

**PROPUESTA DE UN SISTEMA BASADO EN EL USO DE ENERGÍA SOLAR A  
TRAVÉS DE PANELES SOLARES, PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA TERMINAL DE TRANSPORTE DEL NORTE DEL  
MUNICIPIO DE MEDELLÍN.**

**PAOLA ANDREA SANES OLMOS CC 39279095  
WILMAR MOSQUERA CASTAÑO CC 15443626**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**POSGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**BELLO**

**2017**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA BASADO EN EL USO DE ENERGÍA SOLAR A  
TRAVÉS DE PANELES SOLARES, PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA TERMINAL DE TRANSPORTE DEL NORTE DEL  
MUNICIPIO DE MEDELLÍN.**

**PAOLA ANDREA SANES OLMOS CC 39279095  
WILMAR MOSQUERA CASTAÑO CC 15.443.626**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de:  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**Asesores**

**José Eucario Parra Castrillón**

**Jenny Velásquez**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**POSGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**BELLO**

**2017**

## INDICE

<b>Resumen</b> .....	5
<b>1. Situación Problemática</b> .....	7
<b>2. Justificación</b> .....	9
<b>3. Objetivo general</b> .....	10
<b>3.1. Objetivos específicos</b> .....	10
<b>4. Marco Teórico</b> .....	11
<b>4.1. La energía eléctrica</b> .....	11
<b>4.2. Situación energética</b> .....	11
<b>4.3. Energía sostenible</b> .....	11
<b>4.4. Energía Limpia</b> .....	11
<b>4.5. Principales impactos generados en la generación de electricidad:</b> .....	12
<b>4.6. La Energía Solar</b> .....	13
<b>4.7. Los beneficios de la Energía Solar</b> .....	14
<b>5. Diseño metodológico</b> .....	16
<b>5.1. Descripción general del proceso de investigación</b> .....	16
<b>5.2. Tipo de investigación</b> .....	16
<b>5.3. Alcance</b> .....	17
<b>5.4. Fuentes de investigación</b> .....	17
<b>5.5. Técnicas de investigación</b> .....	17
<b>5.6. Plan de acción</b> .....	17
<b>5.7. Cronograma</b> .....	18
<b>6.1. Definición del tipo de energía limpia más adecuado a utilizar en la terminal del Norte del Municipio de Medellín</b> .....	19
<b>6.2. Viabilidad y factibilidad del sistema de energía limpia basada en paneles solares para la terminal del norte</b> .....	26
<b>Evaluación Financiera</b> .....	29
<b>Valoración Económica</b> .....	32
<b>Valoración Social</b> .....	33
<b>6.3. Descripción de los componentes del sistema de energía limpia generada por la utilización de paneles solares</b> .....	35

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Potencial de la energía solar en el país por regione .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 2. Plan de acción .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 3. Cronograma de actividades.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 4. Análisis cualitativo .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 5. Análisis cuantitativo.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 6. Costos por actividades– Alternativa 1 Instalación de paneles solares.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 7. Costos por actividades – Alternativa 2 Cambio de luminarias.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 8. Cuadro de resumen del análisis financiero - Instalación de Paneles Solares .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 9. Cuadro de resumen del análisis financiero - Instalación de Luminarias tipo LED .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 10. Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa1 .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 11. Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa 2 .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 12. Resumen de evaluación económica y social alternativas del proyecto .....</b>	<b>34</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Componentes de un panel solar (a).....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 2: Componentes de un panel solar (b) .....</b>	<b>36</b>

## Resumen

La investigación **“Propuesta de un sistema basado en el uso de energía solar a través de paneles solares, para la disminución del consumo de energía eléctrica en la terminal de transporte del norte del municipio de Medellín.”** pretende estudiar una propuesta para la terminal del Norte sobre un sistema de generación de energía eléctrica a través de paneles solares, con el fin de disminuir el dinero invertido en dichos pagos e igualmente los diferentes impactos ambientales que se generan por el uso de esta energía eléctrica generada por los métodos tradicionales.

Se realizará además a través de la presente propuesta una investigación sobre los métodos y definiciones de las alternativas de energías renovables que pueden implementarse en la Terminal del Norte de Medellín de tal manera que funcione normalmente superación y al mismo tiempo se disminuya los impactos que genera la utilización de energía eléctrica; dirigido a la alta dirección de la Terminal del Norte de Medellín. La pregunta que orientó el trabajo fue ¿cuál es el impacto medioambiental que provoca la utilización de energía eléctrica en el Terminal del Norte de Medellín? Para abordar la pregunta y la temática se propone responder el siguiente objetivo definir el impacto medioambiental que provoca la utilización de energía eléctrica en el Terminal del Norte de Medellín.

Palabras claves: energía limpia, sostenible, medio ambiente, paneles solares fotovoltaicos, renovable.

**PROPUESTA DE UN SISTEMA BASADO EN EL USO DE ENERGÍA SOLAR A TRAVÉS DE PANELES SOLARES, PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA TERMINAL DE TRANSPORTE DEL NORTE DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN.**

## 1. Situación Problemática.

Uno de los principales problemas que se presentan hoy en día en el país, es la presión constante a los diferentes recursos naturales, en los diferentes procesos de producción o explotación que realizan los seres humanos; uno de estos procesos es la generación de energía eléctrica, que si bien es indispensable para la vida cotidiana, también genera un gran impacto negativo al medio ambiente; pero no solo se presenta un impacto negativo en su generación, también se genera un gran impacto en los costos por su uso, y este impacto es mucho mayor en las empresas u organizaciones que tienen gran consumo de energía, en sus diferentes operaciones y prestación de servicios. La Terminal de Transporte Norte de Medellín, no es ajena a esta situación, ya que por su naturaleza tiene un servicio continuo de 24 horas todo el año, de igual manera cuenta con áreas muy grandes (salas de abordaje, salas de espera, patios operativos, entre otros), los cuales ocasionan un gran consumo de energía eléctrica ya que estas áreas deben estar siempre iluminadas y la luz natural no es suficiente; así mismo cuenta con maquinaria y equipos (servidores, refrigeradores, CPU, escáner, talanqueras, entre otros) que son vitales para su correcta operación y que tienen alto consumo de energía.

Esta situación ha evidenciado un alto consumo de energía eléctrica, lo cual se ve reflejado en altos costos económicos, que si no son controlados puede ocasionar un gran déficit financiero y con ello problemas de funcionamiento y sostenibilidad; adicional a los problemas económicos que se pueden presentar, se tienen los impactos negativos al medio ambiente que se presentan tanto en la generación como en el consumo de esta; y considerando que Terminales Medellín, dentro de sus políticas tiene ser una empresa con sostenibilidad tanto financiera como ambiental, estos altos consumos se vuelven una situación problemática; lo obliga a buscar otras alternativas de energías amigables con el medio ambiente y que disminuyan a mediano plazo los costos, ya que el no utilizar energía no está dentro de las opciones.

Por tanto, se hace indispensable la búsqueda de alternativas amigables con el medio ambiente para poder desarrollar y utilizar en la terminal que disminuyan los costos además de brindar mediante esta propuesta una solución a mediano plazo que impacte positivamente el ambiente.

La investigación evidencia tal impacto negativo al consultar estudios desarrollados en cuanto a problemas ambientales derivados del consumo de energía eléctrica. Según (ISTAS (Union

Institute of Work, Environment and Health), s.f.) “la única forma de detener el cambio climático pasa por cambiar nuestros patrones de consumo. Es imprescindible producir más con menos, aumentar la eficiencia energética de todos los procesos y sustituir el consumo de energías fósiles por renovables.”

