

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO DE
CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN, IMPLEMENTANDO CELDAS SOLARES EN
PROPIEDADES HORIZONTALES DE BOGOTÁ.**

ELSY YINELY CHITIVA GUERRERO

DEIVER DARLY MURCIA BRICEÑO

EMILSON FERNANDO SÁENZ CAJAMARCA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

Bogotá, 2017

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| ABSTRACT..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| JUSTIFICACIÓN | 3 |
| ALCANCE..... | 3 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.1 Pregunta de Investigación | 5 |
| 1.2 Descripción del Proyecto | 5 |
| 1.3 Objetivo General | 5 |
| 1.4 Objetivos Específicos..... | 6 |
| 2. MARCO REFERENCIAL..... | 7 |
| 2.1 La Energía Solar | 11 |
| 3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN..... | 12 |
| 3.1 Metodología | 12 |
| 4. ESTUDIO DE MERCADO..... | 14 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.1 | Introducción al estudio de mercado | 14 |
| 4.2. | Objetivos del estudio de mercado | 14 |
| 4.3. | El producto..... | 15 |
| 4.3.1 | Ubicación de las zonas de producción de la materia prima | 15 |
| 4.3.2 | Especificaciones requeridas de la materia prima e insumos | 15 |
| 4.3.2.1 | Paneles solares fotovoltaicos: | 15 |
| 4.3.2.2 | Almacenamiento (baterías): | 16 |
| 4.3.2.3 | Regulador de carga | 17 |
| 4.3.2.4 | Inversor: | 17 |
| 4.3.2.5 | Cableado eléctrico: | 18 |
| 4.3.2.6 | Caja de control: | 18 |
| 4.4. | El usuario | 21 |
| 4.4.1 | Encuesta de opinión | 22 |
| 4.5 | La Demanda | 25 |
| 4.6 | Oferta y descripción del mercado | 27 |
| 5. | INGENIERÍA DEL PROYECTO | 31 |

| | |
|---|----|
| 5.1 Localización | 31 |
| 5.1.1 Tipos de Zonas Francas en Bogotá | 33 |
| 5.1.1.1 Zona Franca Permanente | 33 |
| 5.1.1.2 Zona Franca Permanente Especial | 34 |
| 5.1.1.3 Zona Franca Transitoria | 34 |
| 5.1.2 Clases de usuarios de Zonas francas | 34 |
| 5.1.2.1 Usuario Operador | 34 |
| 5.1.2.2 Usuario Industrial de Bienes | 34 |
| 5.1.2.3 Usuario Industrial de Servicios | 35 |
| 5.1.2.4 Usuario Comercial | 35 |
| 5.1.2.5 Empresas de Apoyo | 35 |
| 5.1.3 Incentivos Tributarios | 36 |
| 5.1.4. Beneficios Aduaneros | 36 |
| 5.1.5 Beneficios Comercio Exterior | 36 |
| 5.2 Aspectos Técnicos | 37 |
| 5.2.1 Pasos para la elección de los componentes de un sistema | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 5.2.1.1 Paneles Solares | 38 |
| 5.2.1.2 Baterías | 39 |
| 5.2.1.3 Controlador de Carga | 40 |
| 5.2.1.4 Inversor | 41 |
| 5.2.2 Proceso de elección y montaje del sistema | 42 |
| 6. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS | 44 |
| 6.1 Tamaño del Proyecto | 44 |
| 6.1.1 Capacidad Nominal: | 47 |
| 6.1.2 Capacidad de Diseño: | 47 |
| 6.1.3 Factor de Servicio: | 47 |
| 6.2 Plataforma Estratégica | 47 |
| 6.2.1 Misión | 47 |
| 6.2.2 Visión | 48 |
| 6.3 Leyes que afectan el proyecto | 48 |
| 6.4 Estructura Organizacional..... | 49 |
| 7. ASPECTOS FINANCIEROS | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1 Inversiones y fuentes de financiamiento..... | 52 |
| 7.1.1 Horizonte del proyecto | 52 |
| 7.1.2 Inversiones fijas | 52 |
| 7.1.3 Inversiones diferidas | 52 |
| 7.1.4 Capital de trabajo | 53 |
| 7.1.5 Estructura de capital | 53 |
| 7.2 Presupuesto de ingresos, gastos y costos | 53 |
| 7.2.1 Presupuesto de ingresos. | 53 |
| 7.3 Costos de venta y gastos de administración..... | 54 |
| 7.4 Estado de resultados..... | 54 |
| 7.5 Flujo de caja neto del proyecto | 55 |
| 7.5 Evaluación financiera del proyecto..... | 55 |
| 7.5.1 Valor Presente Neto | 55 |
| 7.5.2 Tasa Interna de Retorno | 56 |
| 7.5.3 Relación Costo Beneficio | 57 |
| 8. RESULTADOS OBTENIDOS..... | 58 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 9. CONCLUSIONES..... | 59 |
| 10. RECOMENDACIONES..... | 60 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 61 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Panel Fotovoltaico | 11 |
| Figura 2 Capacidad Mundial Instalada | 19 |
| Figura 3 Capacidad Instalada en el Mundo..... | 26 |
| Figura 4 Precio de un panel solar por vatio vs Instalaciones globales de paneles solares..... | 30 |
| Figura 5 Mapa de Bogotá Estratificado | 32 |
| Figura 6 Comportamiento anual de la radiación en Colombia | 45 |
| Figura 7 Radiación en Bogotá..... | 46 |
| Figura 8 Proceso operativo general..... | 43 |
| Figura 9 Organigrama | 50 |
| Figura 10 Formula Valor presente neto | 50 |
| Figura 11 Formula Tasa interna de retorno..... | 50 |

TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Encuesta de opinión - Ficha Técnica | 23 |
| Tabla 2 Demanda vs Servicio | 26 |
| Tabla 3 Alternativas de Localización | 31 |
| Tabla 4 Ejemplo de Consumo..... | 39 |
| Tabla 5 Radiación en Colombia..... | 45 |
| Tabla 6 Oferta vs Demanda | 47 |
| Tabla 8 Ventas del primer periodo de corte..... | 54 |

ABSTRACT

The source of energy is a finite resource, and with constant climate change presenting the planet does need to implement solar cells for energy supply in order to generate an environmental impact and as alternative for sustainable development.

Now, there will be an analysis of the environment, with the different areas of horizontal property as body of study. This arises the following research-based proposal to seek alternatives that benefit the community and made use of the natural resources for social and administrative processes.

INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy, las propiedades horizontales tienen costos de administración elevado gracias a los múltiples gastos necesarios para su mantenimiento, por tal motivo, decidimos realizar un proyecto que ayude a solventar dichos gastos de mantenimiento y que a su vez contribuya con el medio ambiente.

El calentamiento global es una problemática que nos concierne a todos, por ello, tenemos la responsabilidad de generar soluciones para minimizar las producciones de CO₂ que son liberadas al aire libre. También hay que tener en cuenta que la quema de combustibles fósiles es la mayor culpable de liberación de dióxido de carbono la cual está provocando el cambio climático.

La implementación de celdas solares como fuente alternativa de energía es una manera eficiente y “gratuita” de producir electricidad. En Bogotá a pesar de que la demanda de celdas solares viene en aumento, podemos asegurar que todavía es muy poca la cantidad de sistemas implementados en comparación de ciudades europeas y de Estados Unidos.

En este proyecto se realizará el estudio de prefactibilidad para la implementación de sistemas basados en celdas solares para abastecer de energía eléctrica a las propiedades horizontales en Bogotá. En la prefactibilidad se desarrollará el estudio de mercado, de localización, de tamaño, de ingeniería, legal y administrativo, de inversión, y de costos, lo que nos arrojará la viabilidad del proyecto.

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de inversión tiene como objetivo principal realizar un estudio de prefactibilidad en los aspectos económicos, administrativos, legales, técnicos, comerciales y de mercado para la implementación de paneles solares en los conjuntos o edificios de propiedad horizontal, con el fin de brindar una solución eficiente que ayude a minimizar los costos de administración, generando así una reducción en los gastos familiares, conforme a la identificación de la necesidad por parte de uno de los integrantes del grupo. También es una alternativa que contribuye al planeta y a la regeneración del medio ambiente.

ALCANCE

En este informe se contemplarán los factores fundamentales para el estudio de prefactibilidad de implementación de sistemas basados en celdas solares en conjuntos P.H. de Bogotá D.C. Los factores que analizaremos son: mercado, ingeniería, administrativo, legal y financiero. Con esto se pretende tener un enfoque global para así poder crear una empresa pyme y desarrollar el negocio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es viable la implementación de celdas solares para el abastecimiento energético de circuitos de iluminación en propiedades horizontales estrato 4, 5 y 6 en Bogotá para generar una rentabilidad económica y así conformar una pyme dedicada a esta actividad?

Con este proyecto de investigación queremos realizar, en primera medida, un estudio de prefactibilidad para la implementación de celdas solares para abastecer energéticamente los circuitos de iluminación, seguridad, acceso y todo aquel que requiera corriente en las propiedades horizontales (Conjuntos de apartamentos y casas). Subsecuentemente identificaremos el tiempo del retorno de la inversión para poder determinar el ahorro de energía en el tiempo. Evidentemente el ahorro de energía conlleva a minimizar gastos económicos y también los impactos ocasionados al medio ambiente.

Así mismo, se realizarán unas investigaciones de los beneficios, que obtendrán en cuando a costos y mercadotecnia para las comunidades donde se formalizará esta propuesta. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones como producto final de este proyecto de investigación.

Dentro del alcance del presente proyecto se evidenciará el modelo para implementar el sistema para ahorrar energía y garantizar así la prestación del servicio eléctrico que requieren los diferentes circuitos en una propiedad horizontal; a su vez, el impacto que se generaría frente al proceso de la preservación del medio ambiente con respecto al calentamiento global.

1.1 Pregunta de Investigación

¿Qué viabilidad tendría la implementación de paneles solares en las viviendas de propiedad horizontal en Bogotá para generar un retorno económico?

1.2 Descripción del Proyecto

Después de haber analizado y reunido la cronología necesaria para comprobar que el lugar cuenta con las condiciones necesarias para la generación de energía solar fotovoltaica, es trascendental, escoger la tecnología conveniente para dicho sistema que se desea aprovisionar. Para esto hemos recurrido a la exploración e indagación de información sobre las nuevas preferencias en modelos fotovoltaicos, con el objeto de adquirir el mejor beneficio posible.

