



TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE ESPECIALISTA EN FINANZAS

EVALUACIÓN FINANCIERA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN PLAZA MAYOR

AUTORES

DANIELA OSORIO CEBALLOS

MAURICIO HUMBERTO GAMBOA

ASESOR

JUAN IGNACIO SALAZAR

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

2019

## Contenido

Tabla De Ilustraciones.....	4
Introducción.....	5
1. Descripción Del Proyecto .....	6
1.1 Formulación Del Problema.....	6
1.2 Objetivos Del Proyecto.....	7
1.2.1 Objetivo General.....	7
1.2.2 Objetivos Específicos.....	7
1.3 Marco Teórico.....	7
1.3.1 Fundamento Legal.....	7
1.3.2. Flujo De Caja Libre Y Del Accionista .....	8
1.3.3. Objetivo Básico Financiero.....	8
1.3.4. Tasa Interna De Retorno .....	9
1.3.5. Valor Presente Neto.....	9
2. Justificación Del Proyecto .....	10
3. Delimitación .....	10
4. Alcance Del Proyecto .....	11
5. Presupuesto .....	12
6. Cronograma .....	13
7. Conocimiento Del Entorno Y Del Sector .....	13
7.1. Mercado Energía En Colombia.....	14
7.2. Fuentes De Energía .....	15

7.2.1. Energías Renovables .....	15
7.2.2. Energías No Renovables .....	15
7.3. Embalses - Hidrografía De Colombia .....	16
7.4. Capacidad Efectiva De Generación De Energía En Colombia .....	17
7.5. Principales Termoeléctricas .....	18
8. Análisis Técnico .....	19
9. Análisis Financiero .....	20
9.1. Variables Económicas Del Proyecto En Plaza Mayor .....	20
9.2. Opciones De Inversión .....	23
9.2.1. Inversión 1 Proveedor ERCO/EPM .....	23
9.2.2. Inversión 2 Proveedor Panasonic .....	24
9.3. Evaluación de Propuestas .....	24
10. Sensibilidad Y Riesgos .....	28
10.1. Riesgos Cualitativos .....	29
10.2. Riesgos Cuantitativo .....	30
10.2.1. Gráfico De Telaraña .....	30
10.2.2. Gráfico De Tornado .....	31
10.3. Análisis De Riesgos .....	32
11. Conclusiones .....	35
12. Bibliografía .....	37
13. Anexos .....	38
13.1. Inversión 1 (EPM-ERCO) .....	38

13.2. Inversión 2 (PANASONIC) .....	39
13.3. Pago por Consumo EPM .....	39
13.4. Pago por Consumo PANASONIC .....	40

## **Tabla De Ilustraciones**

<b>Ilustración 1- Presupuesto Monografía .....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 2- Cronograma de Actividades .....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 3- Parque Comercial el Tesoro- Energía Solar EPM.....</b>	<b>14</b>
<b>Ilustración 4- Producción de Energía .....</b>	<b>16</b>
<b>Ilustración 5- Capacidad de Generación Energía .....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 6- Termoeléctricas en Colombia .....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 7- Consumo Energía Plaza Mayor .....</b>	<b>19</b>
<b>Ilustración 8- Costo Kilovatio .....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 9- Inversión 1 .....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 10- Inversión 2 .....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 11- Modelo Flujo de Caja Accionista.....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 12- Cuadro Resumen VPN Y TIR .....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 13- Matriz de Riesgos .....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 14- Grafico Telaraña .....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 15- Gráfico de Tornado.....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 16- Análisis de Riesgos .....</b>	<b>33</b>

## **Introducción**

Durante los últimos años, las energías renovables han tenido un crecimiento acelerado y se han convertido en uno de los temas más importantes a nivel mundial.

Según un informe de la Agencia Internacional de Energía, la capacidad de la energía solar fotovoltaica creció 50%.

En Colombia, aunque es una actividad que sigue en ascenso, aún faltan cosas por hacer. Actualmente, la capacidad energética del país está en 16.800 MW. De esta, solo el 0,1% corresponde a energía solar y su participación tiende a crecer debido a los proyectos de granjas solares.

Con el Acuerdo para el Cambio Climático de París en 2015 quedó claro que el desarrollo económico del mundo debe moverse hacia las energías renovables, para dejar atrás la generación a partir de combustibles fósiles, como carbón, petróleo o gas natural.

En Colombia el uso de la energía solar se ha convertido en una alternativa que cada vez tiene más adeptos, sobre todo para generar electricidad. La ubicación geográfica privilegiada para la irradiación energética, el desarrollo de nuevas tecnologías, el auge de nuevos mercados de energías renovables no convencionales y los beneficios tributarios de la Ley 1715 del 2014, han generado un entorno ideal para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos basados en este tipo de energía, que convierten al país en un referente de desarrollo de energías renovables.

## **1. Descripción Del Proyecto**

En el evento EXPOSOLAR 2018, con sede en el Centro Internacional de Convenciones y Exposiciones Plaza Mayor, se tuvo un acercamiento a este tipo de energías conociendo no solo cómo se utilizan en la vida cotidiana, sino también las oportunidades que ofrecen para crear negocios en el país, así fue cómo surgió la propuesta desde el área Financiera de la empresa de implementar el uso de energía solar para Plaza Mayor, con el fin de tener ahorros en los costos de operación.

Plaza Mayor es una empresa mixta, dedicada al alquiler de espacios para eventos, inmobiliarios y como operador logístico. Actualmente plaza mayor cuenta solo con energía convencional, la cual genera un gasto anual equivalente al 3% de los ingresos (\$1.100.416.923, 00), con un área total de 22.000 metros cuadrados entre oficinas, recintos y espacios inmobiliarios. El consumo efectuado por los clientes es cobrado como un servicio adicional, por esto se ve la oportunidad por medio de la implementación del uso de energía solar otorgar una tarifa diferenciadora y atractiva para el mercado.