En esta situación se ven implicados los recursos naturales, empresas generadoras, entidades reguladoras del tema y los consumidores, siendo el primero y el último los más afectados; por lo anterior se hace necesario buscar alternativas sostenibles que ayuden a la conservación de los recursos naturales, disminución de impactos ambientales y disminución de costos de energía a largo plazo.

## 2. Justificación

Considerando los diferentes impactos ambientales negativos que se generan por el consumo de energía eléctrica, al igual que los económicos por el alto costo que se presenta en el mercado; se ve la necesidad de buscar otras alternativas de solución para satisfacer la demanda de energía que se requiere para la operación de la Terminal del Norte. Por ello se adelanta esta investigación la cual busca identificar las diferentes alternativas de solución que pueden existir y que permitan disminuir tanto los impactos negativos ambientales que se generan no solo en el consumo de la energía eléctrica si no en la propia generación de la misma, así como disminuir el alto costo económico que se presenta mes a mes por el pago de este servicio.

Además de las razones expuestas anteriormente, esta investigación presenta otras justificación la cual se basa en las políticas internas de calidad y gestión ambiental que actualmente la empresa cuenta y que se pueden evidenciar en las certificaciones de Calidad y Medio Ambiente (ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004); los cuales le exigen a la gerencia de la organización estar en continuo mejoramiento y en la búsqueda de procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente; y precisamente esta investigación busca concluir cuál de las alternativas de energías denominadas limpias, es la más apropiada para la Terminal del Norte.

Este estudio realizará un análisis de la tipología de energía limpia más adecuada para utilizar en la Terminal del Norte, que constituya una disminución a los altos consumos que actualmente se vienen presentando, así como la disminución de los gases emitidos a la atmosfera por el uso de la misma, se investigará la utilización o cambio de tecnologías de iluminación como luces led, al igual que la posible instalación y generación de energía eléctrica a través de paneles solares quienes generan rentabilidades de manera sostenible con el medio ambiente.

### **3. Objetivo general**

Proponer un sistema basado en el uso de energía solar a través de paneles solares, para la disminución del consumo de energía eléctrica en la Terminal de Transporte del Norte del municipio de Medellín.

#### **3.1. Objetivos específicos**

- Definir el tipo de energía limpia más adecuado a utilizar en la terminal del Norte del Municipio de Medellín.
- Realizar un análisis de viabilidad y factibilidad del sistema de energía limpia basada en paneles solares para la terminal del norte.
- Describir los componentes del sistema de energía limpia generada por la utilización de paneles solares.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. La energía eléctrica

Hoy en día la energía eléctrica es una necesidad de la cual no podemos prescindir y que va en aumento. Por este motivo hay que conseguir generar de una forma sostenible respetuosa con el medio ambiente a largo plazo. (<http://www.endesaeduca.com>, 2014).

### 4.2. Situación energética

La situación energética en el mundo ha cambiado mucho en el último siglo.

En los últimos 20 años se ha aumentado considerablemente el consumo de energía, este cambio es ocasionado por la evolución de los países en desarrollo. Y lo más grave es que los estudios realizados nos indican que esta necesidad de energía eléctrica continuará aumentando a un ritmo similar. Hoy en día la generación de esta energía se reparte de la siguiente manera:

- 5,4% Petróleo
- 23,3% Gas natural
- 37,6% Carbón
- 13,8% Nuclear
- 19,9% Renovables. (<http://www.endesaeduca.com>, 2014)

### 4.3. Energía sostenible

La energía sostenible es aquella capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos futuros. Para llevar a cabo esta energía sostenible se utilizan energías renovables. En España estas energías renovables generan el 32% del total, mientras que en el mundo representan el 20%. (<http://www.endesaeduca.com>, 2014).

### 4.4. Energía Limpia.

La energía limpia se puede definir como un sistema de producción de energía que no genere ningún tipo de contaminación, en otras palabras las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos; y en vista de las preocupaciones actuales por la sostenibilidad ambiental y por la crisis de energías agotables como el gas o el petróleo, este tipo de energía “energía limpia” es una energía en pleno desarrollo, hay que diferenciar la energía limpia de las fuentes de energía

renovables: la recuperación de esta energía no implica, forzosamente, la eliminación de los residuos. La energía limpia utiliza fuentes naturales tales como el viento, el sol y el agua, una de las fuentes más utilizadas es la energía solar, frecuentemente utilizada para calentadores solares de agua. (<http://www.endesaeduca.com>, 2014).

#### 4.5. Principales impactos generados en la generación de electricidad:

Tanto la generación de energía eléctrica y su propia utilización ocasionan diferentes impactos ambientales, a continuación, se relacionan algunos de los principales impactos que se generan, según un estudio realizado de los Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad, realizado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de España:

Calentamiento Global: es el proceso de aumento gradual de la temperatura de la Tierra a consecuencia del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera, incremento provocado por los diferentes procesos de combustión con fines tales como, energéticos de carburantes fósiles y por la deforestación. A continuación se describen algunos de los principales efecto o impactos: La **Disminución de la Capa de Ozono**: es el proceso de reducción, tanto en concentración como en grosor, de la capa de partículas de ozono presente en la estratosfera. Este fenómeno se da debido a la alteración del balance atmosférico de oxígeno y ozono, las emisiones de clorofluorocarbonos (CFC), un hidrocarburo sintético utilizando como refrigerante, es uno de los principales responsables de este impacto, la **Acidificación**: es el proceso de introducción de sustancias acidas al medio ambiente provocado por la emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno provenientes principalmente de la quema de combustible fósiles, los cuales reaccionan con el vapor de agua que se encuentra presente en el aire, lo cual hace que se conviertan en compuestos ácidos que caen a la superficie terrestre a través de la precipitación de la lluvia; la **Eutrofización**: es el proceso de acumulación de nutrientes en las aguas, lo cual genera un crecimiento masivo de organismos, fundamentalmente algas y la disminución de la concentración de oxígeno, la **Contaminación por metales pesados**: Los metales pesados son aquellos que tienen un peso atómico relativamente alto y una densidad aproximada de 5 g/cmm<sup>3</sup>, acostumbran a ser tóxicos, persistentes y bioacumulativos, tanto en el agua como en el aire y el suelo, por lo que su peligrosidad es muy elevada, los más nocivos para la salud humana son el plomo, el cadmio y el mercurio. ([www.appa.es](http://www.appa.es)).

#### 4.6. La Energía Solar

El término energía tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento. En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural y la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial o económico del mismo. (es.wikipedia.org).

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales (es.wikipedia.org).

Las energías renovables se dividen en dos categorías las limpias o no contaminantes y las contaminantes; a continuación se relacionan algunas de las energías denominadas limpias, dentro de las cuales se tiene; el sol: Energía solar, el viento: energía eólica, los mares y océanos: energía mareomotriz., el calor de la Tierra: energía geotérmica, los ríos y las corrientes de agua dulce: energía hidráulica, entre otras. La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos, dentro de este proceso el colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo. (Estudio de Viabilidad de los Paneles de Energía Solar como Fuente de Ingresos para las Empresas de los Polígonos Industriales de Gandía". 2009).