Así mismo, seleccionar los equipos inteligentes que acompañen al sistema siempre a un costo acorde al presupuesto, pero de excelente calidad y sobre todo velando por la protección del medio ambiente.

1.3 Objetivo General

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para la implementación de celdas solares en las propiedades horizontales estrato 4, 5 y 6 en la ciudad de Bogotá.

1.4 Objetivos Específicos

- a) Determinar mediante un estudio de Mercado el análisis de la oferta y la demanda propia para nuestro segmento, adicionalmente, establecer cual seria los métodos de comercialización.
- b) Determinar la ingeniería necesaria o estudio técnico para soportar las etapas preoperativa, operativa y de liquidación de tal manera que se alineen con los demás estudios realizados en este proyecto.
- c) Realizar el análisis administrativo y legal que sustenten las bases del proyecto y los alcances en este marco.
- d) Establecer un análisis para identificar y cuantificar las inversiones para la implantación del Proyecto a nivel de prefactibilidad.

2. MARCO REFERENCIAL

Desde el inicio, la forma de conseguir energía eléctrica en el país ha evolucionado continuamente, centrándose en las fuentes hidroeléctricas, que actualmente generan el 65% de la energía total de la nación (Kenneth, 2008).

Con el paso del tiempo, la energía eléctrica ha jugado un papel primordial en el progreso del país, extendiéndose desde el alumbrado público, hasta los alcances que tiene hoy en día, en hogares, fábricas, medios de transporte y tecnología; Sin ella, la vida no sería como la conocemos en la actualidad.

Por otro lado, Colombia ocupa el puesto 45, entre 210 países productores (Economista, 2016), lo cual ha generado entre nosotros la necesidad de ahorrar energía ya que si continuamos ocupando este puesto en unos años ya no tendríamos energía y abríamos terminado así con nuestro medio ambiente. Por esta razón desde hace unos años para acá hemos venido poniéndole freno al cambio climático, buscando implantar la energía fotovoltaica que consiste básicamente en paneles solares encargados de suministrar energía de una forma netamente natural sin alterar el ecosistema si no que por el contrario recuperar en cierta medida ese daño ocasionado al medio ambiente.

Nuestro planeta recibe la energía solar como resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el interior del sol. Esa radiación solar se puede transformar directamente en electricidad (solar eléctrica) o en calor (solar térmica). El calor, a su vez, puede ser utilizado para producir vapor y generar electricidad.

La energía del sol se transforma en electricidad mediante células fotovoltaicas, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para la fabricación de la mayoría de las células fotovoltaicas es el silicio. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%. Aun así, un metro cuadrado puede proveer potencia suficiente para operar un televisor mediano.

En la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se usa de inmediato. Aunque las celdas solares eficientes han estado disponibles recién desde mediados de los años 50, la investigación científica del efecto fotovoltaico comenzó en 1839, cuando el científico francés, Henri Becquerel descubrió que una corriente eléctrica podría ser producida haciendo brillar una luz sobre ciertas soluciones químicas.

El efecto fue observado primero en un material sólido (el metal selenio) en 1877. Este material fue utilizado durante muchos años para los fotómetros, que requerían de cantidades muy pequeñas de energía. Una comprensión más profunda de los principios científicos fue provista por Albert Einstein en 1905 y Schottky en 1930, la cual fue necesaria antes de que celdas solares eficientes pudieran ser confeccionadas. Una célula solar de silicio que convertía el 6% de la luz solar que incidía sobre ella en electricidad fue desarrollada por Chapin, Pearson y Fuller en 1954, y esta es la clase de célula que fue utilizada en usos especializados tales como satélites orbitales a partir de 1958.

Las celdas solares de silicio disponibles comercialmente en la actualidad tienen una eficiencia de conversión en electricidad de la luz solar que cae sobre ellas de cerca del 18%, a una fracción del precio de hace treinta años. En la actualidad existen una gran variedad de métodos para la producción práctica de celdas solares de silicio (amorfos, monocristalinas o policristalinas), del mismo modo que para las celdas solares hechas de otros materiales (seleniuro de cobre e indio, telurio de cadmio, arseniuro de galio, etc.)

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

Cuando es expuesto a luz solar directa, una celda de silicio de 6 cm de diámetro puede producir una corriente de alrededor 0,5 amperios a 0,5 voltios (equivalente a un promedio de 90 W/m², en un rango de usualmente 50-150 W/m², dependiendo del brillo solar y la eficacia de la celda).

También podemos observar que dentro del marco jurídico en Colombia estamos regulados por diversas leyes ambientalistas, para este proyecto en concreto podemos revisar la Ley 1715/2014 en su Art. 5 Numeral 13 y Art.19 Numeral 4-6.

Consecutivamente en el marco internacional encontramos el protocolo de Kioto (Minambiente, 2016). Tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que fue aprobado en la Sede de las Naciones Unidas en 1992. En 1997 se adopta

oficialmente el protocolo de Kioto en la conferencia de las partes (CP 3). El Protocolo de Kioto marca objetivos obligatorios relativos a las emisiones de GEI's para las principales economías mundiales que lo han aceptado. Estos objetivos individuales van desde una reducción del 8% hasta 10% respecto a las emisiones del año base, que ha sido fijado en 1990.

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero:

Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Entre los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto se encuentra el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), se trata de un mecanismo dirigido a países con compromisos de reducción de emisiones, de manera que puedan vender o compensar las emisiones equivalentes que han sido reducidas a través de proyectos realizados en otros países sin compromisos de reducción, generalmente en vías de desarrollo.

De acuerdo con el problema previamente planteado se idéntica o podemos identificar que una de las soluciones que este proyecto conlleva es a la reducción las tarifas de energía en las zonas comunes en las propiedades horizontales

La implementación de paneles solares en la ciudad de Bogotá, tiene como finalidad buscar alternativas para optimizar el manejo de los recursos para la generación de nuevas fuentes de energía y de esta forma buscar que la copropiedad sea autosostenible contribuyendo al medio ambiente.

2.1 La Energía Solar

En la siguiente sección, se presentará la definición de la energía solar y la manera como esta puede transformarse en energía eléctrica. Así mismo, se detallarán los componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de un sistema fotovoltaico y las condiciones necesarias para que se pueda producir de manera eficiente este fenómeno fotoeléctrico. Por ello es importante conocer estos temas debido a que sin estos no se lograría una adecuada implementación de un sistema solar fotovoltaico. (López, 2012).

Figura 1
Panel Fotovoltaico



Fuente: (areatecnologia, s.f.)

Lo primero que debemos asumir para la instalación de las celdas solares, es que se deben ubicar en cualquier tipo de tejado o azotea libre de sombras de edificaciones o árboles adyacentes, soleados y capaces de resistir el peso de la estructura de las celdas es efectiva para acoger la instalación

3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La metodología se ajusta sobre una parte teórica investigativa la cual se basa en un estudio exploratorio, descriptivo e interpretativo, dado que las fuentes consultadas brindan una guía para determinar las necesidades y el objeto a analizar durante la presente investigación., de lo cual nos basamos nosotros para realizar este proyecto de implementación de sistemas con base en las celdas solares. Por otra parte, el componente teórico es el estudio de diversos aspectos para llegar así a abordar el objeto de este proyecto; por último, el componente práctico es la aplicación de los conceptos identificados durante la investigación realizada.

Continuadamente, se exponen las formas racionales aplicadas en cada uno de los componentes que ayudan a alcanzar los objetivos planteados en el trabajo de especialización.

La investigación se desarrolla en base a estudios de la información almacenada, sobre obtención de energías renovables en Colombia e implementación de energía solar fotovoltaica, los pasos para realizar dicha investigación serán los siguientes:

- a) Búsqueda y recolección de información.
- b) Análisis de documentos técnicos.
- c) Identificación de referentes.

3.1 Metodología

Para la producción de los consumos energéticos en el país y más exactamente en la para la producción de los consumos energéticos en el país y más exactamente en la implementación de

las celdas solares se realizará unas consultas a las bases de datos, y demás elementos de estudios realizados en el país en relación con la obtención energética y sus fuentes.

Implantar notoriamente cuáles serían los lineamientos establecidos en el país para este tipo de proyectos, dado que la mayor parte de la información y diseños realizados se encuentran en la normatividad europea; puesto que Colombia tiene muy poco avance científico y tecnológico en este tipo de proyectos.

Una vez obtenida la información necesaria, se seleccionará de modo que se aplique en la elaboración del proyecto a realizar y toda aquella que sobrelleve emplear datos derivados de registros locales, como es el caso de la radiación solar en Colombia, cálculo de orientación de los paneles, factores de seguridad teniendo en cuenta el enfoque geográfico del país.

Con la elaboración de este proyecto se busca implementar una innovación, que exista conciencia y a su vez dar a conocer las diferentes opciones que existen para la generación de energías limpias en el país empezando por la Capital de este país que sería la Ciudad de Bogotá Distrito Capital.

4. ESTUDIO DE MERCADO

4.1 Introducción al estudio de mercado

La medición que tomaremos para este estudio de mercadeo será de manera cualitativa a través de una encuesta a las personas que residen en los conjuntos de propiedad horizontal, permitiéndonos así identificar el punto más crítico de la infraestructura de su sistema de iluminación y sus preferencias a nivel tecnológico relacionadas con los sistemas de energía renovable.

Nuestra cobertura geográfica se llevará a cabo en la ciudad de Bogotá enfocada en los estratos 4, 5 y 6, que se pueden ubicar la mayoría en el norte de la ciudad y algunos en el sur.

En el análisis de entorno se encuentra que en los estratos económicamente más sostenibles hay mayor receptividad, y apoyados en la normatividad que la ley de nuestro país brinda, podremos aprovechar esos recursos tecnológicos que generan gran impacto y beneficio al cuidado del medio ambiente; y poco a poco nos permitirá aumentar la cultura de la implementación energética basadas en celdas solares.

4.2. Objetivos del estudio de mercado

- Recopilar la información necesaria para darle bases a los demás estudios del proyecto.
- Establecer los métodos de comercialización y distribución.
- Analizar la oferta y la demanda.
- Realizar mediciones, encuestas, identificar puntos críticos, preferencias, proveedores etc.

4.3. El producto

4.3.1 Ubicación de las zonas de producción de la materia prima

Ya que el proyecto está enfocado a nivel Bogotá, nuestra primera fuente de materias primas estaría en los mercados de electrónicos locales ubicados en la Cr 9 entre calles 19 y 24. Este lugar podemos conseguir varios almacenes de distribución de todos los equipos necesarios para configurar el sistema.

