vida útil de un producto, en este caso productos asociados a la iluminación.

El índice determina el valor que representa la utilización de recursos fósiles en la utilización de la iluminación. Al evaluar el costo energético se pueden cuantificar los beneficios a nivel global y permite a la empresa a evaluar si estos beneficios aportan a los objetivos y estrategias ambientales de la compañía y por tanto adoptar el proyecto de migración.

- **Potencial de Calentamiento Global:** El Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés, *Global Warming Potential*) es un índice para medir la contribución al calentamiento global de una sustancia que se libera en la atmósfera. El GWP es impactado principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero, es decir, el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄). Se calcula para un período de tiempo de 100 años. El GWP es medido en CO₂ equivalentes.
- **Fotoquímica del ozono (POCP, por sus siglas en inglés):** El ozono protege la estratosfera, pero al nivel del suelo es tóxico para los seres humanos en altas concentraciones. Ozono fotoquímico, también llamado, Ozono troposférico, está formado por la reacción de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno en la presencia de calor y la luz solar. El POCP depende en gran medida de las cantidades de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO), amonio y COVNM (non-methane volatile organic compounds, compuestos orgánicos volátiles sin metano). POCP también conocido como smog de verano se mide en equivalentes de eteno

3.2.3.3 Técnicas y herramientas.

Existen gran cantidad de modelos para identificar y valorar impactos ambientales, de acuerdo a la clasificación realizada por *Canter y Sadler*, entre los cuales se tienen, matrices de causa-efecto, listas de chequeo, Sistemas de interacciones o

redes, Sistemas cartográficos y métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación.

Dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto, se puede utilizar cualquier tipo de técnica mencionada anteriormente, e incluso, se pueden combinar.

Para el caso de proyectos específicos de iluminación LED, se decidió realizar un método basado en una evaluación que le permita acercarse a cuantificar los impactos ambientales que puede lograr mediante la comparación de emisiones de gases de carbono con el sistema actual de iluminación versus la emisión de gases de carbono que genera un sistema de iluminación LED; la herramienta a utilizar será el cálculo de la huella corporativa.

- **Calculo de la huella corporativa.**

Para el cálculo de la huella corporativa (HC) existen diversas normas y guías Para el cálculo de la huella corporativa (HC) existen diversas normas y guías internacionales, unas con un enfoque de producto y otras con un enfoque corporativo. Todas estas herramientas tienen como objetivo dar credibilidad y aseguramiento a los informes de emisión de GEI. Dentro de las metodologías para el cálculo de la huella de carbono de la organización las más relevantes son:

- a. **ISO 14064** La norma ISO 14064 proporciona a la industria y al gobierno un conjunto de herramientas para desarrollar programas destinados a reducir las emisiones de GEI. También ayudará a su organización a trabajar dentro de los planes de comercio de emisiones. Llame hoy mismo a nuestros expertos para obtener más información.

El estándar ISO 14064 se compone de tres partes:

Parte 1: especifica los requisitos para el diseño y desarrollo de inventarios de emisiones de GEI en el nivel de organización o entidad.

Parte 2: detalla los requisitos para la cuantificación, seguimiento y presentación de informes sobre mejoras en la reducción y eliminación de emisiones en proyectos de GEI.

Parte 3: establece los requisitos y directrices para la realización de la validación y verificación de información sobre los GEI.

- b. **GhG Protocol** La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG PI) es una alianza multipartita de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), ONG radicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD),

coalición integrada por 170 empresas internacionales, con sede en Ginebra, Suiza. La Iniciativa fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptados internacionalmente y promover su amplia adopción. La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí.

Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI: este documento, provee una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.

Estándar de Cuantificación de Proyectos del Protocolo de GEI: es una guía para la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI derivadas de proyectos específicos.

- c. **MC3** La metodología MC3 se basa en la huella ecológica, presenta un “enfoque a la organización” que incluye un enfoque para los productos, permitiendo el cálculo simultáneo de la huella de organizaciones y de productos. La totalidad de los datos se obtiene a partir de las cuentas contables de la organización lo cual permite una relación total entre el aspecto económico y el aspecto ambiental de la organización.

A través del ejercicio del cálculo de la huella de carbono, se identifican las principales fuentes de emisión de GEI, obteniendo el dato global de impacto de su actividad, lo cual le permite autoevaluarse, definir mejores objetivos y establecer medidas de reducción de energía más efectivas, como consecuencia de un mejor conocimiento de sus puntos críticos.

En este caso se utilizará el GhG protocol, que además fue adoptado por la secretaría distrital de ambiente subdirección de políticas y planes ambientales, con el fin de unificar a todas las entidades distritales de la ciudad de Bogotá.

La metodología establece una línea base para la evaluación y análisis de las emisiones GEI, da las pautas para reportar las emisiones, reducciones y capturas de éstos gases y establece las emisiones directas e indirectas de una organización a través de los siguientes tres alcances que se describen a continuación:

Alcance 1: Emisiones directas de GEI Provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa, así como, las provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados por la empresa.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad Emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa (electricidad adquirida y consumida, se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa).

Alcance 3: Otras emisiones indirectas Es una categoría opcional de reporte, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ésta. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos.

Para el caso particular, la iluminación está enmarcada en el alcance 2, ya que está basada en los recursos asociados con la utilización de la electricidad. La metodología no separa los recursos utilizados en iluminación y otros equipos que también utilizan electricidad, por lo que se realizará mediante un cálculo sencillo, la energía utilizada en iluminación teniendo en cuenta la potencia instalada, las horas de uso y el consumo energético.

Para realizar el estudio se recomienda tener en cuenta:

- **Tiempo de análisis:** Lo más recomendable es hacerlo para el periodo de 1 año. El motivo de tomar como periodo de reporte un año, es hacer la información que proporciona la huella de carbono coherente con otros indicadores económico-financieros, medioambientales o de responsabilidad social corporativa que ya pueda estar elaborando la empresa. Si bien el informe podría elaborarse para periodos de tiempo más cortos, como el mes o el semestre, para pequeñas y medianas empresas, los costos administrativos de toma de datos pueden ser demasiado altos y por ello se recomienda hacer el cálculo para un periodo de un año.
- **Potencia instalada:** La potencia instalada se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera).
- **Horas de uso:** Las horas de uso de una instalación dependen de los patrones de ocupación del espacio, la luz natural disponible y el sistema de control usado.
- **Consumo energético:** El consumo Energético El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso.

- **Equivalencia entre luminarias:** Para calcular la potencia instalada con iluminación LED es necesario, conocer cuántas luminarias LED son necesarias, para reemplazar las luminarias existentes de otro tipo de iluminación. Aunque esto depende de las necesidades de iluminación de cada espacio y es particular a cada empresa, a continuación se presenta una tabla de equivalencias, para que cada compañía determine, cual es la equivalencia más acorde a sus necesidades.

De acuerdo con la ilustración 7, tabla de equivalencia entre iluminación tradicional y LED se puede tener una base clara de los vatios que debe tener una bombilla LED para sustituir la luz de una incandescente, halógena o fluorescente.

- **Factor de emisión CO₂:** EL factor de emisión de CO₂ a utilizar para este estudio es 0.39 kg CO₂/kW/h

Tabla 18 Factor de emisiones de CO₂

Factor de emisión de CO ₂	
Energía eléctrica	0,39 kg CO ₂ /Kwh
Gas natural	0,20 kg CO ₂ /Kwh
Gasóleo/diésel	2,68 kg CO ₂ /litro
GLP	1,61 kg CO ₂ /litro
Propano/butano	1,43 kg CO ₂ /litro
Gasolina	2,32 kg CO ₂ /m ³

Fuente: MARM 2010.

3.2.3.4 Procedimiento.

A continuación se presenta el paso a paso, representado en un diagrama de flujo, del cómo realizar el estudio ambiental y evidenciar los beneficios a nivel cuantitativo de las emisiones de carbono.

Tabla 19 Procedimiento ambiental

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-AMB-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: estudio ambiental				
OBJETIVO: Identificar y evaluar la viabilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación LED.				
ALCANCE: Definir la viabilidad a nivel de prefactibilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación analizando los factores ambientales.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
1	INICIO	De acuerdo con la formulación IAEP y la formulación de estudios técnicos, se decide realizar los estudio de viabilidad del proyecto a nivel ambiental y se determinar utilizar la guía metodológica para este fin.	Gerente	-
2	Recopilación de información	Realizar un inventario de las luminarias existentes en la zona que se quiere migrar a iluminación LED.	Evaluador	FOR-AMB-001
3	Definir potencia instalada actual	Definir la potencia instalada existente: Se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera).	Evaluador	FOR-AMB-001
4	Determinar equivalencia de luminarias	Calcular la cantidad de bombillas LED que sería necesarias para sustituir las bombillas existentes, teniendo en cuenta que en términos generales, es necesario una bombilla LED por cada tres fluorescentes, este factor se puede calcular de acuerdo con de bombillas existentes y tablas de equivalencia del mercado entre luminarias. Se puede tomar como ejemplo la tabla 25 del presente documento	Evaluador	FOR-AMB-001
5	Definir potencia, instalada LED	Definir la potencia instalada con las nuevas bombillas tipo LED, se calcula multiplicando el número de lámparas LED por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera).	Evaluador	FOR-AMB-001
	5 6			

Fuente los autores

Tabla 19 Procedimiento ambiental (Continuación)

FECHA:	RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: PRO-AMB-001	
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: estudio ambiental				
OBJETIVO: Identificar y evaluar la viabilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación LED.				
ALCANCE: Definir la viabilidad a nivel de prefactibilidad de un proyecto de migración de un sistema de iluminación convencional a un sistema de iluminación analizando los factores ambientales.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
6	Definir horas de uso	Las horas de uso de una instalación, dependen de los patrones de ocupación del espacio, debe definirse horas/ día y días año de la utilización de la iluminación en un espacio.	Evaluador	FOR-AMB-001
7	Calcular el consumo energético con el sistema actual y con el sistema LED.	El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso. De debe determinar la cantidad de kW/h consumidos en un año.	Evaluador	FOR-AMB-001
8	Cálculo de emisiones de carbono	De acuerdo con el consumo energético asociado con la iluminación, realizar el cálculo de emisiones de carbono del sistema actual y del sistema LED de acuerdo con los factores de conversión con la tabla 16 del presente documento.	Evaluador	FOR-AMB-001
9	Comparación de resultados	Comparar los resultados obtenido para la emisión de CO2 con el sistema actual y el sistema LED a instalar y hallar el porcentaje de ahorro.	Evaluador	FOR-AMB-001
10	Informe de estudio ambiental	De acuerdo con el porcentaje de disminución de las emisiones de carbono y frente a los objetivos estratégicos de la empresa nivel ambiental, se debe definir si los resultados son adecuados al propósito de la empresa.	Evaluador	FOR-AMB-001
11	FIN	De acuerdo con los objetivos estratégicos de la empresa y los resultados el proyecto como aporte a los objetivos organizacionales de la empresa y al cuidado al medio ambiente, aceptar o o el proyecto.	Gerente	-

Fuente los autores

3.2.3.5 Resultados.

El resultado del estudio ambiental debe permitir que el evaluador:

- Definir el consumo energético actual de la empresa

- Cuantificar las emisiones de carbono que está generando por la utilización de la electricidad para la iluminación de la compañía.
- Definir el consumo energético en caso de tener una migración a sistemas de iluminación LED.
- Cuantificar las emisiones de carbono que generaría al realizar la migración a sistemas de iluminación LED.
- Calcular las emisiones que dejaría de generar y de esta manera cuantificar el aporte al medio ambiente y a los objetivos estratégicos de la compañía, del país y del mundo a nivel ambiental.

A continuación se muestran los principales beneficios de la iluminación LED a nivel ambiental, que se han comprobado por medio de distintos análisis:

- Al tener una mayor duración la tecnología LED, es menor la cantidad de residuos que genera, esto es, 4 veces menos que otro tipo de luminarias.

- Las lámparas de LED no necesitan de vapores o gases contaminantes para su operación al contrario de otras luminarias. Estos gases con los que trabajan las lámparas de vapor de sodio son contaminantes y generan impacto al momento de dañarse las lámparas y también al finalizar su periodo de vida y no tener un buen sitio de disposición final para ellas.

- Al ser más eficientes las lámparas de LED, en el uso de la energía, el impacto sobre las fuentes de donde se obtiene esta energía es menor. Menos impacto sobre ríos y fuentes de agua.

- Por necesitar menos o ningún mantenimiento las lámparas de LED con respecto a las otras, se generan ahorros en combustibles para desplazamientos y se usan menos componentes como cables, soldaduras, ceras, pomadas y otros que son contaminantes.

A continuación se muestra el formato para evaluación ambiental.