Hacia finales de los 80, el programa PESENCA (Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica), un proyecto realizado por CORELCA (Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica), el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y la GTZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), introdujo calentadores solares en la Costa Atlántica y desarrolló un campo experimental en Turipaná, Córdoba, en donde se realizaron pruebas y ensayos para determinar la eficiencia de estos sistemas. Este momento puede considerarse el origen de las normas sobre calentadores solares, iniciativa que siguió su desarrollo por parte del ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas) y que ha dado origen a las normas existentes en el país sobre tales dispositivos. (Murcia, 2009).

Durante los últimos años, se han instalado una gran cantidad de sistemas de paneles solares en los diferentes programas de electrificación rural, con una alta financiación del Estado, haciendo

uso actualmente de recursos como el FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas). El IPSE (Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas) es en la actualidad la institución que lidera las acciones del Estado en la energización del campo colombiano. Según esta institución hay en la actualidad más de 15 000 sistemas instalados; así mismo el IPSE tiene en desarrollo soluciones innovadoras como sistemas híbridos, en los cuales se combinan la energía solar fotovoltaica y las plantas diesel, (Murcia, 2009).

Evaluación del recurso solar; para conocer el potencial solar de Colombia en este tema se ha realizado empleando principalmente información de estaciones meteorológicas del IDEAM (Instituto de Estudios Ambientales), procesada para ser transformada de información meteorológica en información energética. La energía solar se ha evaluado para varias regiones como la Costa Atlántica, la Sabana de Bogotá y para el país. Posteriormente, se publicaron varios estudios que complementaron la información sobre radiación solar en el país. El más reciente es el Atlas de Radiación Solar de Colombia. (Murcia, 2009).

#### **Potencial de la energía solar en el país por regiones.**

Región del país	Radiación Solar wh/m <sup>2</sup> /año)
Guajira	2000-2100
Costa Atlántica	1730-2000
Orinoquia-Amazonia	1550-1900
Región Andina	1550-1750
Costa Pacífico	1450-1550

Tabla 2. Potencial de la energía solar en el país por regiones. (Murcia, 2009).

En el cuadro se realiza una pequeña descripción del potencial de radiación solar que tienen algunas regiones de Colombia.

#### **4.7. Los beneficios de la Energía Solar**

Los beneficios de usar energía solar son muchos y muy variados, van desde beneficios medioambientales, económicos, sociales hasta educativos.

A continuación, una lista de los diferentes beneficios de usar la energía solar:

- Es limpia y respetuosa con el Medio Ambiente (cada 20 kW generado con energía solar evita la emisión de 10 kg de CO<sub>2</sub> al año).

- Ayuda en la lucha contra el cambio climático y efecto invernadero.

- Es inagotable.

- Ayuda a la educación de niños en tecnologías ecológicas y para el respeto del medio ambiente.

- No disminuye la calidad de aire y suelos.

- Contribuye desarrollo sostenible.

- No contamina acústicamente: las placas solares son silenciosas y de amplia vida útil (entre 20 y 30 años)

- Podemos vender a las eléctricas cada kilovatio-hora producido con Solar

- Fotovoltaica.

- Ahorro económico en la factura de electricidad y agua.

- Flexibilidad en el suministro.

- Aumento de las inversiones económicas y, por extensión, del empleo.

- Fomenta el desarrollo de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación mediante mejoras en los sistemas actuales, desarrollo de nuevos modelos, etc.

- Su implantación ofrece importantes deducciones fiscales.

- Menor dependencia energética de otras fuentes de energía.

- Fomenta el desarrollo rural en zonas poco favorecidas, lo que permite crear pequeñas empresas.

- Mejora en la calidad de vida. ([www.dforcesolar.com](http://www.dforcesolar.com)).

## **5. Diseño metodológico**

### **5.1. Descripción general del proceso de investigación**

Para el desarrollo de la investigación se realizara por medio de búsqueda de información secundarias, principalmente por medio de información documental por internet, se utilizara las principales páginas que traten sobre temas de energías limpias y renovables, se extraerá la información más relevante de cada tema de nuestro interés, asegurándose siempre de tomar los datos de los autores o de quienes publican la información, esto con el fin de asegurar los derechos de autor; luego de detener la información seleccionada se hará una análisis minucioso y detallado de esta información y se utilizara la más importante y la cual aporte a la investigación y nos ayude a dar la respuesta a los objetivos planteados.

Para el desarrollo de la investigación se optó por información secundaria y de internet, a causa que el de tema de energías limpias es relativo nuevo en el país y hay poca información e investigaciones sobre el tema en la región.

La información solo se recopilara de páginas de entidades públicas, de empresas con reconocimiento, o que presente información fundamentada; en todos los casos se verificara que sea información seria y fiable, así mismo que cuente con el autor, autores o las fuentes de donde se obtuvo la información; lo anterior con el fin de asegurar que la información es veraz.

Dentro de los puntos críticos de la investigación, se presenta la obtención de la información, considerando que es información secundaria, las conclusiones que se saquen siempre tendrá un cierto grado de incertidumbre; de igual manera se pueden encontrar datos errados o que al momento de aplicar en este proyecto no se obtengan los resultados esperados.

### **5.2. Tipo de investigación**

Por el tema que trata este proyecto de esta investigación, este implica varios tipos, los cuales son: Investigación Aplicada, debido a que con la información y resultados obtenidos se pueda aplicar en un proyecto de implementación de energías limpias (instalación de paneles solares, luminarias LED u otro tipo de energía limpia que concluya la investigación), Investigación descriptiva, considerando que se pretende obtener información de varias tipos de energías limpias y luego compararlas.

### 5.3. Alcance

El proyecto se va desarrollar en las Terminales de Transporte de Medellín S,A, en su sede Terminal del Norte ubicada en el barrio Caribe; dentro del cual se entregara un diagnóstico de los diferentes tipos de energías limpias alternativas, definiendo la más apropiada para la organización de acuerdo a la viabilidad, factibilidad del proyecto de paneles solares; por medio de una descripción descriptiva del proyecto. El desarrollo de la investigación se realizara en tres meses.

### 5.4. Fuentes de investigación

Se realizara a través de fuentes secundarias (pero con datos de fuentes primarias), y el origen serán páginas y portales de internet.

### 5.5. Técnicas de investigación

Para este proyecto de investigación se utilizara como técnica o procedimientos la Revisión Documental, la cual consiste en la revisión de la información (documentos) que se encuentre relaciona sobre el tema del proyecto.

### 5.6. Plan de acción

A continuación se hace un detalle de las actividades que se realizaron para cumplir con los objetivos

#### Plan de acción

Objetivos	Actividades	Fuentes	Técnicas	Resultados
Definir el tipo de energía limpia más adecuado a utilizar en la terminal del Norte del Municipio de Medellín	Consulta por internet	Páginas Web y especializadas en energías limpias o alternativas. Base de datos del Ministerio del medio ambiente, páginas de EEPM e ISAGEM	Revisión documental	Documento resumen sobre tipos de energía limpia

Realizar un análisis de viabilidad y factibilidad del sistema de energía limpia basada en paneles solares para la terminal del norte	Consulta por internet Análisis de la información	Páginas Web y especializadas en energías limpias o alternativas	Revisión documental	Documento resumen sobre viabilidad de utilización de paneles solares
Describir los componentes del sistema de energía limpia generada por la utilización de paneles solares	Consulta por internet para Colombia.	Páginas Web y especializadas en energías limpias o alternativas	Revisión documental	Documento resumen

Tabla 2. Plan de acción. (Elaboración propias).

