

RAE

1. TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado para optar por el título de ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

2. TÍTULO: Estudio técnico- financiero de factibilidad para implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la universidad de San Buenaventura, Bogotá

3. AUTORES: Ginna Rocío González Gaitán, Héctor Luis Suarez Mota

4. LUGAR: Bogotá, D.C

5. FECHA: Diciembre 2014

6. PALABRAS CLAVE_Paneles solares, energías renovables, responsabilidad social empresarial, planta solar, eficiencia

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: El objetivo principal de este trabajo es estudiar la factibilidad técnico- financiera de implementar un sistema solar en el edificio Guillermo de Ockham de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá el cual supla el consumo de las luminarias del mismo, mostrando así las posibilidades detalladas en los aspectos anteriormente nombrados, así mismo se muestran diferentes aspectos administrativos e ingenieriles que conllevan a las conclusiones finales, facilitando posteriores estudios referentes al tema.

8. LÍNEAS DE INVESTIGACION: Gestión y control de las organizaciones

9. METODOLOGÍA: Mantiene una metodología deductiva.

10. CONCLUSIONES: Luego de analizar los escenarios desarrollados, se puede apreciar que únicamente, si el sistema tiene una eficiencia del 100%, es decir, cero fallas y ningún contratiempo, se podría suponer un beneficio en la disposición o uso del recurso financiero. No obstante, el nivel de incertidumbre que existe y que no fue posible precisar, con respecto a la eficiencia y la garantía de que el nivel de radiación se vaya a mantener en los niveles mínimos esperados, y que sin embargo se intentó modelar con los escenarios sujetos a castigo (pesimista y más probable) evidencian que en caso de falla en el sistema, se generará una pérdida de valor de la inversión.

Estudio técnico- financiero de factibilidad para implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la universidad de San Buenaventura, Bogotá

**Ginna Rocío González Gaitán
Héctor Luis Suarez Mota**

Asesores:

**Edgar Emiro Rodríguez Cárdenas
Julio César Barrera Vélez**

**Trabajo de Grado para optar al título de Administrador de Empresas
Universidad de San Buenaventura
Bogotá, Colombia**

2015

Estudio técnico- financiero de factibilidad para implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la universidad de San Buenaventura, Bogotá

**Ginna Rocío González Gaitán
Héctor Luis Suarez Mota**

Universidad de San Buenaventura

Contenido

1. Aspectos preliminares	5
1.1. Tema	5
1.2. Línea de investigación	5
1.3. Planteamiento del problema de investigación	5
1.3.1. Definición del problema	5
1.3.2. Pregunta de investigación	6
1.3.3. Sistematización de la pregunta problema	6
1.4. Justificación	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general	7
1.5.2. Objetivos específicos	7
1.6. Marco referencial	7
1.6.1. Antecedentes investigativos del problema	7
1.6.2. Marco contextual	8
1.6.3. Marco teórico	8
1.6.4. Marco legal	13
1.7. Diseño metodológico	18
1.7.1. Tipo de investigación	18
1.7.2. Método de investigación	18
1.7.3. Técnica de recolección de información	18
1.7.4. Técnica de análisis de la información	18
2. Aspectos generales de la energía solar fotovoltaica	19
2.1. Situación actual a nivel nacional	20
2.2. Características generales de un sistema solar fotovoltaico	21
2.3. Recurso solar local	21
2.4. Países destacados por la implementación de energía solar fotovoltaica	22
2.5. Normatividad en Colombia referente a la energía solar fotovoltaica	24
3. Estudio Técnico	25
3.1. Requerimientos energéticos	26
3.1.1. Resumen luminarias	28
3.2. Análisis de la arquitectura del edificio Guillermo de Ockham	29
3.2.1. Inclinación de los paneles de acuerdo a su infraestructura	29
3.2.2. Análisis planos civiles	29
3.3. Propuesta técnica planta solar fotovoltaica	30
3.3.1. Listado de equipos	30
3.3.2. Paneles fotovoltaicos	31
3.3.3. Inversores	32
3.3.4. Sistema de monitoreo	33
3.3.5. Diagrama del sistema	34
3.4. Propuesta técnica opcional de respaldo (Back up)	34
3.4.1. Listado de equipos	34
3.4.2. Inversores y cargadores	35
3.4.3. Baterías	36
3.4.4. Diagrama del sistema	37
4. Estudio Financiero	39
4.1. Análisis propuesta Aerus engineering & solution	40
4.2. Facturas de energía de la Universidad de San Buenaventura	41

4.3.	Variables determinantes para el estudio	41
4.4.	Escenarios iniciales	41
4.4.1.	Escenario 1. Actual	41
4.4.2.	Interpretación, Escenario 1	42
4.4.3.	Escenario 2. Con inversión	43
4.4.4.	Interpretación, Escenario 2	44
4.4.5.	Análisis de escenarios iniciales	45
4.5.	Castigo del Modelo	46
5.	Conclusiones	47
6.	Recomendaciones	48
7.	Anexos	49
7.1.	Tipología de bombillas (Material fotográfico)	49
7.2.	Facturas de energía históricas	53
8.	Bibliografía	58
8.1.	Bibliografía primaria	58
8.2.	Bibliografía secundaria	58
8.3.	Estudios críticos	59
8.4.	Web-grafía	59

1. Aspectos Preliminares

1.1. Tema

Estudio de Factibilidad

1.2. Línea de Investigación

El presente trabajo se adscribe a la Línea de Investigación de **Gestión y Control de las Organizaciones**, debido a que tiene un carácter interdisciplinar de ciencias Administrativas centrándose en el área Financiera como pilar para el desarrollo del mismo, teniendo en cuenta variables interdisciplinarias que se pueden interpretar en el Crecimiento de la Universidad de San Buenaventura Bogotá como Organización, con un claro soporte de Responsabilidad Social Empresarial, teniendo en cuenta el área del desarrollo sostenible, que según el Informe de la Comisión Mundial sobre el Ambiente y Desarrollo (Informe Brundland 2013), es *“el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades”* (Naciones Unidas, 1987) interpretando la cita anterior como una forma de suplir las necesidades obligatorias actuales fomentando una gestión diferente a la actual disminuyendo gastos a través del correcto aprovechamiento de los recursos naturales teniendo una mínima repercusión en el ambiente y realizar proyecciones económicas que permitan ver las ventajas o desventajas de este.

1.3. Planteamiento del problema de investigación

1.3.1. Definición del Problema

A lo largo del desarrollo económico de las organizaciones, una de las principales tendencias en control y gestión de las mismas es asegurar que se evalúe permanentemente las tendencias tecnológicas, económicas y sociales del entorno y analizar su incidencia sobre la organización (Veiga, 2013), de acuerdo a lo anterior una de las principales preferencias organizacionales es obtener tecnologías que ayuden a mitigar el agotamiento de los recursos naturales y disminuir el consumo de energías fósiles y otros factores nocivos los cuales han ayudado a incrementar el fenómeno del calentamiento global. Dicho fenómeno, está caracterizado por un aumento de la temperatura terrestre el cual afecta la vida sobre el territorio global (Dos Santos, 2006), por otra parte se encuentra el incremento de gastos en necesidades obligatorias para la organización, esto se puede evitar advirtiendo a la dirección organizacional cualquier oportunidad, amenaza, problema o contingencia que pueda afectar positiva o negativamente a la marcha de la empresa (Veiga, 2013). Desde hace unas décadas se ha cuestionado el abastecimiento de energía a causa del desabastecimiento de petróleo, hecho evidente en 1973 a raíz del incremento en los precios del mismo, indicando con ello la escasez del producto, incrementando problemáticas financieras en organizaciones.

En este sentido, se ha contemplado emplear formas alternativas, tales como las energías renovables que son económicamente sostenibles. Este tipo de iniciativas se han ido adoptando en diferentes países los cuales pueden ser tomados como ejemplos para implementarlo en otros estados alrededor del mundo. Alemania es uno de los países pioneros en el uso de energías renovables, allí, deben asegurar energía a bajo precio, eficiente y sustentable con el medio ambiente, vigilado por la *Bundesnetzagentur* (Agencia General de Redes), la cual señaló que Alemania instaló 33.5 Giga vatios en paneles para finales de abril de 2013, cantidad que muestra al país como un ejemplo de políticas públicas e incentivos arancelarios que estimularon la instalación de energía solar en viviendas particulares y compañías (Grozdanic, 2013).

En el caso particular de Colombia y según la Unidad de Planeamiento Minero-Energético (2003), se utilizan muy pocas formas de energía renovable, una de las más destacadas es la Hidroelectricidad. La energía solar aun no es completamente aprovechada en la Nación, mostrando un estancamiento económico a nivel nacional de la explotación de un recurso que puede suplantar en gran medida las energías fósiles y de esta forma disminuir gastos en las organizaciones, obtener incentivos arancelarios y de la misma forma el impacto ambiental reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero.

De otra parte, la Universidad de San Buenaventura, Bogotá, es un lugar que tiene un alto consumo energético en el edificio Guillermo de Okcham, esto se debe a que en él se encuentra una gran concentración de luminarias, las cuales tienen un consumo elevado de energía. De acuerdo con los recibos energéticos de la Universidad mensualmente se consume un aproximado de \$30'000.000 de pesos colombianos en todo el campus y un impacto ambiental importante.

Teniendo en cuenta todo lo anterior es de gran importancia la implementación de estas iniciativas a nivel institucional, nacional y mundial para que de esta forma se pueda mejorar la gestión del recurso financiero, logrando simultáneamente disminuir el impacto al medio ambiente que, por el uso de energía convencional se genera.

1.3.2. Pregunta de Investigación

¿Cuál es la factibilidad técnico- financiera de implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la Universidad de San Buenaventura Bogotá ?

1.3.3. Sistematización de la pregunta problema

1. ¿ Cuáles son los referentes que pueden incluirse en un estado del arte con respecto al uso de energías renovables?
2. ¿Cuáles tecnologías vigentes accesibles de sistemas fotovoltaicos y especificaciones técnicas que han permitido el éxito en las experiencias destacadas de implementaciones de los mismos?
3. ¿Cuál es la factibilidad financiera de implementar la solución accesible en la Universidad de San Buenaventura?

1.4. Justificación

La investigación busca medir la factibilidad de implementar un mecanismo de energía renovable fotovoltaica el cual permita tener un menor impacto ambiental para suplir una necesidad básica, disminuyendo, a futuro, el gasto que por este concepto destina la universidad, teniendo en cuenta factores técnico- financieros que conlleven a una proyección aproximada de un posible escenario.

Esta investigación toma importancia al observar un gasto mensual importante, el cual podría ser destinado a proyectos de otro tipo optimizando la gestión de los recursos de la Universidad, además de que el sistema lograría otorgar un valor agregado al plantel como lo es la sostenibilidad.

Para lograr los objetivos de la presente investigación se analizarán los siguientes aspectos: Infraestructura física de la zona de estudio, recursos financieros y beneficios

organizacionales, puntualmente se analizará la utilización de kits Fotovoltaicos para el planteamiento de un estudio con base a una necesidad primaria como es la energía, para de este modo generar desarrollo sostenible y responsabilidad social empresarial dando a conocer una posible gestión de los recursos de la Universidad como organización, lo anterior respondiendo al creciente preocupación en relación con la preservación del medio ambiente, siendo este parte integrante del desarrollo económico y social, lleva a impulsar nuevas tecnologías que permitan garantizar la sostenibilidad del mismo, buscando con ello alcanzar el 7 Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) (CINU. Centro de Información de las Naciones Unidas, 2013).

De acuerdo a los objetivos se busca analizar el beneficio para la organización teniendo en cuenta que la energía solar fotovoltaica se obtiene en el sitio de consumo, con lo que no se presentan pérdidas por transmisión y distribución de energía, contribuyendo de esta manera al abastecimiento energético y reduciendo los impactos negativos sobre el medio ambiente y teniendo en cuenta que ésta tecnología podría lograr precios competitivos para el 2018 o 2025, según los niveles de inversión en investigación que se alcanzan en el mundo. Igualmente, se espera que la eficiencia de los sistemas comerciales se incrementen a mediano plazo al rango de 12 a 20% y en el largo plazo se aproxime al 30% permitiendo de esta manera que se le dé importancia a los sistemas fotovoltaicos no solo a zonas rurales sino también para zonas urbanas, comerciales e incluso industriales (Arenas, 2009).

Finalmente, es importante precisar que la Universidad se encuentra en una zona que presenta características climáticas y de ubicación, que le permiten aprovechar el uso de estas tecnologías para abastecerse, siendo Bogotá una ciudad que cuenta con un recurso solar adecuado para realizar dimensionamientos de sistemas fotovoltaicos residenciales interconectados. Este tipo de desarrollo sería mucho más viable en términos económicos si existiese apoyo por parte de los diferentes entes gubernamentales; dicho apoyo reduciría en gran medida los costos iniciales en la implementación de este tipo de sistemas en la ciudad de Bogotá (Vallejo, 2010).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la factibilidad técnica- financiera de implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la Universidad de San Buenaventura Bogotá

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar un estado del arte con respecto al uso de energías renovables en Colombia.
- b) Identificar las necesidades técnicas para la implementación de un sistema solar fotovoltaico en el edificio Guillermo de Ockham.
- c) Determinar la factibilidad financiera de implementar la solución o soluciones técnicamente viables.

1.6. Marco Referencial

1.6.1 Antecedentes investigativos del problema

Nuestra investigación esta antecedida de diversos estudios de aprovechamiento de energías renovables con énfasis en el uso de energía solar para diversos procesos, como lo son: la minería, proyectos de infraestructura y generación de la misma por medio de diferentes métodos de generación de energía solar, donde se estudiaron las posibilidades económicas y técnicas que existen para cada uno de los casos observándolo desde diferentes puntos de vista para lograr beneficios en toma de decisiones en las organizaciones donde hubo lugar a las implementaciones, obteniendo conclusiones las cuales son de utilidad para el inicio de proyectos y el planteamiento de los mismos sin que estos sean de manera improvisada.

En cuanto a la minería se encuentra una conclusión que de acuerdo a (Rivera, 2011) se espera que las empresas mineras tengan reales incentivos a rediseñar sus políticas energéticas en la ciudad de Santiago de Chile, invirtiendo en tecnologías de generación no convencionales o energías renovables que en mediano plazo resulten en una disminución de costos de la energía y la actividad sea más competitiva, volviendo así más dinámica la economía en este aspecto.

Respecto a la implementación de energías renovables en proyectos de infraestructura se encuentran planteamientos de estudios de factibilidad de sistemas solares para la ciudad de Quito, en donde se concluye que la energía solar posee muchas ventajas, tanto de tipo ambiental como socioeconómico, donde se destaca la fácil instalación de este tipo de sistemas, bajo mantenimiento, vida larga, resistencia a condiciones climáticas extremas y la tolerancia al aumento de potencia mediante incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos. (Garzon, 2011).

A partir de las evidencias anteriores, se infiere que, la implementación de energías renovables permiten, a los países que han fortalecido su adopción, dinamizar procesos económicos, generar trabajo, mitigar el impacto ambiental, mejorar o modernizar la gestión empresarial y otras características tendientes a lograr una mayor eficiencia en la gerencia de los recursos organizacionales.

1.6.2. Marco Contextual

Durante las últimas décadas se han observado variedad de crisis como la escasez de agua, esta afecta ya a todos los continentes. Cerca de **1.200 millones** de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1.600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos (UnWater, 2013), desde este punto de vista se observa la gran problemática económica que se aproxima debido a que en Colombia más del 80% de la energía se obtiene por medio de Hidro-electricas, lo anterior desabastece fuentes primarias de agua que conllevan a aumentar dicha problemática. De este modo es importante modificar la gestión de los recursos en las organizaciones para lograr la eficiencia de los recursos obtenidos.