Formato 9 Formato de evaluación ambiental

FORMATO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL					CODIGO FOR-AMB-001	
					VERSIÓN 1	
Definición de potencia instalada						
Número de bombillas	Potencia unitaria bombillas actuales	Equivalente en bombillas LED	Potencia unitaria bombillas LED (W)	Potencia instalada sistema actual (w)	Potencia instalada sistema LED (w)	
				No. bombillas * potencia unitaria	No. bombillas * potencia unitaria	
Definición del consumo energético en el periodo de tiempo escogido						
Horas-día de uso (horas)	Días año de uso (días)	Consumo energético año sistema actual	Consumo energético año sistema LED			
		(Potencia instalada * horas de uso* días de uso (kW/h)	Potencia instalada * horas de uso* días de uso (kW/h)			
Definición emisiones de carbono efecto invernadero (ECI)						
Emisiones carbono sistema actual	Emisiones carbono sistema LED	Disminución de emisiones de carbono	Disminución porcentual emisiones de carbono			
Consumo energético * 0,39 Kg / kW/h	Consumo energético * 0,39 Kg / kW/h	ECI sistema actual- ECI sistema LED	ECI sistema LED- ECI sistema actual /100			

Fuente: los autores

3.3 GUÍA EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera de proyectos es una herramienta que utiliza y genera información que permite emitir un juicio sobre la conveniencia y beneficio que generará el proyecto en estudio enfocado a la generación (o destrucción) de valor monetario.

3.3.1 Introducción.

En este capítulo se determina la conveniencia y beneficio que se generará desde el punto de vista financiero de la prefactibilidad de implementación de migración a iluminación LED en un periodo de cinco años, estimado como el horizonte más conveniente por ser el tiempo aproximado por varios estudios a nivel mundial, en el que se empieza a recuperar la inversión en este tipo de proyectos.

Se comparará el valor presente (en adelante VP) de las condiciones actuales (costos de energía, operación y mantenimiento) de iluminación vs las condiciones al implementar el proyecto (costos de inversión, financiamiento, energía, operación y mantenimiento) con iluminación LED de manera que sí al realizar la evaluación financiera el VP de la implementación es menor que el VP de las condiciones actuales, el proyecto representa beneficios financieros por menores costos y gastos.

Para finalizar se presentan opciones de financiamiento que pueden ser explorados por la empresa y pueden aplicarse en la etapa de factibilidad, se recomienda: verificar que se encuentren vigentes y que se analicen de acuerdo con el tipo de proyecto y a las condiciones económicas de la empresa.

3.3.2 Conceptos generales

- **Ahorros:** reducciones en el valor estimado o actual como resultado de mejoras de eficiencia y productividad en aspectos operacionales, administrativos o de ventas.
- **Apalancamiento financiero:** Apalancamiento financiero es como se denomina en finanzas al grado en que una empresa depende de su deuda, es decir, cuánto llega a recurrir una empresa durante su tiempo de vida a los préstamos, ya sean a personas externas o terceros externos, como a personal interno de la empresa. El propósito puede ser reestructurar su capital, ampliar una línea de producción, o simplemente financiar alguna actividad relacionada de forma directa con el giro de la empresa.²⁷

²⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Apalancamiento_financiero [citado el 21 de octubre de 2015]

- **Beneficios:** se denomina beneficio a la ganancia, o exceso de ingresos sobre gastos, de una transacción, operación o actividad económica, y pérdida cuando los gastos superan a los ingresos²⁸.
- **Costos:** valores monetarios que se relacionan directamente con la producción de un bien o servicio.
- **Costos fijos:** son los valores monetarios que no se relacionan con la cantidad producida.
- **Costos variables:** son los valores monetarios que se relacionan de manera directa con la cantidad de unidades de producción.
- **DTF:** Depósito a Término Fijo.
- **ESCO:** por su sigla en inglés (*Energy Service Company*) empresa de servicios energéticos (ESE por su sigla en español) o de mejora de la eficiencia energética.
- **ESE:** ver ESCO.
- **Estados financieros:** son herramientas que permiten conocer la información financiera de una organización. Los estados financieros más importantes son: el flujo de caja, el estado de resultados o de pérdidas y ganancias (P&G) y el balance general.
- **Flujo de Caja:** es uno de los Estados Financieros básicos, presenta, de una manera dinámica, el movimiento de entradas y salidas de efectivo de una empresa o de un proyecto, en un período determinado de tiempo y la situación de efectivo al final del mismo período²⁹
- **Gastos:** son los valores monetarios de salida relacionados con las actividades de administración, comercialización y financiación realizadas durante un período.
- **Gastos administrativos:** son aquellos gastos que tiene que ver directamente con la administración general de la operación del producto del proyecto, y no con sus actividades operativas³⁰.

²⁸ <http://www.economia48.com/spa/d/beneficio/beneficio.htm> [citado el 21 de octubre de 2015]

²⁹ Jaramillo V., Angela M.; Notas de clase Evaluación Financiera de Proyectos; abril 2010

³⁰ <http://www.fundapymes.com/blog/cual-es-la-diferencia-entre-un-gasto-administrativo-y-un-gasto-financiero/#.UxvweNJg-E4> [citado el 21 de octubre de 2015]

- **Inversión:** son todas las erogaciones de dinero que se destinan a la compra de bienes necesarios para el desarrollo y funcionamiento de sus operaciones; para el caso todos los dineros que se invierten en la implementación de la iluminación LED.
- **IPC:** Índice de Precios al Consumidor.
- **TRM:** Tasa Representativa del Mercado, para el cambio de moneda local a dólares.
- **UVR:** Unidad de Valor Real.
- **Valor presente neto (VPN):** Es el valor para el momento actual de los flujos de caja futuros calculados a partir de una tasa de descuento. Para la presente guía se utiliza calculando en pesos constantes el resultado de la operación del sistema de iluminación existente y se compara con la implementación y operación de la iluminación LED.

La fórmula para calcularlo es:

$$VP = \sum_{t=0}^t \frac{VFt}{(1 + i)^t}$$

En donde: VFt= valor futuro en el tiempo, Tasa Descuento = i^* = WACC, Tiempo de evaluación = t

- **WACC (Weighted Average Cost of Capital):** refleja el costo de oportunidad de los recursos empleados (Capital y deuda) para los flujos de caja relevantes y bajo la perspectiva del que valora

Al emplear la WACC como tasa de descuento, se debe suponer la estructura de capital futura de la empresa o proyecto, (Porcentaje de Deuda y Porcentaje de Patrimonio)

WACC= Costo deuda * Proporción de la deuda + Costo capital * Proporción capital

- **WACC (Weighted Average Cost of Capital):** refleja el costo de oportunidad de los recursos empleados (Capital y deuda) para los flujos de caja relevantes y bajo la perspectiva del que valora
- **Variaciones en el costo unitario de la energía:** Parámetro que permite estimar los costos futuros de la energía dentro del periodo de evaluación del proyecto, asunto que resulta clave para determinar la conveniencia de la

implementación de proyectos como los que se evalúan en la presente guía metodológica.

- **Variaciones en el costo unitario de la energía:** En el mercado regulado colombiano la variación a pesos constantes es menor al 3% en los últimos cuatro años; por esta razón no se considera para la propuesta de aplicación de la presente guía la variación multianual.

3.3.3 Técnicas y Herramientas

Para el análisis de los costos, presupuestos y financiamiento se propone utilizar la herramienta de hoja de cálculo electrónica en los formatos de Consolidación de costos y beneficios (FOR-FIN-001), Flujos de caja (FOR-FIN-002) y Calculo de tasa de descuento (FOR-FIN-003), para lo que se recomienda tomar el original y generar una copia antes de iniciar con la manipulación del archivo.

Debido al número de variables que se manejan en la evaluación financiera se incluye a continuación el desarrollo detallado para el cálculo o la actualización (con las fuentes) de cada una de ellas.

WACC - Tasa para el proyecto.

Partiendo del concepto mencionado:

$WACC = \text{Costo deuda} * \text{Proporción de la deuda} + \text{Costo capital} * \text{Proporción capital}$

Costo de la deuda:

Para la aplicación de la presente guía se propone al evaluador realizar una actualización con las entidades financieras de las tasas vigentes; con énfasis en Bancoldex que cuenta con varias líneas de crédito, especialmente: Eficiencia Energética así como Energía Renovable y Desarrollo Sostenible, que al momento de la elaboración de la presente guía y como referencia se muestran en la siguiente tabla

Tabla 20 condiciones de crédito con Bancoldex

Portafolio de líneas de crédito para Entidades Orientadas al Crédito Microempresarial*
Vigentes a partir del 25 de Noviembre de 2015



Modalidades de Crédito Bancóldex										
Modalidad de Crédito	Beneficiarios	Destino de los recursos	Monto máximo a financiar	Moneda	Plazo	Período de Gracia	Pago de intereses	Abonos a capital	Tasas de Interés al Intermediario Financiero	Tasa de Interés al Beneficiario
Modernización Empresarial** (Circular No. 029 de 12 de Septiembre de 2011)	Micros y pequeñas empresas de todos los sectores económicos. Los créditos podrán ser otorgados a los socios o accionistas de las personas jurídicas antes mencionadas cuando los recursos sean destinados a capitalizar la empresa. Posterior al desembolso de los recursos la empresa capitalizada deberá remitir por conducto del intermediario financiero, certificación expedida por el revisor fiscal o contador, en la que se acredite la correcta aplicación del crédito. Igualmente podrán acceder a estos recursos los patrimonios autónomos constituidos por las empresas que cumplan las condiciones antes mencionadas.	Con esta modalidad de crédito se podrán financiar, bajo cualquiera de los mecanismos anteriormente mencionados, la inversión en activos fijos y diferidos vinculados a los procesos de producción, comercialización y prestación de servicios de las empresas beneficiarias, tales como: bienes muebles e inmuebles, obras de infraestructura y adecuación, maquinaria, equipos, software, vehículos, certificaciones de calidad, licencias, patentes, registros sanitarios, y demás inversiones orientadas al incremento de la productividad, competitividad o mitigación del impacto ambiental. De igual forma, los recursos del crédito se podrán destinar a la compra de acciones o cuotas sociales en proyectos de integración vertical u horizontal. Cuando la financiación del proyecto se solicite a través de los socios o accionistas, los recursos del crédito, adicional a los rubros anteriormente relacionados, también se podrán utilizar para cubrir las necesidades de capital de trabajo de la empresa o para la recomposición de sus pasivos, siempre y cuando dicho aporte se refleje en un incremento de su capital pagado por un monto igual o superior al crédito solicitado.	Hasta el 100% de las necesidades del empresario	Pesos	Hasta 7 años	Hasta 3 años	M.V., T.V., S.V.	Cuotas mensuales, trimestrales o semestrales iguales.	Hasta 6 meses: DTF (E.A.) + 3,90 (E.A.) > 6 meses y hasta 1 año: DTF (E.A.) + 3,95 (E.A.) > 1 año y hasta 2 años: DTF (E.A.) + 4,00 (E.A.) > 2 años y hasta 3 años: DTF (E.A.) + 4,15 (E.A.) > 3 años y hasta 4 años: DTF (E.A.) + 4,40 (E.A.) > 4 años y hasta 5 años: DTF (E.A.) + 4,65 (E.A.)	Libremente negociable

* ONG's financieras, cooperativas con actividad de ahorro y/o crédito, fundaciones financieras, cajas de compensación, asociaciones mutuales y fondos de empleados con cupo en BANCÓLDEX.

** Estas tasas aplican para aquellas entidades que tiene garantía: 50% FNG y 50% Endoso de pagares calificados en A al 130%

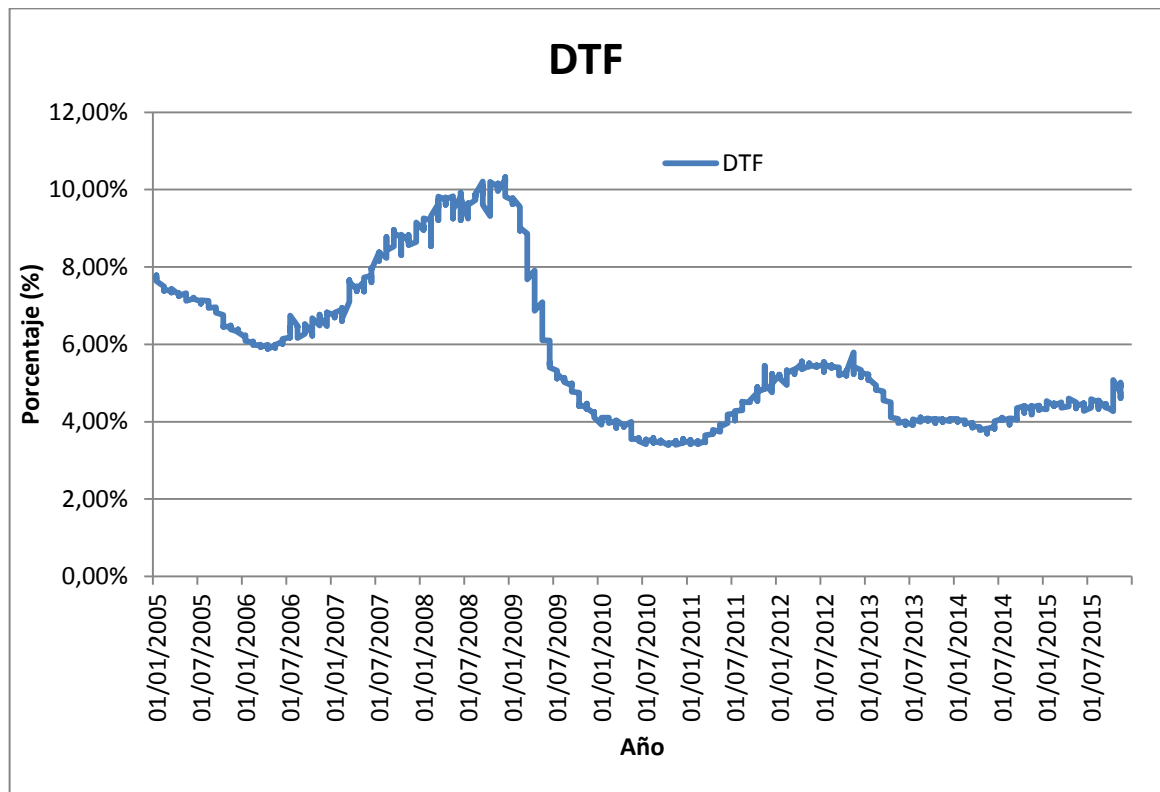
Fuente <https://www.bancoldex.com/ProductosyServicios/CircularesExternas.aspx> citado el 21 de octubre de 2015.