Como segunda opción, tomaremos la tabla 9 en los anexos donde se encuentra la base de datos de los proveedores más destacados en todo el país.

Como tercera opción tendremos los proveedores que trabajan con e-commerce a nivel nacional. Estos proveedores normalmente son importadores directos y son fuente primordial de materia prima en nuestro proyecto

4.3.2 Especificaciones requeridas de la materia prima e insumos

Dentro de los productos que se deben adquirir para ensamblar nuestro proyecto están los siguientes:

4.3.2.1 Paneles solares fotovoltaicos:

Los paneles típicos tienen 3 calidades distintas, estos difieren en su costo y en su eficiencia, e el uso de uno u otro depende exclusivamente de la necesidad energética que se necesite suplir y el presupuesto asociado a la instalación, los paneles de menor costo son los de silicio amorfo, pero

de menor eficiencia. Otro factor importante es el dimensionamiento que se hará específico en cada cliente.

4.3.2.2 Almacenamiento (baterías):

El sistema de almacenamiento está compuesto de un banco de baterías las cuales almacenan energía y luego cuando la radiación solar disminuye las baterías son las encargadas de alimentar el sistema. Al igual que los paneles existen baterías de distintas calidades y precio, las más adecuadas son las que permiten descargas profundas. A continuación, algunas de ellas.

- a) *Plomo - Ácido*: Estas baterías se componen de varias placas de plomo en una solución de ácido sulfúrico. La placa consiste en una rejilla de aleación de Plomo con una pasta de óxido de Plomo incrustada sobre la rejilla. La solución de ácido sulfúrico y agua se denomina electrolito. Las baterías de este tipo se utilizan ampliamente en sistemas fotovoltaicos, la unidad de construcción básica de una batería de cada celda de 2 Volt. La capacidad de almacenaje de energía de una batería depende de la velocidad de descarga. La capacidad nominal que la caracteriza corresponde a un tiempo de descarga de 10 horas. Cuanto mayor es el tiempo de descarga, mayor es la cantidad de energía que la batería entrega. Un tiempo de descarga típico en sistemas fotovoltaicos es 100 hs. Por ejemplo, una batería que posee una capacidad de 80 Ah en 10 hs (capacidad nominal) tendrá 100 Ah de capacidad en 100 hs.
- b) *Níquel - cadmio*: Las baterías de Níquel-Cadmio tienen una estructura física similar a las de Plomo-ácido, en lugar de Plomo, se utiliza hidróxido de Níquel para las placas

positivas y óxido de Cadmio para las negativas. El electrolito es hidróxido de Potasio. La unidad básica de cada celda es de 1,2 volt, admiten descargas profundas de hasta un 90%, su vida útil es más larga, sin embargo, su alto costo en comparación con las de plomo acida las hacen menos utilizadas en sistemas fotovoltaico

4.3.2.3 Regulador de carga:

Este elemento permite proteger a la batería en caso de sobrecarga o descargas profundas lo que minimiza la vida útil del sistema de almacenamiento, el regulador monitorea constantemente la tensión del banco de baterías cuando la batería se encuentra cargada interrumpe el proceso de carga abriendo el circuito entre los paneles y las baterías, cuando el sistema comienza a ser utilizado y las baterías a descargarse el regulador nuevamente conecta el sistema. El dimensionamiento del inversor debe ser lo más cercano a la tensión nominal del banco de baterías, lo cual otorga mayor seguridad al sistema de almacenamiento.

4.3.2.4 Inversor:

Este elemento permite convertir la corriente continua (CC) en alterna (CA), dado que los sistemas fotovoltaicos nos entregan corrientes continuas es necesario realizar esta conversión para la utilización de los aparatos eléctricos comunes. Los inversores son dispositivos electrónicos los cuales permiten interrumpir las corrientes y cambiar su polaridad, de acuerdo a si el sistema fotovoltaico va a estar aislado de la red o conectado a ella para los conectados a red podemos utilizar inversores de conmutación natural, ya que la red determina el estado de conducción hacia los dispositivos eléctricos conectados al sistema, para sistema aislados se

utilizan inversores de conmutación forzados estos permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzado por el sistema de control. Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con los que se pueden conseguir salidas prácticamente sinusoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.

4.3.2.5 Cableado eléctrico:

Es de vital importancia la determinación del calibre de los cables conductores según la capacidad analizada para el proyecto específico, ya que el sobredimensionamiento puede generar costo muy elevados, o si, por el contrario, el diseño queda corto, los cables se pueden recalentar y quemar, generando incendios.

4.3.2.6 Caja de control:

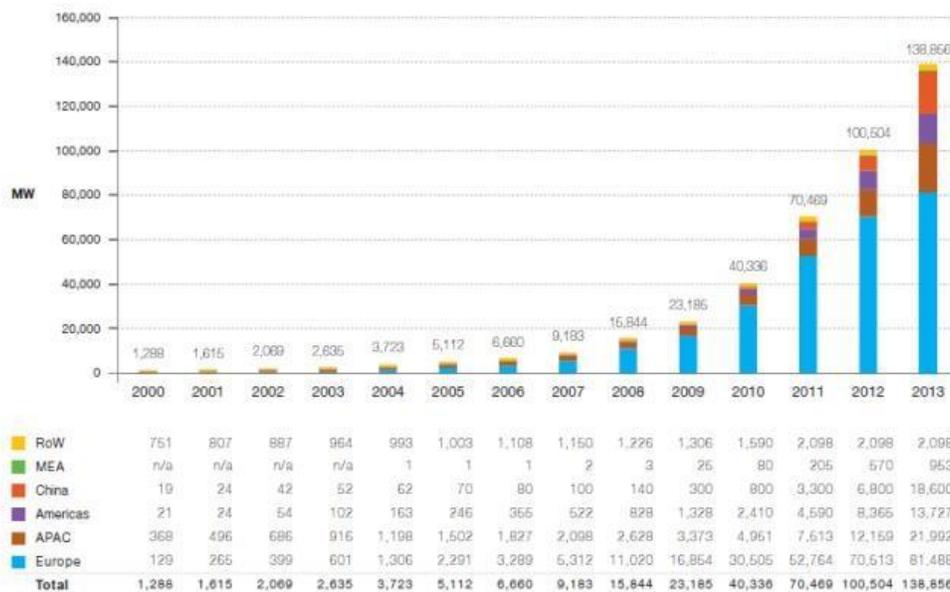
En esta caja van las tarjetas electrónicas que permiten controlar las variables del sistema.

Gracias a los tiempos de insumos que se requieren tipificar como materia prima, no están sujetos a épocas o intervalos de producción. De esta forma podemos asegurar que todo el año tendríamos disponibilidad de recursos en cualquier de los proveedores mencionados anteriormente

Que se conozcan comercialmente, los paneles fotovoltaicos (núcleo de nuestro negocio), no tiene otro uso que el de transformación de energía

Según información de portales web para energías renovables como (sitiosolar, s.f.), la capacidad fotovoltaica en el mundo ha venido presentando una tendencia exponencial como se muestra en la gráfica de la figura 2.

Figura 2
Capacidad Mundial Instalada



RoW: Rest of the World; MEA: Middle East and Africa; APAC: Asia Pacific.
 Methodology used for RoW data collection has changed in 2012.

Fuente: (sitiosolar, s.f.)

Como se evidencia en la gráfica, la capacidad en Mega Vatios del 2001 al 2017 se ha incrementado en casi un 900%.

Por otra parte, se viene planteando un problema ecológico por la alta explotación de los combustibles fósiles y por el impacto que estos tienen en los ecosistemas, razón por la cual nos atrevemos a concluir que estas piezas electrónicas seguirán con esta misma tendencia exponencial en el futuro (por lo menos 5 años más)

Hay que tener en cuenta que el sol es nuestra principal materia prima por lo que, según el Sistema de Información Minero Energético colombiano, Bogotá se encuentra en una zona donde en el 2005 se estuvo en un rango de radiación solar de 4.0 a 5.0 KWh/m² (UPME, 2015).

El resto de los insumos, hoy por hoy se comercializan por Internet; por tanto, no se realiza una distribución en mapa.

Como servicio principal se apuntando el análisis e implementación de sistemas basados en paneles fotovoltaicos para el abastecimiento de energía principalmente enfocado al suministro de iluminación. El servicio secundario sería la parte de mantenimiento y repuestos del sistema implementado en propiedades horizontales.

El diseño personalizado y el enfoque de uso de los paneles solares conforman el pilar del negocio.

La vida útil de los paneles solares está por el orden de los 30 años, sin embargo, en el sistema a implementar existen componentes que se pueden deteriorar con el uso, por ejemplo, las baterías tienen una vida útil de 5 años. Por tal razón, bajamos nuestra media estadística del sistema al menor de los componentes, 5 años.

El servicio requiere de los componentes físicos para que el proyecto pueda desarrollarse, esos componentes son los nombrados en materias prima

A futuro se plantea una certificación ISO 9001 que nos destaque por estandarizar los procesos de producción en la implementación de nuestro proyecto en cualquier tipo de cliente.

4.4. El usuario

Este proyecto está enfocado idealmente para implementarse en propiedades horizontales estrato 4 o más, con consejo de administración organizado y con administrador en misión que realice las veces de representante. A dicha persona, enfocaremos nuestro target comercial de tal manera que él pueda ver las bondades del uso de celdas solares además del retorno económico. El administrador a su vez propondrá ante el consejo de administración la idea para que sea evaluada de tal forma que se pueda concretar una decisión y posteriormente la venta del servicio. Aunque el proyecto podría atacar varios tipos de clientes, se realiza una segmentación muy definida donde el objetivo serán los administradores de las propiedades horizontales.

El ahorro de energía eléctrica y posterior pago de la factura de Codensa es el principal factor que el cliente tendría en cuenta para comprar nuestro servicio o solución.

Como segunda razón crucial para apalancar el proyecto se tiene que, a nivel de disponibilidad y seguridad, este sistema es netamente independiente y auto sostenible, es decir, no depende de ningún factor externo para su funcionamiento. Por dicha razón, remplazaría circuitos de respaldo como una UPS, etc.

La capacidad de compra de una P.H. es básica por lo que asumimos que nuestro producto no es fácilmente adquirible por nuestro objetivo, sin embargo, existen cooperativas y bancos que se dedican a financiar este tipo de proyectos, de tal manera que dichas entidades soporten la deuda con un crédito al usuario final. Este es el mejor de los escenarios ya que el pago entraría de contado hacia el proyecto.