1.6.3. Marco Teórico

Estudio Financiero

- a) **Tasa de descuento:** Es la tasa utilizada para descontar los flujos de efectivo mediante la técnica de valor presente neto es una variable clave de este proceso. (Enciclopedia Financiera, 2013), Esta tasa ayudara a determinar el costo particular del proyecto y será indispensable para posteriormente analizar la posible rentabilidad.
- b) **Flujos de Operación:** Estos flujos hacen referencia básicamente a los movimientos de efectivo con respecto a las actividades relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa, esto es a la producción o comercialización de sus bienes, o la prestación de servicios. (Gerencie, 2013), de acuerdo a lo anterior en este caso los flujos de operación serán los relacionados con la propuesta del proyecto, es decir los movimientos monetarios que conllevara este.
- c) **Flujos de Inversión:** Son los pagos que tienen su origen en la adquisición de activos no corrientes y otros activos no incluidos en el efectivo y otros activos líquidos equivalentes, tales como inmovilizados intangibles, materiales, inversiones inmobiliarias o inversiones financieras, así como los cobros procedentes de su enajenación o de su amortización al vencimiento. (Plan General Contable, 2013).
- d) **Valor Presente Neto (VPN):** Es en valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos o entradas futuras descontadas del proyecto a la inversión inicial (Bonilla, 2007), esta variable es útil para la comparación de valores de acuerdo a su tipo de interés a través del tiempo.
- e) **Factibilidad Financiera:** Consiste en el conocimiento de la conveniencia de Invertir en términos del beneficio esperado de la inversión, así como del periodo de recuperación de la misma (Leñero, Melgar, & Roberts, 1979).
- f) **Rentabilidad:** Es una expresión económica de la productividad que relaciona no los insumos con los productos, sino los costos con los ingresos. Es la productividad del capital invertido (Camino & Muller, 1994).
- g) **Presupuesto:** Un presupuesto consiste en la valoración “a priori” de un producto o servicio. Esta valoración se basa en la previsión del total de los costes involucrados incrementados con el margen de beneficio previsto (Brusola, 1999).

Dado el carácter de la organización sin ánimo de lucro de la Universidad, no es fácil la aplicación de todos los conceptos financieros ya que, por la definición, la gestión financiera está enfocada en maximizar el valor del propietario del negocio, y por ser una organización de servicios educativos, en ocasiones, el beneficio financiero puede ser el de menor importancia. No obstante, nos basaremos en esta herramienta para comparar los flujos de efectivo que tendrían que destinar para el pago del uso de energía en el edificio Guillermo de Ockham, versus la inversión que se debería realizar y los ahorros que se tendrán en esos mismos flujos, por disminución o ahorro en el consumo que nos arroje la proyección en el sistema de operación. Por esta razón, la viabilidad financiera la obtendremos trayendo a valor presente los dos tipos de flujos posibles en los dos escenarios que se compararán, sin sistema y con sistema fotovoltaico. Lo que financieramente represente un menor valor presente neto, será nuestra mejor alternativa.

Estudio de Factibilidad

Un estudio de factibilidad puede pronosticar con mayor certeza el rumbo de éxito o fracaso de una idea de negocio, si se lo realiza dentro de los parámetros de alta calidad,

de exigencia de emprendedores e inversores sobre ellos mismos y el equipo encargado de hacer el trabajo en materia de la investigación necesaria a cumplir para lograr información seria y creíble sobre el proyecto de inversión. Así pues, responsabilidad y profesionalismo, conjugados en compromiso con la calidad, es el primer gran ingrediente requerido para hacer un estudio de factibilidad altamente confiable. (Ramirez & Cajigas, 2004)

Energías Renovables

A través del tiempo, las alternativas eco sostenibles han tomado una mayor importancia. En el caso del sector energético se espera que en los próximos años se aumente la demanda de fuentes alternativas, de esta manera se busca incrementar el uso de energía limpia y reducir la contaminación de carbono, de esta manera concientizar a la sociedad en la búsqueda de preservar el ambiente.

La acelerada expansión mundial de la energía renovable en los últimos años ha sido impulsada en gran parte por las políticas de apoyo, un informe del Instituto *Worldwatch* desvela que pese a la crisis, las políticas de incentivos y apoyo a la implantación de energía renovables se han incrementado a escala mundial y la tendencia es al alza. Las políticas de incentivo a las energías renovables, se basaron, en primer momento, en el apoyo a la investigación, sobre todo en la década de los 80. En el año 2000, el diseño de estas políticas se enfocó al despliegue de la tecnología y la implantación de los proyectos a gran escala. En el 2005, al menos 48 países tenían establecidas políticas de incentivo para las energías renovables. Según el informe del Instituto *Worldwatch*, llevado a cabo por el investigador Evan Musolino, coautor de *Renovables 2013 Global Status Report*, a principios de 2013, eran 127 países los que contaban con políticas de apoyo para el desarrollo de mercado de la energía verde. Usualmente, estos impulsos surgen debido a las deficiencias del mercado en un esfuerzo por promover el uso de las energías renovables, incluyendo la diversificación energética, el desarrollo de una industria local y la creación de empleo (Fermosell, 2013).

Las subastas de energías renovables, las cuales son un mecanismo de apoyo que ayudan a diversificar las oportunidades de la energía renovable en una nación, corroborando al descubrimiento de precios en las mismas para analizar su riesgo financiero, otorgando así credibilidad en la estructura de mercado y reglas, evitando la posibilidad de colusión para que no se realicen acuerdos previos afectando a terceros. Dichas subastas a pesar de tener algunas dificultades en su implementación en el pasado, se han convertido en una herramienta de la política popular en los últimos años. El número de países que han adoptado las subastas de energía renovable aumentó de 9 en 2009 a por lo menos 44 a principios de 2013, de los cuales 30 eran países en desarrollo. El recién interés en los sistemas de subasta es conducida por su potencial para lograr el despliegue de una manera costo-eficiente y regulado. Esquemas de subasta se han beneficiado rápidamente por la disminución de los costos de las tecnologías de energía renovable, el incremento en los desarrolladores de proyectos, la exposición internacional y de conocimientos técnicos sobre el tema, así como el diseño de políticas más conscientes con el medio ambiente a lo largo de la última década. (Agency, IRENA. International Renewable Energy, 2013).

Colombia ingresó recientemente a la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), de la cual hacen parte 50 países, ratificando su posición como país gestor de desarrollo de tecnologías de producción limpias y amigables con el ambiente. La agencia, fue creada con el objetivo de promover las energías renovables en todo el

mundo y proporcionar asesoría y logística a los estados asociados. (Quintana, 2012) El Gobierno de Colombia está convencido de que en el proceso de consolidación de IRENA se deben continuar promoviendo los criterios de seguridad energética establecidos en sus estatutos, en el marco de lograr un desarrollo equilibrado, responsable y sostenible.

Energía Solar Fotovoltaica

Colombia tiene un gran potencial en energías primarias, una prueba de esto es que más del 70% de la producción eléctrica proviene de la hidroelectricidad, por la cantidad de agua que existe en el territorio nacional. Pero si se mira profundamente, Colombia es privilegiada por la posición geográfica en diferentes tipos de explotación de energías alternativas, una de estas la solar. 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. En la Sabana de Bogotá la radiación global está entre 3,57kWh/m² y 4kWh/m², lo que significa que las horas de sol estándar son superiores a 3,57 (Aristizabal, Rodríguez, & Cadena, 2011). 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. Los paneles solares, íconos de la energía solar, se han convertido en una herramienta vital para el acceso a la energía que claramente tienen dos tipos de aplicaciones: la producción en hogares y edificaciones y como segunda instancia la producción en masa o granjas solares. (Quintana, 2012)

Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible es muy distinto al de sostenibilidad, en el sentido de que la palabra “desarrollo” apunta claramente a la idea de cambio, de cambio gradual y direccional. Para avanzar hacia el desarrollo sostenible se necesita (Gallopín, 2003):

- a) Eliminar las rigideces y obstáculos acumulados;
- b) Identificar y proteger la base de conocimientos y experiencia acumulados que son importantes como los cimientos para avanzar;
- c) Sustener las bases sociales y naturales de adaptación y renovación, e identificar y acrecentar la capacidad necesaria de renovación que se ha perdido;
- d) Estimular la innovación, la experimentación y la creatividad social.

Desde que se introdujo, a fines de los años setenta, el concepto de desarrollo sostenible ha sugerido la posibilidad de una síntesis entre desarrollo económico y preservación del medio ambiente, la definición de desarrollo sostenible que se cita con mayor frecuencia es la propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Comisión *Bruntland*, en 1987. En su informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado “Nuestro Futuro Común”, la Comisión definió el desarrollo sostenible como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias” .

Para lograr el desarrollo sostenible es muy importante comprender las vinculaciones entre los aspectos social, ecológico y económico de nuestro mundo, el proceso de puesta en práctica del desarrollo sostenible exige complementar la aplicación de un enfoque sistémico con la integración de perspectivas múltiples.

De acuerdo al Informe sobre la economía verde del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Naciones Unidas, 2012) demuestra que las economías verdes son un nuevo motor del crecimiento, generan empleos decentes y son vitales para eliminar la persistente pobreza. Algunas de sus conclusiones son:

- a) La inversión de sólo un 2% del PIB (producto interno bruto) mundial en diez sectores claves, los de la agricultura, la construcción, la energía, la pesca, los bosques, la manufactura, el turismo, el transporte, el agua y el manejo de desechos, puede poner en marcha un transición hacia una economía baja en emisiones de carbono y que aproveche los recursos.
- b) La ecologización de la economía puede producir un crecimiento del PIB y del PIB per cápita en los próximos 5 a 10 años que si las cosas siguen como están.
- c) Se calcula que con una economía verde, en 2050 de la demanda mundial de energía sería cerca de un 40% menos que si las cosas siguen como están, gracias a los adelantos sustanciales en el rendimiento energético.
- d) Una inversión en economía verde supondría reducir en un tercio las emisiones de carbono actuales para el año 2050.
- e) La transición hacia la economía verde creará nuevos empleos que, con el tiempo, rebasarán las pérdidas en los puestos de trabajo en la “economía contaminadora”, en particular en los sectores de la agricultura, la construcción, la energía, la silvicultura y el transporte.
- f) El tránsito hacia una economía verde se está produciendo en una escala y a una velocidad nunca vista antes. Para 2010, se esperaba que las nuevas inversiones en energía no contaminante llegasen a una cifra récord de entre 180 a 200 mil millones de dólares de los EE.UU., frente a 162 mil millones de dólares registrados en 2009.
- g) La inversión mundial en energías renovables crece impulsada por las economías emergentes (países que no pertenecen a la OCDE), cuyo porcentaje en la inversión mundial en recursos renovables aumentó del 29% en 2007 al 40% en 2008, mayormente en el Brasil, China y la India.

Construcción Sostenible

El sector de la construcción constituye uno de los pilares de la economía a nivel mundial, sin embargo consume aproximadamente el 32% del total de los recursos en el mundo, el 25% de la madera cultivada, el 20% del agua potable, el 30-40% de la energía y el 40-50% de las materias primas (CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2013), produce aproximadamente el 40% de los desechos sólidos que llegan a un relleno sanitario, el 38% de las emisiones de dióxido de carbono y el 36% de los gases de efecto invernadero. Como una forma de responder a esta problemática y lograr el desarrollo sin comprometer los recursos naturales nace del concepto de construcción sostenible, cuyos principales objetivos son reducir los impactos sobre el medio ambiente en las construcciones y mejorar el bienestar de sus ocupantes (Romero, 2010).

La construcción sostenible se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector en el cambio climático- por sus emisiones

de gas efecto invernadero- , el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad (CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2013).

El máximo líder de este movimiento sostenible a nivel mundial es el Consejo Mundial de Construcción Sostenible (World Green Building Council, World GBC), fundado en 1998 con el propósito de coordinar y agrupar los organismos que en cada país lideren la transformación de la industria de la construcción hacia la sostenibilidad evolucionando la manera en la que las construcciones son diseñadas. Este ente es conocido por el desarrollo del sistema de directivas (LEED), una conferencia verde que promueve la industria de la construcción de los edificios verdes, incluyendo materiales ambientalmente responsables, técnicas de arquitectura sostenible y cumplimiento de las normativas públicas vigentes, este traza un marco para determinar metas tanto de construcción como de sostenibilidad del funcionamiento del edificio (Romero, 2010).

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), fundado en 2008 es el ente a nivel nacional que promueve la transformación de la industria de la construcción para lograr un entorno responsable con el ambiente y bienestar de los colombianos. Las líneas estratégicas del CCCS son a nivel de educación, mediante el fortalecimiento del conocimiento y las capacidades técnicas sobre construcción sostenible y las alternativas para un desarrollo urbano, articulando las necesidades de investigación y formación con los requerimientos del sector privado; a nivel de gestión técnica fomentando la utilización de sistemas de certificación y normalización de mercados verdes en la construcción; a nivel de políticas públicas, apoyando la formulación de políticas de producción y consumo responsable del sector y finalmente a nivel de comunicación y mercadeo, mediante el fortalecimiento de la institucionalidad del CCCS e incremento en la participación de sus miembros con el fin de multiplicar la red (CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2013).

1.6.4. Marco Legal

Normatividad Nacional

Ley 143 de 1994

El punto de partida del marco legal para las energías renovables en Colombia está en la Ley 143 de 1994. La ley se relaciona con el Uso Racional y Eficiente de la Energía, donde el país establece el ahorro de energía, así como su conservación y uso eficiente, como uno de los objetivos prioritarios en el desarrollo de las actividades del sector eléctrico.

Ley 164 de 1994

Mediante la Ley 164 de 1994, el Congreso de la República de Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 y por lo tanto, de conformidad con el artículo 1o. de la Ley 7 de 1994, dicha Convención obliga al país a partir de la fecha, en que perfeccione el vínculo internacional respecto de la misma. La CMNUCC establece la importancia de desarrollar una política de alcance global para enfrentar los retos relacionados a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Establece claramente las obligaciones comunes para todos los países, pero a su vez la diferencia. En particular para países como Colombia, no se exige ningún compromiso de reducción de emisiones, aunque este puede adoptar voluntariamente reducción de las mismas. Hasta ahora Colombia no ha asumido compromisos obligatorios a partir de la convención Marco.

Colombia suscribió el Convenio el 13 de Junio de 1992, lo ratificó el 22 de Marzo de 1995 y entró en vigor el 20 de Junio de 1995.

Ley 629 de 2000

Mediante esta Ley se aprobó el "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", protocolo hecho en Kioto, Japón, el 11 de diciembre de 1997.

El protocolo de Kioto fue aceptado el 30 de Noviembre del 2001 y entró en vigor el 16 de Febrero de 2005.

Este protocolo es un acuerdo a nivel internacional que busca disminuir la emisión de 6 tipos de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

Ley 697 de 2001

La ley 697 promulgada por el Congreso de la República en octubre de 2001 declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. Con esta Ley se espera optimizar la utilización de los recursos energéticos primarios que posee el país, minimizando los impactos ambientales y mejorando la competitividad de la nación.