De manera que al utilizar las tasas mostradas se obtiene:

Tasa de la deuda = DTF + 4.65% + Tasa Banco intermediario (usualmente 8%)

Para la estimación del DTF se propone la utilización de la media aritmética de los últimos 10 años de la serie histórica que se puede consultar en la página web del banco de la republica que de acuerdo con los calculo realizados es de 5.75% (Ver Grafica siguiente)

Gráfico 1 Serie histórica DTF 2005 a 2015



Elaboración los autores, Fuente Banco de la republica <http://www.banrep.gov.co/es/df>. Tasas de captación semanales

De este modo la Tasa de la deuda = 5.75% + 4.65% + 8% = 18.40% E.A.

Considerando que se permite deducir los pagos por intereses del “impuesto de renta” entendido como el compendio de los impuestos: renta + CREE +sobre tasa CREE; el costo de la deuda se disminuye como se muestra:

$$\text{Costo de la deuda} = 18.40\% \times (1 - 39\%) = 11.22\%$$

Costo de recursos propios

Costo de recursos propios se representa por la sigla (Ke), se considera capital patrimonial aquella parte de la inversión que se debe financiar con recursos propios de manera que Ke puede definirse como la tasa de retorno exigida al patrimonio, asociada con la mejor oportunidad de inversión de riesgo similar, que se abandonará por destinar esos recursos al proyecto que se estudia.

$$Ke = R_f + \{(R_m - R_f) * \beta\} + TRP + RT$$

En donde R_f = tasa libre de riesgo, R_m = rentabilidad del mercado, β = Beta (coeficiente de riesgo relativo), TRP= tasa de riesgo país; RT= Riesgo tamaño.

Con el desarrollo mostrado se llega a:

$$Ke = 7.107 + \{(19.17 - 7.107) * 0.16\} + 2.87 = 11.91\%$$

Tasa libre de riesgo (Rf): Se define como el Tipo de Bono Cupón cero del Estado a un plazo equivalente al plazo de la inversión que se realiza.

Cuando el análisis se realiza en moneda débil (caso peso Colombiano) se tomaría la TIR de un bono a largo plazo del país emergente en moneda local.

Para los efectos de la evaluación propuesta en esta guía se propone utilizar recursos una $R_f = 7.107\%$ ³¹

Prima de riesgo de mercado (Pm=Rm- Rf): Es la diferencia entre el rendimiento esperado del mercado de acciones (R_m) y el rendimiento actual del mercado de renta fija sin riesgo (R_f) Para estimar este parámetro se utiliza una media (aritmética o geométrica) de una serie histórica, con lo que se supone que la expectativa del inversor, será igual a la que se produjo realmente en el pasado.

Para los efectos de la evaluación propuesta en esta guía se propone utilizar recursos con una $R_m = 19.17\%$ calculada a partir de los datos mostrados en la siguiente tabla

³¹Subastas de TES en pesos colombianos, < <http://www.banrep.gov.co/node/32393>>, Citado el 28/10/2015

Tabla 21 Rendimiento del mercado accionario, economías similares

País	Media Geométrica
Colombia	30.98%
Brasil	14.76%
Chile	14.11%
Mexico	20.95%
Retorno	19.17%

Elaboración por los autores, datos de Buenaventura V. Guillermo, Estudio Aplicación Capm, Icesi

Beta (β): Es un coeficiente de riesgo relativo, actúa como multiplicador de la Prima de riesgo de mercado (P_m), en función de las diferencias de los riesgos operativos y financieros de la empresa. En concreto respecto de los de las empresas que componen el índice de referencia (Regresión entre la variación de los rendimientos del valor concreto y las variaciones del rendimiento del propio índice). En el Beta β , inciden tamaño de la compañía (sociedad), apalancamiento operativo – proporción de los costos fijos respecto a los costos totales-, la volatilidad del negocio – ingresos contra PIB-, estructura del capital.

Considerando el alcance de esta guía metodológica se recomienda consultar el valor de β dentro de publicaciones WEB que se mantienen actualizadas³²:

Para la fecha de realización de la guía $\beta = 0.16$ ³³

La Prima De Riesgo País (TRP): Se utiliza para calcular el costo de capital propio (K_e), en una compañía de un país emergente, si el origen del capital propio es una moneda fuerte.

Al introducir esta prima, se supone que existen riesgos adicionales en el país donde se realiza la inversión, que no están recogidos en las previsiones del tipo de cambio.

La TRP: es igual a la TIR de los bonos emitidos por el país emergente menos la TIR de los bonos emitidos por el país de moneda fuerte en que se hace el análisis.

Si no existen bonos emitidos en dólares por el país emergente, se puede estimar el diferencial de TIR, conociendo la calificación de riesgo que las agencias de

³² Valor de β publicaciones WEB. Disponible en:

http://www.icesi.edu.co/departamentos/finanzas_contabilidad/betas_colombia.php

³³ Tomado de BETAS COLCAP – COLOMBIA.xls publicado en la página web:

<http://www.icesi.edu.co/departamentos/finanzas_contabilidad/betas_colombia.php> citada el 29/10/2015.

rating otorgan a un país en concreto y el spread (diferencia entre el precio de compra y el de venta de un activo financiero) que lleva consigo.

Para el análisis de prefactibilidad el evaluador debe decidir si este es un factor que influye en sus costos de capital y así incluirlo o no, en función del origen de sus recursos, eventualmente si los recursos provienen de una casa matriz con portafolios en diversas geografías puede ser necesario.

En el momento de elaboración de la guía TRP=2.87%³⁴

La Prima De Riesgo Tamaño (PT); Supone aceptar que las compañías con valor de capitalización pequeño tienen un riesgo superior al de otras con mayor tamaño, ya que experimentan con mayor intensidad los ciclos económicos (mayor volatilidad de sus ingresos con respecto al PIB) y tienen mayores probabilidades de quiebra, para la presente guía metodológica no se considerará un valor.

Variaciones en el costo unitario de la energía

En el mercado regulado colombiano la variación a pesos constantes es menor al 3% en los últimos cuatro años; por esta razón para la propuesta de aplicación de la presente guía la variación multianual se basa en la media del IPC en los últimos 10 años, calculada en 4.16%.

La siguiente tabla presenta el costo unitario (en adelante CU) promedio nacional en pesos constantes de 2012.

Tabla 22 Costo unitario para el mercado regulado \$/KWh - pesos constantes 2012

Componentes	2012	2013	2014	2015
Generación	131	138	143	140
Transmisión	21	20	20	21
Distribución	128	125	127	129
Comercialización	37	38	38	39
Costos de pérdida	25	26	26	26
Restricciones	13	4	5	2
Total	354	351	359	356

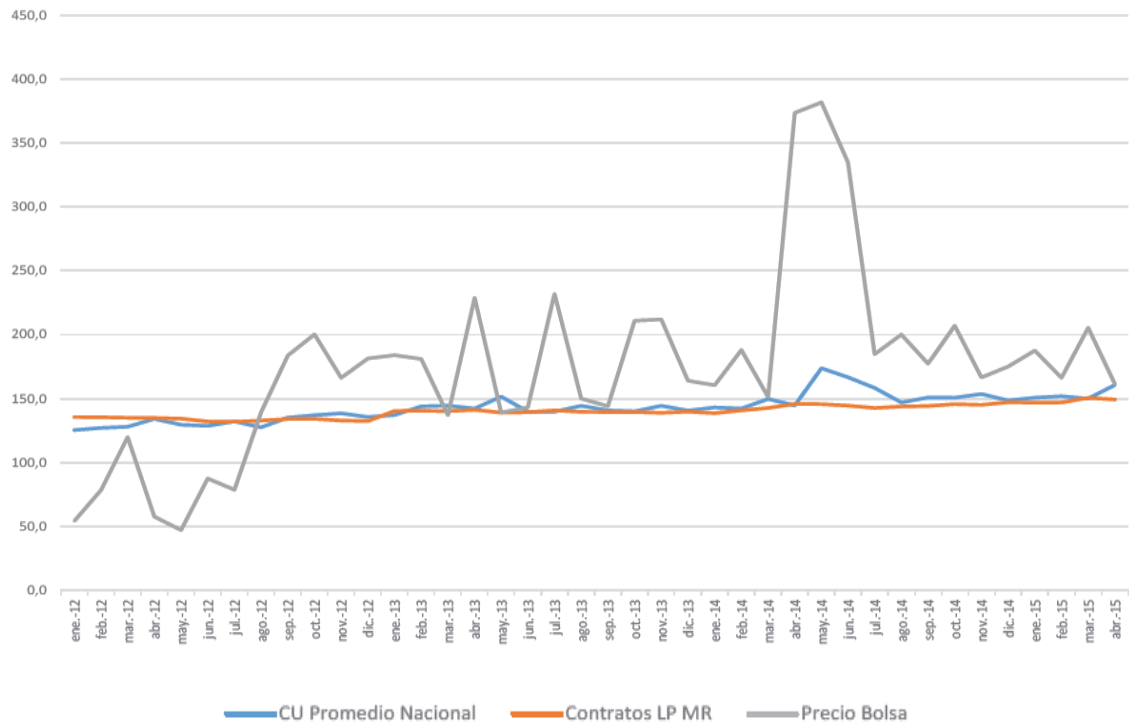
Fuente: Velez A. Luis G, El precio de la electricidad en Colombia y comparación con referentes internacionales, Pág. 17

Las variaciones en el CU se explican principalmente por las variaciones en el componente de generación. A diferencia del mercado no regulado, en el cual el precio de generación es el precio medio de los contratos de largo plazo, en el mercado regulado el componente de generación depende del precio de los

³⁴ Tomado de <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=4> citado el 29/10/2015

contratos de largo plazo y del precio de bolsa, según el grado de exposición que tengan los comercializadores. Por esa razón, como se observa en la , el CU promedio se sitúa por encima o por debajo del precio promedio de los contratos de acuerdo con las variaciones del precio de bolsa.

Gráfico 2 CU promedio nacional mercado regulado

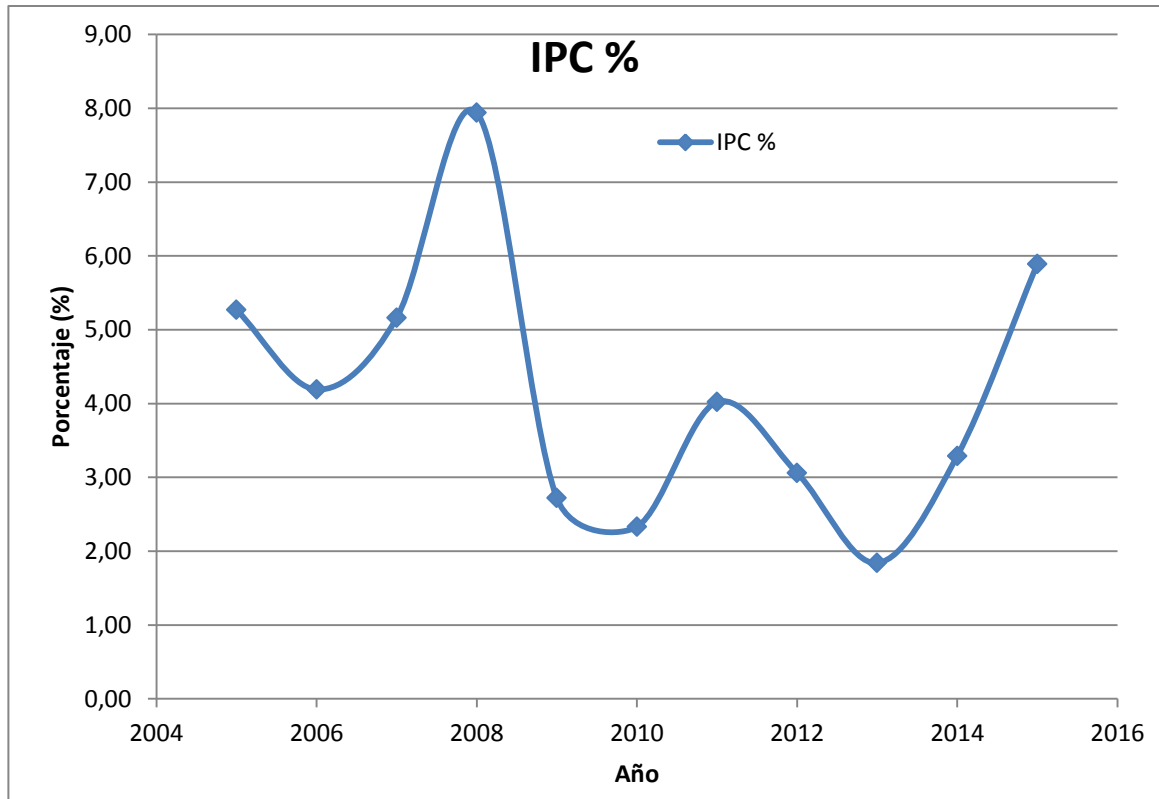


Fuente: Velez A. Luis G, El precio de la electricidad en Colombia y comparación con referentes internacionales, Pág. 17

Variación IPC

Consultando en la página web del DANE, mostrada abajo se puede obtener los datos históricos de los últimos 5 años, de manera que con el cálculo del promedio (media) se obtiene un dato representativo para proyectar un incremento multianual en el periodo de evaluación, los cálculos propuestos de muestran en la Tabla 23 y la siguiente gráfica.