El proyecto nunca se ha puesto en marcha, por ende, no tenemos un nivel de referencia en cuanto al grado de satisfacción del cliente

4.4.1 Encuesta de opinión

Para identificar la necesidad actual de nuestro mercado y poder realizar una clasificación más profunda de nuestro nicho de mercado, realizamos una encuesta de opinión donde se tomó como universo 26 personas habitantes de diferentes conjuntos P.H de Bogotá para hacerles las siguientes preguntas:

1. ¿Conoce el problema de calentamiento global que vive actualmente el planeta?
2. ¿Sabe que es y para qué sirve un panel fotovoltaico?
3. ¿Le gustaría tener un sistema basado en celdas solares para que la iluminación de su hogar no le cueste dinero o reducir el pago de factura de energía?
4. ¿Qué expectativas tendría al implementar un sistema autosostenible con paneles fotovoltaicos que genere electricidad gratuita para su hogar?
5. ¿Percibe algún tipo de riesgo al implementar un proyecto con paneles fotovoltaicos en su hogar?
6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la adquisición de un sistema de generación de energía gratuita para su hogar?
7. ¿Conoce alguna marca o lugar donde comprar este tipo de soluciones de generación de energía fotovoltaicas?
8. ¿Cuál es su nivel de ingresos mensuales?

9. Género

10. Edad

En la siguiente tabla 1 tenemos la ficha técnica descriptiva de la encuesta la cual detalla el muestreo aleatorio estratificado que usamos como método base. Este método se empleó por el hecho de conocer la población para reducir el margen de error. El muestreo estratificado permite clasificar los elementos de la población en grupos y seleccionar después de cada grupo una muestra simple al azar tomando al menos un elemento de cada grupo.

Para este caso en particular los grupos hacen referencia a las diferentes P.H de Bogotá, los cuales se pueden estratificar por nivel de ingresos.

Tabla 1
Encuesta de opinión - Ficha Técnica

| FICHA TÉCNICA | |
|---|--|
| Persona Natural o Jurídica | Natural |
| Tipo de Muestra | Aleatoria |
| Tamaño de la Muestra | 127 encuestas |
| Tema a lo que se refiere | Implementación de celdas solares para el abastecimiento eléctrico de circuitos de iluminación en una propiedad horizontal en Bogotá. |
| Universo | Personas mayores de 18 años dueños de apartamentos o casas de una copropiedad. |
| Fecha en la que se realiza la encuesta | 29 de mayo al 3 de Junio de 2017 |
| Margen de error | 0.01% |
| Técnica de recolección | Encuesta virtual |

Fuente: Propia

En las figuras 12 a 20 en anexos se muestran las gráficas de los siguientes resultados:

1. El 100% de las personas encuestadas conocen la problemática actual de calentamiento global por emisiones de CO₂.
2. El 63% de la muestra conoce que es y para qué sirve un panel fotovoltaico, resultado que no es el que esperábamos, pero es un porcentaje con el que podemos apalancar el proyecto.
3. A pesar de que no toda la muestra sabe para qué sirve un panel fotovoltaico, el 100% quisiera tener un sistema que ayude a reducir el pago de la factura eléctrica.
4. Encontramos respuesta variadas, pero predomina el objetivo del proyecto que es ayudar al medio ambiente y generar un ahorro eléctrico. En la tabla 10 en anexos se evidencian más de talles.
5. Teniendo en cuenta que el 37% de la muestra no sabe para qué sirve un panel fotovoltaico según la pregunta 2, obtuvimos que el 44% piensa que puede haber algún tipo de riesgo con los paneles. El 52% piensa que no hay ningún riesgo.
6. El 70% de las personas encuestadas invertirían entre 1 y 3 millones de pesos para la adquisición de un sistema de generación de energía. Hay que tener en cuenta que a pesar de que no todos saben que es y para qué sirve un panel fotovoltaico, el 30% podría invertir de 3 a 6 millones de pesos.
7. Claramente el 93% de las personas encuestadas no conocen marcas ni lugares donde adquirir una solución de paneles fotovoltaicos, por tal motivo se hace de gran importancia la estrategia de comercialización.

8. El 59% de la muestra estadística, gana menos de 2 millones de pesos, por lo que el financiamiento del costo por proyecto deberá tener una alta importancia.
9. Dentro de las personas encuestadas, el 56% son hombre y el 44% son mujeres.
10. El 63% de las personas encuestadas están en el rango de 25 a 35 años, el 26% son mayores de 35. Este resultado muestra que de los encuestados el 89% tienen poder adquisitivo para tomar decisión de compra.

Conclusión: El mayor porcentaje de los encuestados les interesa el tema, están en edad de tomar decisiones y poseen una capacidad adquisitiva promedio de 2 millones de pesos.

Evidentemente por el rango salarial, se debe hacer una alianza con una entidad de financiamiento que ayude a amortizar el gasto y hacer una proyección que permita invertir lo menos posible para obtener una tasa de retorno considerable.

En anexos se consignan las gráficas que consolidan las respuestas y proporcionan detalle de cada una.

4.5 La Demanda

Según estadísticas a nivel global, la capacidad instalada en los últimos trece años ha venido creciendo exponencialmente. En la siguiente tabla mostramos unos indicadores que fueron tomados en el 2013 donde sólidamente Europa se consolida como el mayor usuario con respecto a la capacidad instalada

Tabla 2
Demanda vs Servicio

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| MW | 502 | 580 | 669 | 795 | 948 | 1150 | 1428 | 1762 | 2201 | 2795 |
| AÑO | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| MW | 3847 | 5167 | 6770 | 9162 | 15844 | 23185 | 40336 | 70469 | 100504 | 138856 |
| AÑO | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |

Fuente: (sitiosolar, s.f.)

La demanda se proyecta a través de una gráfica y tomando como base los datos hasta el 2013, realizaremos una regresión lineal para poder tener una línea de tendencia con el menor porcentaje de error posible.

Figura 3
Capacidad Instalada en el Mundo



Fuente: Propia

Como se puede observar en la figura 3, el comportamiento de la demanda lo podemos predecir con la ecuación de polinomio de orden 4 que se saca por regresión lineal y nos arroja un porcentaje de error del 0,0022%

Si hacemos referencia al porcentaje de error, podríamos afirmar que la proyección es muy acertada y se podría usar con fines matemáticos de predicción en nuestro proyecto.

Dado que no hay un estudio estadístico en Colombia y más específicamente en Bogotá que nos ayude a tener nos datos más confiables, usaremos el estudio mundial como referencia para el horizonte del proyecto. Creemos que el comportamiento en Colombia no es tan acelerado, pero si puede tener la misma tendencia que el global

Como mecanismo de comercialización, optaremos por estructurar un equipo de asesores comerciales que puedan interactuar con el cliente directamente. Por otra parte, ve necesario realizar una campaña publicitaria que nos facilite el acceso al mercado.

Teniendo en cuenta que se atacaran los conjuntos y propiedades horizontales de estratos 4, 5 y 6, podemos asumir que el nivel de ingresos de la población o target es medio alto, el cual los posibilita para tomar la decisión de compra, pero se requiere de un modelo financiero en el que se involucre una entidad que los pueda apoyar con préstamos.

4.6 Oferta y descripción del mercado

Los factores que influyen en la demanda de nuestro producto son:

- El nivel de satisfacción que busca el cliente en nuestro producto
- La capacidad adquisitiva del cliente
- El costo de nuestro producto
- La oferta de productos similares
- El estímulo de la publicidad

A pesar de que en el mundo hay tendencias para el uso de estas tecnologías, en Colombia es muy poco lo que se buscan productos como el de nosotros, sin embargo, en la ciudad hay proveedores de sistemas autos sostenibles que venden productos similares. Sin lugar a duda, no hay una empresa que enfoque sus servicios a la propiedad horizontal de la forma en que está planteado este proyecto.

En la tabla 2 de anexos, relacionamos Guía colombiana de empresas con soluciones energéticas fotovoltaicas que pueden ser competencia para la implementación de nuestro proyecto.

Normalmente las empresas en Colombia apuntan a cualquier tipo de solución ya sea interconectada (genera electricidad a la red) o no interconectada (aislada de la red eléctrica), o por su segmento, Industrial, Rural y Hogar.

Desde esta perspectiva, no evidenciamos ningún plan de negocio que enfoque su target tan específico como el nuestro

A manera de consulta y diseño, hoy por hoy las empresas colombianas venden sus productos, además, se tiene una concepción predefinida de paquetes o combos de instrumentos para

abastecer una potencia dada, es decir, se ofrecen kits los cuales soportan una carga definida para así saber que conectar al sistema que se emplee. Adicionalmente estos kits van con instalación o sin ella.

Podemos observar que la inversión no tiene ninguna clase de amortización o ayuda de parte de la empresa vendedora, además, el mercado está concentrado a nivel industria. Adicionalmente, no vemos una gama amplia de productos para ofrecer al cliente, al contrario, se está tratando de estandarizar niveles de consumo que conlleva al uso de una sola gama de elementos a nivel de paneles

Industrias con basto consumo eléctrico. Proyectos sociales a nivel rural. Usos específicos de alumbrado.

Gracias a la internet y la globalización, en su mayoría las empresas ofrecen sus servicios a nivel nacional, tomando todos los nichos de mercado para este negocio.

La mayoría de las empresas ya consolidadas a manera de competencia, atienden hoy por hoy segmentos de Industria y comercio y gobierno.

Evidentemente el negocio está retrasado en Colombia por los altos costos de adquisición (importación), por tal motivo la comercialización es fuertemente enfocada a la implementación de soluciones conjuntas o definidas con kits. El medio que se usa para esto es el internet.

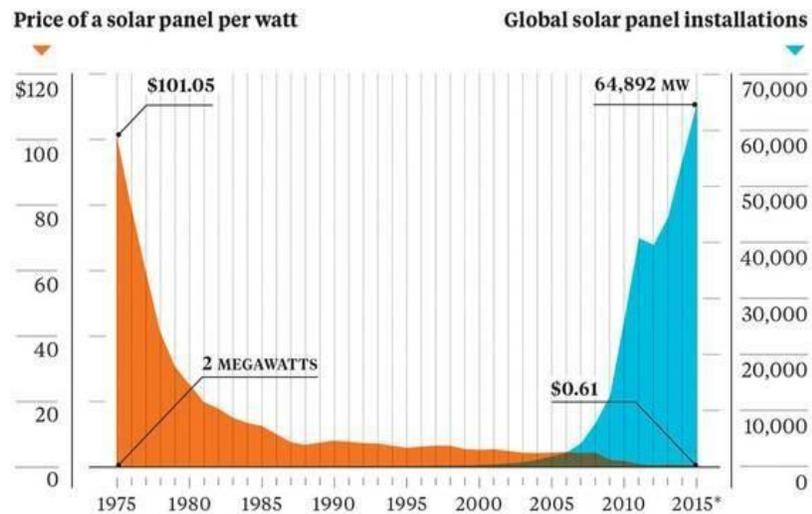
También se evidencia que no hay una comercialización a nivel de publicidad en medios ni personalizada a poblaciones.