### **1.1 Formulación Del Problema**

Un claro ejemplo de la aplicación de este tipo de propuesta puede materializarse en una empresa como Plaza Mayor, compañía de capital mixto que por su tipo de negocio consta de gran extensión superficial. ¿Será financieramente conveniente la migración a la generación y consumo de energía solar?

## **1.2 Objetivos Del Proyecto**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar financieramente la viabilidad del uso de energía solar en Plaza mayor

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la factibilidad financiera del uso de energía solar en Plaza Mayor.
- Determinar el tipo de modelo requerido para la implementación de la energía solar (operado por un externo o por Plaza mayor).
- Identificar los posibles beneficios tributarios que conlleva el uso de energía solar para Plaza Mayor y evaluar los riesgos.

## **1.3 Marco Teórico**

### **1.3.1 Fundamento Legal**

La Ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

A Colombia han ingresado varias empresas y líneas de negocio extranjeras encargadas en el tema de producción de energías limpias como Refeel, Celsia, Panasonic gracias al marco regulatorio consagrado en la ley 1715 de 2014, el cual otorga incentivos tributarios y fiscales al consumidor dentro de los cuales están:

1. Deducción del impuesto sobre la renta
2. Exclusión del IVA en productos y servicios
3. Exclusión del gravamen arancelario
4. Depreciación acelerada (5 años)

### **1.3.2. Flujo De Caja Libre Y Del Accionista**

Una de las variables que miden de mejor forma la capacidad financiera de una empresa es el **flujo de caja libre** (FCL). Consiste en la cantidad de dinero disponible para cubrir deuda o repartir dividendos, una vez se hayan deducido el pago a proveedores y las compras del activo fijo (construcciones, maquinaria...).

En general, este cálculo sirve para medir la capacidad de un negocio para generar caja independientemente de su estructura financiera. Es decir, el FCL es el flujo de caja generado por la empresa que se encuentra disponible para satisfacer los pagos a los suministradores de financiación de la misma.

A partir del neto del FCL se deduce el servicio a la deuda tanto su abono a capital e intereses lo que posteriormente se le llama Flujo de Caja del Accionista.

### **1.3.3. Objetivo Básico Financiero**

Para un empresario una empresa o proyecto logra el Objetivo Básico Financiero si el flujo de efectivo permite:

- Reponer el capital de trabajo.
- Atender el servicio a la deuda (Capital e intereses).

- Reponer los activos fijos, si fuere el caso
- Repartir utilidades de acuerdo a con las expectativas de los socios.

La determinación del **Flujo de caja libre del proyecto** en cada uno de los años, no es suficiente para conocer cuál es la opción de proyecto que más valor genera, para esto se utilizan los criterios de inversión **Valor Presente Neto (VPN)** y **Tasa Interna de Retorno (TIR)**. (S, 1991).

#### **1.3.4. Tasa Interna De Retorno**

La TIR o Tasa Interna de Retorno, es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. Esto quiere decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá esta, para los montos que no hayan sido retirados del proyecto. Y funciona como una herramienta complementaria del valor Presente Neto. Es importante aclarar que en muchos casos las decisiones que se toman basándose en el Valor Presente Neto no son congruentes con las que se toman basándose en la Tasa Interna de Retorno, ya que los flujos de dinero son irregulares, y resulta necesario garantizar mediante diferentes mecanismos que el Valor Presente Neto es correcto, para así corroborarlo a través de la Tasa Interna de Retorno.

#### **1.3.5. Valor Presente Neto**

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo, permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: **MAXIMIZAR** la inversión, adicional si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las empresas. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar

igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor. (Váquiro, 2013)

## **2. Justificación Del Proyecto**

El proyecto surge de la necesidad de buscar ahorros que podrán ser transferidos a los clientes.

Esta propuesta de negocio tiene dos enfoques:

- El primero consiste en que un tercero se encargue de instalar, operar, monitorear y realizar mantenimiento al sistema de generación de energía eléctrica a partir del uso de paneles solares en cuyo caso el único beneficio es consumir energía a un menor costo.
- El segundo consiste en comprar, instalar los equipos y capacitar el personal de la empresa en el manejo de los mismos para generar su propia energía, así Plaza Mayor es quien adquiere todos los beneficios tributarios y fiscales, adicional al ahorro que pueda significar el consumo de esta energía en el mediano y largo plazo.

## **3. Delimitación**

Para la ejecución de la monografía se deberá tener en cuenta las siguientes delimitaciones para el proyecto:

- Administrativamente se espera tener este proyecto en marcha antes del 2020
- Comercialmente la época ideal para llevar a cabo la construcción de un proyecto de estos es

entre octubre y enero, época en la cual la ocupación de los recintos de PLAZA MAYOR es más baja.

- En el año 2019 habrá ley de garantías por elecciones regionales, esta entra en vigencia en el mes de junio de 2019, esto hace que más allá de esa fecha uno de los posibles oferentes y/o propuestas, EPM, queden fuera de posibilidad, esto debido a que PLAZA MAYOR al ser una empresa de economía mixta, deba limitarse a estas políticas electorales de la nación.

- Tiempo necesario para llevar a cabo los permisos de la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales)

Se inicia un estudio de las diferentes opciones de uso de esta energía a lo cual surgen 2 propuestas

1. Comprar los activos y obtener sus beneficios tributarios consagrados en la ley 1715 de 2014
2. Tercerizar la operación facilitando el uso de las áreas del techo de plaza mayor.