Según al artículo 10 de la ley 697, el Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo URE, de acuerdo a las normas legales vigentes. (República de Colombia., 2001) Para la promoción de estos programas se asignó al Ministerio de Minas y Energía como el responsable a través del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales en Colombia- PROURE, el cual cuenta con subprogramas que buscan incentivar el uso de energías alternativas, de los cuales los relacionados con la generación de energía eléctrica por medio de kits fotovoltaicos se podrían incluir en las siguientes categorías:

- a) El fomento y el desarrollo de proyectos con fuentes energéticas no convencionales y de eficiencia energética, incluidos los proyectos de energías limpias o renovables con prioridad en las zonas no interconectadas.
- b) Estímulos e incentivos al uso de tecnologías, productos y la implantación de proyectos URE o al uso total o parcial de energías no convencionales.

La que se muestra a continuación relaciona los decretos reglamentarios de la Ley 697.

Tabla 1. Decretos reglamentados de la Ley 697 de 2001

Decreto	Título
1135 de 2009	Modifica el Decreto 2629 de 2007, en relación con el uso de alcoholes

	carburantes en el país y con las medidas aplicables a los vehículos automotores que utilicen gasolinas para su funcionamiento.
3450 de 2008	Por el cual se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica – bombillos ahorradores
2688 de 2008	Modifica el Decreto Reglamentario 3683 de 2003 en conformación de la CIURE
2629 de 2007	Se dictan disposiciones para promover el uso de biocombustibles y medidas aplicables a los vehículos y demás artefactos a motor que utilicen combustibles para su funcionamiento.
2501 de 2007	Se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica – faculta al MME y de Comercio para expedir el reglamento técnico de diferentes equipos y elementos de energía (ej. transformadores, calentadores de agua, iluminación, etc.), obligación para vivienda de interés social en cumplir con reglamento.
1008 de 2006	Adiciona el Decreto 802 de 2004 – ordena a la CREG introducir incentivos tarifarios en distribución de gas natural para el GNVC.
139 de 2005	Modifica los parágrafos 2° y 3° del artículo 23 del decreto 3683 de 2003.
802 de 2004	Establece disposiciones para incentivar el GNVC.
3683 de 2003	Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea la Comisión Intersectorial CIURE. El Decreto 3683 de diciembre de 2003 reglamenta la Ley 697/2001 y crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía (CIURE).

Fuente: (Rodríguez, 2011)

Como puede observarse en la tabla anterior, las disposiciones reglamentarias han tocado principalmente la eficiencia energética y los biocombustibles, sin embargo hay poco énfasis hasta la fecha en las fuentes de energía renovable.

Ley 788 de 2002

El Decreto 3683 se limita a señalar que el MME, la CREG y la UPME, en coordinación con las entidades públicas pertinentes, deben identificar e implementar los modelos y fuentes de financiación para la gestión y ejecución del PROURE.

Dentro los mecanismos financieros actualmente vigentes se tienen la Ley 788 de 2002. Esta Ley exime durante quince años del impuesto a la renta, las ventas de energía eléctrica generada a partir de biomasa, viento y residuos agrícolas, si se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto.

Para gozar de la exención del impuesto, el 50% de los ingresos provenientes de la certificación, se tienen que destinar a programas de beneficio social.

También se exime del Impuesto al Valor Agregado (IVA) la importación de maquinaria y equipos destinados al desarrollo de proyectos o actividades que sean exportadores de certificados de reducción de emisiones de carbono y que contribuyan a reducir la emisión de los GEI y, por lo tanto, al desarrollo sostenible.

Estos incentivos constituyen un elemento claro de política para promover FNCE (Fuentes no convencionales de energía) que resulten competitivas en el mercado eléctrico, aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Algunos de los proyectos de PCH's (Pequeñas centrales hidroeléctricas) y generación eólica han hecho uso de estos incentivos.

- a) Exclusión de IVA (Romero, 2010)
- b) Estatuto tributario artículo 424-5 numeral 4)
- c) Aplica a: Equipos y elementos, nacionales o importados.

Destinados: Construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo ambiental para el cumplimiento de regulaciones y estándares ambientales vigentes, tal condición debe acreditarse con el Ministerio del Medio Ambiente.

Artículo 428 literal i) de Estatuto Tributario:

Aplica a: Equipos y maquinaria importados.

Destinación: Desarrollo de proyectos o actividades que sean exportadores de certificados de reducción de emisiones de carbono y que contribuyan a reducir la emisión de los gases de efecto invernadero.

En la siguiente tabla se muestran los principales beneficios aprobados a empresas a nivel nacional.

Por medio del cual se establecen unos incentivos tributarios para quienes implementen mecanismos de desarrollo limpio a través de fuentes alternas, renovables y limpias para generar energía eléctrica.

Tabla 2. Incentivos tributarios al sector energético (Romero, 2010)

INCENTIVOS TRIBUTARIOS AL SECTOR ENERGÉTICO				
SOLICITANTE	VALOR APROBADO	EQUIPOS, ELEMENTOS O MAQUINARIA OBJETO DE LA SOLICITUD	APLICACIÓN DE LA NORMA	BENEFICIO AMBIENTAL
ANTIOQUEÑA DE ENERGÍA SA ESP EADE	\$188.706.396	Sistema de generación de energía mediante paneles solares en zonas rurales no interconectadas	424-5	Prevención en la emisión de toneladas de CO ₂
Empresas publicas de Medellín, EPM	\$76.079.080	Sustitución interruptores en aceite por equipos al vacío para sistemas de distribución eléctrica	424-5	Reducción en la generación de residuos peligrosos (aceite usado)
Empresa energía eléctrica del Casanare	\$24.422.400	Sistemas de generación de energía mediante paneles solares en zonas rurales no interconectadas	424-5	Reducción en la emisión de CO ₂ , óxidos de nitrógeno (NOx), disminución en la demanda del recurso leña
Aguas de la Cabaña S.A. ESP	\$764.639.310	Hidrogenerador de energía eléctrica.	428 i	Prevención en la emisión de toneladas de CO ₂
Total	\$1.053.847.186			

Fuente: Proyecto de acuerdo No. 006 de 2008 (Romero, 2010)

Teniendo en cuenta los proyectos anteriormente mencionados y de acuerdo a la legislación los incentivos aplicaran de la siguiente forma:

Para las industrias y comerciantes que implementen mecanismos de desarrollo limpio a través de fuentes alternas para generar energía eléctrica obtendrán un beneficio del 50% de descuento en los impuestos ICA, predial y complementos durante los primeros cinco (5) años siguientes a la instalación de estas fuentes y del 25% de descuento en los mismos tributos para los posteriores cinco (5) años.

Las empresas constructoras y urbanizadoras que implementen mecanismos de desarrollo limpio a través de fuentes alternas para generar energía eléctrica obtendrán un beneficio del 50% de descuento en el impuesto de delimitación urbana y un 50% de descuento en el impuesto de plusvalía.

Los ciudadanos propietarios de bienes inmuebles que implementen mecanismos de desarrollo limpio a través de fuentes alternas para generar energía eléctrica obtendrán un beneficio del 50% de descuento en el impuesto predial durante los primeros cinco (5) años siguientes a la instalación de estas fuentes y del 25% de descuento en el mismo tributo para los cinco (5) años posteriores.

El Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto, sucesor de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global. Las emisiones totales de los países desarrollados deben reducirse durante el periodo 2008-2012 al menos en un 5 % respecto a los niveles de 1990. (Europa, 2011)

El Protocolo ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el medio ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono. (United Nations)

Colombia suscribió el Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio climático (CMNUCC) y mediante la Ley 164 de 1994 esta fue aprobada. Así, el país adquiere los compromisos asignados a países en desarrollo en cuanto a contar con inventarios de emisiones y formular programas con medidas orientadas a mitigar el Cambio Climático.

En desarrollo de la aprobación de la CMNUCC, la Ley 629 de diciembre de 2000 aprobó la adhesión de Colombia al Protocolo de Kioto, permitiéndole así hacer uso del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). (Rodríguez, 2011).

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) está definido en el artículo 12 del Protocolo de Kioto, en este se dispone para los países desarrollados y a las empresas la posibilidad de realizar proyectos que reduzcan emisiones en otros países menos favorecidos, a cambio de Reducciones Certificadas de Emisiones (RCEs). De esta manera, países subdesarrollados pueden optar por oportunidades de crecimiento sostenible.

A nivel nacional, el MDL permite un país como Colombia acceder a financiamiento extranjero y transferencia de tecnologías ambientales sostenibles. Es por ello, que el

Ministerio de Medio Ambiente llegó a un acuerdo con el gobierno Suizo para el desarrollo de un Estudio de Estrategia Nacional para la Implementación del MDL en Colombia, buscando con ello maximizar los beneficios potenciales (económicos, ambientales y sociales) para que la nación obtenga el mejor provecho de la participación en el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

1.7. Diseño Metodológico

1.7.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de **tipo descriptiva**. De acuerdo con Jhon W Best “El proceso de la investigación descriptiva rebasa la mera acogida y tabulación de datos. Supone un elemento interpretativo del significado o importancia de lo que se describe. Así, la descripción de halla combinada muchas veces con la comparación o el contraste, implicando mensuración, clasificación análisis e interpretación” (W.Best, 1982) de esta forma podemos investigar la factibilidad de la implementación del Kit Fotovoltaico en la universidad de San Buenaventura *realizando un análisis completo tanto económico como ambiental para aportar a próximas investigaciones en este ámbito* que de acuerdo a su definición, “proporcionan información para el planteamiento de nuevas investigaciones y para desarrollar formas más adecuadas de enfrentarse a ellas.”(Unam, 2013)

1.7.2. Método de Investigación

Se tendrá en cuenta un método **Deductivo**, tomando como base que “Es un proceso de razonamiento que va de lo universal o general a lo particular y consiste en partir de una o varias premisas para llegar a una conclusión” (Hurtado & Toro, 2007) ,

1.7.3. Técnica de Recolección de la Información

Como técnica de recolección de información, **La observación** es primordial en esta investigación por que permitirán la búsqueda de documentos, actas e informes a nivel mundial, nacional y distrital que guiaran todo el proceso, teniendo en cuenta que esta técnica de recolección hace referencia a “el conjunto de cosas observadas, datos y fenómenos. Que en ese sentido se puede llamar el objetivo, observación equivale a dato, fenómeno, a hechos.” (Pardinas, 1993), particularmente será la **observación participante**, debido a que se tiene una relación directa con el objeto a estudiar, formando parte de la comunidad Bonaventuriana, siendo el uso de información disponible una técnica importante para examinar tendencia y el pasado de las organizaciones en el aspecto de la Gestión y Control de las organizaciones.

1.7.4. Técnica de análisis de la información

Un **análisis relacional** será importante en este tipo de investigación, donde se incluirán las variables técnico-financieras y la manera en que estas inciden en la gestión y control de las organizaciones y el desarrollo responsable de la misma.

2. Aspectos generales de la energía solar fotovoltaica

2.1. Situación actual a nivel nacional

Este apartado tiene como finalidad dar a conocer los avances en energía solar y las diferentes formas de aprovechamiento de ésta a nivel nacional para de esta forma dimensionar el progreso que han venido desarrollando en los últimos años estas tecnologías.

De acuerdo a Humberto Rodríguez Murcia, M.Sc, consultor independiente y su artículo de “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas” , una de las aplicaciones más comunes para el aprovechamiento de la energía solar han sido los calentadores, los cuales comenzaron a ser utilizados desde el siglo pasado, sin embargo los instalados en ese entonces ya no operan. En la década de los setenta, en la Universidad Industrial de Santander fueron puestos en marcha unos calentadores de origen israelí para investigar su funcionamiento, más adelante a finales de la misma década se dio a conocer el desabastecimiento del petróleo del 73, por esta razón instituciones universitarias como la Universidad Nacional y la Universidad de los Andes instalaron bases para el calentamiento de aguas en centros de servicio a la comunidad.

El mayor avance de esta tecnología tuvo auge en la década de los 80 en donde se optó por la instalación masiva en locaciones con una población numerosa, como el Valle de Aburrá en Medellín y Ciudad Salitre en Bogotá. Además de lo nombrado anteriormente instituciones públicas, religiosas y la cadena hotelera Dann fomentaron estos calentadores de diferentes capacidades en sus instalaciones.

En la Costa Atlántica, durante 1980 se implementó un programa llamado programa especial de energía de la costa atlántica (PESENCA) el cual se introdujo de forma práctica para determinar la eficiencia de los calentadores en un campo experimental, en donde este momento pudo ser determinante para la normativa existente sobre calentadores solares porque el instituto colombiano de normas técnicas (ICONTEC) siguió este proceso de cerca.

De acuerdo a análisis realizados por el antiguo Banco Central Hipotecario (BCH) y proyecciones de retornos de inversión, era económicamente favorable la instalación de calentadores solares en comparación al de calentadores eléctricos, sin embargo, al mercado existente ingresó una opción energética más económica que la solar que fue la de gas natural en consecuencia los avances realizados hasta la década de los 90 fueron reemplazados por esta nueva industria.

En cuanto a los sistemas fotovoltaicos actualmente y a través de su corta historia se han dirigido al sector rural, iniciando con la utilización de estos para telecomunicaciones en radioteléfonos para la empresa Telecom, y que aún en la actualidad son importantes para las comunicaciones a nivel rural debido a su bajo costo de mantenimiento y otras variables que son favorables en este.

De acuerdo a información obtenida, en los últimos 10 años no se han realizado estudios sobre el comportamiento de estos sistemas en Colombia, sin embargo actualmente existen instalados estos sistemas en hogares campesinos supliendo sus necesidades básicas con una masiva financiación del estado con apoyo del Fondo de apoyo financiero para la energización de la zonas no interconectadas (FAZNI) y el instituto para la promoción de soluciones energéticas (IPSE). (Murcia, 2009)

2.2. Características generales de un Sistema Fotovoltaico

Los sistemas fotovoltaicos se dividen en dos ramas a saber:

Sistemas conectados a la red: Son aquellos que funcionan conectados a la red energética convencional además esta puede servir como soporte en caso de fallas.

Sistemas fotovoltaicos autónomos: Son aquellos que están completamente apartados de la red eléctrica y funcionan con total independencia.

Los sistemas de generación energética fotovoltaica crean ésta solamente cuando les da la luz del sol o irradiación, por lo tanto es de vital importancia la ubicación geográfica en la que se pongan en marcha estos proyectos. Existen diferentes aplicaciones para esta opción de suplir energía, por ejemplo, para la iluminación donde es claro que esta es principalmente necesaria en la noche, sin embargo cuando el sistema está conectado a la red no son necesarias baterías sino que la producida durante el día queda almacenada en la red.

Generalmente un sistema fotovoltaico está conformado por varios elementos como lo son:

- Generador
- Inversor
- Regulador de carga
- Batería de acumulación

El **generador**, es el elemento que se encarga de transformar la irradiación en una energía funcional para posteriormente consumirla, generalmente se divide en módulos, estos contienen células fotovoltaicas, las cuales son las encargadas de suministrar la potencia que tendrá el generador como complemento.

Un **inversor** fotovoltaico es aquel encargado de convertir la energía corriente continua a corriente alterna, estos a su vez se dividen en dos tipos, estos son los aislados o los conectados a la red.

El **regulador de carga** sirve para controlar los procesos de carga y descarga de baterías, es indispensable para proteger las baterías de fluctuaciones energéticas que puedan presentarse.

Las **baterías de acumulación** no son necesarias en todos los sistemas fotovoltaicos, en caso de ser necesarias, estas se cargan y descargan periódicamente y se acumulara cuando no se esté generando suficiente energía para suplir las necesidades determinadas inicialmente.

Es importante tener en cuenta que el usuario final de un sistema fotovoltaico debe estar involucrado con la utilidad del mismo y esto influirá en el buen funcionamiento de este de acuerdo al manejo y mantenimiento que se le proporcione.