## 5.7. Cronograma

### Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Consultas en bases de datos	X	X										
Consultas en Internet			X	X	X	X						
Análisis de información							X	X	X			
Consolidación información										X	X	X

Tabla 3. Cronograma de actividades. (Elaboración propias).

## 6. Resultados y Hallazgos.

### 6.1. Definición del tipo de energía limpia más adecuado a utilizar en la terminal del Norte del Municipio de Medellín

Durante la investigación se realizaron diferentes consultas en cuanto a los impactos generados al medio ambiente por la utilización de energía eléctrica, generada en diversos procesos de hidroeléctricas y termoeléctricas.

Lo primero fue revisar los antecedentes que se han presentado durante los últimos años en Colombia, y particularmente en Medellín; para enfocar lo anteriormente mencionado se da inicio con el principio básico, la definición de Medio Ambiente, según (Educa, 2014) define que “Por medio ambiente comprendemos todo aquello que rodea a un ser vivo. Es decir, al conjunto de **elementos físicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y estéticos** que interactúan entre sí, con la persona y con la comunidad donde vive y que determinan su comportamiento. “Según (Educa, 2014) “Y la descripción de la importancia de la utilización de energía eléctrica en nuestra sociedad, “Hoy en día la energía eléctrica es una necesidad de la cual no podemos prescindir y que va en aumento. Por este motivo hay que conseguir generar de una forma sostenible respetuosa con el medio ambiente a largo plazo.” De lo anterior se dio inicio a revisar la situación energética que se vive en la actualidad y se encontró que “En los últimos 20 años se ha duplicado la energía consumida, en la población; debido al incremento de esta y los procesos de globalización y mercadeo en el mundo, según Los estudios realizados nos indican que esta necesidad de energía eléctrica continuará aumentando a un ritmo similar. “(Educa, 2014).

La eficiencia Energética (EE) se puede definir como el conjunto de acciones o medidas que permiten optimizar la energía destinada a producir un bien y/o servicio, para lograr lo anteriormente mencionado se debe implementar diversas medidas al igual que inversiones a nivel de tecnologías, diseñando o modificando dispositivos para que utilicen de forma eficiente la energía ; se tiene que incorporar una gestión, optimizando los recursos siempre escasos, para producir el mismo producto, de igual o mejor calidad, pero a un costo energético menor. Se debe tener en cuenta los hábitos culturales en la comunidad: asumiendo como propio el desafío de usar eficientemente la energía, adoptando medidas tan simples como apagar las luces que no se estén ocupando. La adopción de medidas de optimización de la energía (EE) trae beneficios directos al país y a su desarrollo sustentable. . (Econografos, 2015)

De acuerdo con un artículo publicado por la Revista Semana, (Sostenible, 2013) “Andrea González, bióloga de la Universidad de Caldas, señala que decenas de especies de aves e insectos están en peligro a causa de este tipo de contaminación. “Muchas aves migratorias se ven atraídas por la luz de las grandes ciudades en la noche. Al desviarse de su rumbo terminan alterando sus ciclos migratorios o pueden incluso morir en la ciudad, ya que no están adaptadas”. (Econografos,2015)

Luego se comprobó durante la investigación, que el impacto generado por la utilización de energía eléctrica al medio ambiente es negativo y se decide desde la Alta Gerencia buscar posibles propuestas para mitigar el uso de este tipo de energía en la terminal del Norte de Medellín.

El objetivo central del grupo de investigación, se enfoca en analizar y evaluar después de evidenciar el impacto negativo al medio ambiente por el consumo de energía eléctrica, las fuentes de energía renovables que podrían contribuir con un desarrollo sostenible y ser amigables con el medio ambiente, energías limpias.

En la actualidad existen varias empresas que se han involucrado en este tema y han iniciado su implementación, como se describe a continuación:

En Colombia se ha avanzado en este tema en los últimos años, se ha venido incursionando en las energías renovables. Ya en la década de los 80, en unidades residenciales construidas en sectores de Ciudad Salitre y Ciudad Tunal en Bogotá, y Villa Valle de Aburra en Medellín, el Centro Las Gaviotas instaló un sistema de paneles para calentar autónomamente el agua de miles de tanques de reserva. (TIEMPO, 2015).

Para definir cuál es el tipo adecuado de energía limpia y sostenible que se puede incorporar en los procesos y actividades que se desempeñan cotidianamente en la terminal del norte, se realizó un investigación y un análisis detallado y concreto, de los tipos, ventajas, desventajas, costos-beneficios, inversión a corto, mediano y largo plazo y cuál de estas energías son más amigables con el medio ambiente y van a ser sostenibles en el transcurso del tiempo.(Econografos,2015)

Las energías limpias serían las siguientes:

- **Implementación luces Led.**

En la actualidad las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y

apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial. (Educa, 2014)

La incorporación de las lámparas led hasta la actualidad se pueden acondicionar o incorporarse en un porcentaje mayor al 90 % a todas las tecnologías de iluminación actuales, casas, oficinas, industrias, edificios, restaurantes, arenas, teatros, plazas comerciales, gasolineras, calles y avenidas, estadios (en algunos casos por las dimensiones del estadio no es posible porque quedarían espacios oscuros), conciertos, discotecas, casinos, hoteles, carreteras, luces de tráfico o de semáforos, señalizaciones viales, universidades, colegios, escuelas, estacionamientos, aeropuertos, sistemas híbridos, celulares, pantallas de casa o domésticas, monitores, cámaras de vigilancia, supermercados, en transportes (bicicletas, motocicletas, automóviles, camiones tráiler), en linternas de mano, para crear pantallas electrónicas de led (tanto informativas como publicitarias) y para cuestiones arquitectónicas especiales o de arte culturales. Todas estas aplicaciones se dan gracias a su diseño compacto. (Educa, 2014)

La vida útil de una lámpara LED es hasta 30 veces más que la de una lámpara incandescente, 25 veces más que la de un halógeno, 30 veces más que la de un tubo fluorescente y 3 veces más que la de una lámpara de bajo consumo. La mayoría de las lámparas LED de interiores tienen una vida media 30.000/50.000 horas. Por tanto, habrá comprado hasta 25 halógenos convencionales antes de sustituir una LED equivalente. (Educa, 2014)

A través de 3 vías se ve el ahorro. En el consumo eléctrico medido en W/h. Se ahorra hasta un 80%. En la adquisición de lámparas porque hay mucha menos sustitución y al haber menos lámparas que sustituir el coste de mantenimiento también es menor. (Educa, 2014).

**Ventajas:** Los led presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, tales como el bajo consumo de energía, un mayor tiempo de vida, tamaño reducido, resistencia a las vibraciones, reducida emisión de calor, no contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente nocivo y posibilita el envenenamiento por mercurio), en comparación con la tecnología fluorescente, no crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética, con los cuales se crea mayor radiación residual hacia el ser humano; reducen ruidos en las líneas eléctricas, son especiales para utilizarse con sistemas fotovoltaicos (paneles solares) en comparación con cualquier otra tecnología actual; no les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y

esto no reduce su vida promedio, son especiales para sistemas anti explosión ya que cuentan con un material resistente, y en la mayoría de los colores (a excepción de los ledes azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración. (Educa, 2014).