#### **4. Alcance Del Proyecto**

Para Plaza Mayor este proyecto, en caso de considerarse, representaría además de ahorro en costos, potenciales utilidades debido a que parte de su negocio recae en cobrar el suministro energético a los clientes que usan los diferentes espacios que ofrece, pero este cobro se realiza de acuerdo con el valor del mercado. Esto podría convertirse en un factor diferenciador de tarifas en caso de ser necesario, además permitiría flexibilidad para hacer descuentos, ofrecer paquetes promocionales, etc. En conclusión, aumentaría la competitividad en términos tarifarios al mismo tiempo que impacta positivamente su *Good Will*.

## 5. Presupuesto

La monografía que se estima entregar será financiada con recursos propios de los estudiantes, con esta inversión se pretende cubrir los gastos que se incurrirán en las investigaciones de la implementación.

<b>PROYECTO IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO REAL</b>
<b>UTILERÍA</b>	\$100.00	\$100.00
<b>TRANSPORTES</b>	\$210.00	\$210.00
<b>HONORARIOS ASESOR</b>	\$850.00	\$850.00
<b>VARIOS</b>	\$100.00	\$100.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.260.000</b>	<b>\$ 1.260.000</b>

**Ilustración 1-Presupuesto Monografía**

## 6. Cronograma

El presente cronograma se realiza con el objetivo de hacer un seguimiento efectivo de la monografía durante el segundo semestre de la especialización, se ha optado por un cronograma semanal, en el cual se agendará tanto las actividades programadas, como la ejecución de las mismas, (celdas con color rojo). A continuación, presentamos un cronograma semanal detallado. En la parte superior se irá cambiando el color acorde al avance realizado.

Control y Seguimiento de Actividades																										
Convencione		Pendiente Aplazado Realizado																								
No	Actividades (Semana - Mes)	Enero					Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25
1	Consulta de Fuentes Bibliográficas	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado																					
2	Presentación y empalme Asesor de Monografía			Realizado	Realizado																					
3	Evaluación Propuestas Proveedores			Realizado	Realizado																					
4	Elaborar plan de evaluación financiera					Realizado	Realizado	Realizado	Realizado																	
5	Presentación de Proyección de Flujos de Caja									Realizado	Realizado	Realizado	Realizado													
6	Revisión modelo financiero óptimo para proyecto												Realizado	Realizado	Realizado											
7	Pre-revisión de Monografía Final														Realizado	Realizado	Realizado	Realizado								
8	Ultimar detalles de presentación																		Realizado	Realizado	Realizado	Realizado				
9	Notas finales Monografía																							Pendiente	Pendiente	

**Ilustración 2-Cronograma de Actividades**

## 7. Conocimiento Del Entorno Y Del Sector

Ejemplos de este tipo de inversiones, a menor escala y dentro del panorama nacional, se pueden evidenciar en el centro comercial Las Américas en Bogotá y el parque comercial El Tesoro en Medellín donde se utiliza la energía solar para abastecer una parte de su demanda energética. Alemania es otro ejemplo de migración a la energía solar con un apoyo altamente marcado de sus

políticas de desarrollo y macroeconómicas.

Desde enero de 2018, el Parque Comercial El Tesoro es uno de los grandes éxitos de implementación de energía solar en el municipio de Medellín, siendo el primer cliente de la compañía EPM, consistiendo en rentar su infraestructura para la instalación de 1.568 paneles solares, en un área de 2.570 m<sup>2</sup>. Con este sistema solar fotovoltaico generarán 590 megavatio-hora (MWh) aproximadamente. Su función principal es abastecer el suministro de energía a sus zonas comunes. (Cuesta, 2018).



**Ilustración 3-Parque Comercial el Tesoro-Energía Solar EPM**

### **7.1. Mercado Energía En Colombia**

La estructura del sector eléctrico colombiano se establece de acuerdo a lo dispuesto en las Leyes 142 de 1994 (servicios públicos domiciliarios) y 143 de 1994 (Ley Eléctrica). Con ellas, se crearon organismos de regulación como la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), de control como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), de planeación como la UPME y de operación del mercado XM S.A Las actividades que se desarrollan en el sector eléctrico colombiano, según la Ley 143/1994, son las de (G) generación, (T) transmisión, (D)

distribución y (C) comercialización. (Molina, 2019)

## **7.2. Fuentes De Energía**

Las Fuentes de energía son los recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades.

El origen de casi todas las fuentes de energía es el Sol, que "recarga los depósitos de energía". Las fuentes de energía se clasifican en dos grandes grupos: renovables y no renovables; según sean recursos "ilimitados" o "limitados". (Miñarro, 2017)

### **7.2.1. Energías Renovables**

Las Fuentes de energía renovables son aquellas que, tras ser utilizadas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Algunas de estas fuentes renovables están sometidas a ciclos que se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza.

Existen varias fuentes de energía renovables, como son:

- Energía mareomotriz (mareas)
- Energía hidráulica (embalses)
- Energía eólica (viento)
- Energía solar (Sol)
- Energía de la biomasa (vegetación, residuos sólidos)

### **7.2.2. Energías No Renovables**

Las Fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.

Existen varias fuentes de energía no renovables, como son:

- Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural)

- La energía nuclear (fisión y fusión nuclear)

La producción de energía en Colombia se basa en la energía hidroeléctrica.

En el mundo, los combustibles fósiles siguen siendo la principal fuente de energía, pero en algunos casos especiales como el de Colombia, su principal fuente de energía proviene de las energías renovables.

El 70% de la energía del país se genera a partir de la energía hidroeléctrica y el resto se genera principalmente a partir de los combustibles fósiles, los cuales, se agotan rápidamente.