Gráfico 3 Comportamiento histórico IPC



Fuente Dane, elaboración los autores.

Tabla 23 Valores históricos del IPC Colombia

Años	IPC %
2005	5.27
2006	4.19
2007	5.16
2008	7.94
2009	2.72
2010	2.33
2011	4.02
2012	3.06
2013	1.84
2014	3.29
2015	5.89

Media 4.16

Fuente DANE³⁵, cálculos de los autores

³⁵ <http://www.dane.gov.co/index.php/esp/indicadores/indice-de-precios-al-consumidor>

3.3.4 Procedimiento

En la Tabla 24 se muestra el proceso propuesto para el desarrollo de las actividades.

Tabla 24 Procedimiento de costos, presupuesto y financiamiento

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: FOR-FIN-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudios Financieros				
OBJETIVO: Evaluar la conveniencia financiera de la implementación del proyecto de iluminación LED.				
ALCANCE: Describir las actividades a realizar para analizar el valor presente neto de la operación con y sin la implementación del proyecto de iluminación eficiente. Dejar registradas para el informe final las recomendaciones de estudio de fuentes de financiación.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
1	INICIO			
2	Consolidación de costos y beneficios	Determinar los costos y los beneficios de la situación actual y con la implementación del sistema de iluminación LED, de acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios técnicos y con las consideraciones descritas en la guía metodológica. Para el cálculo de la inversión debe tenerse en cuenta las consideraciones dadas en la guía metodológica.	Evaluador	Resultados estudio técnico
3	Definición de variables para evaluación financiera	Para la evaluación financiera se hace necesario la selección de una tasa de descuento (WACC) que se aplicará al proyecto. La WACC puede incluir capital propio de la empresa (o inversionista) y capital proveniente de deuda, de acuerdo con lo detallado en la guía metodológica se recomienda al evaluador tomar una tasa de descuento del 10%, si se considera necesario en la guía metodológica se ha consignado los detalles para el cálculo de la WACC. IPC: debido a que los indicadores del sector eléctrico muestran variaciones altamente influenciadas por el cambio climático y la coyuntura de los hidrocarburos se propone utilizar la proyección del histórico del IPC para anualizar los incrementos de los valores obtenidos en el paso anterior.	Evaluador	Calculo de la tasa de descuento FOR-FIN-003
	3			
	4			

Fuente: los autores

Tabla 24 Procedimiento de costos, presupuesto y financiamiento (Continuación)

FECHA:		RESPONSABLE:	VERSIÓN: 001	CÓDIGO: FOR-FIN-001
NOMBRE DEL PROYECTO:				
GUÍA METODOLÓGICA: Estudios Financieros				
OBJETIVO: Evaluar la conveniencia financiera de la implementación del proyecto de iluminación LED.				
ALCANCE: Describir las actividades a realizar para analizar el valor presente neto de la operación con y sin la implementación del proyecto de iluminación eficiente. Dejar registradas para el informe final las recomendaciones de estudio de fuentes de financiación.				
No.	Diagrama de flujo	Descripción de la Actividad	Responsable	Documento o Registro
4		<p>Este paso consiste en realizar una valoración a valor presente y pesos constantes de las alternativas de manera que al final se valora la contribución (ahorro) logrado por la implementación de la iluminación LED.</p> <p>En el formato propuesto se registran las entradas y salidas efectivas de capital en cada uno de los años propuestos para la evaluación.</p> <p>El periodo cero (0) corresponde al momento en el cual se termina la migración a iluminación LED.</p> <p>Situación Actual: En la columna del periodo cero no se registra ningún valor. En las columnas del año 1 al año 3 se registran los valores de costos y gastos para cada año de seguir con el sistema iluminación actual; actualizando los valores con la media calculada para el IPC, de manera que año a año se mayor el valor con el factor 1+(Media IPC histórico) En la hoja excel adjunta se puede apreciar los calculos.</p> <p>Implementando Iluminación LED: En la columna del periodo cero se registra el monto de la inversión en la ejecución del proyecto. En las columnas restantes se consignan los valores correspondientes a la operación de la iluminación LED despues de implementada; actualizando los valores con la media calculada para el IPC, de manera que año a año se mayor el valor con el factor 1+(Media IPC histórico) En la hoja excel adjunta se puede apreciar los calculos.</p> <p>Subtotales Con la información cargada se procede a realizar los calculos de los subtotales de los beneficios y de los costos sumando todos los valores registrados.</p> <p>Saldo: Con los valores de los subtotales se contruye el saldo de la caja de la siguiente manera, con el subotal de beneficios del periodo (columna en la que se esta trabajando) se resta el sobtotal de costos y este resultado se consigna en la celda de saldo.</p> <p>Tasa de descuento: debido a que se calcula como una comparación entre dos alternativas excluyentes de operación y en este punto no se incluire el costo del financiamiento se fija una tasa estandar de 10%, o, el valor calculado para la WACC; ver fuentes de financiación.</p> <p>Calculo del VP: Utilizando la herramienta Excel y con el arreglo propuesto en el formato FOR-CPF-003 se realiza el calculo utilizando la formula VNA y sumando (con su valor negativo) la inversión inicial (ver detalle en la hoja de excel adjunta).</p> <p>El menor valor presente (VP) obtenido de las dos opciones es la mejor opción pues es la que menos dinero en iluminación representa.</p>	Evaluador	Registro de flujo de caja FOR-FIN-002
5		<p>Con los resultados en valor presente (VP) obtenidos en el paso anterior, se puede evaluar cual de las diversas alternativas se ajusta mas a la realidad de la organización para lo que debera utilizar la tabla resumen de los esquemas de contratación, financiación y ejecución cuidando de revisar que las condiciones esten actualizadas o deberá realizar una actualización.</p>	Evaluador	Esquemas de contratación, financiación y ejecución FOR-FIN-004
6				

Fuente los autores

Formato 10 Registro de costos y beneficios

CONSOLIDACION DE COSTOS Y BENEFICIOS						CODIGO FOR-FIN-001
						VERSIÓN 1
Costos y Beneficios						
CLASIFICACION	SITUACION ACTUAL			IMPLEMENTANDO ILUMINACION LED		
	ESTUDIOS AMBIENTALES	ESTUDIOS TECNICOS	Subtotal	ESTUDIOS AMBIENTALES	ESTUDIOS TECNICOS	Subtotal
BENEFICIOS	Ingresos operacionales	Ingresos operacionales		Ingresos operacionales	Ingresos operacionales	
	Ventas?	Ventas?		Ventas?	Ventas?	
	Ingresos no operacionales	Ingresos no operacionales		Ingresos no operacionales	Ingresos no operacionales	
	Venta de activos Equipos	Venta de activos Equipos		Venta de activos Equipos	Venta de activos Equipos	
	Ahorros	Ahorros		Ahorros	Ahorros	
				Reducciones tributarias?		
INVERSIÓN COSTOS Y GASTOS	Inversión	Inversión		Inversión	Inversión	
	Infraestructura Maquinaria y equipo	Infraestructura Maquinaria y equipo		Infraestructura Maquinaria y equipo	Infraestructura Maquinaria y equipo	
	Otros	Otros		Otros	Otros	
	Costos	Costos		Costos	Costos	
	Tasas retributivas Manejo de RESPEL	Materiales		Tasas retributivas Manejo de RESPEL	Materiales	
	Gastos	Gastos		Gastos	Gastos	
	Estudios Gastos de Personal (operativo) Educación y culturización Servicios Insumos Mantenimiento	Estudios Gastos de Personal (operativo) Educación y culturización Servicios Insumos Mantenimiento		Estudios Gastos de Personal (operativo) Educación y culturización Servicios Insumos Mantenimiento	Estudios Gastos de Personal (operativo) Educación y culturización Servicios Insumos Mantenimiento	

Fuente los autores

Formato 11 Flujo de caja

FLUJOS DE CAJA					CODIGO FOR-FIN-002 VERSIÓN 1				
Flujos de Caja									
CLASIFICACION	SITUACION ACTUAL				CLASIFICACION	IMPLEMENTANDO ILUMINACION LED			
	0	Año 1	Año 2	Año 3		0	Año 1	Año 2	Año 3
BENEFICIOS	0	0	0	0	BENEFICIOS	0	0	0	0
	0	0	0	0		0	0	0	0
	0	0	0	0		0	0	0	0
Subtotal	0	0	0	0	Subtotal	0	0	0	0
COSTOS	0	0	0	0	COSTOS	0	0	0	0
	0	0	0	0		0	0	0	0
	0	0	0	0		0	0	0	0
Subtotal	0	0	0	0	Subtotal	0	0	0	0
Saldo	0		0	0	Saldo	0	0	0	0
Tasa de descuento					Tasa de descuento				
VPN					VPN				

Fuente los autores

Formato 12 Formato para el cálculo de tasa de descuento

FORMATO DE CALCULO DE TASA DE DESCUENTO					CODIGO FOR-FIN-003	
					VERSIÓN 1	
CALCULO DE LA TASA DE DESCUENTO						
Costo de la Deuda	\$	%	%	Interes	\$	
	Capital*	Tasa	Impuestos	neta Ts	Intereses	
Banco A						
Banco B						
Tasa Ponderada						
* Cifras en millones						
Costo Capital Propio	\$	%	\$			
	Monto*	Tasa	Interés			
Socio 1						
Socio 2						
Socio 3						
Tasa Ponderada						
Parametros	Socio 1	Socio 2	Socio 3			
Tasa libre de Riesgo						
Tasa mercado						
Beta						
TRT						
R tamaño						
Impuestos						
	Monto	Tasa ponderada	Interes	Participación	Tasa Ponderada	
Deuda						
Capital						
	WACC					

Fuente los autores

3.3.5 Otras Opciones de financiación

Debido al interés mundial acerca de los proyectos de eficiencia energética se presentan oportunidades de créditos especializados con tasas muy atractivas e inclusive la condonación de una parte de la deuda en función de las eficiencias energéticas obtenidas, se recomienda al evaluador realizar una consulta con las entidades financieras al respecto; en el momento de la elaboración de esta guía existen en Colombia dos opciones de amplio conocimiento y fácil acceso:

Bancolombia y Banco de Bogotá que trabajan con esquemas como los que se muestran en la siguiente tabla.

Ilustración 8 Esquemas de financiación para proyectos de desarrollo sostenible



Fuente: Estrategia de negocios ambientales y mecanismos de apoyo a la energía eficiente; Gerencia de gestión ambiental, Bancolombia.

La línea de crédito ambiental para Pymes de Bancolombia, cuenta con un beneficio de condonación de la deuda de entre 15% y el 25 % para aquellas iniciativas que demuestren reducciones del consumo superiores al 30% en el impacto ambiental, los esquemas de trabajo con los bancos para este tipo de créditos involucran necesariamente a una ESCO (por su sigla en inglés: empresa de servicios energéticos) por lo que al finalizar el desarrollo de la prefactibilidad se debería contactar a una ESCO para que desarrolle la siguiente fase, formule la factibilidad y eventualmente la implementación.

Para el desarrollo y análisis de las opciones de financiación se propone usar el siguiente formato para resumir las oportunidades de financiación.

Formato 13 Esquemas de contratación, financiación y ejecución

ESQUEMAS DE CONTRATACION / FINANCIACIÓN / EJECUCIÓN					CODIGO FOR-FIN-004	
VERSIÓN 1						
Esquemas de contratacion / financiación /ejecución						
	Ventajas		Desventajas		Particularidades	Tipo de organización a la que mejor le funciona
Gestion por la misma organización (tradicional)	El 100% de los ahorros son para la organización		Financiación 100% Dificil acceder a creditos blandos (multilaterales, riesgo compartido) Asume el riesgo.		Requiere expertos dedicados a una actividad secundaria al objeto. Se encarga de cada uno de los procesos.	Con capital y recursos disponibles. Sin mejores proyectos. Alto nivel tecnico.
ESCO Ahorros compartidos	La ESCO provee conocimiento	La ESCO provee el capital ESCO asume riesgo de rendimiento y de credito No requiere endeudamiento Bajo riesgo	Una parte de los ahorros se los lleva la ESCO. La propiedad permanece en la		Cobro variable: La ESCO cobra un % del ahorro mensual obtenido. Cobro con escalado: El % de cobro de la ESCO declina con la recuperación de la inversión. Cobro concertado: se acuerda un valor mensual y si se supera el ahorro previsto se comparte. Cobro condicionado: La ESCO cobra la totalidad de los ahorros y apartir de un periodo se comparten los ahorros.	Alto endeudamiento Alto riesgo para las entidades financieras
ESCO Ahorros garantizados	Optmización del gastos, mantenimiento y producción por terceros expertos.	La ESCO se compromete con un % minimo de ahorros solo se paga si se cumple. Si los ahorros no se logran la ESCO debe reembolsar la diferencia. Bajo riesgo	ESCO hasta que finaliza el contrato. Riesgo de que los precios de la energia aumenten y los ahorros disminuyan.	La tarifa de la ESCO es comparativamente mas alta por % de ahorro. Aumenta el endeudamiento o usa recursos propios. Asume el riesgo global de financiación	Depende de la precisión del diagnostico realizado Muy usado en empresas publicas en donde usualmente se incluye la operación y mantenimiento para garantizar el optimo funcionamiento. Se puede estructurar la deuda dentro de la ESCO pero la tarifa sube.	Organización con otros proyectos o mas rentables. Se usa ampliamente en casos de migración tecnologica en donde el ahorro no depende de practicas operacionales del cliente
ESCO Ahorros no garantizados		El 100% de los ahorros son para la organización.		Financiación 100% Asume el riesgo tecnico y financiero	La tarifa de la ESCO es mas baja por bajo riesgo	Con capital y recursos disponibles. Sin mejores proyectos.