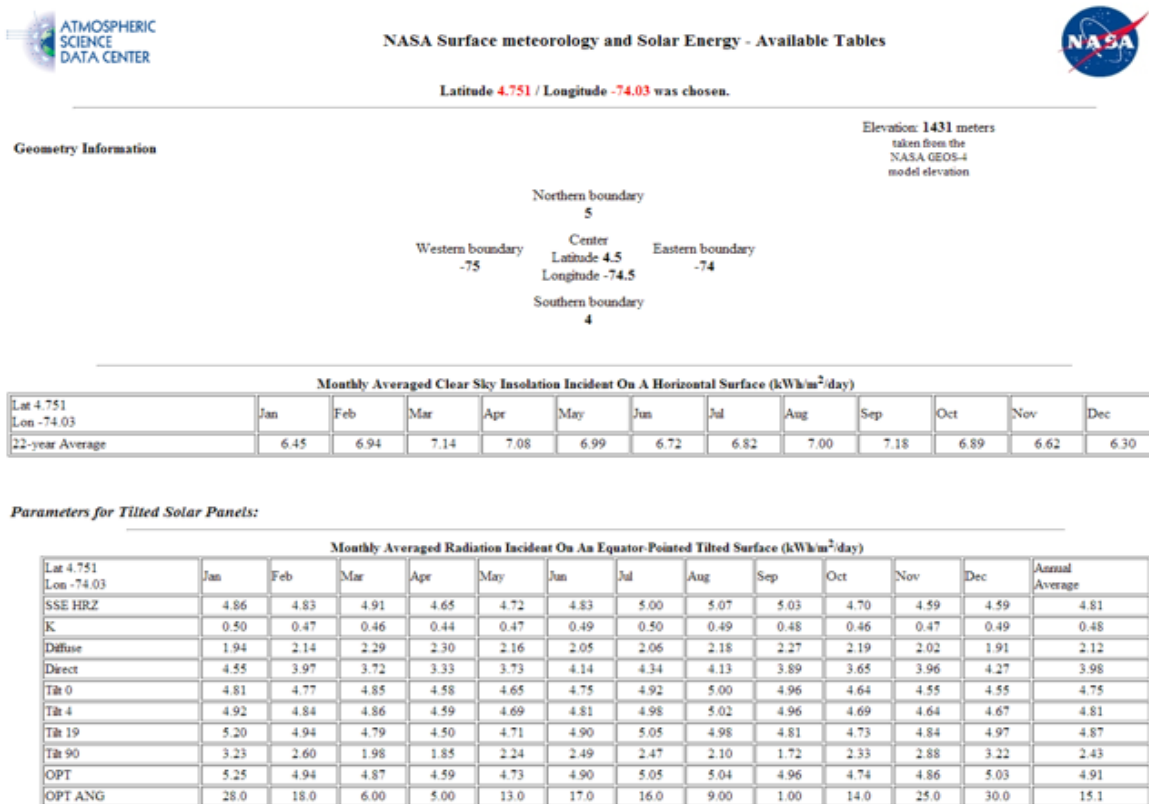
2.3. Recurso solar local

El recurso solar local a nivel Bogotá durante el trimestre de Diciembre.- Enero y Febrero se presentan niveles superiores de radiación en comparación con otros trimestres, a nivel espacial, es importante resaltar que en donde se presentó mayor radiación fue en el norte de la ciudad.

El autor del estudio llamado Evaluación de la radiación solar en Bogota a partir de imágenes del satélite Goes, sugiere que se plantee la posibilidad de estudiar la factibilidad de instalación de sistemas de conversión de energía solar en energía eléctrica, además agrega que la utilización del atlas solar de Colombia puede ser útil en estos casos. (Suarez Vargas, 2013)

Teniendo en cuenta que la ubicación geográfica del objeto de estudio, el edificio Guillermo de Ockham es: Latitud 4.7510 /Longitud -74.0997/ Altitud 2561.4), y partiendo de la base que este tipo de información es relevante para medir la radiación que existe en la ubicación del posible proyecto, con base en esto se aproxima una medición de que tan adecuado es el lugar para este tipo de tecnologías, a continuación la información suministrada por la pagina de la NASA:

Tabla 3: Promedio radiación ubicación geográfica Universidad de San Buenaventura



Fuente: (Surface meteorology and solar energy, 2014)

2.4. Países destacados por la implementación de energía solar fotovoltaica

Alemania: De acuerdo a estadísticas, Alemania ocupa el primer lugar en implementar instalaciones fotovoltaicas en los últimos años, teniendo en cuenta que en 1993 contaba con una producción de 3GWh y en 1999 llegó a la cifra de 35 GWh, es decir incremento su producción en un 1070%.

Berlín ha sido nombrada en los últimos años como “la ciudad solar”, ya que allí es donde se han incrementado de mayor forma dichas instalaciones, allí se han construido cerca de 9050 m² de módulos fotovoltaicos y estos generan una potencia cercana a los 800 kW. Pero este avance tecnológico, económico y ambiental no surgió de la nada, existieron factores que apoyaron este proceso como:

- El apoyo nacional fue vital para este desarrollo, se ampliaron las políticas de protección del clima a nivel nacional para las diferentes energías renovables y de esta forma plantearon como meta la disminución de emisiones de CO₂, principalmente en Berlín.
- En cuanto al mercado se garantizó un precio fijo para apoyar la energía que se produjera a través de procesos renovables.
- Los avances tecnológicos en esta nación y el desarrollo de células solares domésticas, llevaron a una buena industria para la fabricación de los paneles de este mismo modo se obtuvo apoyo gubernamental para la investigación y desarrollo de esta energía.
- Se sensibilizó a la población Alemana para de esta forma lograr la concientización de que los recursos ambientales son agotables y es importante preservarlos por medio de alternativas renovables. (Experiencia y perspectivas en países más desarrollados)

Japón: De acuerdo con un informe publicado por la firma de análisis IHS sobre los orígenes de la energía de esta nación, las instalaciones de energía solar aumentaron en el primer trimestre de 2013 un 270%. Esta misma firma señaló que en 2013 se instalarían en sistemas fotovoltaicos unos 20.000 millones de dólares, un 82% de aumento frente al año inmediatamente anterior.

Este aumento significativo de instalaciones solares se debe a los incentivos gubernamentales que se otorgan a los productores de estas energías, además actualmente hay normativas que exigen a las empresas públicas de energía comprar la alternativa por encima del precio del mercado.

Además, Japón quiere desligarse de su dependencia con el petróleo y la energía nuclear, para esto se creó un sistema de primas (Feed in tariff) el cual consiste en otorgar tarifas especiales, premios o sub-precios por unidad de energía renovable inyectada a la red. (CNN Expansión, 2013)

Estados Unidos: Este país es considerado como la segunda potencia en producción de energía solar contaba en el primer trimestre de 2013 con 8.069 Megavatios. Además durante en el año 2008 se calculó el crecimiento anual que estaban obteniendo estas tecnologías y se determinó que este estaba alrededor del 40%. (CNN Expansión, 2013).

De acuerdo al diario El País del 15 de Marzo de 2013, Obama desde que inició su gobierno quiso apostarle a las energías renovables, se han instalado diferentes sistemas de paneles solares desde California hasta Maryland,

Durante Marzo de 2013 se anunció un nuevo acuerdo de colaboración con la BrightSource quien traslado sus operaciones a Colorado para allí desarrollar investigación para sus propios productos estudiando las características climatológicas y geográficas.

Dustin Smith un director ejecutivo de una compañía que le colabora a Abengoa, señala que las condiciones climáticas de Colorado ayudaran a determinar la resistencia de los paneles Solares ya que estos deben resistir estar bajo la nieve algunos días o tal vez meses por su ubicación geográfica, agrega, que a pesar de los altos precios de las energías renovables estas han descendido en sus precios un 50% en los 4 años inmediatamente anteriores y que la gasolina y el gas nunca bajaran por el contrario tenderán al alza. (Pereda, 2013)

2.5. Normatividad en Colombia referente a la energía solar fotovoltaica

En este numeral se tratará la normatividad aplicable al estudio de factibilidad es decir sobre los sistemas fotovoltaicos, aquellos que permiten convertir la energía lumínica del sol en Eléctrica.

NTC 2775: Energía solar fotovoltaica terminología y definiciones
Esta norma se centra en definiciones respecto a los sistemas fotovoltaicos, de acuerdo a la simbología definida, esta, no contiene ninguna clasificación referente a los sistemas fotovoltaicos en términos generales.

NTC 5513: Dispositivos fotovoltaicos parte 1: Medida de la característica intensidad tensión de los módulos fotovoltaicos
En esta se describen todos aquellos procedimientos necesarios para la medición característica en cuanto a celdas de silicio cristalino, en esta se establecen requisitos a nivel general para realizar estas mediciones.

NTC 5678: Campos fotovoltaicos de silicio cristalino medida en sitio y características I-V Allí están descritos los procedimientos de las medidas en el lugar en que se instalen las celdas de silicio cristalino, esto ayuda a determinar la potencia nominal y todas aquellas diferencias que existen entre las pruebas de laboratorio y su función real. (Alvarez & Serna, 2012)

En un escenario legislativo, el 13 de Mayo de 2014 se sancionó y promulgo la **ley 1715** en donde se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, uno de los mayores beneficios es lograr entregar a la red los excedentes de energía producidos y no consumidos, estos se convertirán automáticamente en créditos energéticos y podrán ser negociados. Además de incentivos tributarios y arancelarios en donde son eximidos de pago de derechos arancelarios de equipos e importación de maquinaria para este fin. (Colombia, 2014), lo anterior es un gran paso para las energías renovables porque como se ha nombrado anteriormente en los países que tienen liderazgo en este aspecto a estado, como primera medida, el apoyo estatal para generar esta energía a gran escala.

3. Estudio técnico

3.1. Requerimientos energéticos

A continuación se encuentra la cantidad de luminarias en el edificio Guillermo de Ockham por pisos y sus tipos así mismo las horas de uso para continuar analizando el consumo diario estimado.

Tabla 4. Luminarias Edificio G.O piso 1

Primer piso	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/día	Energía Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo	38	2	54	4104	4	16416
Circulares ahorradoras	23	1	32	736	4	2944
Lámpara especial 4 tubos	1	4	17	68	4	272
Pequeñas incandescentes	19	1	75	1425	4	5700
Total	81			6333		25332

Tabla 5. Luminarias Edificio G.O Sótano

Sótano	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/día	Energía Kwh/Dia
Circulares ahorradoras	10	1	32	320	15,8	5056
Pequeñas incandescentes	5	1	75	375	15,8	5925
Total	15			695		10981

Tabla 6. Luminarias Edificio G.O Salones Grabación

Salas de grabación	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/día	Energía Kwh/Dia
Pequeñas incandescentes	84	1	75	6300	15,8	99540
Reflectores	4	1	150	600	15,8	9480
Total	88			6900		109020

Tabla 7. Luminarias Edificio G.O piso 2

Segundo piso	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/dia	Energia Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo	26	2	54	2808	4	11232
Circulares ahorradoras	26	1	32	832	4	3328
Pequeñas incandescentes	20	1	75	1500	4	6000
Lámparas de tubo corto	22	4	17	1496	4	5984
Total	94			6636		26544

Tabla 8. Luminarias Edificio G.O piso 3

Tercer piso	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/dia	Energia Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo	52	2	54	5616	4	22464
Circulares ahorradoras	38	1	32	1216	4	4864
Pequeñas incandescentes	45	1	75	3375	4	13500
Total	135			10207		40828

Tabla 9. Luminarias Edificio G.O piso 4

Cuarto piso	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/dia	Energia Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo	56	2	54	6048	4	24192
Circulares ahorradoras	38	1	32	1216	4	4864
Pequeñas incandescentes	45	1	75	3375	4	13500
Total	139			10639		42556

Tabla 10. Luminarias Edificio G.O piso 5

Quinto piso	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/dia	Energia Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo	25	2	54	2700	4	10800
Circulares ahorradoras	64	1	32	2048	4	8192
Tubos de pared	33	1	54	1782	4	7128
Pequeñas incandescentes	63	1	75	4725	4	18900
Reflectores	5	1	400	2000	4	8000
Total	190			13255		53020

Tabla 11. Luminarias Edificio G.O Escaleras

Escaleras	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/día	Energia Kwh/Dia
Bombillos escaleras	6	1	32	192	4	768
Total	6			192		768

Tabla 12. Luminarias Edificio G.O puente

Puente	Unidades	Numero de bombillos en unidades	Potencia bombillos (watts)	Potencia total	Horas de uso/día	Energia Kwh/Dia
Lámparas de tubo largo exterior	4	2	54	432	4	1728
Total	4			432		1728

3.1.1. Resumen luminarias

A continuación los resultados del conteo de las luminarias, con su respectiva potencia, consumo y las diferentes clases de bombillos que se tienen instalados en el edificio. Estas imágenes de referencia se encontraran en el **anexo 1** para su posterior identificación.

Tabla 13.Resumen Luminarias Edificio G.O

Resumen	Total unidades	Potencia (W)	Consumo energía diaria (Wh/día)
Lámparas de tubo largo	197	21276	85104
Circulares ahorradoras	199	6368	29248
Pequeñas incandescentes	281	21075	163065
Lámparas de tubo corta	22	1496	5984
Reflectores de estudios	4	600	9480
Reflectores edificio	5	2000	8000
Tubos de pared	33	1782	7128
Bombillos de escalera	6	192	768
Lámparas de tubo largo exteriores	4	432	1728
Lámpara especial de 4 tubos	1	68	272
Total	752	55289	310,777

De acuerdo a la información anterior y la otorgada por el área de recursos físicos de la Universidad se infiere que:

- **Producción anual efectiva energética:** 113.433,61 KWh (310,77 KWh/día)*
- **Voltaje de salida:** Trifásico (Tres fases), 200V/115V @ 60Hz.

- **Tipo de sistema:** Todo el sistema está conectado directamente a la baja tensión de la red de distribución pública, (200V/115V @ 60Hz).

3.2. Análisis de la arquitectura del edificio Guillermo de Ockham

3.2.1. Inclinación de los paneles de acuerdo a infraestructura

Para este análisis se obtuvo una alianza estratégica con la empresa Nacional Aerus Engineering & Solutions- Energías renovables, los cuales son una compañía de Ingeniería Nacional, orientada al desarrollo de soluciones con energías alternativas, entre estas, la energía solar por medio de plantas de última generación, las cuales permiten optimizar el recurso actual.

Para el caso de la Universidad se tuvo en cuenta la arquitectura del techo del edificio, el cual tiene muy poca inclinación, se opta por hacer el análisis de la factibilidad de instalación de los paneles sobre la superficie de la teja. El tejado está configurado con una estructura a dos aguas con inclinación de 7° al oriente y occidente.

De acuerdo a recomendaciones de la empresa (Aerus Engineering & Solutions- Energías renovables), los paneles no podrían instalarse con inclinación hacia la línea del Ecuador, es decir hacia el sur, por este motivo se toma el parámetro de radiación Tild 0° (Ver en **Tabla 3:** Promedio radiación ubicación geográfica Universidad de San Buenaventura).

$$Tild\ 0 = 4,75\ kWh/m^2/día$$

Este parámetro corresponde a la incidencia de la radiación solar sobre una superficie a 0° con respecto al Ecuador.