### **Ventajas Medioambientales**

- Los LEDS deben cumplir la normativa CE y ROHS (“Restriction of Hazardous Substances”) Restricción de sustancias peligrosas según directiva 2002/95/CE .
- No contienen mercurio ni otros metales pesados.
- Al ser más eficientes producen menos emisiones de CO2 para conseguir la misma iluminación Alto Índice de Reproducción Cromática (IRC: es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal, cuanto más elevado más reales son los colores)
- Menor contaminación lumínica, ya que la luz que emite el LED siempre va direccionada, con lo que se evita en el caso de farolas villa, iluminar hacia el cielo.
- Su larga duración implica una menor necesidad de materias primas para lámparas de sustitución.
- Sin radiación Infrarroja ni Ultravioleta. (Educa, 2014).

**Desventajas.** Según un estudio reciente parece ser que los ledes que emiten una frecuencia de luz muy azul, pueden ser dañinos para la vista y provocar contaminación lumínica.

Los ledes con la potencia suficiente para la iluminación de interiores son relativamente caros (aunque día a día su costo baja y comercialmente se han equiparado en precio a las bombillas fluorescentes) y requieren una corriente eléctrica más precisa, por su sistema electrónico para funcionar con corriente alterna, y requieren de disipadores de calor cada vez más eficientes en comparación con las bombillas fluorescentes de potencia equiparable. Lo recomendable es comparar los lúmenes emitidos por vatio consumido para definir si una luminaria led es conveniente o no. (Educa, 2014)

- Su mayor enemigo son las altas temperaturas, a partir de 65° la mayoría de los LED se estropean. No solo debemos vigilar el LED si no la electrónica que lleva asociada, que suele romperse antes que el LED. ALROMAR comercializa lámparas LED con posibilidad de sustitución de la electrónica.

- Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo, para ello es vital que los disipadores sean de aluminio y con mucha superficie de disipación. Nos garantizará mayor tiempo de vida de la lámpara.

- El precio en comparación con las convencionales es bastante elevado.

- En potencias grandes a partir de 100W, es muy poco competitivo siendo su coste muy elevado, existiendo otras alternativas como la Inducción Magnética.

- La gran oferta de este tipo de productos hace difícil la elección de compra, se debe tener cuidado con los proveedores seleccionados, existe un gran intrusismo en el sector.

- Para iluminación en el sector de alimentación, nosotros aún no hemos conseguido con LED la luz que generan los *Philips MASTER TL-D Food*, para que carne y la fruta parezcan más apetecibles. (Educa, 2014)

- **Implementación paneles solares.**

Los paneles solares producen energía solar fotovoltaica, la cual consiste en el aprovechamiento de la luz del sol, radiación electromagnética, para producir energía eléctrica mediante la incidencia de la luz solar sobre una célula fotoeléctrica o fotovoltaica. (Colombia, 2015).

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles. El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. (Colombia, 2015).

Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo. (Ideam, 2015).

Las energías renovables, tal como la energía solar nos da una equilibrada relación costo / beneficio, ya que estas como energías limpias contribuyen a cuidado y a la sostenibilidad del medio ambiente. Adicionalmente y frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los

combustibles fósiles, las energías renovables son una alternativa a tener en cuenta en todo proyecto que involucre la utilización de energía en grandes proporciones. Se podría entonces hablar de la energía solar, de la energía eólica, de la utilización de la biomasa, de la utilización del hidrógeno, de la energía de los océanos, entre otros tipos de energía renovable, los cuales día a día toman más auge en desarrollo de las grandes empresas. (IDEAM, 2015)

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica. (Revista de ingeniería, 2008).

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente. (Revista de ingeniería, 2008).

Los materiales para celdas solares suelen ser silicio cristalino o arseniuro de galio. Los cristales de arseniuro de galio se fabrican especialmente para uso fotovoltaico, mientras que los cristales de silicio están disponibles en lingotes normalizados, más baratos, producidos principalmente para el consumo de la industria microelectrónica. El silicio poli cristalino tiene una menor eficacia de conversión, pero también menor coste. (Revista de ingeniería, 2008).

Un ejemplo de implementación de paneles solares en el país, es la que está ejecutando EPM, en la actualidad están generando electricidad con energía solar porque está vinculada a un piloto que lidera el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (Ipse)”

Posteriormente se inicia investigación de las ventajas y desventajas de implementar este tipo de energía con paneles solares fotovoltaicos en la Terminal Norte de Medellín y se concluye lo siguiente:( Epm, 2015).

#### **Ventajas:**

- A largo plazo disminución de gastos por pago de energía.
- Disminución de impactos ambientales.

- Contribuir a la disminución del calentamiento global.
- Ayudar al descanso visual en las horas de la noche.
- La energía solar no solamente es una forma de consumo de energía sostenible sino infinitamente renovable.
- Este tipo de energía no contamina.
- Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde el tendido eléctrico no llega (zonas rurales, montañosas, islas), o es dificultoso y costoso su traslado.
- Los paneles solares son de fácil mantenimiento.
- No requiere ocupar ningún espacio adicional, pues puede instalarse en tejados y edificios.
- Es un tipo de energía que está en alza. Cada vez más gente apuesta por este tipo de energía para abastecer sus hogares, y los gobiernos y empresas parece que, poco a poco, comienzan a darse cuenta de la importancia de apostar por fuentes de energía limpias y alternativas.

#### **Desventajas:**

- Nivel de radiación de esta energía fluctúa.
- Entre más energía se quiera generar, más paneles se deben instalar y las áreas que se necesitan serán muy grandes.
- Inicialmente requiere una gran inversión económica.
- Hay grandes pérdidas de energía.

La mejor opción de implementación de energía limpia y sostenible que se puede incorporar en la terminal del norte sería, los paneles solares, ya que estos generan un costo- beneficio a mediano plazo, ya que permiten el ahorro de energía y a su vez un aumento de ahorro económico en los procesos y actividades que se desempeñan en la terminal, la incorporación de dichos paneles van a permitir que se genere una reducción de la demanda energética por parte de consumidores e industria, al igual que todos aquellos servicios energéticos tales como luz, calefacción, transporte; y generación de actividad económica, empleo y oportunidades de aprendizaje tecnológico, al igual se generaran nuevos mercados de bienes y servicios que se crearán para los diferentes sectores y usuarios en la entidad, mejorando el ciclo productivo de sus procesos y actividades debido a la incorporación de los paneles solares al igual también la incorporación de la tecnología energética limpia, va a generar un cambio ambiental ya que al implementar los paneles solares; se va a disminuir en más del 50% la demanda de recursos naturales. Esto incluye alivio de presiones

locales así como presiones globales tales como las emisiones de CO<sub>2</sub>, conducentes al calentamiento, ya que permite disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, principal causa del cambio climático. Sin embargo, permite vislumbrar iniciativas sobre la importancia del uso consciente y eficiente de la energía en el siglo XXI.(Econografos,2015).

## 6.2. Viabilidad y factibilidad del sistema de energía limpia basada en paneles solares para la terminal del norte.

En Colombia se han presentado a grandes rasgos en los últimos treinta años, dos crisis energéticas que recordemos, la primera en el año 1992, durante el gobierno del presidente César Gaviria T., la cual fue presentada en el período comprendido entre el 2 de mayo de 1992 y el 7 de febrero de 1993, dicha crisis fue provocada por el fenómeno de El Niño. Una vez más en el año 2016, se presenta una nueva sequía y se empezó a pensar en un nuevo racionamiento, dado que las centrales hidroeléctricas y las plantas termoeléctricas empezarían a disminuir la producción.