Fuente los autores

3.3.6 Resultados

El resultado de la evaluación financiera debe permitir:

- Obtener las estimaciones de costos y beneficios sin la implementación de la iluminación LED antes y después.
- Obtener los flujos de caja y el VP de la iluminación para el escenario en donde se sigue con la condición actual y en el cual se migra a la iluminación LED.
- Definir cuál es la opción más conveniente a nivel financiero comparando el VP de las opciones, teniendo en cuenta la siguiente interpretación:

El menor valor de VP muestra la opción que representa a pesos constantes el menor “gasto” para la operación de la planta por lo que se considera la alternativa más conveniente.

CONCLUSIONES:

Con respecto a los esquemas de contratación, financiamiento y ejecución existe una particular coyuntura acerca de proyectos de eficiencia energética pues existe una tendencia mundial que facilita recursos para que se financien por lo que la banca multilateral y la banca local tienen líneas de crédito específicas con descuentos en las tasas e inclusive comparten el riesgo del crédito. De allí que las opciones más probables para la migración de iluminación sean por medio de las ESCO

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA GUÍA

Para la implementación de la guía financiera, se hizo necesario desarrollar la guía técnica y ambiental, debido a que los resultados de estas dos fueron datos de entrada para el análisis. Los datos recopilados para la implementación de la guía fueron suministrados por la compañía y algunos tomados directamente, el tiempo empleado fue muy corto debido a que la compañía ya tenía datos de consumo eléctrico.

Las guías de IAEP y Administrativa no fueron implementadas.

A Continuación se muestra la aplicación de las guías implementadas

4.1 APLICACIÓN ESTUDIO TÉCNICO

FORMATO DE EVALUACIÓN TÉCNICO						CODIGO FOR-TEC-001
						VERSIÓN 1
Definición de potencia instalada (CAPACIDAD)						
Zona	Número de bombillas	Potencia unitaria bombillas actuales (W)	Equivalente en bombillas LED	Potencia unitaria bombillas LED (W)	Potencia instalada sistema actual (W)	Potencia instalada sistema LED (W)
			De acuerdo con tabla de equivalencia	De acuerdo con tabla de equivalencia	No. bombillas * potencia unitaria	No. bombillas * potencia unitaria
PLANTA 1	6	64	6	15	384	90
	4	20	4	10	80	40
	4	250	4	80	1000	320
Total					1464	450
PLANTA 2	4	60	4	14	240	56
	2	64	2	15	128	30
	1	78	1	19	78	19
	4	250	4	80	1000	320
	2	250	2	80	500	160
Total					1946	585
PATIO	3	250	3	80	750	240

FORMATO DE EVALUACIÓN TÉCNICO						CODIGO FOR-TEC-001
						VERSIÓN 1
Definición de potencia instalada (CAPACIDAD)						
Zona	Número de bombillas	Potencia unitaria bombillas actuales (W)	Equivalente en bombillas LED	Potencia unitaria bombillas LED (W)	Potencia instalada sistema actual (W)	Potencia instalada sistema LED (W)
			De acuerdo con tabla de equivalencia	De acuerdo con tabla de equivalencia	No. bombillas * potencia unitaria	No. bombillas * potencia unitaria
BODEGA	6	250	6	80	1500	480
	1	64	1	15	64	15
Total					1564	495
OTRAS ÁREAS	8	64	8	15	512	120
OFICINAS	4	64	4	30	256	120
	6	64	6	30	384	180
	12	64	12	30	768	360
	8	64	8	30	512	240
	2	68	2	36	136	72
	5	68	5	36	340	180
	2	64	2	30	128	60
	5	68	5	36	340	180
	5	68	5	36	340	180
	9	68	9	36	612	324
	1	64	1	30	64	30
	6	64	6	30	384	180
	4	68	4	36	272	144
Total					5048	2370

Definición del consumo energético en el periodo de tiempo escogido					
Zona	Horas-día de uso	Días- año de uso	Consumo energético año sistema actual (kW)	Consumo energético año sistema LED (kW)	
			Potencia instalada zona * hras de uso* dias de uso	Potencia instalada * hras de uso* dias de uso	
PLANTA 1	12,8	245	4591,104	1411,2	
PLANTA 2	12,8	245	6102,656	183,456	
PATIO	12,8	245	2352	752,64	
BODEGA	4	245	1532,72	485,1	
OTRAS ÁREAS	1	245	125,44	29,4	
OFIINAS	8	245	9894,08	4645,2	
Cálculo de costos y beneficios					
Zona	Costos de energía sistema actual (\$)	Costos de energía sistema LED (\$)	Disminución en costos de la energía	Disminución porcentual de los costos de la energía en un año.	Porcentaje de ahorro
	Consumo energético* \$ de la electricidad	Consumo energético* \$ de la electricidad	costos de energía sistema Actual - costos de energía sistema LED	Costos de la energía sistema Actual- Costos de la energía sistema LED /100	Ahorro por zona/ Ahorro total
PLANTA 1	\$ 1.308.464,64	\$ 402.192,00	\$ 906.272,64	69%	19%
PLANTA 2	\$ 1.739.256,96	\$ 52.284,96	\$ 1.686.972,00	97%	35%
PATIO	\$ 670.320,00	\$ 214.502,40	\$ 455.817,60	68%	9%
BODEGA	\$ 436.825,20	\$ 138.253,50	\$ 298.571,70	68%	6%
OTRAS ÁREAS	\$ 35.750,40	\$ 8.379,00	\$ 27.371,40	77%	1%
OFIINAS	\$ 2.819.812,80	\$ 1.323.882,00	\$ 1.495.930,80	53%	31%
Ahorro total			\$	4.870.936,14	

Los datos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la guía metodológica se resumen a continuación:

Tabla 25 Tipo de iluminación

Tipo de iluminación	Tiempo de trabajo	Días de trabajo
Lámpara de 60 x 60	Distribuido un rango entre 4 horas y 12	Se usaron 5 días a la semana como base. Para una totalidad al año de 245 días.
Tubos fluorescentes		
Bombillo ahorrador		
Metal Halide		
Reflectores		

Se realizó un inventario de bombillas por zona ya continuación se muestran las tablas de resultados de las recopilación de información.

- Planta 1

Tabla 26 Número de bombillas zona planta 1

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
6	Tubos fluorescentes	2	32
4	Bombillo ahorrador	1	20
4	Metal Halide	1	250

- Planta 2

Tabla 27 Número de bombillas zona planta 2

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
4	Tubos fluorescentes	2	30
2	Tubos fluorescentes	2	32
1	Tubos fluorescentes	2	39
4	Reflectores	1	250
2	Reflectores	1	250

- Oficinas

Tabla 28. Número de bombillas oficina

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
4	Tubos fluorescentes	2	32
6	Tubos fluorescentes	2	32
12	Tubos fluorescentes	2	32
8	Tubos fluorescentes	2	32
2	Lámpara de 60 x 60	4	17
5	Lámpara de 60 x 60	4	17
2	Tubos fluorescentes	2	32
5	Lámpara de 60 x 60	4	17
5	Lámpara de 60 x 60	4	17
9	Lámpara de 60 x 60	4	17
1	Tubos fluorescentes	2	32
6	Tubos fluorescentes	2	32
4	Lámpara de 60 x 60	4	17

- Patio

Tabla 29 Número de bombillas patio

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
3	Reflectores	1	250

- Bodega

Tabla 30. Número de bombillas bodega

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
6	Reflectores	1	250
1	Tubos fluorescentes	2	32

- Otras áreas

Tabla 31 Numero de bombillas otras áreas

Cantidad	Tipo Iluminación	Distribución	
8	Metal Halide	2	32

El estudio técnico permite visualizar un ahorro en el costo de la electricidad del 69,48% al realizar la migración de iluminación sistemas eficientes de iluminación tipo LED. Este porcentaje se mantendrá durante la vida útil de la iluminación LED

que está calculada aproximadamente en cincuenta mil horas Teniendo en cuenta el ahorro en el pago de la electricidad, La zona donde más puede ahorrarse en esta empresa son las oficinas y la zona de la planta 2.

4.2 APLICACIÓN ESTUDIO AMBIENTAL

A continuación se muestra el resultado de la aplicación de la guía de estudio ambiental.

FORMATO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL					CODIGO FOR-AMB-001
					VERSIÓN 1
Definición de potencia instalada					
Número de bombillas	Potencia unitaria bombillas actuales	Equivalente en bombillas LED	Potencia unitaria bombillas LED (W)	Potencia instalada sistema actual (w)	Potencia instalada sistema LED (w)
				No. bombillas * potencia unitaria	No. bombillas * potencia unitaria
2	68	2,00	9	136,0	18,0
28	68	28,00	9	1904,0	252,0
1	64	1,00	15	64,0	15,0
16	64	16,00	15	1024,0	240,0
35	64	35,00	15	2240,0	525,0
4	20	4,00	10	80,0	40,0
4	20	4,00	10	80,0	40,0
4	250	4,00	100	1000,0	400,0
4	250	4,00	100	1000,0	400,0
4	60	4,00	14	240,0	56,0
4	60	4,00	14	240,0	56,0
1	39	1,00	19	39,0	19,0
1	39	1,00	19	39,0	19,0
10	250	10,00	80	2500,0	800,0
12	250	12,00	80	3000,0	960,0

Definición del consumo energético en el periodo de tiempo escogido

Horas-día de uso (horas)	Días año de uso (días)	Consumo energético año sistema actual	Consumo energético año sistema LED
		(Potencia instalada * horas de uso* días de uso (kW/h))	Potencia instalada * horas de uso* días de uso (kW/h)
1	275	37,4	5,0
8	275	4188,8	554,4
2	275	35,2	8,3
12	275	3379,2	792,0
4	275	2464,0	577,5
12	275	264,0	132,0
4	275	88,0	44,0
12	275	3300,0	1320,0
4	275	1100,0	440,0
12	275	792,0	184,8
4	275	264,0	61,6
12	275	128,7	62,7
4	275	42,9	20,9
12	275	8250,0	2640,0
4	275	3300,0	1056,0

Definición emisiones de carbono efecto invernadero (ECI)			
Emsiones carbono sistema actual	Emsiones carbono sistema LED	Disminución de emisiones de carbono	Disminución porcentual emisiones de carbono
Consumo enregético * 0,39 Kg / kW/h	Consumo enregético * 0,39 Kg / kW/h	ECI sistema actual- ECI sistema LED	ECI sistema LED- ECI sistema actual /100
15	2	13	87%
1634	216	1417	87%
14	3	11	77%
1318	309	1009	77%
961	225	736	77%
103	51	51	50%
34	17	17	50%
1287	515	772	60%
429	172	257	60%
309	72	237	77%
103	24	79	77%
50	24	26	51%
17	8	9	51%
3218	1030	2188	68%
1287	412	875	68%

El estudio ambiental muestra que si se llegará a implementar la migración del sistema de iluminación actual al sistema tipo LED se tendría una reducción de gases tipo invernadero de hasta el 87% con respecto a las emitidas actualmente.

4.3 APLICACIÓN EVALUACIÓN FINANCIERA

En el caso de aplicación se han desarrollado los formatos propuestos; para el registro de los costos y beneficios se han consignado los costos y gastos de la situación antes de la implementación y después de ella sin considerar el resto de las operaciones (movimientos financieros) que no tienen cambios o afectación y por lo tanto son irrelevantes para el análisis de las alternativas.

Teniendo como base la distribución de bombillas en la compañía (Analizado en la guía técnica) se asigna un precio a cada una dependiendo del tipo de bombilla para determinar el costo de la actual de la inversión en bombillos y el costo de la inversión en iluminación LED. En la siguiente tabla se muestran los cálculos realizados.