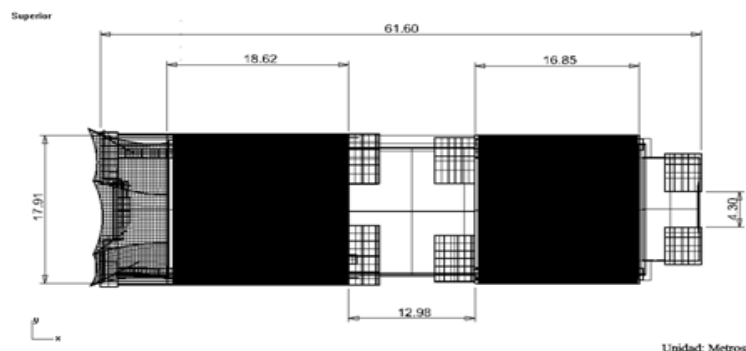
A este valor de radiación se aplica un factor de corrección del 6 %, obteniendo una radiación promedio de $4,5 \frac{kWh}{m^2}/día$.

Este valor corresponde a las horas diarias equivalentes de radiación solar máxima y que numéricamente también corresponde a la radiación solar diaria en kWh/m2/día.

3.2.2. Análisis planos civiles

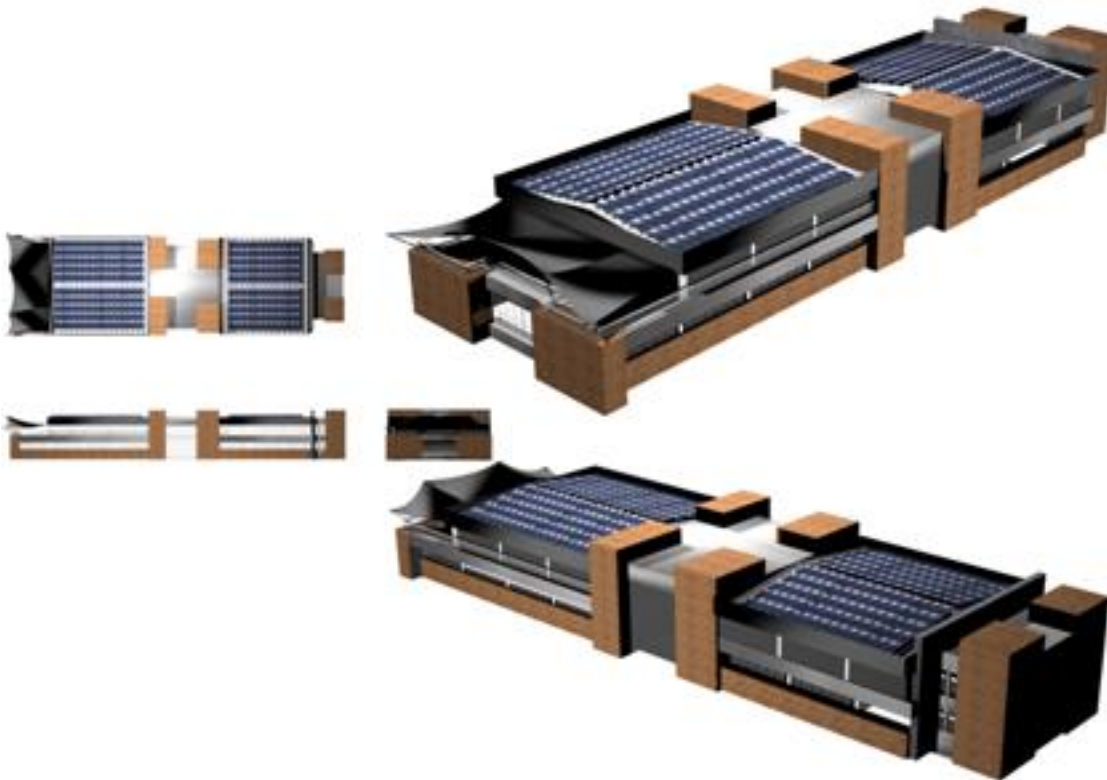
Según los requerimientos y los planos civiles, se realizó el diseño CAD del edificio Guillermo de Ockham., con el propósito de observar los espacios disponibles y la configuración óptima en la posible instalación de los paneles solares.

A continuación se presenta la vista superior del edificio.



Los paneles solares serán tentativamente ubicados en las dos áreas de color negro. Que tienen un área total de: $635,3 m^2$.

Por medio de las imágenes obtenidas por medio de los planos civiles, es posible realizar una imagen en 3d que permita la mejor observación de la ubicación de los paneles óptimamente.



3.3. Propuesta técnica planta solar fotovoltaica

3.3.1. Listado de equipos

A continuación se enumeran los equipos con su respectiva especificación técnica necesarios para los requerimientos técnicos que exige el estudio.

Tabla 14. Listado equipos planta solar fotovoltaica

No	Nombre del producto	Especificación
1	INVERSORES ON GRID	92 KW
2	PANELES SOLARES	240W/42,8V,360 UND
3	ESTRUCTURAS DE MONTAJE	86,4 KWp Módulos
4	SISTEMA DE MONITOREO	Web Box / Bluetooth
5	ACCESORIOS	Conectores, cableado, pinzas

3.3.2. Paneles fotovoltaicos:

En esta propuesta se seleccionaron paneles fotovoltaicos de 240 Vatios y una cantidad de 360 unidades de acuerdo al requerimiento de energía que se debe cubrir y espacio disponible, también a especificaciones de voltaje y corriente adecuadas para el acoplamiento con el sistema de gestión eléctrica.

$$\text{Numero de paneles solares} = 86400 \text{ W} / 240 \text{ W} = 360 \text{ Unidades}$$



Tabla 15. Ficha técnica paneles solares

Fabricante	Sun Power
Módulo PV	X19-240-BLK
Características Eléctricas	
Potencia Nominal	240,00 Wp
Tensión MPP	42,8 V
Corriente MPP	5,61 A
Tensión en Vacío	50,6 V
Corriente de Cortocircuito	5,98 A
Tensión del sistema Admisible	600 V
Rendimiento del Modulo	19,29%
Características Mecánico	
Número de células del modulo	72
Ancho	798 mm
Longitud	1559 mm
Peso	15,00 Kg
Tecnología de las Células	
Mono cristalino	
Coeficiente de Temperatura	
Tensión en Vacío	-0,2482 %/ °C
Corriente de Cortocircuito	0,0585%/ °C

Fuente: (Sun Power)

Para la elección de estos paneles solares fue indispensable la información de la ficha técnica (tabla 14) debido a que de ésta se obtuvo información determinante, como: peso del panel con relación a la eficiencia del modulo.

3.3.3. Inversores

Se proponen inversores On Grid de estos son necesarios una cantidad de 5 para instalar en modalidad distribuida, para un total de potencia de salida de **92 KW**.

La configuración del sistema de gestión de energía eléctrica se especifica como un sistema distribuido, conformado por 5 Inversores de alta eficiencia.

De acuerdo al proveedor SMA el Sunny Tripower TL-estadounidense está elevando el nivel de rendimiento de las instalaciones fotovoltaicas comerciales distribuidas. Este inversor sin transformador trifásico es listado UL hasta 1000 V DC tensión máxima del sistema y tiene la máxima eficiencia por encima del 98 por ciento. El Sunny Tripower está equipado con todos los polos de protección de falla a tierra y se encuentra con NEC 2011 requisitos con AFCI integrada para una solución segura y fiable. Ofrece una flexibilidad sin igual con un amplio rango de tensión de entrada y dos trackers MPP independientes. Adecuado tanto para 600 V DC y 1.000 V en aplicaciones de CC, el Sunny Tripower permite un diseño flexible y un menor costo nivelado de energía. (SMA)



**SUNNY
TRIPOWER 12000**

**SUNNY
TRIPOWER
20000**

Tabla 16. Ficha técnica inversores

Entrada (DC)		
Potencia máxima de DC (con $\cos \varphi=1$)	12250 W	24500 W
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V
Rango de tensión del punto de máxima potencia (MPP)	300 V...800 V	380 V...800 V
Tensión de entrada mín. / tensión de entrada de inicio	150V/188V	150V/188V
Número de entradas de punto de máxima potencia (MPP) Tracker independientes	2	2
máxima Corriente de entrada/ Entrada por MPP independiente	66/33 A	66/33 A
Salida (AC)		
Potencia Nominal AC	12000 W	20000W
Potencia aparente de CA máxima	12000 VA	20000 VA
Tensión nominal de AC	480/277 V WYE	
Rango de tensión nominal de AC	244 V... 305 V	
Frecuencia de red de AC / rango	50 Hz, 60 Hz/-6 Hz...+5Hz	
Corriente máx. de salida	14,4 A	24 A

Fases de inyección / fases de conexión	3/3-N-PE	
Rendimiento		
Máxima Eficiencia	98,20%	98,50%

3.3.4. Sistema de monitoreo:

Para vigilar la eficiencia que está teniendo el sistema en general y verificar su estado es necesario un sistema de monitoreo, a continuación especificaciones generales de este de acuerdo a la página web del proveedor directo SMA:

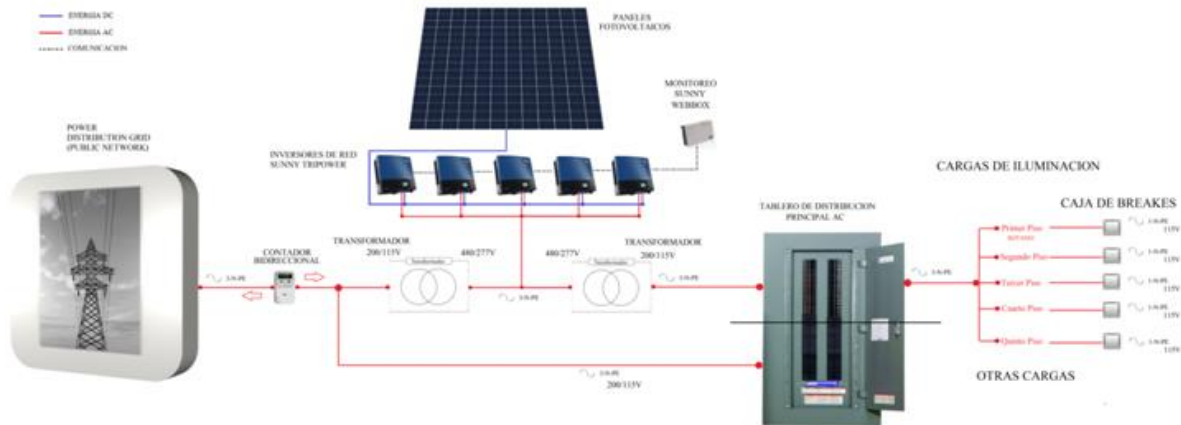
Sunny Web Box con tecnología inalámbrica Bluetooth

No requiere cables, se configura fácilmente y es muy fácil de usar. La Sunny WebBox con *Bluetooth* recibe y almacena los valores de medición y datos actuales de los inversores solares y equipos Sunny SensorBox. Mediante el estándar internacional de transmisión por radio *Bluetooth*, el registrador de datos tiene acceso a un máximo de 50 componentes. Esto permite a los operadores estar informados en todo momento sobre el funcionamiento de las instalaciones solares. Además, los técnicos especializados pueden parametrizar todos los inversores de SMA mediante la interfaz web de la Sunny WebBox. Gracias al nuevo Sunny WebBox Assistant, la puesta en servicio se simplifica enormemente. Y la nueva interfaz web permite presentar vistas de progreso y diarias de los rendimientos de los diferentes inversores. La Sunny WebBox con *Bluetooth* es la conexión ideal con los inversores de SMA. (SMA).



3.3.5. Diagrama del sistema

En este numeral se presentan el diseño con especificaciones de la planta diseñada para todo el consumo que demanda la iluminación del edificio Guillermo Okcham presentado por la empresa nacional Aerus.



3.4. Propuesta técnica opcional de respaldo (Back up)

3.4.1. Listado de equipos

Teniendo en cuenta que el edificio Guillermo de Ockham no puede carecer de luz la empresa Aerus Engineering & Solutions- Energías renovables ofrece la opción de un sistema de respaldo en caso de que el sistema no funcione correctamente, sin embargo el proveedor aclara que no es necesario debido a que la instalación que se tiene de soporte con diesel puede entrar en funcionamiento en caso de falla.

El sistema ofrecido entrará en funcionamiento en el caso de que la red pública no suministre energía. La autonomía está diseñada para 3 horas.

Tabla 17. Listado de equipos (back up)

No	Nombre del producto	Especificación
1	Inversor cargador	12 UND / 5KW + 3 UND/ 3KW
2	Baterías 220 Ah 12V	128 UND
3	Accesorios	

3.4.2. Inversores/ Cargadores

Para este tipo de inversores y cargadores se eligen estas opciones de acuerdo a la tecnología que manejan además de características adicionales sobre otras marcas, a continuación información encontrada en la página web del proveedor Victron energy blue power referente al producto.

Referencia: Quattro / 3kVA - 5kVA

La salida principal dispone de la función no-break. En caso de apagón, o de desconexión del puerto o del generador, el Quattro asume el suministro de las cargas conectadas. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y

demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del Quattro le llega alimentación AC. (Victron energy blue power)

PowerAssist: una característica única

El Quattro puede evitar las sobrecargas en una fuente AC limitada: en primer lugar, reducirá automáticamente la carga de la batería cuando se produzca una sobrecarga; en segundo lugar, tomará corriente de la batería para compensar la salida del generador o de la alimentación del puerto (Victron energy blue power).

Funcionamiento en paralelo: Potencia prácticamente ilimitada

Hasta 6 Quattros pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. También es posible su funcionamiento en modo trifásico o en fase dividida. (Victron energy blue power)



Tabla 18. Ficha Técnica Inversores/Cargadores

QUATTRO	48/3000/35-50/50 120	48/5000/70-100/100 120
PowerControl / PowerAssist	SI	
Conmutador de transferencia integrado	SI	
2 entradas AC	Rango de tensión de entrada : 90-140 VAC Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1	
Corriente máxima (A)	2 X 50	2 X 100
INVERSOR		
Rango de tensión de entrada (V DC)	37,2-64,4	37,2-64,4
Salida (1)	Rango de tensión de entrada: 120 VAC ± 2% Frecuencia: 60 Hz ± 0,1%	
Potencia cont. de salida a 25 °C (VA) (3)	3000	5000

Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2500	4500
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	4000
Pico de potencia (W)	6000	10000
Eficacia máxima (%)	94	95
Consumo en vacío (W)	15	25
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	10	20
Consumo en vacío en modo búsqueda (W)	5	6
CARGADOR		
Tensión de carga de 'absorción' (V DC)	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (V DC)	55,2	55,2
Modo de "almacenamiento" (V DC)	52,8	52,8
Corriente de carga batería casa (A) (4)	35	70
Corriente de carga batería de arranque (A)	n.a.	n.a.
Sensor de temperatura de la batería	Si	

Fuente: (Victron energy blue power)

3.4.3. Baterías

Las baterías seleccionadas fueron filtradas de acuerdo a su capacidad de recuperación, las descritas a continuación tienen una alta capacidad tras descargas profundas y una autodescarga escasa de acuerdo a la información detallada en la página web del proveedor Victron Energy.