La importación de estos recursos de mercados internacionales como el de Asia, son la principal fuente de materia prima para el negocio.

Debido a que la tecnología varía muy rápidamente, los componentes que forman nuestro sistema solo requieren ser ensamblados. El listado de los componentes para el uso actual es:

- Panel Monocristalino
- Controlador de carga
- Batería CP
- Inversor

Figura 4
Precio de un panel solar por vatio vs Instalaciones globales de paneles solares



Fuente: (cleantechnica, s.f.)

5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Localización

Para hacer la elección de la localización de la sede del proyecto usamos el método por puntos.

Con este método podemos hacer una comparación de las variables específicas que nos afectan directamente. Por lo anterior se presentan las conclusiones del estudio.

Tabla 3

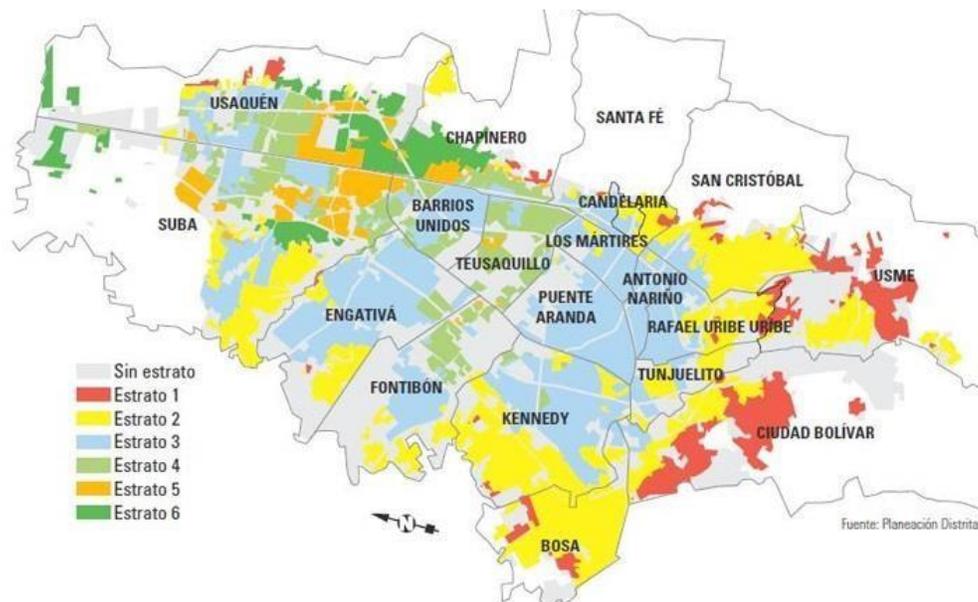
Alternativas de Localización

| Alternativas de Localización | FACTORES CONDICIONANTES | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------|------------|-----------|----------------------------|------------|
| | Costo de la Bodega | Mano de obra | Transporte | Seguridad | Ubicación de materia prima | Σ |
| | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 1 |
| CR 9 | 6 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6,4 |
| Zona Franca | 9 | 7 | 7 | 10 | 9 | 7,5 |
| Residencial Norte | 8 | 6 | 8 | 7 | 6 | 6,4 |
| Residencial Sur | 7 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6,1 |

Fuente: Propia

Como se puede apreciar, en las columnas se encuentran definidas las variables de incidencia, mientras que en las filas están las opciones posibles en Bogotá. Se contemplan barrios centros empresariales, zonas industriales y demás lugares que pueden asegurar una posición estratégica.

Figura 5
Mapa de Bogotá Estratificado



Fuente: Planeación Distrital

Fácilmente podemos concluir que por este método la asignación del peso de las variables se debe a características muy propias del proyecto. Dentro de los factores que pueden influir directamente en el proyecto esta: Costo de la bodega, manos de obra, transporte, seguridad, etc.

En la tabla 15 en anexos podemos ver los factores que inciden directamente en la localización, sin embargo, por características muy propias del negocio elegimos las 4 que se estudiaron en el método por puntos.

Inicialmente, el planteamiento para el proyecto sería la compra de las materias primas o insumos acá en Colombia, sin embargo, al escoger la zona franca como sede idónea para nuestra operación, también estamos pensando en importar los elementos directamente para ahorrarse el

costo de un intermediario. De este modo, la mercancía la compraríamos directamente de su fabricante, que, en condiciones normales, vendría de China.

Las zonas francas son áreas geográficas delimitadas dentro del territorio colombiano, en donde se desarrollan actividades industriales de bienes y de servicios, o actividades comerciales, bajo una normatividad especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior.

Son un Instrumento de promoción del Gobierno Nacional para:

- Captar nuevas inversiones de capital
- Generar empleo formal y calificado
- Consolidar plataformas logísticas
- Generar encadenamientos productivos
- Apoyar el desarrollo económico de las regiones y el país

5.1.1 Tipos de Zonas Francas en Bogotá

5.1.1.1 Zona Franca Permanente

Es el área delimitada del territorio nacional, en la que se instalan múltiples Usuarios Industriales o Comerciales, los cuales gozan de un tratamiento tributario, aduanero y de comercio exterior especial, según sea el caso.

5.1.1.2 Zona Franca Permanente Especial

Es el área delimitada del territorio nacional, en la que se instala un único Usuario Industrial, el cual goza de un tratamiento tributario, aduanero y de comercio exterior especial.

5.1.1.3 Zona Franca Transitoria

Es el área delimitada (transitoria) del territorio nacional, donde se celebran ferias, exposiciones, congresos y seminarios de carácter nacional e internacional, que revistan importancia para la economía y/o el comercio internacional, y que gozan de un tratamiento tributario, aduanero y de comercio exterior especial.

5.1.2 Clases de usuarios de Zonas francas

5.1.2.1 Usuario Operador

Persona jurídica autorizada para dirigir, administrar, supervisar, promocionar y desarrollar una o varias zonas francas, así como para calificar a sus usuarios. En desarrollo de lo anterior, el Usuario Operador vigilará las mercancías bajo control aduanero y autorizará las operaciones de ingreso y salida de las mismas, sin perjuicio de las facultades que tiene la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN).

5.1.2.2 Usuario Industrial de Bienes

Persona jurídica instalada exclusivamente en una o varias zonas francas, autorizada para

producir, transformar o ensamblar bienes, mediante el procesamiento de materias primas o de productos semielaborados.

5.1.2.3 Usuario Industrial de Servicios

Persona jurídica autorizada para desarrollar en una o varias zonas francas las siguientes actividades: Logística, manipulación, distribución, empaque, reempaque, envase, etiquetado o clasificación, Telecomunicaciones, sistemas de tecnología de la información para captura, procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos, Investigación Científica y Tecnológica, Asistencia en salud, Soporte técnico, mantenimiento y reparación de equipos, naves, aeronaves o maquinaria, Auditoría, administración, corretaje, consultoría o similares.

5.1.2.4 Usuario Comercial

Persona jurídica autorizada para desarrollar actividades de mercadeo, comercialización, almacenamiento o conservación de bienes, en una o varias zonas francas.

5.1.2.5 Empresas de Apoyo

Empresas que desarrollan servicios de vigilancia y mantenimiento, guardería, cafeterías, entidades financieras, restaurantes, capacitación, atención médica, transporte de empleados, y otros servicios que se requieran para el apoyo de la operación de la zona franca. Estas empresas no gozan de los beneficios tributarios, aduaneros y de comercio exterior. Los Usuarios Industriales de Bienes y los Usuarios Industriales de Servicios deberán ser nuevas personas jurídicas y podrán tener simultáneamente las dos calidades.

5.1.3 Incentivos Tributarios

- 20% Impuesto a la Renta
- 0% de IVA y aranceles en bienes extranjeros
- 0% de IVA en bienes nacionales

5.1.4. Beneficios Aduaneros

- Procesamientos parciales entre empresas de una zona franca y el TAN (Territorio Aduanero Nacional).
- Almacenamiento por tiempo ilimitado sin el pago de impuestos de nacionalización ni IVA. Nacionalización parcial de las materias primas o productos terminados.
- Utilización de DTA o OTM para traslado desde puertos y pasos de fronteras, el formulario movimiento de mercancías hace las veces de DEX.
- Verificación de inventarios previo a la nacionalización y pago sólo por los bienes para venta y no por defectuosos para rechazo.
- Mercancías elaboradas o transformadas en ZFs se consideran nacionales, tienen el trato de las mercancías

5.1.5 Beneficios Comercio Exterior

- DIAN en sitio, funcionarios de la DIAN dedicados a la atención de las operaciones de los usuarios.

- Posibilidad de clasificar y redistribuir bienes (Picking & Packing) sin premura y sin tenerlos nacionalizados.
- Distribución logística internacional para las Américas desde Colombia
- Libre movimiento de mercancías provenientes de zonas francas a los depósitos francos y puertos.

5.2 Aspectos Técnicos

En este capítulo hablaremos sobre las etapas preoperativa y operativa en función a los procesos que debe tener el proyecto para la implementación de cualquier sistema fotovoltaico para las propiedades horizontales en Bogotá.

Para el montaje de nuestro sistema son necesarias 4 partes o componentes que son: los paneles solares, el banco de baterías, el regulador y el inversor. De estas piezas ya hablamos en el capítulo 3 de forma general, por lo que ahora empezaremos a definir las características más detalladas y se explicara el proceso para la elección del sistema con respecto al consumo que se desea abastecer.

En el mercado podemos encontrar 3 tipos de paneles solares. En la tabla 11 de anexos podemos observar la ficha técnica y las diferencias que en esencia se centran en su fabricación y propósito. La elección de unos de ellos se basa en la aplicación específica según diseño físico y de potencia eléctrica.