Colombia es un país con una gran cantidad de recursos naturales y su potencial para aprovechar las energías renovables está aumentando considerablemente.

### 7.3. Embalses - Hidrografía De Colombia

En la producción de energía eléctrica, se destacan las represas de Riogrande y Guadalupe en Antioquia, las de Calima y Anchicayá, en el Valle del Cauca y la de Chivor o Santa María alimentada por el río Batá (Boyacá), que es la mayor entre todas. También se encuentra la represa del Prado en el Tolima, formada por los ríos Prado y Cunday.



**Ilustración 4- Producción de Energía**

#### 7.4. Capacidad Efectiva De Generación De Energía En Colombia

<b>Tipo/Combustible</b>	<b>Capacidad/Efectiva (MW)</b>
<b>DESPACHADAS CENTRALMENTE</b>	
Hidráulica	10,974.00
Térmica	5,094.00
<b>NO DESPACHADAS CENTRALMENTE</b>	
Autogenerado	50.64
Cogenerador	149.00
Eólica	18.42
Hidráulica	860.57
Térmica	179.96
<b>TOTAL, CAPACIDAD EFECTIVA NETA</b>	<b>17,326.59</b>

(SIN, 2019)

#### Ilustración 5- Capacidad de Generación Energía

## 7.5. Principales Termoeléctricas

Agente Operador/Central	Capacidad/Efectiva MW	Tipo	Departamento	Municipio
DOÑA JUANA	1.7	Térmica	Bogotá D.E.	Bogotá D.C
CIMARRON	19.9	Térmica	Casanare	Yopal
EL MORRO 2	19.9	Térmica	Casanare	Yopal
EL MORRO 1	19.9	Térmica	Casanare	Yopal
TEQUENDAMA BIOGAS	2.25	Térmica	Magdalena	Fundación
CELSIA SOLAR BOLIVAR	8.06	Térmica	Bolívar	Cartagena
TERMOBOLIVAR 1	9.7	Térmica	Boyacá	Topaga
PROENCA II	17	Térmica	Cauca	Guachené
TERMOMECHERO 4	19.3	Térmica	Casanare	Yopal
TERMOMECHERO 5	19.3	Térmica	Casanare	Yopal
TERMOMECHERO 6	19.3	Térmica	Casanare	Yopal
TERMOPIEDRAS	3.75	Térmica	Tolima	Piedras
TERMOYOPAL 1	19.9	Térmica	Casanare	Yopal

**Ilustración 6- Termoeléctricas en Colombia**

## 8. Análisis Técnico

En las estadísticas de consumo de energía de la compañía Plaza Mayor se observa un consumo de 2.613 megavatios por año, con una variación en los últimos 3 años de 3%, este consumo se hace un 62% durante el día; bajo esta premisa se hace pertinente evaluar la viabilidad económica de la instalación de un sistema de paneles solares para suplir este consumo y lograr un ahorro económico en este rubro.

La compañía cuenta con cubiertas que suman 9.900 metros cuadrados, esto una superficie suficiente para generar 2.900 megavatios de energía solar en el primer año; pero al evaluar la resistencia de las cubiertas, solo 2.326 metros cuadrados son aptos para la instalación de estos, lo que significa una producción máxima de 602 megavatios en el primer año.

Esta capacidad está dada por la instalación de Paneles Solares fotovoltaicos de 310 Wp, los cuales son Módulos policristalinos e Inversores String descentralizados, estos pesan 11 kilos por metro cuadrado.

Bajo esta condición requerida, se evaluaron varios posibles proveedores, y por cuestiones legales solo 2 cumplieron con las condiciones necesarias para contratar con Plaza Mayor, una empresa de economía mixta, de los cuales sus mayores accionistas son socios gubernamentales.

CONSUMO DE LA COMPAÑÍA	
Energía Anual KW	2.613.224

**Ilustración 7- Consumo Energía Plaza Mayor**

## 9. Análisis Financiero

### 9.1. Variables Económicas Del Proyecto En Plaza Mayor

VARIABLES ECONÓMICAS	
IPC proyectado	3,3%
Costo del Kilovatio contratado con EPM o consumido de la Red	461
Tasa de descuento o WACC	13,9%
Valor seguro	0,40%
Valor que baja para seguro	2,00%
% de impuestos	33,0%
Incremento salarial por encima del IPC	2,0%
Años de Depreciación acelerada	5
Tasa financiación E. A	12%
Meses de financiación	120
Costo anual MO	42

Para evaluar este proyecto tendremos las siguientes variables:

- **Un IPC interanual proyectado** de 3,3% según el banco de la república para los próximos 3 años. (Republica, 2019)
- **El costo del kilovatio contratado con EPM**, proveedor de energía, para los próximos 10 años es de \$461 incrementando anualmente por el IPC.
- Al calcular el **WACC** de la compañía, al final del 2018 es de 13,9%, el beta apalancado para este es el equivalente para el sector económico del turismo.

- Por política de riesgos de la compañía se debe comprar un **seguro** para los activos fijos, la empresa asegurado tiene una tarifa del 0,4% del valor total del activo comprado, este valor total disminuye cada año 2%, condición de la empresa aseguradora.
- El **% de impuestos** para plaza mayor es de 33%.
- Como política de bienestar y estabilidad laboral, los salarios aumentan anualmente el IPC +2%.
- La Ley 1715 de 2014 con el fin de incentivar el uso de energías renovables promueve una **depreciación acelerada**, de estos activos de autogeneración de energía renovable, de 5 años.
- Teniendo en cuenta el historial crediticio de la compañía, el banco ofrece un crédito de 12% e.a. con amortización fija a capital durante 10 años para la compra de estos activos
- Y por último se al momento de comprar y operar los activos propios se necesita un **auxiliar de mantenimiento eléctrico**, el 2019 el costo anual de esta persona es de 41 millones.