Las baterías de Gel estancas (VRLA), En este tipo de baterías, el electrolito se inmoviliza en forma de gel. Las baterías de Gel tienen por lo general una mayor duración de vida, aproximadamente 12 años @ 20°C / 68°F. (Victron energy)

Autodescarga escasa, gracias a la utilización de rejillas de plomo-calcio y materiales de gran pureza, las baterías VRLA Victron se pueden almacenar durante largo tiempo sin necesidad de recarga. El índice de autodescarga es inferior a un 2% al mes, a 20°C. La autodescarga se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura. Con un ambiente fresco, las baterías VRLA de Victron se pueden almacenar durante un año sin tener que recargar. (Victron energy)

Extraordinaria recuperación tras descarga profunda, Las baterías Victron VRLA tienen una extraordinaria capacidad de recuperación incluso tras una descarga profunda o prolongada. Sin embargo, se debe recalcar que las descargas profundas o prolongadas frecuentes tienen una influencia muy negativa en la duración de vida de las baterías de plomo/ácido. (Victron energy)

Tabla 19. Ficha técnica de baterías

Volt Deep Cycle GEL							
Referencia	Ah	V	lxanxal mm	Peso kg	CCA(Cold Cranking Amps) @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate GEL Bornes: cobre, M8
BAT412201100	220	12	522 X 238 X 240	66	1100	440	Capacidad nominal: 20 hr discharge at 25 °C
							Dur. de vida en flotación: 12 years at 20 °C
							Dur. de vida en ciclos:
							500 ciclos en descarga 80%
							750 ciclos en descarga 50%
							1800 ciclos en descarga 30%

Fuente: (Victron energy)

3.4.4. Diagrama del sistema

En este numeral se presentan los diseños y el resumen de especificaciones del sistema de back up de la iluminación del edificio Guillermo Okcham presentado por la empresa nacional Aerus.



4. Estudio financiero

El estudio financiero se realizó con base en los indicadores VPN (Valor Presente Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno). Para calcularlos se definieron los flujos de dinero, tanto de ingreso como de gasto para un horizonte de tiempo de 25 años; este tiempo se tomó de la vida útil del sistema. Inicialmente se plantearon dos escenarios, el primero de ellos, **Actual** en donde se proyectaron los flujos asumiendo que no se realiza la inversión, es decir, la universidad estaría pagando durante 25 años el valor del recibo de energía por el consumo realizado. **Con inversión** en donde se calcularon los flujos teniendo en cuenta el valor inicial de la inversión en el sistema solar fotovoltaico y los pagos posteriores por mantenimiento durante el mismo horizonte de tiempo.

Finalmente, dados los resultados obtenidos (que se explicarán más adelante) se decidió realizar dos ejercicios de simulación adicional en el cual se “castigaron” los flujos de la opción **Con Inversión** con el fin de exigir el proyecto para determinar su viabilidad.

Los datos financieros del escenario **Con inversión**, se tomaron de la propuesta financiera que fue suministrada por la empresa **AERUS**. A continuación se presentará la explicación detallada de cada escenario.

4.1. Análisis propuesta Aerus

La información relevante para el estudio financiero, de la propuesta presentada por AERUS, se presenta en la tabla 20

Tabla 20. Cotización y análisis Empresa Aerus engineering & solution- energías renovables

SOLUCION PLANTA SOLAR ON GRID - 92 KW		
ITEM	UNIDAD	VALOR
POTENCIA NOMINAL	KW	92
NUMERO DE PANELES	UND	360
INVERSORES ON GRID	UND	5
PRODUCCIÓN ANUAL	KWh/año	113530
VIDA ÚTIL	AÑOS	25
INVERSIÓN	\$ PESOS	\$ 382.816.258 *
PRECIO DEL VATIO INSTALADO	\$ PESOS	\$ 4431
RETORNO INVERSIÓN	AÑOS	8,9'
TIR	%	8,8

Adicional a esta información en el numeral 2.3.1 del Capítulo 2 Tabla 14 se enumeran los posibles equipos a instalar y lo incluido en la propuesta de este valor final.

Además de la inversión inicial es necesario contemplar los mantenimientos anuales del sistema fotovoltaico, esta información es solicitada a la empresa Aerus quienes informan que el mantenimiento anual tiene un costo del 1% sobre la inversión inicial es decir de **\$3 828.167.00**

Para un adecuado manejo del proyecto, se hace necesario asumir el costo de pólizas de buen manejo de anticipo y de calidad, el costo de las mismas para este tipo de proyecto es de **\$4 000.000.00** por una sola vez y harán parte de la inversión inicial.

4.2. Facturas de Energía de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá:

En el anexo 7.2 se muestran 5 facturas correspondientes a los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 respectivamente, generadas por la empresa de energía de Bogotá Codensa, con las cuales se determinó que el precio actual del KWh es de 275,17, información que se complementó con la presentada en el numeral 2.1.2 (Resumen luminarias), en donde se determina que el consumo actual aproximado es de **113.433,61 KWh** año, es decir **9.452,80 KWh** mensuales. Esta información se constituyó en el punto de partida para el cálculo del valor a pagar en el primer año de operación del sistema y a partir de allí se calcularon aumentos con base en el IPC, no se contempló aumento en KWh, toda vez que se considera que el uso actual es el máximo posible.

4.3. Variables determinantes para el estudio

a) IPC: Este valor se determina por medio de la información observada en la página del Banco de la república colombiana teniendo en cuenta que esta es la variación a Octubre de 2014 fue de **3.29%**. (Banco de la república, 2013).

b) Tasa de descuento: Esta tasa se determina por medio de la subasta de TES en pesos colombianos basados en una inversión a 6 años con una fecha de vencimiento a 11 septiembre de 2019, esta tasa efectiva es del **5.887%**, siendo así una de las inversiones con menor riesgo del mercado (Banco de la república, 2013).

4.4. Escenarios Iniciales

4.4.1. Escenario 1. Actual

En este escenario se tendrán en cuenta los valores actuales que se invierten en energía sin ningún tipo de modificaciones en su funcionamiento, y la proyección de los siguientes años se hará con base en el IPC manteniéndolo constante durante todo el horizonte del proyecto.

Además se tomarán en cuenta los valores de consumo de energía de la Universidad (luminarias), ingresos, egresos, costo proyectado y actual del KWh, Saldo Neto, Valor presente y tasa de descuento y además se realiza en 25 momentos (años) debido a que este último es el periodo de vida útil del sistema solar fotovoltaico, lo anterior formulado de la siguiente forma:

- a) Costo Kwh:** $(\text{Costo actual}) * (1 + \text{IPC})$
- b) Consumo de energía:** $\text{Kwh que se consumen anualmente} * \text{Costo del Kwh}$
- c) Saldo Neto:** - Ingresos (Ahorro)- Egresos (Factura pagada de energía) Se aclara que aún no existe un ahorro debido a que no se cuenta con un sistema fotovoltaico para que éste suministre energía y consecuentemente disminuya la facturación.
- d) Subtotal Egreso:** Corresponde a la suma de todos los gastos, en este caso el pago de la factura de energía debido a que no se encuentran salidas monetarias diferentes a esta.
- e) Valor Presente:** $(\text{Valor futuro}) / (1 + \text{tasa descuento})^n$ para cada uno de los flujos, en donde n es el número de años que hay desde el momento cero hasta el momento del flujo.

A continuación su respectivo calculo:

Tabla 21. Flujos actuales momento 0 a 5

	Momento 0 (inversión)	Momento 1	Momento 2	Momento 3	Momento 4	Momento 5
Egresos						
Consumo de energía		\$32.240.451,48	\$33.301.162,34	\$34.396.770,58	\$35.528.424,33	\$36.697.309,49
Subtotal Egresos		\$32.240.451,48	\$33.301.162,34	\$34.396.770,58	\$35.528.424,33	\$36.697.309,49
Ahorro consumo energía convencional		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal ahorros		-	-	-	-	-
VPN Egresos	\$574.151.534,23					

En la tabla 21 se puede observar el valor presente neto de los egresos el cual es de **\$574.151.534.23**, esto refleja el valor en pesos de la energía de 25 años si estos se pagaran hoy.

Tabla 22. Flujos actuales momento 6 a 12

	Momento 6	Momento 7	Momento 8	Momento 9	Momento 10	Momento 11	Momento 12
\$37.904.650,97	\$39.151.713,99	\$40.439.805,38	\$41.770.274,98	\$43.144.517,03	\$44.563.971,64	\$46.030.126,30	
\$37.904.650,97	\$39.151.713,99	\$40.439.805,38	\$41.770.274,98	\$43.144.517,03	\$44.563.971,64	\$46.030.126,30	
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 23. Flujos actuales momento 13 a 19

	Momento 13	Momento 14	Momento 15	Momento 16	Momento 17	Momento 18	Momento 19
\$47.544.517,46	\$49.108.732,08	\$50.724.409,37	\$52.393.242,44	\$54.116.980,11	\$55.897.428,76	\$57.736.454,16	
\$47.544.517,46	\$49.108.732,08	\$50.724.409,37	\$52.393.242,44	\$54.116.980,11	\$55.897.428,76	\$57.736.454,16	
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 24. Flujos actuales momento 20 a 25

	Momento 20	Momento 21	Momento 22	Momento 23	Momento 24	Momento 25
\$59.635.983,51	\$61.598.007,36	\$63.624.581,80	\$65.717.830,55	\$67.879.947,17	\$70.113.197,43	
\$59.635.983,51	\$61.598.007,36	\$63.624.581,80	\$65.717.830,55	\$67.879.947,17	\$70.113.197,43	
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
-	-	-	-	-	-	

4.4.2. Interpretación Escenario 1

Teniendo en cuenta los cálculos anteriores explicados en el apartado 4.4.1, se infiere que en el año o momento No. 25, la universidad tendría que pagar un total de **\$70.113.197 COP** por la energía del edificio anualmente, por lo tanto si se pagaran hoy 25 años de suministro de energía, esta tendría un costo de **\$574.151.534.23COP** con una tasa de descuento de 5.887% teniendo en cuenta que este es el porcentaje de ganancia de una inversión a bajo riesgo en el país.

4.4.3. Escenario 2. Con Inversión

En este flujo se estudiara el comportamiento del modelo proyectando los flujos que se presentarán en el evento de realizar la inversión en el sistema solar fotovoltaico.

A diferencia del flujo de caja actual (Revisar numeral 3.4), se tendrán en cuenta valores adicionales como: El valor del sistema solar fotovoltaico, mantenimientos requeridos anuales, pólizas y facturación mensual. Este flujo al igual que el anterior, se realiza en 25 momentos (años) debido a que este último es el periodo de vida útil del sistema solar fotovoltaico, lo anterior formulado de la siguiente manera:

- a) **Ingresos y ahorros:** En este caso aplican los ahorros, que se ven reflejados en que el consumo de energía convencional disminuya a 0 Kwh año.
- b) **Subtotal Egreso:** Corresponde a la suma de todas las salidas de efectivo es decir: valor del sistema solar fotovoltaico, pólizas y mantenimientos.
- c) **Saldo Neto:** Este saldo son, los egresos= ((Valor del sistema solar+ valor pólizas en el momento 0)+ (Valor de los mantenimientos a partir del momento 1)) – (Ingresos y Ahorros obtenidos con la implementación).
- d) **Valor Presente:** (Valor futuro) / (1+tasa descuento)ⁿ para cada uno de los flujos, en donde n es el número de años que hay desde el momento cero hasta el momento del flujo.

A continuación su respectivo cálculo:

Tabla 25. Flujo de caja con inversión, momento 0 a 6

	Momento 0 (inversión)	Momento 1	Momento 2	Momento 3	Momento 4	Momento 5	Momento 6
Egresos							
Valor planta solar	\$ 382.816.258,00	-	-	-	-	-	-
Mttos Anuales		\$ 3.828.167,00	\$ 3.954.113,69	\$ 4.084.204,03	\$ 4.218.574,35	\$ 4.357.365,44	\$ 4.500.722,77
Polizas	\$ 4.000.000,00	-	-	-	-	-	-
Subtotal Egresos	\$ 386.816.258,00	\$ 3.828.167,00	\$ 3.954.113,69	\$ 4.084.204,03	\$ 4.218.574,35	\$ 4.357.365,44	\$ 4.500.722,77
Ahorro consumo energía convencional		\$32.240.451,48	\$33.301.162,34	\$34.396.770,58	\$35.528.424,33	\$36.697.309,49	\$37.904.650,97
Subtotal Ahorros		\$32.240.451,48	\$33.301.162,34	\$34.396.770,58	\$35.528.424,33	\$36.697.309,49	\$37.904.650,97
VPN Egresos	\$ 464.199.881,12						
VPN Ahorros	\$ 574.151.534,23						
Relacion Beneficio-Costo	1,236862734						

Tabla 26. Flujo de caja con inversión, momento 7 a 13

	Momento 7	Momento 8	Momento 9	Momento 10	Momento 11	Momento 12	Momento 13
-	-	-	-	-	-	-	-
\$ 4.648.796,55	\$ 4.801.741,95	\$ 4.959.719,26	\$ 5.122.894,03	\$ 5.291.437,24	\$ 5.465.525,52	\$ 5.645.341,31	
-	-	-	-	-	-	-	-
\$ 4.648.796,55	\$ 4.801.741,95	\$ 4.959.719,26	\$ 5.122.894,03	\$ 5.291.437,24	\$ 5.465.525,52	\$ 5.645.341,31	
\$ 39.151.713,99	\$ 40.439.805,38	\$ 41.770.274,98	\$ 43.144.517,03	\$ 44.563.971,64	\$ 46.030.126,30	\$ 47.544.517,46	
\$ 39.151.713,99	\$ 40.439.805,38	\$ 41.770.274,98	\$ 43.144.517,03	\$ 44.563.971,64	\$ 46.030.126,30	\$ 47.544.517,46	

Tabla 27. Flujo de caja con inversión, momento 14 a 20

Momento 14	Momento 15	Momento 16	Momento 17	Momento 18	Momento 19	Momento 20
-	-	-	-	-	-	-
\$ 5.831.073,04	\$ 6.022.915,35	\$ 6.221.069,26	\$ 6.425.742,44	\$ 6.637.149,37	\$ 6.855.511,58	\$ 7.081.057,91
-	-	-	-	-	-	-
\$ 5.831.073,04	\$ 6.022.915,35	\$ 6.221.069,26	\$ 6.425.742,44	\$ 6.637.149,37	\$ 6.855.511,58	\$ 7.081.057,91
\$49.108.732,08	\$50.724.409,37	\$52.393.242,44	\$54.116.980,11	\$55.897.428,76	\$57.736.454,16	\$59.635.983,51
\$49.108.732,08	\$50.724.409,37	\$52.393.242,44	\$54.116.980,11	\$55.897.428,76	\$57.736.454,16	\$59.635.983,51

Tabla 28. Flujo de caja con inversión, momento 21 a 25

Momento 21	Momento 22	Momento 23	Momento 24	Momento 25
-	-	-	-	-
\$ 7.314.024,72	\$ 7.554.656,13	\$ 7.803.204,32	\$ 8.059.929,74	\$ 8.325.101,43
-	-	-	-	-
\$ 7.314.024,72	\$ 7.554.656,13	\$ 7.803.204,32	\$ 8.059.929,74	\$ 8.325.101,43
\$61.598.007,36	\$63.624.581,80	\$65.717.830,55	\$67.879.947,17	\$70.113.197,43
\$61.598.007,36	\$63.624.581,80	\$65.717.830,55	\$67.879.947,17	\$70.113.197,43

4.4.4. Interpretación Escenario 2

Este flujo asume que no habrá facturación de CODENSA, toda vez que el sistema será capaz de generar toda la energía consumida y transmitirla a la red eléctrica, logrando así compensar los costos con la energía transferida, lo que limitaría los flujos futuros a los costos de mantenimiento únicamente. (Es importante recordar que el sistema generará la energía únicamente para las luminarias del edificio). Adicionalmente, los gastos de mantenimiento se aumentan con el IPC anual.