En cuanto a reguladores de carga, la única variante que existe es la corriente que tiene soportar, por ende, la elección radica en que tan robusto tiene que ser el regulador según el tamaño del sistema a implementar. En la tabla 12 en anexos se encuentra la ficha técnica del componente

Para la elección del inversor se tiene que tener en cuenta la carga que se le pondrá al equipo dado que de eso depende que tan robusto tenga que ser el equipo. Su función es igual en todos los casos. Ver ficha técnica en tabla 13 en anexos.

Para la elección de la batería se tiene que tener en cuenta el voltaje del sistema y la autonomía por diseño que se desea implementar, ya que para soportar más tiempo de autonomía se requieren mayor número de baterías conectadas entre sí para formar un banco de baterías suficientes para soportar el consumo del sistema. En la tabla 14 de anexos se detalla las características del elemento en una ficha técnica.

5.2.1 Pasos para la elección de los componentes de un sistema

Esta es una guía básica preliminar, la cual sirve para tener una idea de los componentes que se van a necesitar para un determinado sistema solar aislado.

5.2.1.1 Paneles Solares

Primero es necesario determinar el consumo que va a tener el sistema. También, debemos conocer que aparatos vamos a conectar, su requerimiento de energía y el tiempo de uso diario.

Tabla 4
Ejemplo de Consumo

| CONSUMO DIARIO | | | |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Aparatos | Potencia (Vatios) | Tiempo de uso (Horas) | Consumo (Vatios/Hora) |
| TV 32" Led | 33 | 6 | 198 |
| PC Portátil | 50 | 5 | 250 |
| Total | | | 448 |

Fuente: Propia

Tendríamos un consumo total de 448 W-h por día. Dependiendo de la zona donde se vaya a instalar el sistema, se tendrá un número específico de horas de máxima radiación sol. Para nuestro caso el valor de radiación promedio en Bogotá es de 4 horas. Entonces dividimos nuestro consumo entre el número de horas pico de sol, lo que nos daría:

$$448 \text{ W-h} / 4 \text{ h} = 112 \text{ W (vatios)}.$$

Necesitamos un panel o un arreglo de paneles que nos suministre por lo menos una potencia de 112 W. Se acostumbra a dejar espacio para ampliaciones futuras y cubrir cualquier tipo de "perdidas del sistema" haciéndolo un 30%-50% más grande, lo que en este caso nos arrojaría un sistema recomendado de 170 W.

5.2.1.2 Baterías

Teniendo en cuenta el consumo de 448 W-h que calculamos en el paso 1, procedemos a calcular la batería o banco de baterías necesario.

Debemos prever que habrá días con mal tiempo: 448 W-h X 3 días sin ninguna luz solar = 1344 W-h. Las baterías no se deben descargar en su totalidad, máximo al 50% de su capacidad. Por lo que tendríamos que aumentar la capacidad del banco de esta manera:

$$1344 / 50\% = 2688 \text{ W-h}$$

Debemos decidir con que voltaje (V = Voltios) trabajar, usualmente para sistemas pequeños y medianos se elige 12 V o 24 V. En nuestro ejemplo elegiremos 12 V.

$$2688 \text{ W-h} / 12 \text{ V} = 224 \text{ A-h (Amperios-hora)}.$$

La capacidad de la batería o banco requerido es: 224 A-h

5.2.1.3 Controlador de Carga

Es de suprema importancia el contar en nuestro sistema con un elemento que controle la manera como las baterías son cargadas por los paneles solares, asegurando su buen desempeño y duración.

Debemos tener en cuenta que el controlador maneje el voltaje que hemos decidido usar para nuestro sistema en el paso 2, es decir, siguiendo el ejemplo: 12 V.

También debemos asegurarnos que puede soportar la corriente generada. En nuestro ejemplo bastaría con un panel, que si va a estar trabajando a 12 V genera una corriente de:

$$170 \text{ W} / 12 \text{ V} = 14.16 \text{ A}$$

Debemos prever picos de corriente por fuentes de luz solar reflejada y aumentos de capacidad del sistema a futuro, por lo que se acostumbra a agrandar el sistema multiplicando por el siguiente factor:

$$14.16 A \times 1.3 = 18.4$$

Redondeando siempre hacia arriba nos daría 20 A.

5.2.1.4 Inversor

Normalmente todos los aparatos eléctricos cotidianos usan voltaje alterno, AC. En Colombia este voltaje es de 120 V. Si queremos conectarlos a nuestro sistema, vamos a necesitar de un elemento que convierta el voltaje directo a voltaje alterno. Este elemento se conoce como inversor. Escogimos un voltaje de trabajo en el paso 2 de 12 VDC. Por lo que el inversor debe poder convertir 12 VDC a 120 VAC.

También debemos verificar que soporte la potencia demandada por todos los aparatos que le vamos a conectar, estando prendidos al mismo tiempo.

Siguiendo con nuestro ejemplo:

$$TV = 33W + PORTÁTIL = 50W$$

$$TOTAL = 83W$$

Se acostumbra a escoger un inversor que tenga al menos el doble de la capacidad requerida: $83 W \times 2 = 166 W$, con una potencia pico de al menos 3 veces esa capacidad:

$$166 \text{ W} \times 3 = 498 \text{ W.}$$

En resumen:

- Voltaje de entrada DC: 12 V
- Voltaje de salida AC: 120 V
- Potencia nominal: 200 W (redondeando 166 W hacia arriba siempre)
- Potencia pico: 600 W

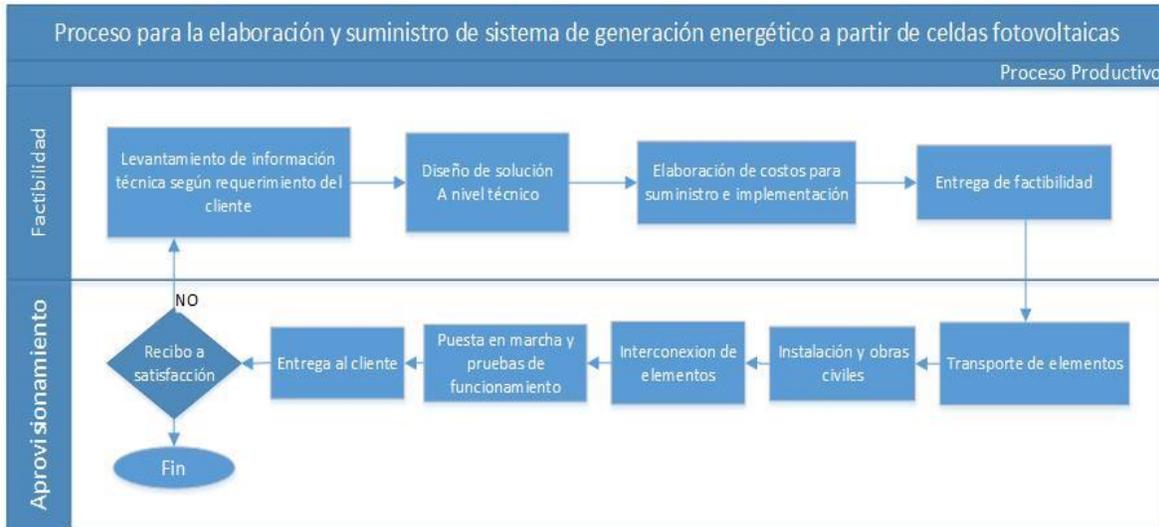
5.2.2 Proceso de elección y montaje del sistema

Para este proceso es necesario aclarar que hay una parte en la cual se efectúa una visita a sitio después de la solicitud formal del asesor comercial, para que un técnico verifique las características propias y la necesidad del cliente. Esta etapa se denomina Factibilidad.

Cada fase tiene procedimientos específicos donde se va recopilando la información necesaria para instalar un sistema y posteriormente dar garantía y mantenimiento.

En la siguiente sección describiremos las actividades de cada una de ellas.

Figura 6
Proceso operativo general



Fuente: Propia

En general el proceso productivo puede ser descrito por las etapas que se muestran en la figura 6, de tal manera que se entienda 1 ciclo productivo. En la figura 8 se muestra la cronología del proceso operativo para la implementación de un sistema de celdas solares.

Teniendo documentada la factibilidad y realizado el respectivo pedido del cliente con el comercial, se procede a la implementación. En la figura 17 se explica mediante un diagrama de flujo.

6. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

6.1 Tamaño del Proyecto

Nuestro país está ubicado en la zona ecuatorial, lo que permite contar con radiación solar constante en determinadas zonas del territorio, uno de los elementos claves para convertirse en generador de energía solar. Este efecto puede durar las 12 horas al día, registrando incluso los índices más altos a nivel mundial, junto con lo registrado en África. La radiación media es de 4.5 kWh/m², y el área con mejor recurso solar es la Península de la Guajira, con 6kWh/m² de radiación. De los 6 MW de energía solar instalados en Colombia (equivalente a aproximadamente 78,000 paneles solares), 57% está distribuido para aplicaciones rurales y 43 % para torres de comunicación y señalizaciones de tránsito (Méndez, 2016).

Para nuestro proyecto existes factores que condicionan su tamaño, tales como la disponibilidad de elementos (materia prima) en el mercado y la variación de la legislatura nacional para incentivos de compra de paneles fotovoltaicos, que, por cierto, ha venido cambiando rápidamente en función de la demanda esperada por las instituciones gubernamentales creadas para el desarrollo de nuevas tecnologías energéticas sustentables. De toda la parte legal hablaremos en el siguiente capítulo.