Bajo estas condiciones, se puede proceder a evaluar los 2 proveedores posibles, estos suministran 2 cotizaciones, uno como proveedores de activos fijos necesarios para implementar un sistema de energía fotovoltaico y la otra cotización como operador del sistema fotovoltaico mediante un sistema Pago Por Consumo (PPC). A continuación, se muestra las condiciones de las 4 propuestas:

**PPC:** Esta consiste en una tarifa cobrada por el proveedor por cada kilovatio (pesos por kilovatio) consumido por la compañía, los cuales son producidos por el sistema fotovoltaico, propiedad del proveedor, instalados en la superficie de la compañía.

<b>EPM (PPC 1)</b>	
Costo del Kilovatio producido por energía solar	278

<b>Panasonic (PPC 2)</b>	
Costo del Kilovatio producido por energía solar	340

### **Ilustración 8- Costo Kilovatio**

**Compra de Sistema Fotovoltaico:** Consiste en comprar un sistema fotovoltaico, el cual pasa a hacer parte de la compañía, este debe ser instalado, entregado funcionando y capacitar al personal involucrado en su operación y mantenimiento.

Los posibles proveedores para estas opciones de inversión son:

- ERCO, es una empresa dedicada a la ingeniería y construcción de proyectos de energía solar fotovoltaica, térmica y movilidad eléctrica en Colombia. En este proyecto es el aliado estratégico de EPM, para el cual provee toda la tecnología e ingeniería de instalación y operación.
- EPM, es una empresa dedicada a la producción, distribución y comercialización de servicios públicos domiciliarios como lo son energía, Acueducto y alcantarillado, y gas
- PANASONIC, es una empresa productora y comercializadora de sistemas fotovoltaicos desde 1990 en el mundo y desde el 2014 en Colombia, al igual que ERCO, proveen la ingeniería y la construcción de proyectos de energía fotovoltaica

## 9.2. Opciones De Inversión

### 9.2.1. Inversión 1 Proveedor ERCO/EPM

<b>EPM / ERCO (Inversión 1)</b>	
Valor inversión	1.132
Energía a reponer paneles solares	525.300
Garantía paneles	12 años
Garantía Inversores	10 años
Costo anual de mantenimiento	1,10%
Pérdida anual de capacidad de producción energética	0,50%
% de salvamento	1,00%
Valor salvamento	11
Vida útil de transformadores	15
Costo de reposición de transformadores en 15 años	102

**Ilustración 9- Inversión 1**

### 9.2.2. Inversión 2 Proveedor Panasonic

<b>Panasonic (Inversión 2)</b>	
Valor Inversión Panasonic	1.118
Energía a reponer por solar	447.000
Energía que queda por red	2.166.224
Garantía paneles y estructura	10 años
Garantía sistema de monitoreo e inversores	5 años
Costo mantenimiento	1,00%
Pérdida anual de capacidad de producción energética	0,50%
Tasa financiación E. A	0,12
Periodos	120
% de salvamento	1,00%
Valor salvamento	11
Vida útil de transformadores	10
Costo de reposición de transformadores en 10 años	84

#### **Ilustración 10- Inversión 2**

### 9.3. Evaluación de Propuestas

Para evaluar la viabilidad financiera de estas 4 propuestas, la metodología es calculando los flujos de caja del proyecto

<b>Ingreso (Ahorro anual)</b>
<b>EGRESOS</b>
Mantenimiento
Costos de personal
Costos del seguro
<b>EBITDA</b>
Depreciación acelerada
<b>Utilidad Operativa</b>
Gasto financiero (intereses)
<b>Utilidad antes de impuestos</b>
Impuestos
<b>Utilidad Neta</b>

Primero se debe elaborar el estado de resultado del proyecto de la siguiente manera

- Como es un proyecto en el cual es objetivo es ahorrar un consumo que actualmente se realiza, **los ingresos** del estado de resultados son el potencial ahorro que causa implementar el sistema en cualquiera de sus modalidades.
- **Los egresos** del proyecto están dados por los gastos directos de este, para el caso de la compra del sistema son 3, mantenimiento, costos de personal y costos de seguro, estos 3 rubros implican salida de efectivo, por ello se puede determinar una utilidad **EBITDA**.
- Siguiendo a esto se resta la **depreciación acelerada** para determinar la utilidad operativa.
- Como es la opción de compra, el gasto financiero son los intereses causados por la deuda bancaria contraída con el banco. Al restar estos a la utilidad operativa se determina una UAI, esta

se usa para determinar en cuanto suben los impuestos al hacer más eficiente la operación. Como se ve en el anexo, durante los primeros 5 años, en las opciones de comprar el sistema fotovoltaico, se obtiene una utilidad antes de impuestos negativa, esta es la ventaja de utilizar la **depreciación acelerada** a 5 años.

- Por último, se obtiene la utilidad neta del proyecto de implementación del sistema fotovoltaico.