Por tal razón debemos empezar a pensar en la relación costo / beneficio que nos dan las energías renovables, ya que estas como energías limpias contribuyen a cuidar el medio ambiente. Adicionalmente y frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son una alternativa a tener en cuenta en todo proyecto que involucre la utilización de energía en grandes proporciones. Se podría entonces hablar de la energía solar, de la energía eólica, de la utilización de la biomasa, de la utilización del hidrógeno, de la energía de los océanos, entre otros tipos de energía renovable, los cuales día a día toman más auge en desarrollo de las grandes empresas.

A continuación, se presenta un análisis cualitativo y cuantitativo de energías alternativas:

<b>Análisis cualitativo</b>						
<b>CRITERIOS (cualitativo)</b>						
<b>Estrategia</b>	<b>Financiero</b>	<b>Mercado</b>	<b>Técnico</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Político-legal</b>
Sistema de iluminación de bajo consumo con sensores automáticos	Buenas oportunidades de financiación	Gran oferta	Buenos avances tecnológicos	Bajos impactos ambientales	Buena aceptación	Permite fácil importación

de movimiento						
Utilización de Paneles Solares	Se puede buscar financiación	Hay buena oferta en el mercado (aunque algunos poco tecnificados)	En el mercado hay buena tecnología relacionada (exportaciones)	Totalmente limpio, no genera impactos ambientales	Buena aceptación	Apenas se está iniciando con regulación sobre el tema, son prometedoras (beneficios tributarios)

Tabla 4. Análisis cualitativo (elaboración propia)

### Análisis cuantitativo

CRITERIOS (cuantitativo)							
Estrategia	Financiero	Mercado	Técnico	Ambiental	Social	Político-legal	Total
Energía eólica	1	1	3	5	4	2	16
Sistema de iluminación de bajo consumo con sensores automáticos de movimiento	5	5	4	1	1	4	20
Utilización de Paneles Solares	5	3	4	5	4	3	24

Tabla 5. Análisis cuantitativo (elaboración propia)

Criterios de calificación 1 a 5, siendo 1 el más bajo y 5 el más positivo.

A continuación, se presenta la valoración de costos de actividades, esto con el fin de evaluar la factibilidad de dicho proyecto.

### Costos por actividades – Alternativa 1 Instalación de paneles solares.

Producto	Actividades	Recursos	Costos
Se incrementó el consumo de energía renovable mediante la implementación de un Sistema de Energía Solar Fotovoltaico de Inyección en el 50% de la red eléctrica de las Terminales de Transporte de Medellín	Actividad 1.1 Comprar 200 paneles solares	Materiales	200.000.000
		Humanos	4.000,000
		Logísticos	2.000.0000
		<b>Total Actividad 1</b>	<b>206.000.000</b>
	Actividad 1.2 Instalar 200 paneles solares	Humanos	20.000,000
		Vehículos	16.000,000
		Equipos	35.600,000
		<b>Total Actividad 2</b>	<b>71.600.000</b>
	Actividad 1.3 Compra e instalación de 50 baterías	Humanos	8.000,000
		Materiales	50.000.000
		<b>Total Actividad 3</b>	<b>58.000.000</b>
	Actividad 1.4 Instalación de un (1) circuito y panel de control	Humanos	4.000.000
		Materiales	10.000.000
<b>Actividad 4</b>		<b>14.000.000</b>	
<b>Total Proyecto</b>			<b>349.600.000</b>

Tabla 6. Costos por actividades– Alternativa 1 Instalación de paneles solares (elaboración propia).

### Costos por actividades – Alternativa 2 Cambio de luminarias.

Producto	Actividades	Recursos	Costos
Se disminuye el consumo de energía eléctrica con la instalación de luminarias de bajo consumo y sensores de movimiento, en el área administrativa de las Terminales de Transporte de Medellín	Actividad 1.1		
	Compra e instalación de 108 luminarias Luminaria smart LED 60x60, grid light, 36w, 5000K, life span. Con sensor de flujo luminoso	Materiales y mano de obra	42984000
		<b>Total Actividad 1</b>	<b>42.984.000</b>
	Actividad 1.2		
	Compra e instalación de 9 Luminaria LED Grid 120x30, 36W, 100-240VAC, con capacidad no inferior a 20w, empotrar, 5000K, life span.	Materiales y mano de obra	3177000

		<b>Total Actividad 2</b>	<b>3.177.000</b>
	Actividad 1.3		
	Compra e instalación de 16 Luminaria LED Downlight 1light sensor PIR LED, 15W, empotrar, 5000K	Materiales y mano de obra	2.960.000
		<b>Total Actividad 3</b>	<b>2.960.000</b>
	Actividad 1.4		
	compra e instalación de 21 Bombillo LED 10w, alta eficiencia, E27, 110VAC, 6000-65000K.	Materiales y mano de obra	840.000
		<b>Actividad 4</b>	<b>840.000</b>

**Tabla 7. Costos por actividades – Alternativa 2 Cambio de luminarias. (Elaboración propia).**

### **Evaluación Financiera**

La evaluación financiera nos ayuda a identificar la viabilidad del proyecto de acuerdo a una comparación entre costos, gastos y beneficios que resultaran de la puesta en marcha del proyecto. Este análisis me da la rentabilidad que puedo obtener y al realizarlo, se tienen en cuenta todos los costos en que se incurra y los recursos económicos que se invertirán, así como el costo operativo y productivo del proyecto, lo que permitirá tomar una decisión más acertada sobre la realización o no del proyecto. Según Juan José Miranda *“El análisis económico del "costo - beneficio" es una técnica de evaluación que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto, comparando el valor actualizado de unos y otros.” (Enografos, 2015).*

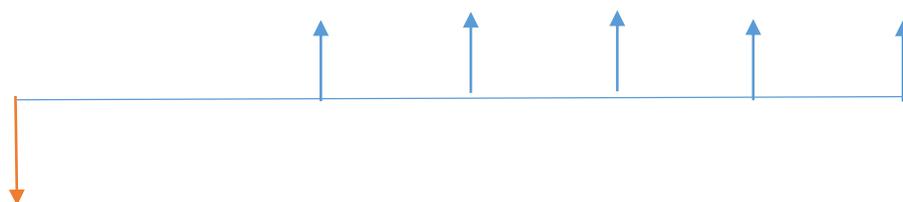
Se presenta la evaluación financiera de las dos alternativas planteadas, teniendo como inicial la alternativa de los paneles solares y segunda el cambio de las luminarias a luces tipo LED, en la primera observamos una mayor inversión inicial que al traerlo a un valor presente se disminuye dicho valor invertido, en cambio en la segunda alternativa a pesar de tener una inversión menor inicial ala primer alternativa el valor presente se incrementa a la inversión inicial. (Tecnología, 2016)

En referencia a la tasa interna de retorno TIR, la cual mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir en porcentaje

en la primera alternativa podemos ver que esta tiene un valor negativo indicando que el valor invertido en 5 años no podrá ser recuperado; en cambio en la segunda alternativa la TIR es mayor al interés concluyendo que dicha inversión es muy conveniente. Dicha evaluación da por conclusión que la mejor alternativa es la del cambio a luces LED y no la de los paneles solares. (Tecnología, 2016).