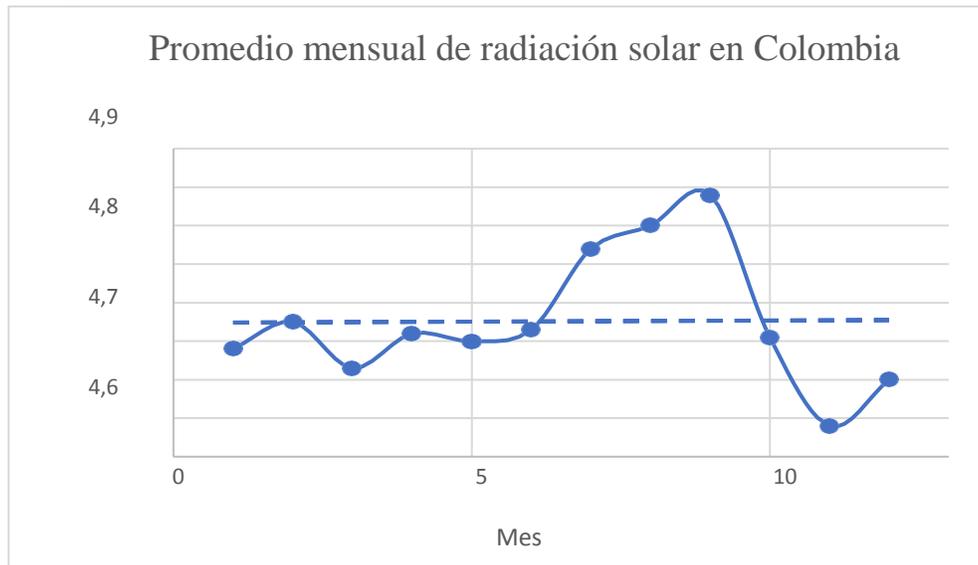
A continuación, se hace un análisis del promedio de radiación en todo el territorio nacional, los valores obtenidos en el IDEAM se consignan en una tabla para así generar una gráfica que nos muestre de mejor forma los datos que son:

Tabla 5
Radiación en Colombia

| MES | KW. h/m ² |
|-----------------|----------------------|
| Enero | 4,38 |
| Febrero | 4,45 |
| Marzo | 4,33 |
| Abril | 4,42 |
| Mayo | 4,4 |
| Junio | 4,43 |
| Julio | 4,64 |
| Agosto | 4,7 |
| Septiembre | 4,78 |
| Octubre | 4,41 |
| Noviembre | 4,18 |
| Diciembre | 4,3 |
| TOTAL | 53,42 |
| PROMEDIO | 4,45 |

Fuente: IDEAM

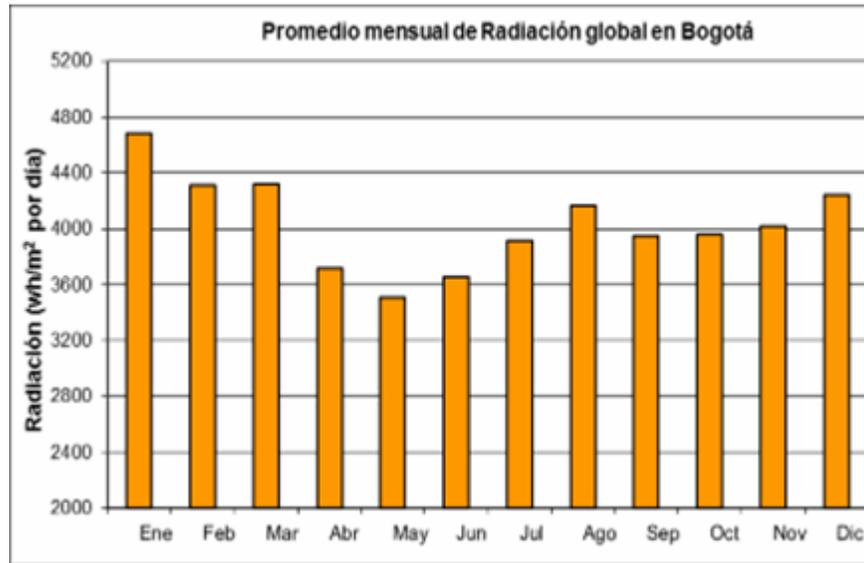
Figura 7
Comportamiento anual de la radiación en Colombia



Fuente: Propia

Según datos del IDEAM la radiación mensual en Bogotá específicamente es:

Figura 8
Radiación en Bogotá



Fuente: Propia

Con estos datos que nos proporciona el IDEAM podemos hacer un cálculo donde la media de radiación solar sería 3,9 KWh/m². Esta referencia es muy importante ya que con ella se determinará la cantidad de energía que una celda solar (según sus características) puede generar específicamente en Bogotá. Este dato se toma como base para calcular también, la superficie necesaria para abastecer una demanda específica de una propiedad Horizontal.

Según el IPME (Instituto de Planeación y Promoción de Soluciones Energéticas para la zona no interconectadas) la energía producida, vendida, consumida y comprada en Bogotá durante el 2016 a nivel hogar fue:

Tabla 6
Oferta vs Demanda

| | FV | Venta a la red | Consumo en AC | Compras a la red | Total |
|----------------|------|----------------|---------------|------------------|-------|
| Oferta | 4331 | 1870 | | | 6201 |
| Demanda | | | 2438 | 3243 | 5681 |

Fuente: IDEAM

En la tabla 5 se muestra que la energía producida por el sistema fotovoltaico es mayor a la consumida, más la vendida. Este resultado es normal, pues la oferta supera a la demanda en razón a las pérdidas por la operación del inversor DC/AC. En total, al sumar el consumo primario de energía fotovoltaica hecha anualmente en el hogar (2.438 kWh) más la energía vendida a la red, se tiene que la generación efectiva es de 4308 kWh.

Por tanto, para nuestro proyecto nos basaremos en los estándares calculados con una participación del 20% de tal manera que podemos definir los siguientes parámetros así:

6.1.1 Capacidad Nominal: 1000 kWh/año

6.1.2 Capacidad de Diseño: 800 kWh/año haciendo 13 instalaciones de 5 kWh al mes.

6.1.3 Factor de Servicio: 80% de capacidad en planta

6.2 Plataforma Estratégica

6.2.1 Misión

Entregar productos y servicios de excelente calidad, para la implementación de un sistema basado en celdas solares en el abastecimiento energético, con el fin de desarrollar proyectos

satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, para brindarles así un producto no solo de alta calidad, sino que también con excelencia aportando nuestro grano al mejoramiento ambiental.

6.2.2 Visión

En el 2019 ser pioneros a nivel Bogotá en la implementación de un sistema basado en celdas solares y así consolidarnos como una empresa líder en el suministro de dicha implementación permitiendo mejorar no solo la calidad de vida de nuestros clientes si no ayudar a construir el mundo verde.

6.3 Leyes que afectan el proyecto

Para este proyecto se definió una Sociedad Anónima simplificada ya que su principal característica es que los socios tienen igual número de acciones, voz y voto en la junta. Los socios ante cámara y comercio seremos los 3 integrantes que hemos estructurado este proyecto, además tendremos repartidas por partes iguales las obligaciones.

Finalizado el proceso de apertura de la empresa ante cámara y comercio, procederemos a definir las leyes que aplican o tienen directa incidencia en nuestro proyecto:

A nivel legal podemos observar que dentro del marco jurídico en Colombia estamos regulados por diversas leyes ambientalistas, para este proyecto en concreto podemos revisar la Ley 1715/2014 en su Art. 5 Numeral 13 y Art.19 Numeral 4-6 los cuales contemplan lo siguiente:

- Artículo 5 Numeral 13: Energía solar. Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en la radiación electromagnética proveniente del sol.
- Artículo 19 Numeral 4: El Gobierno Nacional considerará la viabilidad de desarrollar la energía solar como fuente de autogeneración para los estratos 1, 2 y 3 como alternativa al subsidio existente para el consumo de electricidad de estos usuarios.
- Artículo 19 Numeral 6: El Gobierno Nacional incentivará el uso de la generación fotovoltaica como forma de autogeneración y en esquemas de GD con FNCER.
- Consecutivamente en el marco internacional encontramos el protocolo de Kioto: Tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que fue aprobado en la Sede de las Naciones Unidas en 1992. En 1997 se adopta oficialmente el protocolo de Kioto en la conferencia de las partes (CP 3). El Protocolo de Kioto marca objetivos obligatorios relativos a las emisiones de GEI's para las principales economías mundiales que lo han aceptado. Estos objetivos individuales van desde una reducción del 8% hasta 10% respecto a las emisiones del año base, que ha sido fijado en 1990.

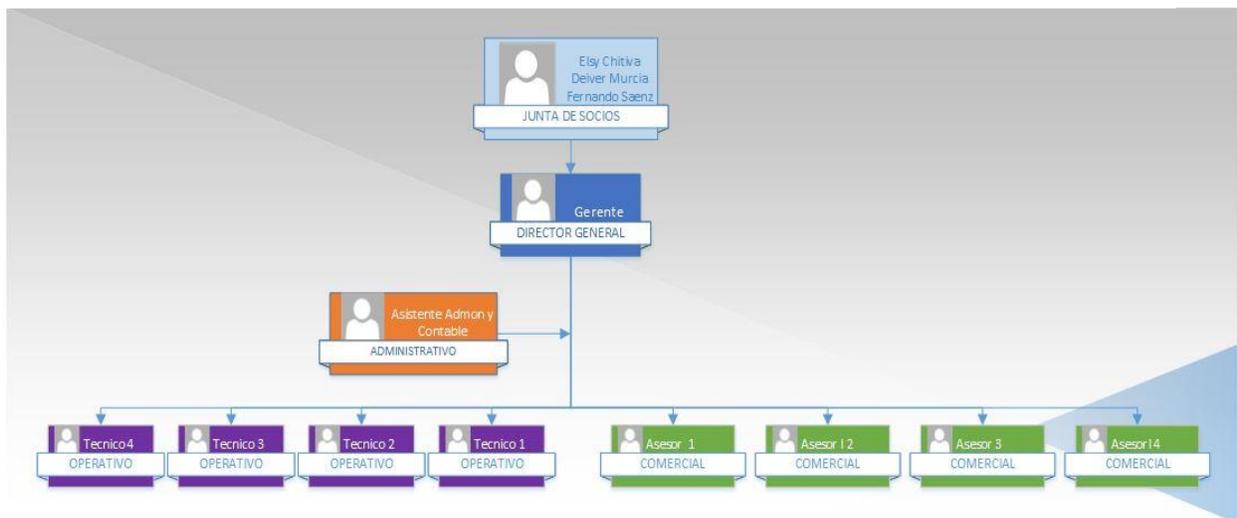
6.4 Estructura Organizacional

A nivel organizacional definimos una estructura que nos permite tener una cabeza de línea y su respectivo grupo de trabajo, de tal manera que estructura la forma de trabajo con la cual se afrontara la etapa de producción del Proyecto. En dicha estructura tenemos un director como líder único, un administrativo que cumple funciones contables básicas, 4 técnicos que soportarán

toda la operación y un pool de 4 ejecutivos comerciales quienes serán los encargados de cerrar negocios y facturarlos.