Posterior a esto se debe proceder a determinar el flujo de caja del inversionista, partiendo desde la utilidad neta de la siguiente manera:

<b>Flujo de Caja del Accionista</b>
<b>Utilidad Neta</b>
+ Depreciación
+ Intereses del crédito
<b>Flujo de caja bruto</b>
-Reposición de activos
<b>Flujo de caja Libre</b>
-Servicio a la deuda
<b>Flujo de caja del accionista del proyecto</b>
<b>VPN</b>
<b>TIR</b>

**Ilustración 11- Modelo Flujo de Caja Accionista**

Partiendo de esto como se evalúa un proyecto, se evalúa el Flujo de caja libre del proyecto, el cual permite conocer si este crea efectivo en cada una de los años. Por ser inversión en activos se considera que tienen una duración finita en el tiempo por lo que se evalúan las 4 opciones durante la misma vigencia, 15 años. (S, 1991)

Como criterio de inversión se define que un proyecto es viable cuando su VPN es mayor o igual a cero, siendo esto condición necesaria no es suficiente. Adicional a esto se debe calcular la TIR ya que es posible que una inversión de dueña de una VPN sea mayor que cero, pero al calcular la TIR esta sea menor al WACC de la compañía, lo cual diría que la inversión rinde menos que la rentabilidad mínima esperada de la compañía. A continuación, se observa las variables de decisión evaluadas en los 4 proyectos:

Opción	VPN	TIR
Inversión 1	-1.078	-4%
Inversión 2	-1.264	-8%
PPC 1	439	624844353%
PPC 2	247	351565503%

### **Ilustración 12- Cuadro Resumen VPN Y TIR**

Analizando la primera variable, VPN, se puede descartar las opciones de inversión ya que estas tienen un VPN menor que cero, adicional una TIR menor al WACC de la compañía.

De lo anterior podemos definir que las opciones PPC son financieramente viable. Pero, ¿cuál es la mejor?

Según la teoría cuando tengo varias alternativas viables se debe escoger la de mayor VPN, mayor

TIR y que esta última sea mayor al WACC.

Como se observa en la tabla la TIR de los proyectos PPC, son muy grandes, en la práctica se habla de TIR infinita, dado que son proyectos que no implican una inversión inicial y cuya VPN es positiva.

## **10. Sensibilidad Y Riesgos**

Dentro de alcance de proyecto es evaluar los riesgos que con llevan la ejecución del mismo. Es de gran importancia identificarlos para realizar planes de acción, que se evite la ocurrencia y genere un impacto medio-alto, para los riesgos bajos es de control y monitoreo que no pasen el límite y sean hechos que conlleven a una acción inmediata Para ello se lleva a cabo el análisis cualitativo donde se evidencian los siguientes riesgos:

## 10.1. Riesgos Cualitativos

LEYENDA							
			GRAVEDAD (IMPACTO)				
			MUY BAJO 1	BAJO 2	MEDIO 3	ALTO 4	MUY ALTO 5
PROBABILIDAD	MUY ALTA	5	5	10	15	20	25
	ALTA	4	4	8	12	16	20
	MEDIA	3	3	6	9	12	15
	BAJA	2	2	4	6	8	12
	MUY BAJA	1	1	2	3	4	5

	Riesgo muy grave. Requiere medidas preventivas urgentes. No se debe iniciar el proyecto sin la aplicación de medidas preventivas urgentes y sin acotar sólidamente el riesgo.
	Riesgo importante. Medidas preventivas obligatorias. Se deben controlar fuertemente las variables de riesgo durante el proyecto.
	Riesgo apreciable. Estudiar económicamente si es posible introducir medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo. Si no fuera posible, mantener las variables controladas.
	Riesgo marginal. Se vigilará aunque no requiere medidas preventivas de partida.

## MATRIZ DE RIESGOS

Clasificación	Riesgo	Descripción	Probabilidad (Ocurrencia)	Gravedad (Impacto)	Valor del Riesgo	Nivel de Riesgo
Riesgo de Mercado	Aumento de Tarifa	Con el análisis de telaraña, puede evidenciarse que la variable que más impacta el proyecto es la tarifa de la energía de Red	5	5	25	Muy grave
Riesgo legal	Cambio de las condiciones contractuales entre EPM y Plaza Mayor	Al modificarse el contrato puede ocurrir un cambio en las condiciones que afecten el FC de Plaza Mayor	1	2	2	Marginal
Riesgo de Mercado	Mejor oferta de tarifa proveedores externos	Puede suceder que el precio del mercado esté por debajo del precio pactado con EPM	3	4	12	Importante
Riesgo Político	Cambio del direccionamiento político del municipio de med	El accionista mayoritario en Plaza Mayor es el municipio de Medellín, los cambios en políticas de rentabilidad puede hacer variar las condiciones contractuales entre EPM y Plaza Mayor	2	4	8	Apreciable
Riesgo Ambiental	Cambio en las condiciones del clima	El aumento de lluvias , desmejoran la cantidad de kilovatios producidos	3	3	9	Importante
Riesgo Ambiental	Contaminación ambiental	El aumento en la polución debido a la gran contaminación en la ciudad, disminuye la radiación solar	5	5	25	Muy grave
Riesgo Operativo	Fallas del Sistema Solar	Al tratarse de proyectos de innovación relativamente nuevos, podrían presentarse inconvenientes al momento de la inflación y puesta en marcha del sistema	2	5	10	Importante
Riesgo Tecnológico	Nuevas Tecnologías	Por ser una tecnología nueva, pueden crear paneles más eficientes, a menor costo, más productivos	4	1	4	Apreciable