### Cuadro de resumen del análisis financiero de la alternativa. Instalación de Paneles Solares.

		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1	PREINVERSION (Diseños, estudios)						
1,1	Estudios y Diseños	20.000.000					
2	EJECUCIÓN						
2,2	Construcción y Montaje de Paneles Solares.	\$ 349.600.000					
2,3	Depreciación		\$ 3.496.000	\$ 3.496.000	\$ 3.496.000	\$ 3.496.000	\$ 3.496.000
3	OPERACIÓN						
3,1	Costos de Operación(Personal técnico, Mantenimiento)		\$ 3.326.000	\$ 3.508.930	\$ 3.701.921	\$ 3.905.527	\$ 4.120.331
3,2	Beneficios (ingresos por menores pagos en facturas de servicio de energía)		54.000.000	\$ 56.970.000	\$ 60.103.350	\$ 63.409.034	\$ 66.896.531
3,3	Beneficios Tributarios por utilización de energías Limpias. (excepción de IVA en la compra de los equipos destinados a la mejora del Ambiente)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA NETO		-369.600.000	50.674.000	49.965.070	2.905.429	56.007.507	59.280.200



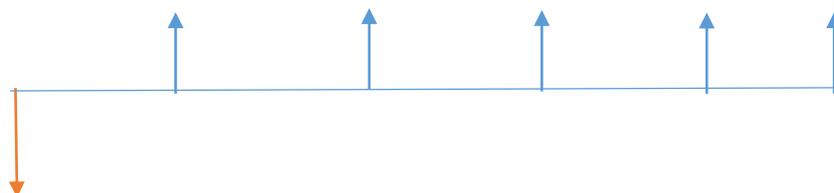
VALOR PRESENTE	VP	-\$ 197,193,197
VALOR FUTURO	VF	0
Número de Años	n	6

Tasa de Interés anual	i	5.50%
Tasa interna de Retorno	TIR	-10%

Tabla 8. Cuadro de resumen del análisis financiero de la alternativa 1 – Instalación de Paneles Solares. Fuente: (Elaboración propia).

### Cuadro de resumen del análisis financiero de la alternativa 2- Instalación de Luminarias tipo LED

		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1	PREINVERSION (Diseños, estudios)						
1,1	Estudios y Diseños	\$ 1.000.000					
2	EJECUCIÓN						
2,2	Instalación de luminarias	\$ 49.961.000					
2,3	Depreciación		\$ 499.610	\$ 489.618	\$ 484.822	\$ 480.021	\$ 475.221
3	OPERACIÓN						
3,1	Costos de Operación(Personal técnico, Mantenimiento)		\$ 3.576.000	\$ 3.772.680	\$ 3.980.177	\$ 4.199.087	\$ 4.199.087
3,2	Beneficios (ingresos por menores pagos en facturas de servicio de energía)		\$ 24.000.000	\$ 25.320.000	\$ 26.712.600	\$ 28.181.793	\$ 28.181.793
3,3	Beneficios Tributarios por utilización de energías Limpias. (excepción de Iva en la compra de los equipos destinados a la mejora del Ambiente)	\$ -	\$ 679.440	\$ 716.809	\$ 756.234	\$ 797.827	\$ 797.827
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>		<b>-\$50.961.000</b>	<b>\$ 20.603.830</b>	<b>\$ 21.774.511</b>	<b>\$ 23.003.835</b>	<b>\$ 24.300.511</b>	<b>\$ 24.305.311</b>



VALOR PRESENTE	VP	-\$ 87,984,215
VALOR FUTURO	VF	0

Número de Años	n	6
Tasa de Interés anual	i	5.50%
Tasa interna de Retorno	TIR	33%

Tabla 9. Cuadro de resumen del análisis financiero de la alternativa 2- Instalación de Luminarias tipo LED. Fuente: (Elaboración propia)

### **Evaluación Económica y Social.**

Las inversiones públicas, por su importancia cuantitativa y por su naturaleza, requieren ser evaluadas con la mayor solvencia posible entregando información oportuna, relevante y confiable a las autoridades que tienen la responsabilidad de decidir sobre ellas. Desde un punto de vista conceptual y formal hay notorias semejanzas, y también diferencias, entre los métodos y técnicas empleados en la evaluación privada y en la evaluación social de proyectos.

La evaluación privada considera como beneficios y costos relevantes solo aquellos que recaen en el inversionista y que tienen efectos en sus beneficios (ingresos) y su riqueza, expresados en términos monetarios. Por su parte, dado que los beneficios y los costos, generados por el proyecto, se distribuyen en el tiempo y que los diferentes agentes económicos tienen preferencias temporales que se expresan en el mercado, cantidades iguales distribuidas en el tiempo no tienen el mismo valor presente y por lo tanto deben ser descontadas para que sean sumables y comparables. A efectos de la evaluación privada las inversiones y los flujos monetarios de beneficios (ingresos) y costos se valoran a precios de mercado y la tasa de actualización o de descuento que se aplica es la tasa de interés de mercado relevante para el inversionista. Los criterios de decisión más usados por los inversionistas privados son la tasa interna de retorno, el valor presente neto, y como indicador complementario, y a veces de gran importancia, el periodo de recuperación de la inversión. (Aguilera y otros, 2011).

### **Valoración Económica**

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleara en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista. (García, Gonzales & Rodríguez, 2009).

### Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa 1

Costos	Beneficios
\$369.600.000 (más mantenimiento anual, ver análisis financiero)	No se necesitaría utilización de energía eléctrica
	Posibilidades de venta de energía por sobrantes
	Posibilidades de beneficios tributarios
	Vida útil de los paneles 20 años

Tabla 10. Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa 1. Fuente: (Elaboración propia).

### Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa 2

Costos	Beneficios
\$50.961.000 (más mantenimiento anual, ver análisis financiero)	Se reduce el consumo de energía eléctrica.
	Fácil mantenimiento
	Ambientes de trabajo más agradable por el tipo de luz utilizada

Tabla 11. Costo del proyecto vs los beneficios de la alternativa 2. Fuente: (Elaboración propia).

## Valoración Social

Su objetivo es llevar a cabo la cuantificación del impacto de un determinado proyecto no solo en el entorno microeconómico, sino también sus implicaciones sociales, ambientales, etc. Al mismo tiempo que se tienen en cuenta las implicaciones económicas. (Vildur, 2012).

**Alternativa 1:** Instalación de Paneles Solares: Teniendo en cuenta la situación que se está presentando hoy en día, con relación a la contaminación ambiental y presión de los recursos naturales, las diferentes alternativas que contribuyan directa o indirectamente a la conservación del medio ambiente, son muy bien vistas por la sociedad, sin embargo, considerando el alto costo de inversión y el periodo tan largo de recuperación (más de 5 años), pone a pensar sobre la factibilidad de este tipo de proyectos, y pone en duda su aplicación.

Por ser un proyecto que generaría una energía totalmente limpia tiene muy buena aceptación a nivel nacional, con posibilidades de financiación.

Considerando que es un proyecto que se puede ver como privado, a pesar que lo ejecutaría una entidad pública (Terminales de Transporte de Medellín), sus beneficios económicos del proyecto no se verían reflejados en la sociedad.

No representa costo social.

Tiene la posibilidad de eliminar el uso de la energía eléctrica. Energía alternativa

**Alternativa 2:** Instalación de Luminarias tipo LED: Como se mencionó en la alternativa anterior, los diferentes proyectos que contribuyan a la protección del medio ambiente y reducción de la presión a los recursos naturales, tienen muy buena acogida a nivel social e impactos muy positivos, considerando que esta alternativa el valor de inversión es más bajo y sus resultados se pueden ver a corto plazo, presenta un mayor voto de confianza a nivel social.