En la figura 9, mostramos la estructura organizacional que se debe implementar para suplir la operación planteada:

Figura 9
 Organigrama



Fuente: Propia

Se eligió una estructura simple ya que a nivel financiero no teníamos más recursos para destinar en personal por lo que se ajustó para soportar la carga de producción planeada de tal manera que en el futuro cuando se incrementen las ventas, se pueda reestructurar la organización. Con lo anterior queremos decir que estamos haciendo un proyecto que sea rentable para los inversionistas

En la tabla 16 en anexos, mostramos una proyección de los costos de nómina con respecto a los diferentes roles que estructuran la organización:

El total anual de nómina durante los 10 primeros años, que corresponde a nuestro primer periodo de evaluación es:

Tabla 7
Costo de nómina en los primeros 10 años

| TOTAL GASTOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | | 244.929 | 254.726 | 270.010 | 291.610 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 317.855 | 346.462 | 377.644 | 411.632 | 448.679 | 489.060 |

Fuente: Propia

7. ASPECTOS FINANCIEROS

7.1 Inversiones y fuentes de financiamiento

7.1.1 Horizonte del proyecto.

En el desarrollo de este capítulo se podrá apreciar financieramente el proyecto, reflejando una proyección del comportamiento económico y financiero de la empresa, durante un periodo de diez años, donde permite dar a conocer los recursos necesarios para hacer la inversión inicial y proyecta los movimientos de dinero que puede tener la empresa.

Adicionalmente se plantea un modelo de financiamiento durante los mismos diez años y la rentabilidad que puede generar dicho proyecto.

7.1.2 Inversiones fijas

Las inversiones fijas del proyecto se muestran en la tabla 17 en anexos, donde se refleja descripción, su valor total.

En este caso, hacen referencia a la cancelación de arriendo, a la adquisición de maquinaria, equipos, mobiliario, adecuación de la bodega.

7.1.3 Inversiones diferidas

Las inversiones diferidas del proyecto se muestran en la tabla 18 en anexos, donde podemos observar la amortización diferida en años y la inversión a realizar

7.1.4 Capital de trabajo

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en forma de activo corriente, para la operación normal del proyecto durante el ciclo productivo.

El monto del capital necesario para este proyecto en condiciones normales incluye: gastos de nómina y servicios, insumos, etc. Ver tabla 19 en anexos

7.1.5 Estructura de capital

La estructura de capital definido como la distribución de las fuentes de financiamiento de las inversiones totales. En la tabla 20 en anexos, establecemos la estructura de capital:

El financiamiento se ejecutará en una línea especial de crédito otorgada por una entidad bancaria. A continuación se refleja el análisis de financiación préstamos bancarios.

7.2 Presupuesto de ingresos, gastos y costos

7.2.1 Presupuesto de ingresos.

Inicialmente los ingresos del proyecto están alineados directamente de la venta de las celdas fotovoltaicas a nuestros clientes. A continuación, mostramos los ingresos del proyecto en un horizonte de 10 años, teniendo en cuenta que la cantidad de celdas fotovoltaicas instaladas con relación de año a año.

Tabla 8
Ventas del primer periodo de corte

| CONCEPTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ventas (millones) | 1.440 | 1.540 | 1.705 | 1.904 | 2.144 | 2.414 | 2.715 | 2.987 | 3.286 | 3.614 |

Fuente: Evaproject –Propia

7.3 Costos de venta y gastos de administración.

Los costos de venta para el presente proyecto, abarca la investigación y desarrollo de nuevos mercados o productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores, estudio de la estratificación del mercado, adecuación y campañas agresivas de la publicidad que realiza la empresa, las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado, es decir, que la magnitud del costo de venta depende tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que se deseen desarrollar en ese departamento.

Los gastos de administración para el proyecto son los relacionados en la tabla 21 en anexos.

7.4 Estado de resultados

Luego de determinar el presupuesto de ingresos, costos y gastos de administración y ventas procedemos a realizar el estado de resultados del proyecto para el horizonte de estudio de 10años.

En la tabla 22 en anexos, se muestra el estado resultado del proyecto:

Podemos afirmar que luego de realizar el estado de resultado, el proyecto arrojó una utilidad neta positiva a partir de los Cuatro años con relación la proyección de los 10 años.

7.5 Flujo de caja neto del proyecto

A partir del estado de resultados se calculó y determino el flujo de caja operativo y neto del proyecto, teniendo en cuenta las depreciaciones de los activos fijos, la recuperación del capital de trabajo y el valor de salvamento de acuerdo con lo proyectado.

En la tabla 23 de anexos se muestran los valores.

Podemos decir que, en la proyección del flujo de caja neto del proyecto, se obtuvo un comportamiento positivo de los flujos.

7.5 Evaluación financiera del proyecto

La evaluación financiera que se realizó consistió en calcular los criterios de valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR) que nos dieron una respuesta para determinar la viabilidad del proyecto.

Estos dos indicadores muestran la rentabilidad del proyecto y su cálculo determina la viabilidad o no del proyecto.

7.5.1 Valor Presente Neto

El criterio para la aceptación o rechazo del proyecto consiste en calcular el VPN, si el VPN es mayor a cero, es decir, positivo, quiere decir que el proyecto genera valor porque es viable y si pasa lo contrario el proyecto debe desecharse.

En el caso de nuestro proyecto el VPN = 1.506.527.000

Figura 10
Formula del Valor presente neto

$$\begin{aligned}
 \text{VPN} &= - \text{Inversión inicial} + \sum_{n=1}^T \frac{\text{FN}_n}{(1+r)^n} \\
 &= - \text{Inversión inicial} + \frac{\text{FN}_1}{(1+r)^1} + \frac{\text{FN}_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{\text{FN}_n}{(1+r)^n}
 \end{aligned}$$

... donde,
 FN = Flujo neto de cada periodo
 r = Tasa de descuento
 n = Número de periodo

Fuente: (Anaya, 2011)

Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables:

La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

7.5.2 Tasa Interna de Retorno

Para el caso del cálculo de la tasa interna de retorno TIR, se procedió a determinarla de la siguiente manera:

Figura 11
Formula de Tasa interna de retorno

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{\text{FN}_j}{(1+\text{TIR})^j}$$

Fuente: (Anaya, 2011)

El resultado obtenido es $TIR = 71\%$

La TIR no maximiza la inversión pero sí maximiza la rentabilidad del proyecto. Con los resultados obtenidos podemos decir que el $VPN > 0$ y $TIR > TIO$ por lo que el proyecto genera valor y se cumplen los requerimientos de rentabilidad, es decir, es viable financieramente.

7.5.3 Relación Costo Beneficio

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar de un proyecto, lo cual aplica únicamente para proyectos enfocados a la parte social, Sin embargo, mostramos el valor obtenido en nuestro proyecto para fines educativos. Cuando la relación costo-beneficio es mayor que 1, podemos afirmar que nuestro proyecto es rentable ya que tenemos un valor presente neto positivo, lo cual indica la recuperación de la inversión.

$$B/C = \text{valor presente de ingresos} / \text{valor presente de egresos} = 20,67 \%$$

8. RESULTADOS OBTENIDOS

- Una correcta implementación de un sistema basado en celdas solares para abastecer energéticamente los circuitos de iluminación en las propiedades horizontales a través del cumplimiento de las normas y procedimientos mencionados en este documento.
- Conocer las principales dificultades y posibles mejoras del sistema basado en celdas solares para que pueda ser implementado en otras regiones del país.
- Distinguir y conocer las diferentes prácticas tecnológicas para la implementación de un sistema basado en celdas solares y abastecer energéticamente los circuitos de iluminación, seguridad y todo el acceso en las propiedades horizontales.
- Satisfacer las actuales necesidades de la propiedad horizontal con relación a la disminución de las tarifas de energía, mostrándole una alternativa de interés.
- Establecer una oferta segura que consolide la implementación de un sistema basado en celdas solares
- Lograr crecimiento de los niveles de sensibilización de la población en general y del público objetivo en particular acerca de los beneficios derivados de uso de las celdas solares.

9. CONCLUSIONES

Dentro de los puntos que consideramos tienen más importancia dentro de un proyecto de esta naturaleza es el descubrir cuáles son las necesidades reales de nuestros clientes y que nuestros usuarios se involucren en el proceso de implementación de los sistemas de tal forma que podamos saber exactamente lo que ellos quieren recibir y definir de manera más transparente los beneficios económicos que se desean alcanzar con la implementación de este sistema.

El proyecto cuenta con alto nivel de aceptación del producto por parte del cliente, así lo demuestra la investigación de mercado, realizada, en el que podemos observar la disponibilidad de comprar nuestro producto.

10. RECOMENDACIONES

La implementación del sistema de celdas es un producto nuevo en el mercado local, se recomienda implementar un plan de marketing que dé a conocer el producto al consumidor objetivo en este caso los administradores de las propiedades horizontales para que se cumplan los objetivos de ventas planteados y de esa manera garantizar la prefactibilidad del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

areatecnologia. (s.f.). Obtenido de <http://www.areatecnologia.com>

Botero, C. A., Mancera, C. T., & Ruiz, C. S. (22 de 12 de 2014). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de CAPACIDAD INSTALADA DE AUTOGENERACIÓN: 7.
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>

cleantechnica. (s.f.). Obtenido de <https://cleantechnica.com/>

Creatorium.Tv, C. (30 de Septiembre de 2013). *Youtube*. Obtenido de
<https://www.youtube.com/watch?v=Qz32k9PTXas>

Economista, E. (29 de Enero de 2016). *Confidencial Colombia*. Obtenido de
<http://confidencialcolombia.com/es/1/economia/20778/Colombia-ocupa-puesto-45-en-innovaci%C3%B3n-entre-56-pa%C3%ADses-analizados.htm>

Fernandez Lopez, F. (2016). *Comunicación efectiva y trabajo en equipo*. Logroño - España: Editorial Tutor Formación.

López, P. (20 de 08 de 2012). *twenergy*. Obtenido de La instalación de paneles solares en casa:
<https://twenergy.com/a/la-instalacion-de-paneles-solares-en-casa-111>

Minambiente. (2016). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambio-climatico-14>

OSPINO, V. M. (2015). *Universidad Católica*. Obtenido de

<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14053/1/Manual%20de%20implementaci%C3%B3n%20fotovoltaica.pdf>

PERALTA, R. E. (03 de 2011). *Universidad Javeriana*. Obtenido de LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO FACTOR DE DESARROLLO EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1085/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf;jsessionid=1DECA39BFCA921AF2D1C35C6B55BDEF4?sequence=1>

Rojas, C. V. (12 de 11 de 2012). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/solucion-de-problemas-y-toma-de-decisiones-administrativas>

sitiosolar. (s.f.). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com>

UPME. (2015). *siel*. Obtenido de

<http://www.siel.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=L9AASwJjMz8>

Zona Franca. (s.f.). Obtenido de <http://zonafrancabogota.com/>