Tabla 32 Calculo inversión iluminación Actual y LED

Zona	Número de bombillas	ACTUAL		LED	
		\$ unit	Subtotal	\$ unit	Subtotal
ZONA 1	6	\$ 15.000	\$ 90.000	\$ 66.643	\$ 399.858
	4	\$ 11.000	\$ 44.000	\$ 67.821	\$ 271.284
	4	\$ 26.000	\$ 104.000	\$ 135.000	\$ 540.000
ZONA 2	4	\$ 15.000	\$ 60.000	\$ 66.643	\$ 266.572
	2	\$ 15.000	\$ 30.000	\$ 66.643	\$ 133.286
	1	\$ 23.000	\$ 23.000	\$ 93.000	\$ 93.000
	4	\$ 26.000	\$ 104.000	\$ 135.000	\$ 540.000
	2	\$ 26.000	\$ 52.000	\$ 135.000	\$ 270.000
PATIO	3	\$ 26.000	\$ 78.000	\$ 135.000	\$ 405.000
BODEGA	6	\$ 26.000	\$ 156.000	\$ 135.000	\$ 810.000
	1	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 66.643	\$ 66.643
OTRAS ÁREAS	8	\$ 15.000	\$ 120.000	\$ 66.643	\$ 533.144
OFICINAS	4	\$ 24.000	\$ 96.000	\$ 93.000	\$ 372.000
	6	\$ 24.000	\$ 144.000	\$ 93.000	\$ 558.000
	12	\$ 24.000	\$ 288.000	\$ 93.000	\$ 1.116.000
	8	\$ 24.000	\$ 192.000	\$ 93.000	\$ 744.000
	2	\$ 24.000	\$ 48.000	\$ 93.000	\$ 186.000
	5	\$ 24.000	\$ 120.000	\$ 93.000	\$ 465.000
	2	\$ 24.000	\$ 48.000	\$ 93.000	\$ 186.000
	5	\$ 24.000	\$ 120.000	\$ 93.000	\$ 465.000
	5	\$ 24.000	\$ 120.000	\$ 93.000	\$ 465.000
	9	\$ 24.000	\$ 216.000	\$ 93.000	\$ 837.000
	1	\$ 24.000	\$ 24.000	\$ 93.000	\$ 93.000
	6	\$ 24.000	\$ 144.000	\$ 93.000	\$ 558.000
	4	\$ 24.000	\$ 96.000	\$ 93.000	\$ 372.000
Costo Directo Sub total		\$	2.532.000	\$	10.745.787
AIU		30%	\$ 759.600,0	50%	\$ 5.372.893,5
TOTAL INVERSIÓN		\$	3.291.600,0	\$	16.118.680,5

Fuente los autores

Registro de costos y beneficios de la situación actual y con la implementación LED

CONSOLIDACION DE COSTOS Y BENEFICIOS							CODIGO FOR-FIN-001 VERSIÓN 1	
Costos y Beneficios								
CLASIFICACION	SITUACION ACTUAL				IMPLEMENTANDO ILUMINACION LED			
	ESTUDIOS AMBIENTALES	ESTUDIOS TECNICOS	Notas	Subtotal	ESTUDIOS AMBIENTALES	ESTUDIOS TECNICOS	Notas	Subtotal
INVERSIÓN COSTOS Y GASTOS	Inversión No tiene cambio	Inversión \$ 3.291.600,00	Se repite bi- anualmente	\$ 3.291.600,00	Inversión No tiene cambio	Inversión \$ 16.118.680,50	Una unica vez en el periodo de evaluación	\$ 16.118.680,50
	Costos No tiene cambio	Costos No tiene cambio			Costos No tiene cambio	Costos No tiene cambio		
	Gastos No tiene cambio	Gastos \$ 7.010.430,00	Se repite anualmente	\$ 7.010.430,00	Gastos No tiene cambio	Gastos \$ 2.139.493,86	Se repite anualmente	\$ 2.139.493,86
		\$ 1.051.564,50		\$ 1.051.564,50				

Fuente los autores

Para el siguiente paso se tomó el formato para el cálculo de la tasa de descuento (WACC) y se realizaron los cálculos de la financiación al 70% y las fuentes de capital propio con un 30%.

Los datos en la tabla siguiente son los parámetros utilizados para la aplicación.

Tabla 33 Datos para evaluación financiera

Parametros de Evaluación Financiera	
DTF	5.75%
Tasa prestamos Bancoldex	DTF+4.65+Tasa banco intermediario
Tasa banco intermediario	8.00%
Tasa libre de riesgo - Rf	7.11%
Tasa de mercado - Rm	19.20%
Beta - β	16.00%
TRP	2.87%
Pt	0.00%
Impuestos	39.00%
% Capital de prestamos	70.00%
% Aportes sociales	30.00%
IPC	4.16%

Fuente los autores.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

- La evaluación financiera se realizó a cinco años, considerando que varios estudios han determinado que ese es el tiempo en el cual empieza a recuperarse la inversión de este tipo de proyectos.
- El gasto asociado a cada año corresponde al cálculo que se realizó en la implementación de la guía, correspondientes al consumo de electricidad con y sin sistema de iluminación LED.
- Adicional a los gastos por consumo energético, en el flujo de caja sin iluminación LED, se asociaron costos de mantenimiento y cambio de luminarias cada dos años. Este gasto no se asoció en el flujo de caja con iluminación LED, pues la vida útil de este tipo de luminarias es mayor que el tiempo de Evaluación.
- Se consideró que el pago por el uso de la electricidad aumenta con el IPC cada año.

- La inversión se calculó teniendo como base los resultados del estudio técnico, donde se especifica la cantidad y especificaciones técnicas de la luminarias necesarias para hacer la migración a iluminación LED, más unos costos asociados a mano de obra y administración del proyecto.

Calculo de la WACC

FORMATO DE CALCULO DE TASA DE DESCUENTO					CODIGO FOR-FIN-003	
					VERSIÓN 1	
CALCULO DE LA TASA DE DESCUENTO						
Costo de la Deuda	\$	%	%	Interes	\$	
	Capital*	Tasa	Impuestos	neta Ts	Intereses	
Banco A	13	18.400%	39.0%	11.22%	1.4	
Banco B	-	0.00%	39.0%	0.00%	0.0	
	13				1.4	
Tasa Ponderada	11.22%					
* Cifras en millones						
Costo Capital Propio	\$	%	\$			
	Monto*	Tasa	Interés			
Socio 1	5	11.91%	0.64			
Socio 2	-	11.91%	-			
Socio 3	-	11.91%	-			
	5		0.64			
Tasa Ponderada	11.91%					
Parametros	Socio 1	Socio 2	Socio 3			
Tasa libre de Riesgo (Rf)	7.11%	7.11%	7.11%			
Tasa mercado (Rm)	19.2%	19.2%	19.2%			
Beta (β)	0.16	0.16	0.16			
Tasa riesgo pais (TRP)	0.03	0.03	0.03			
Risigo tamaño (PT)	0.00%	0.00%	0.00%			
Impuestos	39.0%	39.0%	39.0%			
	Monto	Tasa ponderada	Interes	Participación	Tasa Ponderada	
	\$			%		
Deuda	13	11.22%	1.4	70.0%	0.0786	
Capital	5	11.91%	0.6	30.0%	0.0357	
	18		2	100.0%	0.1143	
WACC		11.4%				

La tasa de descuento (WACC) para el proyecto se calculó como 11.43%.

Con base en esta tasa de descuento y el traslado de la información resumen de costos y beneficios se utiliza el registro de la información para el cálculo de los flujos de caja y el VP, que se muestra en la siguiente tabla.

Flujos de caja Estado actual

FLUJO DE CAJA							CODIGO FOR-FIN-002
							VERSIÓN 1
Flujos de Caja							
CLASIFICACION	SITUACION ACTUAL						
	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Observación
COSTOS Y GASTOS	0	\$ 3,291,600		\$ 3,570,846		\$ 3,873,782	Reposición bianual
	0	0	0	0	0	0	
	0	\$ 8,061,995	\$ 8,397,007	\$ 8,745,941	\$ 9,109,374	\$ 9,487,910	Gasto + mantenimiento
Subtotal	0	\$ 11,353,595	\$ 8,397,007	\$ 12,316,787	\$ 9,109,374	\$ 13,361,692	
Saldo	0	\$ (11,353,595)	\$ (8,397,007)	\$ (12,316,787)	\$ (9,109,374)	\$ (13,361,692)	
Tasa de descuento		11.4%					
VP	\$	(39,541,087)					
	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Proy. Costo reposición		\$ 3,291,600	\$ 3,428,381	\$ 3,570,846	\$ 3,719,231	\$ 3,873,782	\$ 4,034,755
Proyección Gasto		\$ 8,061,995	\$ 8,397,007	\$ 8,745,941	\$ 9,109,374	\$ 9,487,910	\$ 9,882,176

Flujos de caja implementación

FLUJO DE CAJA							CODIGO FOR-FIN-002
							VERSIÓN 1
CLASIFICACIÓN	IMPLEMENTANDO ILUMINACIÓN LED						Observación
	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
INVERSIÓN COSTOS Y GASTOS	\$ 16,118,681	0	0	0	0	0	Inv. Proyecto
	0	0	0	0	0	0	
	0	\$ 2,228,400	\$ 2,321,000	\$ 2,417,448	\$ 2,517,904	\$ 2,622,534	Gasto + mantenimiento
Subtotal	\$ 16,118,681	\$ 2,228,400	\$ 2,321,000	\$ 2,417,448	\$ 2,517,904	\$ 2,622,534	
Saldo	\$ (16,118,681)	\$ (2,228,400)	\$ (2,321,000)	\$ (2,417,448)	\$ (2,517,904)	\$ (2,622,534)	\$ -
Tasa de descuento	11.4%						
VP	\$ (24,894,955.81)						
	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Proy. Costo reposición	\$ 16,118,681	\$ 16,788,485	\$ 17,486,123	\$ 17,486,123	\$ 18,212,751	\$ 18,212,751	\$ 18,969,573
Proyección Gasto	\$ 2,139,494	\$ 2,228,400	\$ 2,321,000	\$ 2,417,448	\$ 2,517,904	\$ 2,622,534	\$ 2,731,512

Con los resultados obtenidos para los valores del VP se obtiene que la alternativa que genera las menores erogaciones es la implementación de la iluminación LED con una diferencia a pesos constantes de.COP\$ 9.3'

5. GERENCIA DEL TRABAJO DE GRADO

El objetivo principal de este capítulo es presentar los entregables gerenciales, asociados al desarrollo del proyecto en cada una de las etapas para el desarrollo de la guía. Se describen los procesos de Iniciación, Planeación, Ejecución, Seguimiento y Control, y finalizando el Cierre. Cada uno de estos procesos desarrollaron diferentes entregables descritos a continuación.

5.1 INICIACIÓN

Dentro de este proceso se formalizó el *Project Charter* del trabajo de grado, en donde se delegó a la Ing. Claudia Lucia Jiménez Góngora como la Gerente de proyecto, se autoriza formalmente el inicio de un proyecto, se definieron los criterios de éxito del proyecto, y se definieron unos recursos y tiempos de ejecución.

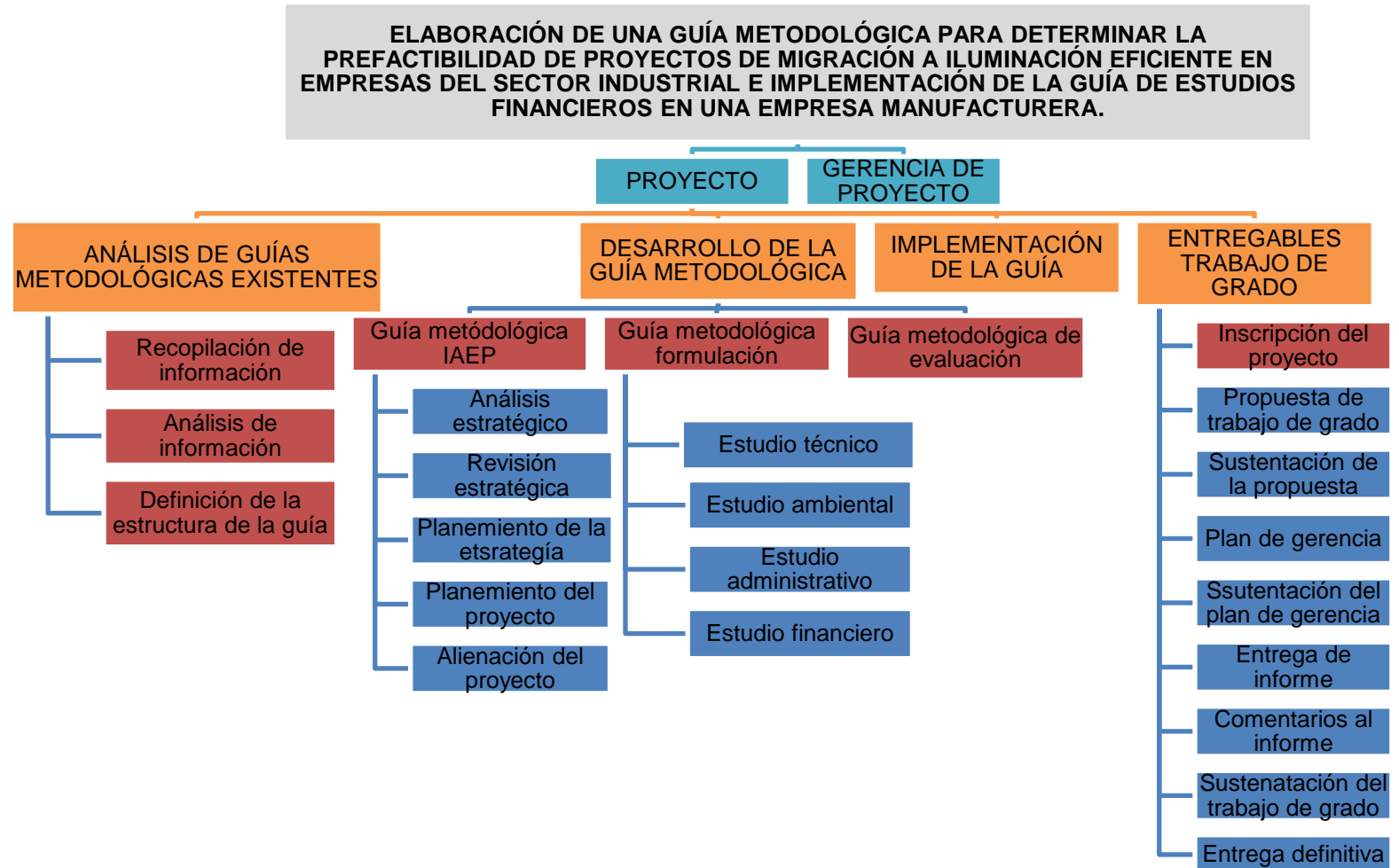
Se identificaron catorce (14) *Stakeholders*, los cuales fueron clasificados de acuerdo a su poder e interés dentro del proyecto y se definieron las estrategias de manejo con cada uno de ellos.