Considerando que es un proyecto que se puede ver como privado, a pesar que lo ejecutaría una entidad pública (Terminales de Transporte de Medellín), sus beneficios económicos del proyecto no se verían reflejados en la sociedad.

No representa costo social.

Solo tiene la posibilidad de disminuir el uso de energía eléctrica.

**Cuadro resumen de la evaluación económica y social de las alternativas del proyecto**

Alternativa	Económico	Social
Alternativa 1: Instalación de Paneles Solares	-Muy alto  -No presenta beneficio económica a la sociedad  -Reducción significativa en el pago de los servicios.  -Posibles ingresos por venta de energía sobrante	-Muy buena aceptación.  -Tiene muy buena aceptación a nivel nacional (energía limpia).  - No representa costo social  -Elimina el uso de energía eléctrica
Alternativa 2: Instalación de Luminarias tipo LED	-Moderado  -No presenta beneficio económica a la sociedad  -Reduce un poco el pago de los servicios	-Buena aceptación.  -A nivel nacional se apoya.  -No representa costo social.  -Disminuye el uso de energía eléctrica.

Tabla 12. Resumen de evaluación económica y social alternativas del proyecto. Fuente: (Elaboración propia.)

La alternativa 1, presenta un valor social muy positivo, pero un valor económico negativo. La alternativa 2, presenta un valor social positivo y un valor económico aceptable.

Considerando la evaluación anteriormente realizada económica y socialmente es más viable la alternativa 2.

### 6.3. Descripción de los componentes del sistema de energía limpia generada por la utilización de paneles solares.

- **Componentes de un panel solar convencional.**

A continuación se presenta los componentes básicos de un panel solar:

#### Componentes de un panel solar (a)



Figura 1: Componentes de un panel solar (a). Fuente. (Revista de ciencias energéticas, Universidad Nacional de Colombia, 2015).

## Componentes de un panel solar (b)



### Paneles fotovoltaicos

- Paneles europeos de calidad y estanqueidad contrastada
- Rendimiento del 13%
- Garantía del producto 5 años
- Garantía del 90% de la producción los primeros 10 años y del 80% de la producción los siguientes 15 años



### Inversores

- Inversores europeos de calidad contrastada (1er nivel)
- Rendimientos superiores al 96%
- Incluye las cajas de interconexión y comunicación para monitorizar la instalación
- Garantía del producto de 5 años
- Posibilidad de ampliación de garantía del producto a 20 años



### Estructura

- Estructura de fabricante europeo con multitud de soluciones
- Estructura de aluminio con certificado de solidez
- Aluminio 6063 de gran resistencia a ambientes cercanos al mar (salubres)
- Estructura de piezas estandarizadas, facilitando la mejor orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos.

Figura 2: Componentes de un panel solar (b). Fuente. (Revista de ciencias energéticas, Universidad Nacional de Colombia, 2015).

Las características de los paneles solares dependen de varios componentes, por esta razón un panel solar está formado por numerosas celdas solares. Las celdas solares son pequeñas células hechas de silicio cristalino (silicio monocristalino) o arseniuro de galio, es decir, las celdas son cristales de silicio o cristales de arseniuro de galio que son materiales semiconductores (es decir, materiales que pueden comportarse como conductores de electricidad o como aislantes, depende del estado en que se encuentren). Puedes pinchar en la palabra subrayada para saber más). (Tecnología, 2016).

Estos componentes que forman el panel solar, se mezclan con otros como por ejemplo el fósforo o el boro para darles al silicio o al arseniuro de galio una carga positiva o negativa (en unos se generan huecos vacíos y los otros tienen electrones que les sobran). (Área, 2016)

Una parte de la celda será un semiconductor P (huecos = positivo) y otra parte un semiconductor del tipo N (electrones = negativo), luego lo veremos con más detalle. Puedes ver la

celda en la imagen de abajo. De esta forma aprovechamos para producir energía eléctrica el llamado "Efecto Fotovoltaico". (Tecnología, 2016)

Efecto Fotovoltaico: efecto mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductor próximos de distinto tipo. (Tecnología, 2016)

## Referencias

- Colombiano, E. (7 de diciembre de 2015). Area Metropolitana del Valle de Aburrá. Obtenido de <http://www.metropol.gov.co/>
- Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. (2009). Revista de ingeniería #28, 88.
- Educa, E. (2014). Obtenido de <http://www.endsaeduca.com/>
- Energética, E. (s.f.). [http://www.etiquetaenergetica.gov.co/?page\\_id=491](http://www.etiquetaenergetica.gov.co/?page_id=491). Obtenido de <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/>
- ISTAS (Union Institute of Work, Environment and Health). (s.f.). Obtenido de <http://www.istas.net/>
- Olmo, W. M. (31 de marzo de 2016). <http://www2.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/impacto.htm>. Obtenido de <http://www2.uned.es/>
- REPÚBLICA, S. D. (20 de julio de 2012). Gaceta del Congreso. Obtenido de <http://www.imprenta.gov.co/>
- Sostenible, S. (11 de enero de 2013). PUBLICACIONES SEMANA S.A. Obtenido de <http://sostenibilidad.semana.com/>
- TIEMPO, R. E. (5 de junio de 2015). EL TIEMPO Casa Editorial. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/>
- Unidad de Planeación Minero Energética –UPME–, c. e.–B. (2015). Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. Obtenido de <http://www.upme.gov.co/>
- Gregorio Peiro, Juan Jesus. Estudio de Viabilidad de los Paneles de Energía Solar como Fuente de Ingresos para las Empresas de los Polígonos Industriales de Gandia”. Universidad Politécnica de Valencia. 2009.
- Rodríguez Murcia, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. 2009.
- Aguilera Rosa y Otros, Evaluación Socia de Proyectos, Orientaciones para su aplicación, Facultad de Ciencias Sociales, UDELAR, 2011.
- Vildur, Nike. 2012. Criterios básicos para evaluar un proyecto. <https://es.slideshare.net/nikevildur/criterios-basicos-para-evaluarun-proyecto>.

- García Cruz, Joaquín; Gonzales Pitalua, Julián Luis & Rodríguez Baltazar, David Antón. 2009. Evaluación De Proyectos por Gabriel Baca Urbina. LOGO.
- <http://www.tecnologiayeducacion.com/%C2%BFque-es-luz-led/>
- Colombia, U. N. (2015). Paneles solares en Colombia. *Ciencias Naturales, Universidad nacional de Colombia.*, 1-120.
- Educa, E. (2014). Obtenido de <http://www.endesaeduca.com/>
- IDEAM. (2015). *Viabilidad de paneles solares en Colombia.* Medellin.
- Pereira, A. d. (2017). LA TERMINAL DE TRANSPORTES ES PIONERA EN EL AHORRO DE ENERGÍA A NIVEL NACIONAL. *Revista Alcaldia de Pereira.*
- Revista Medio Ambiente, C. R. (23 de Junio de 2016). La terminal de transportes de Pereira es la primera del país con paneles solares. Pereira, Colombia.
- Sostenible, S. (11 de enero de 2013). *PUBLICACIONES SEMANA S.A.* Obtenido de <http://sostenibilidad.semana.com/>
- Tencologia. (2015). Paneles solares. *Area Tecnologia*, 1-10.
- TIEMPO, R. E. (5 de junio de 2015). *EL TIEMPO Casa Editorial.* Obtenido de <http://www.eltiempo.com/>