### Ilustración 13- Matriz de Riesgos

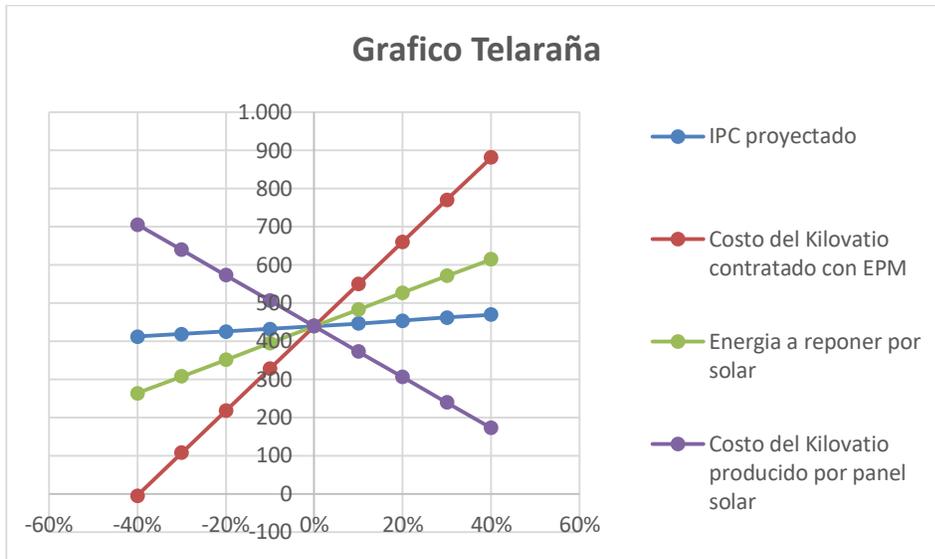
#### 10.2. Riesgos Cuantitativo

Como conclusión determinante, la mejor opción de inversión es el PPC1, por ello se debe proceder a elaborar un análisis de sensibilidad y riesgo de este proyecto.

Lo primero que se debe determinar cuál es la variable que más influye en esta alternativa de implementación. Para esto se utilizan 2 herramientas:

##### 10.2.1. Gráfico De Telaraña

Consiste en variar cada una las variables, de forma independiente, que influyen sobre el modelo entre un rango porcentual razonable (para esta alternativa -40% y 40%) y analizar qué efecto tienen sobre la VPN o TIR. En este caso se evalúa sobre la VPN, y su resultado es:

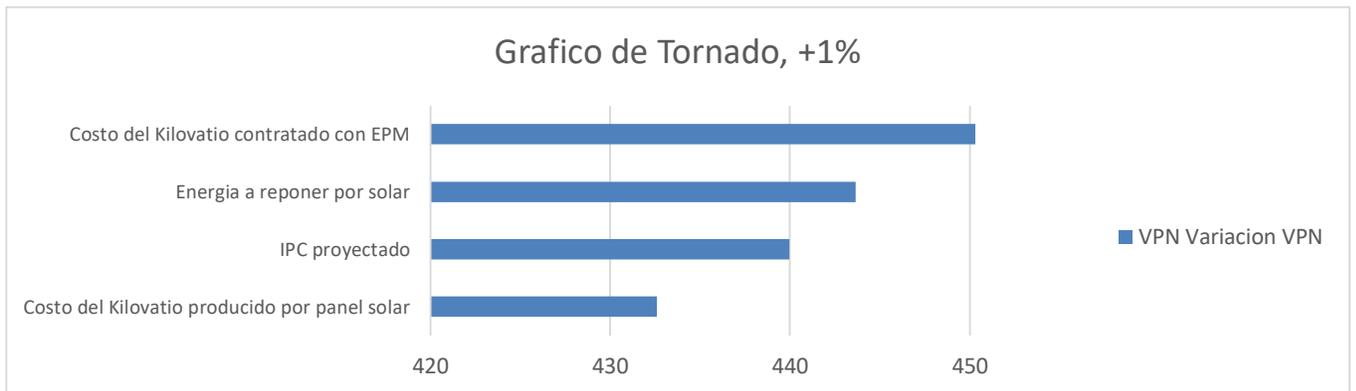


**Ilustración 14- Gráfico Telaraña**

Al observar el gráfico es evidente que el costo del kilovatio contratado con EPM es la variable que más influye de forma directa en la VPN del proyecto, es decir, si el costo del Kilovatio suministrado por la red sube más de lo esperado la VPN mejora, y de manera inversa el costo del kilovatio producido por el sistema fotovoltaico influye en la VPN, si este costo sube la VPN baja. En el anexo se observa matemáticamente que la pendiente de la recta en las variaciones del costo del kilovatio de la red, es absolutamente mayor, y es positiva, seguido en magnitud absoluta de la pendiente de la variación del costo del kilovatio producido por el sistema. Adicional se concluye que la variación del IPC proyectado es el que menos influye.

### 10.2.2. Gráfico De Tornado

El gráfico de tornado consiste en variar cada una de las variables que influyen en el modelo un porcentaje determinado (1%, 10%), es de libre elección, analizar el efecto sobre la VPN o TIR, y comparar los resultados, dando como resultado la conclusión de, que tan sensible es el proyecto por cada x% de variación en sus variables, y cuál es la que más incide. Este resultado no debería ser diferente al resultado del análisis telaraña.



### Ilustración 15- Gráfico de Tornado

En el anexo se observa que el costo del kilovatio contratado con EPM es la variable que más influye sobre la VPN, por cada +1% que esta varía la VPN varía +3%, mientras que, si varía el costo del kilovatio de energía solar en la misma magnitud, la VPN varía -2%.

### 10.3. Análisis De Riesgos

El análisis de riesgo es un proyecto de inversión consiste en elaborar 3 escenarios, una optimista, pesimista y otro probable, y en estos simular el que valor podrían tomar las variables que inciden en el valor del proyecto, para este proyecto se varían las mismas variables del análisis de sensibilidad.