5.2 PLANEACIÓN

En este proceso se desarrolló el plan de gerencia presentado al comité de trabajo de grado. Para comenzar se realizó un plan de gestión de *Stakeholders*, se identificaron requerimientos de cada uno de ellos. Posteriormente se realizó la declaración de alcance y se creó la WBS del Trabajo de Grado y del Proyecto (Ilustración 9).

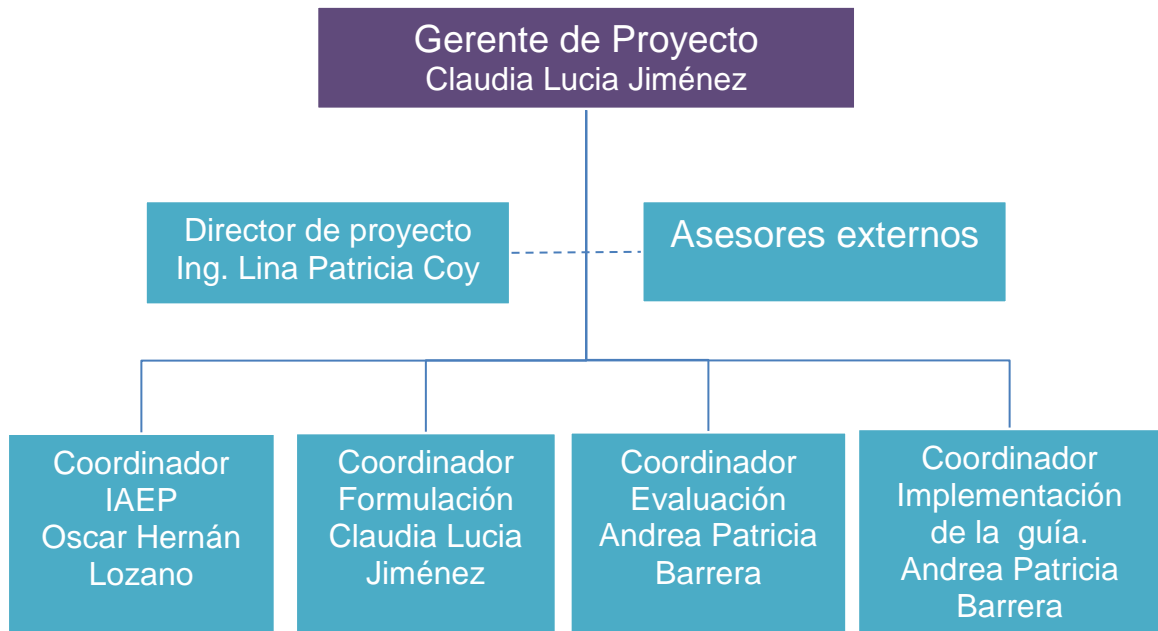
Se definió una estructura de trabajo (Ilustración 10) y fue una estructura funcional, teniendo en cuenta que es la más adecuada para garantizar el control y la ejecución de cada uno de los aspectos relacionados con el trabajo, de otro lado se aprovechara la alternativa de asignar funciones específicas a los integrantes del equipo.

Ilustración 9 WBS del trabajo de grado y Proyecto de Grado



Fuente los autores

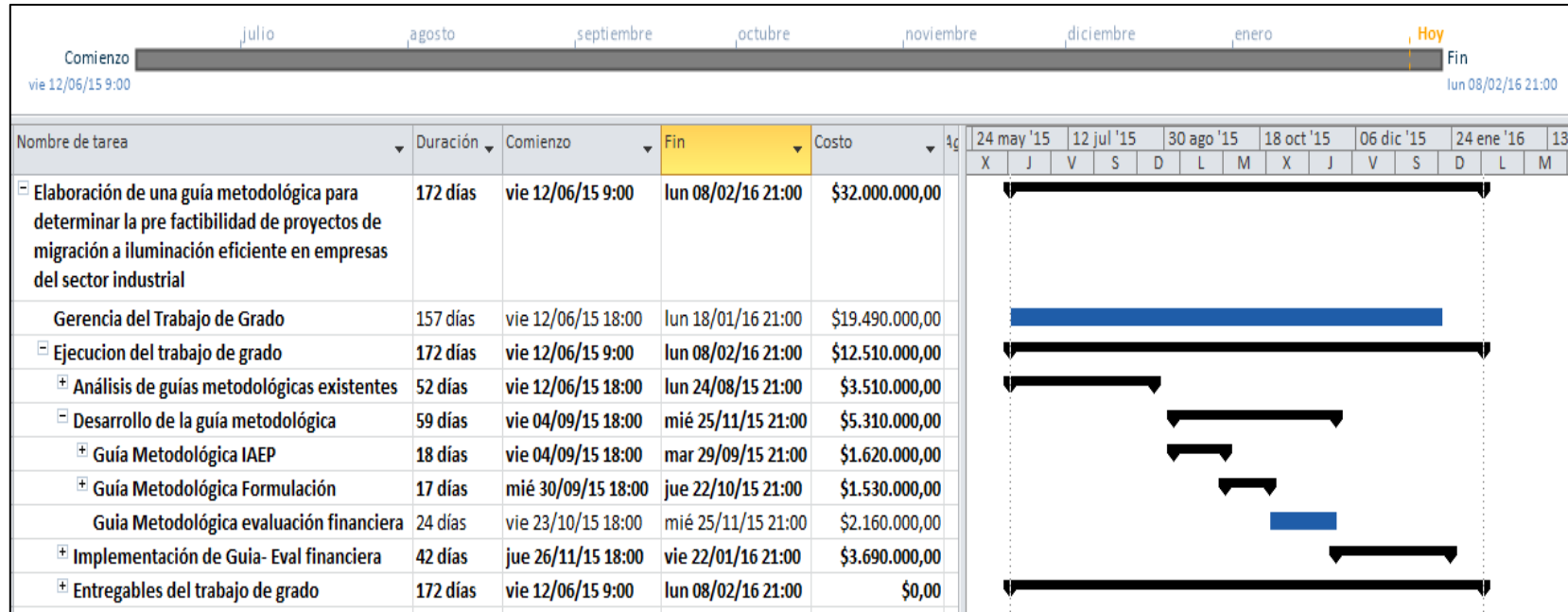
Ilustración 10 Organigrama del Trabajo de Grado



Fuente los autores

Para la planeación del tiempo, se definió una línea base de tiempo, en la cual se incluyeron las actividades específicas de cada etapa y que cumplieran con lo establecido por la WBS. Se elaboraron los siguientes cronogramas para el desarrollo de la guía. La base de esta planeación fueron las fechas de entrega a la Unidad de Proyectos.

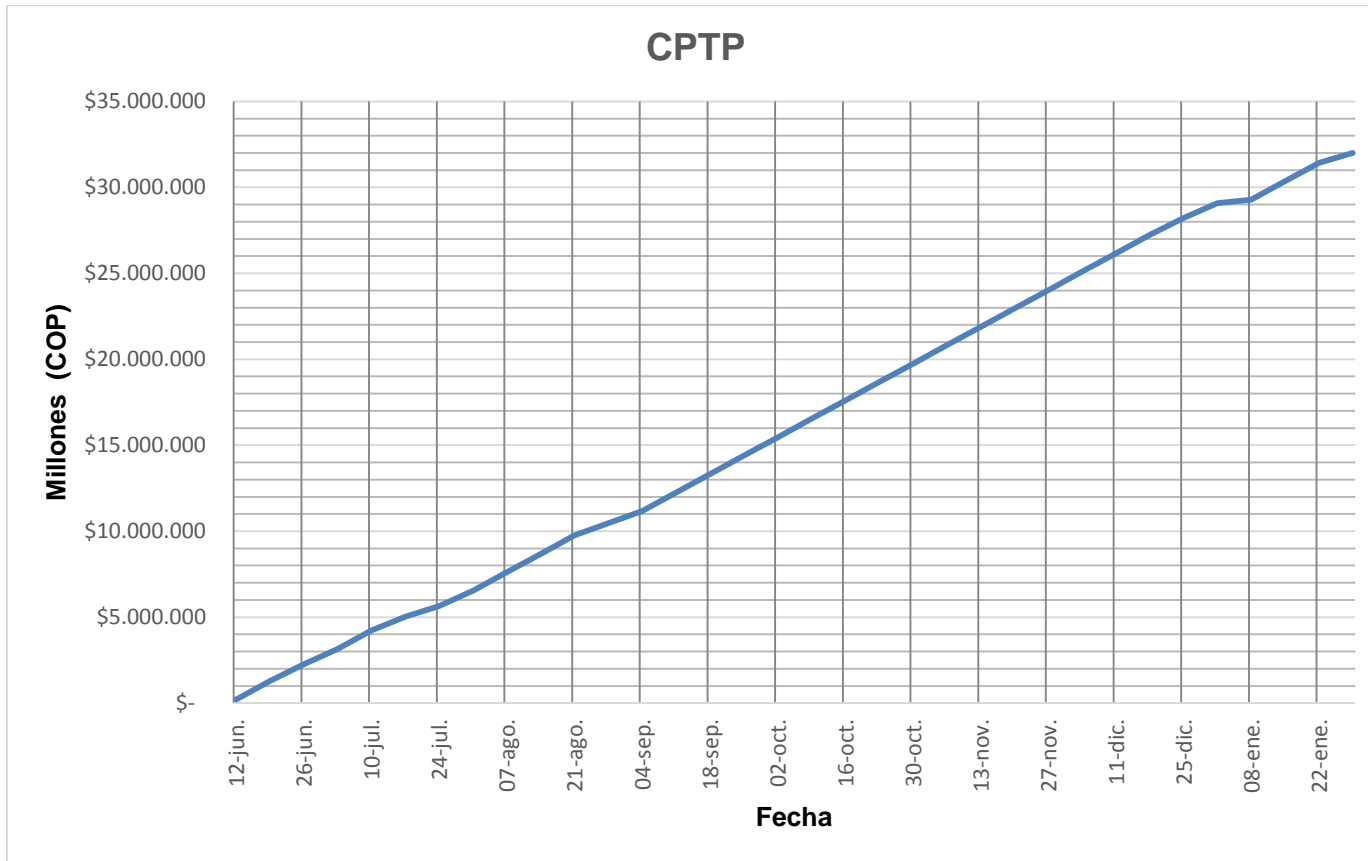
Ilustración 11 Línea base de tiempo



Fuente los autores

En cuanto al presupuesto se creó una línea base de costos que fue aprobada después de la sustentación del plan de gerencia ante el comité, se estimó en COP \$32.000.000 el costo total de ejecución del proyecto.

Gráfico 4 Línea base de costo



Fuente los autores

5.3 EJECUCIÓN

En esta etapa en términos generales se desarrolló así:

Luego de sustentado el plan de gerencia, se realizó la inclusión de un compañero al grupo, el Ing. Oscar Hernán Lozano Modera, quien integro el grupo a partir de la sustentación del Plan de Gerencia, esta inclusión genero algunos reprocesos documentales y de trabajo adicionales que no estaban contemplados inicialmente.

Se definió una tabla de contenido preliminar del trabajo, que fue revisada y ajustada por el Director del Trabajo de Grado. El objetivo principal fue determinar una estructura de trabajo y empezar a desarrollar cada una de las actividades correspondientes a cada sección de la tabla. Fue necesario consultar bibliografía sobre guías metodológicas para estructurar de manera adecuada y coherente el documento propuesto.

Más adelante se definieron actividades específicas para cada integrante sus responsabilidades y los compromisos de fechas de entrega para revisión de avances. Se hizo un seguimiento de avance de entregables y compromisos de forma mensual.

Previo a las reuniones con el Director se enviaban documentos para revisión y discusión en las reuniones. Las reuniones se hacían con los integrantes que por tiempo estuvieran en la ciudad, para avanzar y generar compromisos.