Con base en lo anterior, el flujo queda constituido por la inversión inicial de \$386.816.284 COP (incluyendo el valor de las pólizas) en el momento cero y gastos adicionales a razón de mantenimientos anuales por el resto de la vida útil del equipo (25 años), estos aumentando paulatinamente según el IPC. Se observa en el valor presente neto de los egresos **\$464.199.881,12** COP, y un valor presente neto de ahorros de **\$574.151.534,23** COP.

De acuerdo a lo anterior se realizó un cálculo del indicador financiero relación costo-beneficio, este último con un resultado de 1,266862, teniendo en cuenta que este es superior a 1 es posible deducir que los ahorros son superiores a los egresos y que además de lograr recuperar la inversión inicial en ahorros este conlleva a una ganancia de 0.2668 pesos colombianos por peso invertido.

4.4.5. Análisis de Escenarios Iniciales.

Dado que éste proyecto no busca un retorno de inversión como financieramente se conoce, sino una eficiencia en el uso del recurso monetario, el análisis se basa en buscar un VPN bajo y una relación costo- beneficio positiva. En este sentido, los resultados se interpretan así:

El VPN nos permite ubicar en el mismo momento del tiempo (para este caso momento cero) las dos alternativas de inversión, de manera que, si la universidad no invierte en el sistema de energía fotovoltaico, estaría pagando \$109.951.653,11 más que sin inversión. Diferencia que se observa en la siguiente gráfica.

4.5. Castigo del modelo

Existe cierto nivel de incertidumbre en que el sistema tenga un funcionamiento de 100% que garantice que va a generar el 100% de la energía consumida, sin embargo, no se han podido identificar los factores que permitirían modelar este nivel de incertidumbre. Se indagó sobre el registro histórico de menor nivel de radiación sobre la zona de la universidad, sin embargo no fue posible obtener esa información, igualmente se indagó por algún indicador técnico del sistema que permitiera calcular su ineficiencia y tampoco se obtuvo. Por esta razón se determinó utilizar el supuesto de eficiencia del sistema así:

- a) Escenario Optimista: 100% de eficiencia, el mismo escenario 2. Con Inversión
- b) Escenario Más probable: 75% de eficiencia, es decir que dentro del flujo, se debería asumir un costo adicional del 25% por pago de consumo de energía.
- c) Escenario Pesimista: 50% de eficiencia, es decir que dentro del flujo, se debería asumir el 50% del costo de energía.

Tabla 30. Castigo del modelo

ESCENARIOS	VPN	CASTIGO	EFICIENCIA	RELACION COSTO-BENEFICIO
ACTUAL	\$ 574.151.534,23	N/A	N/A	N/A
CON INVERSION-OPTIMISTA	\$ 464.199.881,12	0%	100%	1,236862734
MAS PROBABLE	\$ 598.683.299,56	25%	75%	0,77536801
PESIMISTA	\$ 742.326.643,02	50%	50%	0,80649577

En la tabla 30 se observa el valor en pesos a pagar teniendo en cuenta el porcentaje de castigo del modelo. En el escenario pesimista se toma como base la recepción del 50% de la radiación solar con un valor total a pagar de \$742.326.643,02 COP, en el escenario llamado como más probable se analiza el modelo con una recepción del 75% de la radiación solar con un valor total a pagar de \$598.683.299,56, finalmente el escenario pesimista se observa una recepción del 50% solamente.

En relación al indicador financiero que está siendo determinante para el análisis (relación costo-beneficio), se observa que solamente si se tiene la recepción del 100% de energía el proyecto es viable, en los otros casos con un 75% y 50% de energía no supone un beneficio, debido a la interpretación del mismo con un resultado por debajo de 1.

5. Conclusiones

Luego de analizar los 4 escenarios desarrollados, se puede apreciar que únicamente, si el sistema tiene una eficiencia del 100%, es decir, cero fallas y ningún contratiempo, se podría suponer un beneficio en la disposición o uso del recurso financiero. No obstante, el nivel de incertidumbre que existe y que no fue posible precisar, con respecto a la eficiencia y la garantía de que el nivel de radiación se vaya a mantener en los niveles mínimos esperados, y que sin embargo se intentó modelar con los escenarios sujetos a castigo (pesimista y más probable) evidencian que en caso de falla en el sistema, se generará una pérdida de valor de la inversión.

6. Recomendaciones

Dado el nivel primario en el que se encuentra la incorporación de ésta tecnología en el país, que se aprecia en sus altos costos y la falta de información respecto a su real nivel de eficiencia, lo que genera un gran nivel de imprecisión en las estimaciones, se sugiere retomar el estudio con un compás de espera de al menos, 3 años, a fin de evidenciar la estabilización del sistema y poder contar con mayores criterios o parámetros que permitan afinar el modelo.

7. Anexos

7.1. Material fotográfico tipología de bombillos.

a) Lámpara de tubo largo



b) Circulares ahorradoras



c) Pequeñas incandescentes



d) Lámparas de tubo cortas



e) Reflectores estudio



f) Tubos de pared



g) Bombillos de escalera



h) Lámparas de tubo largo exterior




i) Lámpara especial de 4 tubos

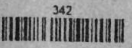



7.2. Facturas de energía.

a) Factura correspondiente a Mayo de 2010



CODENSA S.A. ESP. NIT. 830.087.249-0. Cra. 13A No. 93 - 66
www.codensa.com.co





CLIENTE
UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA
CL 172 NO 25 - 10
BOGOTÁ, D.C.
LA GRANJA NORTE

REPARTO ESPECIAL

INFORMACIÓN TÉCNICA
Poin: 2000 9 50 906 0007
Tipo de servicio: Comercial
Medidor No.: 46345
Circuito: TO15
Propiedad: Personal
Nivel de Tensión: 2

EM00852401 Estrato: 0
Medidor No.: 46345
Transformador: 43946TR1
Activo Conexión
Carga (kW): 225

Código de Retención LC
Anomalía: Facturación Normal
Lectura: Real
Red: Aerea
Nivel de Referencia: Nivel II

28.28 22.57 58.42 31.36 11.13 11.43 263.23 0.00

RESUMEN EJECUTIVO

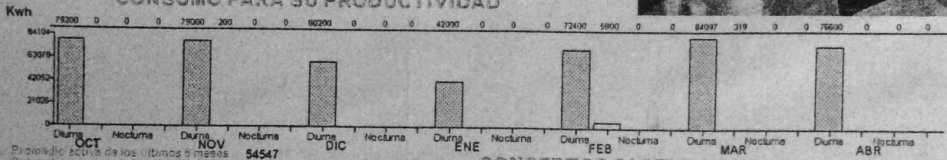
NÚMERO DE CUENTA: **0964005-1**
Código de número para pagos y consultas

Factura de Servicios Públicos No.: 196959239-7
Periodo facturado: 24 MAR/2010 A 23 ABR/2010
Tarifa más de facturación: MAR/2010
Fecha expedición: 27 Abr/2010
Proxima lectura del medidor: 24 MAY/2010

PAGO OPORTUNO 07 MAY/2010
TOTAL PAGAR \$20,163,910

Suspensión por no pago: 14 MAY/2010

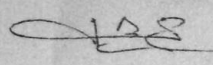
CONSUMO PARA SU PRODUCTIVIDAD



Consumo Activo: 283.2364 (Valor kWh x 79800 (Consumo en kWh))

¿POR QUÉ HACER UNA MEJOR GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN SU EMPRESA?

Concepto	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Factor	Energía Consumida	Energía Facturada	Precio unitario	VALOR
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	3260	2877	383	200	76800	76800	263.2364	\$20,163,908
CONSUMO REACTIVA SENCILLA	4959	4959	0	200	0	0	62.8191	\$0
CONSUMO DE ENERGIA								\$20,163,908
283.2364 (Valor kWh x 79800 (Consumo en kWh))								\$0
SUBTOTAL VALOR CONSUMO.....								\$20,163,908
AJUSTE DECENA RES. CREG 106-97(DES)								\$2
SUBTOTAL VALOR OTROS.....								\$2
TOTAL A PAGAR.....								\$20,163,910

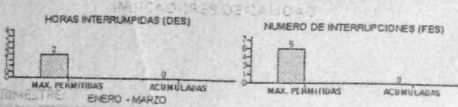


INFORMACION DE INTERES

Estimado Cliente:
La tarifa final es de \$283.2364 KWh
ESTE ES UN SERVICIO NORMAL

CU Opción Tarifaria: \$ 283.2364


IMPACTOS DE LA LEY



PAGO OPORTUNO
07 MAY/2010

AVISO DE SUSPENSIÓN
Apreciado Cliente, después del
14 MAY/2010
Si no ha recibido, no realice la suspensión del servicio


TOTAL A PAGAR
\$20,163,910




(4107707200914253(0020)0106400511969592397(3900)00000020163910

Can -
May 3/10

b) Factura correspondiente a Marzo de 2011



CODENSA S.A. ESP NIT: 830.037.348-0. Cra. 13A No. 93 - 86
www.codensa.com.co



CLIENTE
UNIV S/BUENAVENTURA
CL 172 NO 25 - 10
BOGOTÁ, D.C.
LA GRANJA NORTE

REPARTO ESPECIAL

RESUMEN EJECUTIVO

NÚMERO DE CUENTA **0964005-1**
Cite este número para pagos y consultas:

Factura de Servicios Públicos No. 221539898-4
Periodo facturado 21 ENE/2011 A 22 FEB/2011
Tarifa mes de facturación ENE/2011
Fecha expedición 24 Feb/2011
Próxima lectura del medidor 24 MAR/2011

PAGO OPORTUNO **04 MAR/2011**
TOTAL A PAGAR \$22,188,600
Suspensión por no pago **10 MAR/2011**

INFORMACIÓN TÉCNICA

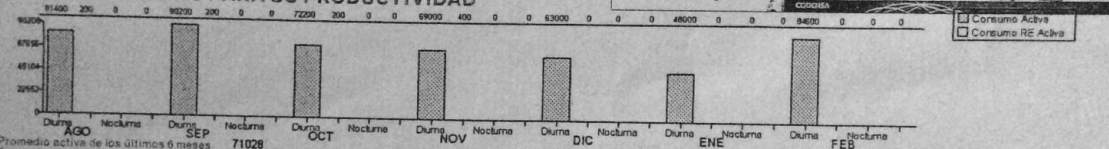
Ruta 2000 9 50 906 0007
Tipo de servicio: Comercial
Medidor No. 46345
Circuito TO15
Propiedad Personal
Nivel de Tensión 2

EM00652401
Estrato 0
Medidor No. 46345
Transformador 43946TR1
Activo Conexión
Carga (kW) 225

Código de Retención LC
Anomalia Lectura Normal
Lectura Real
Grupo 1
Red Subterránea
Nivel de Referencia Nivel II

C: 117.36 T: 21.01 D: 71.64 CV: 31.65 PR: 10.16 R: 10.43 CU: 262.27 CF: 0.00

CONSUMO PARA SU PRODUCTIVIDAD



Promedio activa de los últimos 6 meses 71028
Promedio reactiva de los últimos 6 meses 0

CONCEPTOS FACTURADOS

Concepto	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Factor	Energía Consumida	Energía Facturada	Precio unitario	VALOR
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	6298	6157	141	600	84600	84600	262.2766	\$22,188,600
CONSUMO REACTIVA SENCILLA	4967	4967	0	600	0	0	63.4820	\$0
CONSUMO DE ENERGIA								\$22,188,600
262.2766 (Valor kWh)x84600 (Consumo en kWh)								\$0
SUBTOTAL VALOR CONSUMO.....								\$22,188,600
TOTAL A PAGAR.....								\$22,188,600

Can. Feb 28/11.

INFORMACIÓN DE INTERÉS

Estimado Cliente:
La tarifa final es de \$262.2766 KWh

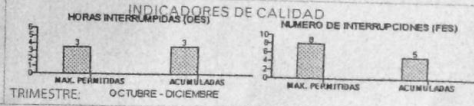
CU Opción Tarifaria: \$ 262.2766

INDICADORES DE CALIDAD

HORAS INTERRUPCIDAS (DES)

TRIMESTRE: OCTUBRE - DICIEMBRE

NUMERO DE INTERRUPCIONES (FES)




PAGO OPORTUNO **04 MAR/2011**

AVISO DE SUSPENSIÓN **10 MAR/2011**
Apreciado Cliente, después del 10 MAR/2011, si no ha cancelado, se realizará la suspensión del servicio.


TOTAL A PAGAR **\$22,188,600**

EL PAGO DE ESTA FACTURA NO ES EFECTUADO EN UNO DE LOS PUNTOS AUTORIZADOS POR CODENSA S.A. ESP. LA EMPRESA NO SE HACE RESPONSABLE.




(415)7707209914253(8020)01096400512215398984(3900)0000022188600

c) Factura correspondiente a Marzo de 2012

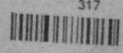


CODENSA S.A. ESP NIT.: 800.037.245-0. Cra. 13A No. 93 - 66
www.codensa.com.co



CLIENTE

UNIV S/BUENAVENTURA
KR 8 H NO 172 - 20
BOGOTÁ, D.C. - LA GRANJA NORTE
REPARTO ESPECIAL

317


INFORMACIÓN TÉCNICA
Ruta: 2000 9 50 906 0007 EM00852401 Estrato: 0 Código de Retención: LC
Tipo de Servicio: Comercial Medidor No. 46345 Anomalia: Facturación Normal
Circuito: TO15 Transformador: 43846TR1 Lectura: Real
Propiedad: Personal Activo: Conexión Grupo 1
Nivel de Tensión: 2 Carga (kW): 225 Red: Subterránea
G: 129.20T: 21.31 D: 77.79 CV: 32.75 PR: 6.75 R: 21.95 CU: 289.78 CF: 0.00 Nivel de Referencia: Nivel 1

RESUMEN EJECUTIVO

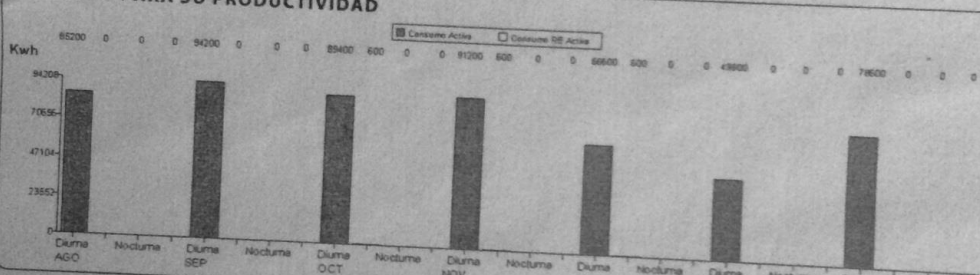
NÚMERO DE CUENTA **0964005-1**
Cite este número para pagos y consultas

Factura de Servicios Públicos No. 291493733-1
Período facturado 23 ENE/2012 A 21 FEB/2012
Tarifa mes de facturación ENE/2012
Fecha expedición 23/Febrero/2012
Próxima lectura del medidor 22 MAR/2012

PAGO OPORTUNO 01 MAR/2012
TOTAL A PAGAR \$22,673,850

Suspensión por no pago 07 MAR/2012

CONSUMO PARA SU PRODUCTIVIDAD




INFORMACIÓN DE INTERÉS

Estimado Cliente:
La tarifa final es de \$289.7552 kWh
ESTE ES UN SERVICIO NORMAL

Cant. Feb 24/2012


INDICADORES DE CALIDAD
HORAS INTERRUMPIDAS



CRO: 651.33 CPT: 82200.000
CRO: Costo de racionamiento CPT: Consumo promedio de trimestre
TRIMESTRE: J.A. - SEP