Mediante experticia en proyectos y variables económicas se determina la probabilidad de ocurrencia de estos escenarios. Para el proyecto PPC 1 se determinan los siguientes escenarios:

Resumen del escenario	Optimista	Probable	Pesimista
<b>Variables cambiantes</b>			
<b>IPC proyectado</b>	2,0%	3,3%	10,0%
<b>Costo del Kilovatio contratado</b>	392	461	600
<b>Producción Fotovoltaica</b>	15%	0%	-30%
<b>Costo del Kilovatio producido por sistema fotovoltaico</b>	236	278	361
<b>Resultado</b>			
<b>VPN Del Proyecto</b>	404	439	574
<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	7%	82%	11%
<b>VPN Esperada E(VPN)</b>	452		
<b>Variación <math>\sigma</math>(VPN)</b>	132		
<b>Coefficiente de Variación</b>	29%		
<b>Probabilidad (VPN&gt;0)</b>	99,97 %		

**Ilustración 16- Análisis de Riesgos**

- **IPC proyectado:** 2% el cual es el optimista presupuestado por el banco de la república para los próximos años, y si se analiza los últimos 8 años el peor IPC real hacia cercano al 10%
- Dada la experticia de forma optimista **costo por kilovatio contratado y producido por el sistema fotovoltaico** en \$392 y \$236 pesos respectivamente, y en el peor de los casos dado los cambios climáticos, fenómeno del niño o de la niña podemos esperar respectivamente \$599 y \$361 por kilovatio. Esta misma

experticia aplica para la variación en la producción de los paneles solares de forma optimista podría producir +15% y de manera pesimista -30%.

La probabilidad de ocurrencia del escenario probable es de 82%, que es la probabilidad de que la variable económica IPC se cumpla con los pronósticos del banco de la república. La probabilidad de ocurrencia del escenario está dada por el número de veces en la cuales el IPC real ha sido mayor a la proyección de sector financiero y del banco de la república. Por último, la probabilidad del escenario pesimista es el restante de estas 2 probabilidades.

Dadas estas probabilidades se combina con la VPN de cada escenario y se determina el valor esperado de la VPN proyecto.  $E(VPN) = \sum VPN_i * P_j$ , como se puede observar la esperanza es de 452 millones.

Posteriormente se determina la variación de VPN,  $\sigma(VPN) = \text{RAIZ}(\sum VPN_i^2 - E(VPN)^2)$ , esto da como resultado una variación entre resultados de 132 millones. A continuación, se determina el coeficiente de variación  $\sigma(VPN)/E(VPN)$ . Estas 2 variables determinan cambio porcentual que podríamos esperar, y el cambio absoluto, en el VPN esperado.

Por último, se tiene la probabilidad de que el VPN sea mayor que cero, como se observa esta es del 99.97%, un proyecto de bajo riesgo.

## 11. Conclusiones

El estudio de factibilidad arroja resultados positivos para la opción de tercerizar la instalación de los paneles, siendo EPM, en alianza con el proveedor ERCO quienes se encarguen de realizar la inversión y por medio de un contrato a 10 años fijar la tarifa para la producción solo del 23% del total de la energía requerida por Plaza Mayor.

Dentro de los 4 flujos de caja 2 con financiación para el caso de realizar la inversión propia, se evidencia el ingreso por ahorro del costo de la tarifa y adicional el valor de dicha depreciación acelerada permitida bajo la ley 1715 de 2014.

- Inicialmente era posible obtener el 62% de la energía consumida mediante producción fotovoltaica, pero por motivos técnicos solo es posible reemplazar máximo el 23% de la energía consumida, esto debido a que el peso del sistema fotovoltaico de los 9.900 metros cuadrados solo se puede instalar sobre una superficie de 2.313 metros cuadrados para instalar este. Se espera que la capacidad instalada sea mayor para el 2020 con la renovación de la estructura física de los nuevos pabellones.

- Dado la inversión que se debe hacer para la compra de estos activos, al evaluar de FCL del proyecto es viable implementar un modelo de Pago Por Consumo, dado que de los 2 es el único que proporciona una VPN mayor a cero. Aunque la VPN no es factor determinante para escoger una alternativa de inversión, si es una variable excluyente en el momento el cual es menor que cero.

- Al evaluar los 2 proveedores bajo el modelo de Pago Por Consumo se define que el mejor proveedor es EPM influenciado principalmente a que tiene un mejor precio de venta del kilovatio fotovoltaico consumido es menor, y como vimos en los cálculos, es una variable que afecta el proyecto de manera más fuerte que la capacidad de producción del sistema.

- El hecho de ser tecnologías de innovación en el país, aunque la compra de activos no fue viable, es necesario hacer seguimientos anuales para identificar el surgimiento de tecnologías más eficientes y mejor costo, con el objetivo de evaluar en que momento una nueva tecnología puede hacer viable este método de instalación, adicional que al ser innovación se debe evaluar con periodos de recuperación menores.
- Los riesgos ambientales deben ser medidos constantemente ya que en el tiempo pueden influir en costos de mantenimiento y/o disminución de la vida útil del sistema, esto implica que al hacer proyecciones financieras, pueden afectar el EBITDA proyectado de la compañía y del proyecto.
- Por último, implementar la metodología Pago por consumo implica para una compañía tener cupos de endeudamiento para invertir en actividades realmente productivas.

## 12. Bibliografía

- Cuesta, J. L. (01 de 2018). [www.elportafolio.co](http://www.elportafolio.co). Obtenido de El Portafolio.
- Miñarro, J. R. (2017). Ministerio de Educacion España. Obtenido de Newton:  
[http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/no\\_renovables.htm?4&2](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/no_renovables.htm?4&2)
- Molina, L. F. (2019). Peesa-Profesionales en Energia SA. Medellin.
- Republica, B. d. (2019). Banrep. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/>
- S, O. L. (1991). Administración Financiera, Fundamentos y Aplicación. Medellin.
- SIN, P. T. (05 de 2019). PARATEC. Obtenido de  
<http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/caracteristicas.aspx?q=numero>
- Váquiro, J. D. (2013). Pymes Futuro. Obtenido de Pymes Futuro:  
<https://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>