A cada uno de los integrantes se le asignó el desarrollo de una parte del documento para facilitar el trabajo y avanzar. Durante el desarrollo del proyecto y haciendo un seguimiento con relación a las fechas estipuladas por la universidad, se evidencia una mala programación de las actividades, específicamente en las fechas de entrega del documento, por lo que se hace necesario realizar un plan de acción de trabajo más corto y estricto para cumplir con los tiempos de entrega.

Esto genero más esfuerzo pero conservando el presupuesto acordado. Por decisión de la universidad la entrega final del documento se prorroga por dos semanas más, generando así un cambio en la programación de las actividades propuestas. Se decidió que para cada capítulo elaborado se entregaría a revisión por parte del Director y se realizarían las correcciones en el menor tiempo posible para dejar capítulos aprobados y corregidos.

Durante todo el tiempo de trabajo se generaron las correspondientes actas de reunión y se acordaron compromisos de trabajo. El seguimiento del avance del trabajo se realizó de forma mensual para garantizar un control y tomar decisiones durante la ejecución que permitieran cumplir con los objetivos estipulados.

5.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento y control se realizó mediante las actas de reuniones y los compromisos adquiridos durante las mismas. Se utilizó la herramienta MS Project 2010, para efectuar los cortes de cronogramas, presupestos PV – *Planned Value*, EV – *Earned Value* y AC – *Actual Cost*, los cuales fueron registrados en los Informes de seguimiento del Libro de Gerencia, se revisaron métricas establecidas, se evaluó el desempeño y se identificaron desviaciones con respecto a lo planeado, así mismo se determinaban las acciones correctivas a tomar.

Las desviaciones en cuanto a lo planeado se empiezan a evidenciar al finalizar Octubre, en este tiempo, se generaron retrasos en el cronograma (*overrun*), lo que conllevó a acciones correctivas del equipo del proyecto de Trabajo de Grado, aplicando técnica de Fast-tracking para optimizar el tiempo del proyecto.

Con relación a los planes de acción se implementaron satisfactoriamente permitiendo cumplir con los entregables en los tiempos estipulados. Se realizó un control integrado de cambios mediante el formato establecido y aprobado por el Director del Trabajo de Grado. Durante el desarrollo se efectuaron cambios de alcance y tiempo. Que modificaron la línea base de tiempo.

Para hacer un seguimiento del documento durante la etapa de implementación se realizó un trabajo verificando si el paso a paso era claro y concreto. Los procedimientos de las guías fueron ajustados paralelamente a la implementación de la guía.

5.5 CIERRE

El proceso de cierre se llevó a cabo mediante el diligenciamiento del formato de Cierre desarrollado en el Plan de Gerencia.

RECOMENDACIONES

- Para determinar la prefactibilidad de los proyectos la empresa se puede basar en tres aspectos principales, salud ocupacional, medio ambiente y ahorro en el pago de la electricidad
- Para un próximo estudio se recomienda tener en cuenta todas las etapas de la vida útil de un producto para evaluar los recursos energéticos necesarios en todo el proceso y de esta manera poder obtener resultados más precisos.
- Es decisión de la compañía contratar personal externo y especializado para el desarrollo de la guía.
- Es recomendable tener disponible información de distintos fabricantes de iluminación LED, con el fin de tener opciones respecto a tablas de equivalencia, opciones y precios de luminarias.
- Posterior a la implementación de la guía se recomienda la comprobación de los lúmenes en los puestos de trabajo y áreas de circulación así como la medición de los consumos energéticos.
- Es importante evaluar qué áreas de la compañía pueden ser un piloto o un punto de partida para la implementación. Es importante determinar tiempo de uso de la luz artificial y cuál es la frecuencia de uso

6. CONCLUSIONES

- EL presente documento se presentó como una guía metodológica cuyo objetivo es incentivar proyectos de eficiencia energética y en este caso particular, proyectos de migración de sistemas de iluminación a sistemas tipo LED.
- El propósito del proyecto está alineado con las estratégicas institucionales a nivel Nacional y mundial respecto a la reducción de utilización de recursos energéticos y cuidado al medio ambiente.
- Actualmente existen múltiples beneficios e incentivos para empresas que decidan acogerse a proyectos de este tipo.
- El estudio es a nivel de prefactibilidad, pero permite evidenciar los beneficios de la migración de sistemas de iluminación LED para empresas del sector industrial colombiano.
- Aunque la guía en principio se planeó para empresa del sector industrial, luego de desarrollarla, se evidenció la aplicación a otro tipo de empresas como comercial y oficinas de tipo privado que cuenten con iluminación tradicional.
- Los resultados de la aplicación de la guía cambian de acuerdo con los objetivos estratégicos de la compañía y el enfoque que esta quiera darle al proyecto. Este es un factor determinante para la implementación de la guía.
- El desarrollo de este tipo de proyectos, enmarcan la empresa que los implementen en empresas verdes, lo que puede ofrecer ventajas competitivas comerciales y de *goodwill*.
- Los procedimientos de los estudios de prefactibilidad se desarrollaron teniendo en cuenta técnicas sencillas y con descripción detallada del paso a paso, de tal manera que un trabajador de la empresa que tenga las competencias laborales, pueda desarrollar la guía y emitir conceptos primarios y básicos acerca de la prefactibilidad del proyecto.
- Todos los estudios mostrados en la guía están enfocados a beneficios en la etapa del uso de la iluminación, no se mostraron los resultados que puede obtenerse en las etapas de mantenimiento y disposición de residuos asociados con la iluminación.

- Los impactos de este tipo de proyectos, siempre general un valor agrado o beneficio pero la decisión de implementarlo o no, depende exclusivamente de la alineación con los objetivos estratégicos de la compañía.
- La alineación con los objetivos estratégicos de la empresa es la que determina si deben realizarse todos los estudios o alguno en particular que evidencie el pronóstico que está buscando la compañía.
- En la implementación de la guía se evidenció beneficios positivos en los estudios que se realizaron en su aplicación, estudio técnico estudio ambiental y evaluación financiera.
- Concluyendo cada uno de los estudio, se puede decir que la implementación de nuevas tecnologías de iluminación eficiente, permite grandes beneficios en las instituciones donde se llevan a cabo este tipo de proyectos, dentro de los beneficios se puede contemplar una mejor en la competitividad, entre compañías comprometidas con tecnologías verdes, mejor de la productividad, infraestructura sostenible, uso de recursos ahorrados por energía eléctrica en otras actividades propias de la empresa.
- La capacidad de proveer un sistema eficiente de iluminación genera un aumento en la calidad de vida de las personas, no solamente en la industria sino también en lugares de poco acceso a redes eléctricas, gracias a su gran capacidad de operar con poco fluido eléctrico
- A nivel financiero existen diferente alternativas de conseguir recursos que permitan llevar a cabo proyectos de eficiencia energética, la principal función es analizar las diferentes posibilidades de financiamiento que puedan ajustarse al tipo de proyecto a ejecutar.
- A nivel normativo existen diversos programas con diferentes alternativas para empresas y entidades para acogerse al cumplimiento normativo, los programas de eficiencia energética promueven la correcta utilización de recursos energéticos que son usados en iluminación.
- La alineación con los objetivos estratégicos de la empresa determina si deben realizarse todos los estudios y su nivel de detalle, puede ser que alguno en particular se enfoque en lo que está buscando la organización.
- En la implementación de la guía se evidenciaron impactos positivos por aumento de la eficiencia energética la reducción de gasto en energía y una optimización del presupuesto de operación.

- Después de realizar la implementación de la guía metodológica, se concluye que es una herramienta que permite evaluar la prefactibilidad de proyectos a migración a sistemas de iluminación LED.
- Para el caso de la empresa en donde se implementó el proyecto de migración a iluminación LED, la medición posterior no permite una comparación que permita una evaluación de los supuestos vs la realidad debido a la decisión de realizar cambios en la infraestructura de la planta que cambiaron las condiciones de iluminación natural

BIBLIOGRAFÍA

- **COLOMBIANA DE INGENIERIA Y SUMINISTROS LTDA.** [En Línea]. Asesorías en el cumplimiento de los reglamentos técnicos RETIE Y RETILAP. Bogotá D.C. 2015. [Citado en 24-02-2015]. Disponible en internet: <http://www.colombianaing.com/contenido.php?id_contenido=5>
- **PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA.** Decreto 2331 de 2007. Junio 22. [En Línea]. Por el cual por el cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica. Bogotá D.C. 2007. Diario Oficial 46667 de junio 22 de 2007. [Citado en 16-02-2015]. Disponible en internet: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=25479>>
- **COLOMBIA ENERGIA.** La eficiencia energética, una tendencia en ascenso. (02-04-2013). [En Línea]. [Citado en 15-02-2015]. Disponible en internet: <<http://colombiaenergia.com/featured-article/la-eficiencia-energ%C3%A9tica-una-tendencia-en-ascenso>>
- **PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA.** Resolución 190919 de 2010. [En Línea]. [Citado en 24-02-2015]. Disponible en internet: <<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Resol-Proure-180919-01-06-2010.pdf>>
- **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía no Convencionales –PROURE-. Informe final consultoría plan de acción –PROURE- Iniciativa 2010-2015. Bogotá D.C. 2010. [En Línea]. [Citado en 13-02-2015]. Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Informe_Final_Consultoria_Plan_de_accion_Proure.pdf>
- **REPUBLICA DE COLOMBIA.** Departamento Nacional de Planeación. Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. [En Línea]. [Citado en 24-02-2015]. Disponible en internet: <<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014-2018.pdf>>
- **REPUBLICA DE COLOMBIA.** Ministerio de Minas y Energía. Programa de Uso racional y eficiente de la energía- URE-. 2010. [En Línea]. [Citado en 25-02-2015]. Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id_categoria=213>

- **REPUBLICA DE COLOMBIA.** Ministerio de Minas y Energía. Alumbrado en edificaciones. [En Línea]. [Citado en 21-02-2015]. Disponible en internet: < http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Edificaciones.pdf>
- **DIAZ, Magally., ARISTIZABAL, Camilo., PALACIOS, Camilo.** [En Línea]. Estudio de pre-factibilidad para comercializar iluminación tipo led. Universidad EAN. Especialización Gerencia Logística. Bogotá. D.C., 2012. [Citado en 20-02-2015]. Disponible en internet: <<http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/2431/Angaritamagally2012.pdf?sequence=1>>
- **SOTO, Miguel Angel.** [En Línea]. Planificación estratégica y establecimiento de cuadro de mando integral para la empresa energías renovables Windled Austral S.A. Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniería Civil. Puerto Montt, Chile. 2012. [Citado en 20-02-2015]. Disponible en internet: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bpmfcis718p/doc/bpmfcis718p.pdf>>
- **COLOMBIA ENERGIA.** (2014). La eficiencia energética, un tendencia en ascenso. [En Línea]. Citado en 24-03-2015. Disponible en internet: <<http://colombiaenergia.com/featured-article/la-eficiencia-energ%C3%A9tica-una-tendencia-en-ascenso>>
- **PNUMA.** Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Fortalecimiento de las Capacidades para las Compras Públicas Sustentables. (2010), p. 31. [En Línea]. Citado en 24-03-2015. Disponible en internet: <<http://www.unep.fr/scp/procurement/pilotcountries/files/ColombiaMRA.pdf>>
- **GAGO, Alfonso y FRAILE, Jorge, et al.** Iluminación con tecnología LED. Editorial Paraninfo, 2012. ISBN 8428333688, 9788428333689.
- **FEDESARROLLO, EMPRESA ENERGIA DE BOGOTA – EEB-** . Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca. (2013). [En Línea]. Citado en 26-03-2015. Disponible en internet: < <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/An%C3%A1lisis-de-la-situaci%C3%B3n-energ%C3%A9tica-de-Bogot%C3%A1-y-Cundinamarca-Estudio-Fedesarrollo-EEB.pdf>>
- **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** PROURE. Informe final Consultoría Plan de Acción PROURE. 2010-2015. [En Línea]. Citado en 26-10-2015. Disponible en internet: < https://www.minminas.gov.co/documents/10180/558752/Informe_Final_Con>

[sultoria Plan de accion Proure.pdf/e8cdf796-d7b1-4bb1-90b9-e756c7f48347>](http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/Proyeccion_Demanda_Energia_Electrica_Octubre2015.pdf)

- **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** UPME. Proyección de la demanda eléctrica y potencia máxima en Colombia. Revisión Octubre 2015. [En Línea]. Citado en 10-10-2015. Disponible en internet: <http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/Proyeccion_Demanda_Energia_Electrica_Octubre2015.pdf >
- **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** Mecanismo e instrumentos financieros para proyectos de eficiencia energética en Colombia. Octubre de 2011. [En Línea]. Citado en 10-10-2015. Disponible en internet:
• <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=8%2BgUyAt%2BRXA%3D&tabid=90&mid=449&language=es-CO>
- **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** UPME. Propuestas de esquemas financieros aplicables a proyectos de eficiencia energética y fuentes no convencionales de energía. 2012. [En Línea]. Citado en 10-09-2015. Disponible en internet:
• <<http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=ef6pbeMehIU%3D&tabid=91&mid=449&language=en-US>>
- **SI3EA.** Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas. Disponible en internet: <<http://www.si3ea.gov.co/Home/UREenlaIndustria/tabid/117/language/en-US/Default.aspx>>