NÚMERO DE CUENTA
0964005-1

Factura de Servicios Públicos No.
291493733-1




(415)7707209914253(8020)01096400512914937331(3800)00000022673850

PAGO OPORTUNO 01 MAR/2012


AVISO DE SUSPENSIÓN 07 MAR/2012

TOTAL A PAGAR \$22,673,850

d) Factura correspondiente a Marzo de 2013



CODENSA
mucho más que energía




15 AÑOS
Viviendo con energía

CODENSA S.A. ESP NIT. 33031245-0, C.R. 13A No. 93 - 85
www.codensa.com.co

CLIENTE
UNIV S/BUENAVENTURA
KR 8 H NO 172 - 20
BOGOTÁ, D.C. - LA GRANJA NORTE
REPARTO ESPECIAL

837



INFORMACIÓN TÉCNICA
Ruta: 2000 9 50 963 0010 EM00852401 Código de Retención: LC
Tipo de Servicio: Comercial Estrato: 0 Anomalia: Facturación Normal
Medidor No. 46345 Medidor No. 46345 Lectura: Real
Circuito: T015 Transformador: 43946TR1 Grupo 1
Propiedad Personal: Activo: Conexión Red: Subterránea
Nivel de Tensión: 2 Carga (kW): 225 Nivel de Referencia: Nivel II

GI: 32.5392 T23.1184 D: 77.6967 CV: 33.9144 PR: 7.0731 R: 3.2538 CU: 277.5956 CP: 0.0000

RESUMEN EJECUTIVO

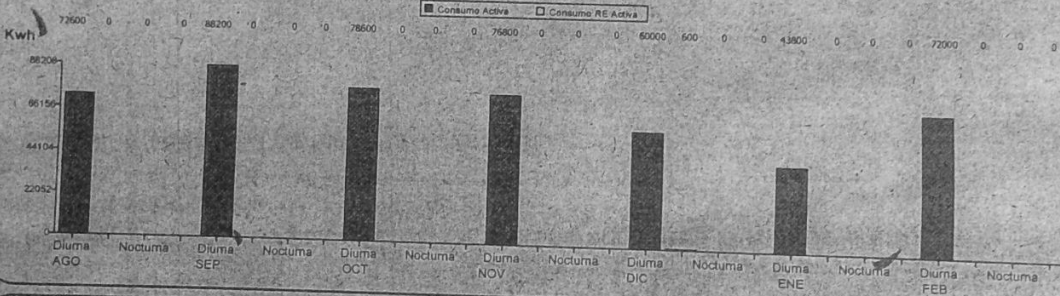
NÚMERO DE CUENTA **0964005-1**
Cite este número para pagos y consultas

Factura de Servicios Públicos No. 322753438-2
Período facturado 22 ENE/2013 A 21 FEB/2013
Tarifa mes de facturación ENE/2013
Fecha expedición 25/Febrero/2013
Próxima lectura del medidor 21 MAR/2013

PAGO OPORTUNO 04 MAR/2013
TOTAL A PAGAR \$19,965,470

Suspensión por no pago 08 MAR/2013

CONSUMO PARA SU PRODUCTIVIDAD



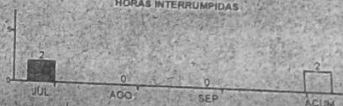
Mes	Período	Consumo Activo (Kwh)	Consumo RE Activo (Kwh)
AGO	Diurna	~66150	0
	Nocturna	0	0
SEP	Diurna	~88200	0
	Nocturna	0	0
OCT	Diurna	~78500	0
	Nocturna	0	0
NOV	Diurna	~76800	0
	Nocturna	0	0
DIC	Diurna	~60000	0
	Nocturna	0	0
ENE	Diurna	~43800	0
	Nocturna	0	0
FEB	Diurna	~72000	0
	Nocturna	0	0

INFORMACIÓN DE INTERÉS

Estimado Cliente:
La tarifa final es de \$277.5956 KWh
ESTE ES UN SERVICIO NORMAL

*En cumplimiento de la Resolución CREG 156/11 consultar www.codensa.com.co/resolucion156-11

INDICADORES DE CALIDAD
HORAS INTERRUMPIDAS




JUL: 2, AGO: 0, SEP: 0, ACLIX: 2

CRO: 667.2 CPT: 71800.000

TRIMESTRE: JUL - SEP
CRO: Costo de racionamiento CPT: Consumo promedio de trimestre


NÚMERO DE CUENTA
0964005-1




PAGO OPORTUNO 04 MAR/2013
AVISO DE SUSPENSIÓN 08 MAR/2013
TOTAL A PAGAR \$19,965,470

Factura de Servicios Públicos No. **322753438-2**
(415)7707209914253(8020)01096400513227534382(3900)00000019965470

e) Factura correspondiente a Marzo de 2014



CODENSA
mucho más que energía



CODENSA S.A. ESP NIT: 930.037.248-0 Cra. 13A No. 65-68
www.codensa.com.co

CLIENTE

UNIV S/BUENAVENTURA
KR 8 H NO 172 - 20

BOGOTÁ, D.C. - LA GRANJA NORTE

REPARTO ESPECIAL

RESUMEN EJECUTIVO

NÚMERO DE CUENTA **0964005-1**

Cre este número para pagos y consultas

Factura de Servicios Públicos No: 954999870-4
 Periodo facturado: 22 ENE/2014 A 24 FEB/2014
 Tarifa mes de facturación: ENE/2014
 Fecha expedición: 26/Febrero/2014
 Próxima lectura del medidor: 25 MAR/2014

PAGO OPORTUNO 05 MAR/2014

TOTAL A PAGAR \$36,941,210

Suspensión por no pago 11 MAR/2014

INFORMACIÓN TÉCNICA

Ruta: 2000 9 50 963 0010 EM00852401	Código de Retención: C
Tipo de Servicio: Comercial	Estrategia
Medidor No: 50419467	Medidor No: 50419467
Circuito: T015	Transformador: 43946TR1
Propiedad: Personal	Activo Conexión
Nivel de Tensión: 225	Carga (kW): 225
Gr: 12295 Tr: 1412 Dr: 0452	Cv: 0518 Pr: 3018 R: 4025 Cu: 275 1690 Cf: 0000

CONSUMO PARA SU PRODUCTIVIDAD



INFORMACIÓN DE INTERÉS

Estimado Cliente:
La tarifa final es de \$275.1590 KWh.
ESTE ES UN SERVICIO NORMAL.

"En cumplimiento de la Resolución CREG 156/11 consultar www.codensa.com.co/resolucion156-11"

INDICADORES DE CALIDAD
HORAS INTERRUMPIDAS



CRO: 690.12 CPT: 39145.000

TRIMESTRE: JUL - SEP
CRO: Costo de racionamiento CPT: Consumo promedio de trimestre

NÚMERO DE CUENTA

0964005-1



(415)7707209914253(8020)01095400513549998704(3900)06000036941210

PAGO OPORTUNO

05 MAR/2014

AVISO DE SUSPENSIÓN

11 MAR/2014

TOTAL A PAGAR

\$36,941,210

8. Bibliografía

8.1. Bibliografía primaria

Barbosa, J. T. (2010). Estudio para el uso de la tecnología solar fotovoltaica. *Ingeniería Solidaria*, Volumen 6. Numeros 10-11. Páginas 69-81.

Mosquera, P., & Merino, L. (2008). *Empresa y Energías Renovables*. Madrid: Fundación Confemetal.

Murcia, H. R. (2009). Desarrollo de la energía solar y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes*.

Vallejo, W. (2010). Estudio del Recurso Solar en la ciudad de Bogotá. *Revista Colombiana de Física*, Vol 42 No. 2.

Ramirez, E., & Cajigas, M. (2004). *Proyectos de inversión competitivos. Formulación y evaluación de proyectos de inversión con visión emprendedora estratégica*. Bogotá: Univ. Nacional de Colombia.

Romero, S. (2010). *Metodología para la formulación de proyectos de generación de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Suarez Vargas, D. A. (2013). *Evaluación de la radiación solar a partir de imágenes del satélite Goes*. Bogotá, Colombia.

8.2. Bibliografía Secundaria

Banguero, E. M. (2008). Dimensionamiento e Instalación de un Sistema Fotovoltaico Autónomo en el Municipio de Quibdó-Chocó. *Revista Colombiana de Física*, 441-443.

Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación, para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México, DF: Pearson.

Brigham, J., & F, E. (2005). *Fundamentos de Administración Financiera*. Madrid: Thomson.

Brusola, F. (1999). *Oficina y técnica de Proyectos*. Valencia: Camino de Vera.

Camino, R., & Muller, S. (1994). *La definición de Sostenibilidad, Las variables principales y bases para establecer indicadores*. Caracas.

Corona, E., & Talavera, J. (2008). *Código PGC y PGC de pymes*. Madrid: Wolters Kluwer España S.A.

Coss Bu, R. (2005). *Análisis y Evaluación de proyectos de inversión*. México: Limusa.

CNN Expansión. (12 de Junio de 2013). Japón quiere ser el 'imperio del sol'. *CNN*, págs. 1-1.

Experiencia y perspectivas en países más desarrollados. En *Desarrollo e implantación de energías renovables* (págs. 143-162).

F, A. (2005). *Marco Metodológico*.

Guibert Ucin, J. (2006). *Responsabilidad Social Empresarial, Competitividad y casos de buenas prácticas en pymes*. San Sebastián: Deusta Publicaciones.

Hurtado, I., & Toro, J. (2007). *Paradigmas y metodos de investigacion en tiempos de cambio*. Caracas: Cec, SA.

Krugman, P., & Wells, R. (2007). *Introduccion a la Economia: Microeconomia*. Barcelona: La Llagosta.

Leñero, J., Melgar, L., & Roberts, P. (1979). *Programa de Manejo de Proyectos*. San Jose: IICA.

Pardinas, F. (1993). *Metodologias y tecnicas de investigacion en ciencias sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Pereda, C. F. (16 de Marzo de 2013). Impulso a la energia solar en Estados Unidos. *El Pais Internacional*, págs. 1-1.

República de Colombia. (2001). *Ley 697*. Bogotá.

Rodriguez, H. (2011). *Colombia: Informe Final. Producto 1: Linea Base de las Tecnologías Energéticas. Producto 2: Estado del Arte*. Observatorio de Energías Renovables en América Latina y el Caribe.

Veiga, J. F. (2013). *Control de Gestion Empresarial*. Madrid: ESIC.

W.Best. (1982). *Como investigar en educacion*. Morata.

8.3. Estudios Críticos

Arenas, O. O. (2009). *Estudio técnico y financiero de implementación de paneles solares enfocado a centros comerciales*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Aristizabal, K., Rodríguez, A., & Cadena, J. (2011). *Estudio de la viabilidad técnica y económica de una instalación fotovoltaica en la Sabana de Bogotá*. Bogotá: Tesis (Ingeniero Eléctrico). Universidad de los Andes.

Garzon, F. M. (2011). *Estudio de factibilidad para instalar un sistema solar fotovoltaico en el Edificio RTV Ecuador*. Quito: Tesis.

Rivera, R. A. (2011). *Estudio de factibilidad del uso de energia solar en procesos de la gran mineria del cobre*. Santiago de Chile: Tesis.

8.4. Web grafía

(s.f.). Obtenido de http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/17_6912_tipos-de-investigacion-.pdf

Agency, IRENA. International Renewable Energy. (2013). *Renewable Energy Auctions in Developing Countries*. Recuperado el 01 de October de 2013, de IRENA webpage: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_energy_auctions_in_developing_countries.pdf

Antecedentes de Energia Solar Fotovoltica . (n.d.). From Energia Solar Fotovoltica: http://www.energia-solar-fotovoltica.info/2_Breve_Historia/2_Antecedentes_de_la_energia_solar_Fotovoltica.html

Banco de la republica. (1 de Enero de 2013). *Banco de la republica, banco central de colombia*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2014, de <http://www.banrep.gov.co/es/tes-pesos>

Banco de la republica. (1 de Enero de 2013). *Banco de la republica, Banco centyral de Colombia*. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de <http://www.banrep.gov.co/es/ipc#>

CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2013). *Construcción Sostenible*. Recuperado el 01 de Octubre de 2013, de CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/que-es>

CINU. Centro de Información de las Naciones Unidas. (2013). *CINU*. Recuperado el 01 de Octubre de 2013, de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/medio-ambiente-y-desarrollo-so/>

Colombia, E. C. (13 de Mayo de 2014). *Integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2014, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>

Dos Santos, A. E. (Junio de 2006). *El calentamiento global y sus consecuencias que afectan a los seres humanos*. Recuperado el 02 de Octubre de 2013, de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos36/calentamiento-global/calentamiento-global2.shtml>

Enciclopedia Financiera. (5 de 11 de 2013). Obtenido de Enciclopedia Financiera: <http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-de-descuento.htm>

Europa. (04 de Abril de 2011). *Europa. Síntesis de la legislación de la UE*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2013, de Protocolo de Kioto sobre el cambio climático. Decisión 2002/358/CE: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm

Fermosell, R. (Agosto de 2013). *Worldwatch Institute*. Recuperado el 05 de Octubre de 2013, de Las políticas de apoyo a las energías renovables aumentan a escala mundial: <http://www.worldwatch.org/system/files/SueloSolar-EnergyPolicyVSO-082013.pdf>

Gallopin, G. (Mayo de 2003). *Naciones Unidas. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Recuperado el 03 de Octubre de 2013, de CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/14256/lcl1864p.pdf>

Gerencie. (5 de 11 de 2013). Obtenido de Gerencie: <http://www.gerencie.com/estado-de-flujos-de-efectivo.html>

Grozdanic, L. (07 de Agosto de 2013). *Inhabitat. Design will save the world*. Recuperado el 01 de Octubre de 2013, de Germany Sets 23.9 GW Solar Power Generation Record!: http://inhabitat.com/germany-sets-another-solar-power-generation-record/#13806421898231&60212::resize_frame|78-151

Naciones Unidas. (04 de Agosto de 1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado el 02 de Octubre de 2013, de Documentos Oficiales de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>

Naciones Unidas. (2012). *Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas*. Recuperado el 04 de Octubre de 2013, de Que es la Sostenibilidad?: <http://www.un.org/es/sustainablefuture/sustainability.shtml>

Plan General Contable. (5 de 11 de 2013). Obtenido de Plan General Contable: <http://www.plangeneralcontable.com/?tit=flujos-de-efectivo-de-las-actividades-de-inversion&name=Glosario&op=content&tid=821>

Quintana, S. (08 de Marzo de 2012). *La República*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2013, de Colombia, un mercado con potencial energía solar.: http://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-un-mercado-con-potencial-en-energ%C3%ADa-solar_3773

SMA. (s.f.). *SMA Solar Technology*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de http://www.sma-america.com/en_US/products/grid-tied-inverters/sunny-tripower/sunny-tripower-12000tl-us-15000tl-us-20000tl-us-24000tl-us.html

SMA. (s.f.). *SMA Solar Tecnología*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://www.sma-iberica.com/es/productos/sistemas-de-monitorizacion/sunny-webbox-con-bluetooth.html>

Sun Power. (s.f.). *Sun Power*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://us.sunpower.com/>

Surface meteorology and solar energy. (Agosto de 2014). Obtenido de <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

Unam. (2013). *Metodos de investigacion*. Obtenido de <http://www.psicol.unam.mx/Investigacion2/pdf/METO2F.pdf>

United Nations. (s.f.). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2013, de Protocolo de Kyoto.: http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php

UnWater. (2013). *unwater.org*. Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/water_scarcity.pdf

Victron energy blue power. (s.f.). *Victron Energy*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://www.victronenergy.com.es/inverters-chargers/quattro>

Victron energy. (s.f.). *Victron Energy Blue Power*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf>