

## **RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN**

**--RAI--**

DETERMINAR LA VIABILIDAD TECNICO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICO UBICADO EN LA TERRRAZA DE LA PCH LA NAVETA EN APULO CUNDINAMARCA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS SERVICIOS ESENCIALES Y AUXILIARES.

---

CASTRO, Freddy; GERENAS Juan; MORANTES Gladys

### **PALABRAS CLAVE**

Energía solar (E81.15 C164), fuente de energía renovable, recursos naturales.

### **DESCRIPCION**

El objetivo del proyecto fue determinar la viabilidad técnico-económica para el suministro de energía eléctrica a una pequeña central hidroeléctrica en el municipio de Apulo Cundinamarca, por medio de la ejecución de un sistema solar fotovoltaico. Se tomó como referencia para el estudio la Información básica del recurso solar que incide en zona del proyecto, con los datos suministrados por el IDEAM, lo cual arroja una radiación solar global de entre 4.5 KWh/m<sup>2</sup> – 5.0 KWh/m<sup>2</sup>. Se deduce de los resultados que el sistema tiene la suficiente potencia eléctrica para suplir la necesidad energética de los servicios esenciales y

auxiliares, pues es necesario la instalación de 122 módulos solares.

### **FUENTES**

Se consultaron un total de 18 referencias bibliográficas de páginas web, libros y artículos donde se aborda temas sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, energías renovables, sistema de generación fotovoltaico y evaluación financiera de proyectos.

### **CONTENIDO**

En el marco teórico de la investigación se dirige a la evaluación financiera y técnica de proyectos de energía solar fotovoltaica describe un proceso en el cual se estudia la precisión técnica que se tiene del análisis del recurso energético más viable en términos financieros.

Se intenta identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con

la finalidad de coadyuvar a decidir la alternativa fotovoltaica es adecuada. Teniendo en cuenta la cantidad de radiación solar en un territorio específico en la tierra. Esta porción de radiación utilizable para ser transformada en energía útil en un sector depende de diversos factores: posición del sol en el cielo, que es diversa todos los días y todos los años; escenarios atmosféricos generales y del clima en el instante de la región; altura sobre el nivel del mar y el período del año. Se tomaron mapas de radiación global sobre una superficie plana en el territorio colombiano: es una colección de 14 mapas que instruyen una aproximación de promedios anuales diarios de la cantidad de radiación solar que llega por metro cuadrado de zona horizontal sobre el espacio colombiano.

Teniendo en cuenta los parámetros aplicados, el resultado final de la investigación es que el promedio multianual de la radiación solar global en esta zona está entre  $4.5 \text{ KWh/m}^2 - 5.0 \text{ KWh/m}^2$ , para lo cual se utilizarán 122 módulos solares.

## **METODOLOGIA**

Con el fin de obtener una adecuada documentación se recopilará información

de diversas fuentes tales como libros, artículos, tesis y páginas web sobre los conceptos relacionados los sistemas de generación eléctrica fotovoltaicos sincronizados a la red y todo lo que conlleva en cuanto a elementos para la evaluación financiera. Esta información será usada para la realización de la evaluación técnica y financiera de un sistema solar fotovoltaico en la terraza de la PCH LA NAVETA.

1. Definir los parámetros de diseño mínimos para satisfacer la demanda máxima de los servicios auxiliares y esenciales.

2. Definir la viabilidad del proyecto desde el punto de vista técnico y económico para un sistema de generación solar fotovoltaica ubicado en la terraza de la PCH LA NAVETA para el suministro de energía eléctrica de los servicios esenciales y auxiliares.

## **CONCLUSIONES**

Por medio del desarrollo de esta investigación, se pretende determinar la viabilidad técnica y financiera para el montaje de un sistema de generación fotovoltaico en la terraza de la PCH LA NAVETA que pueda alimentar las cargas auxiliares y esenciales y que además

pueda inyectar esta energía al sistema interconectado nacional, esto como medio imprescindible para el desarrollo del uso de energías renovables no convencionales y con el fin de mostrar la alta eficiencia de estos procesos.

Se concluye que el recurso solar en esta zona está en el rango de 4.5 – 5.0 KWh/m<sup>2</sup>. Se ve en los mapas de radiación un comportamiento uniforme durante el transcurso del año, lo que es muy benéfico para la generación solar por la continuidad de su fuente energética.

Los resultados de memoria de cálculos por dimensiones del sistema son específicos para la generación de 100 KWh en la PCH LA NAVETA teniendo en cuenta que el sistema se puede ampliar pues se instalan 122 módulos solares pero se tiene capacidad de instalación de más de 350 paneles solares.

Es una alternativa que implica un menor costo de inversión, administración y mantenimiento.

Este proyecto apunta al aprovechamiento de los recursos naturales de energías limpias como lo es la radiación de la zona y aportando a futuros sectores con características similares.

Contribuye a la disminución de contaminación ambiental y la reducción de amenaza a la capa de Ozono. Reduciendo el efecto invernadero.

Partiendo de los resultados que se obtienen en el análisis financiero se finiquita con la aplicación de conceptos para la toma de decisiones financieras dando muestras de alta rentabilidad mostrando que el proyecto es atractivo desde el punto de vista financiero.

Desde el punto de vista técnico el proyecto es viable y se puede expandir para aumentar su capacidad de generación e inyección al sistema interconectado nacional.

**DETERMINAR LA VIABILIDAD TECNICO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE  
GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICO UBICADO EN LA TERRRAZA DE LA  
PCH LA NAVETA EN APULO CUNDINAMARCA PARA EL SUMINISTRO DE  
ENERGIA ELECTRICA DE LOS SERVICIOS ESENCIALES Y AUXILIARES.**

**FREDDY ORLANDO CASTRO RIVERA**

**JUAN PABLO GERENAS PALLARES**

**GLADYS YANNETH MORANTES PUERTO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**GERENCIA DE PROYECTOS**

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I**

**NOVIEMBRE – 2018**

**DETERMINAR LA VIABILIDAD TECNICO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICO UBICADO EN LA TERRRAZA DE LA PCH LA NAVETA EN APULO CUNDINAMARCA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS SERVICIOS ESENCIALES Y AUXILIARES.**

**FREDDY ORLANDO CASTRO RIVERA**

**JUAN PABLO GERENAS PALLARES**

**GLADYS YANNETH MORANTES PUERTO**

**TRABAJO DE GRADO**

**DIRECTOR: RONALD ROJAS ALVARADO**

**PH.D. GESTIÓN DE EMPRESAS**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC**

**GERENCIA DE PROYECTOS**

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN I**

**NOVIEMBRE – 2018**

## Contenido

<b>Introducción</b>	
<b>2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Preguntas de investigación</b>	<b>5</b>
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Objetivo General</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>6</b>
<b>4 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>5 MARCO REFERENCIAL</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Antecedentes</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Marco Conceptual</b>	<b>17</b>
<b>5.3 Marco Teórico</b>	<b>21</b>
5.3.1 Evaluación financiera de proyectos de inversión:	21
5.3.2 Flujo de fondos:	22
5.3.3 Punto de vista de la evaluación financiera.	22
5.3.4 Fuentes de información para la construcción de un flujo de fondos:	23
5.3.5 Normas para la construcción de un flujo de fondos	24
5.3.6 Presentación de un flujo de fondos	26
5.3.7 Los costos	27
5.3.8 Los impuestos sobre la renta y los rubros asociados	30
<b>5.4 Criterios para la toma de decisiones</b>	<b>32</b>
5.4.1 Selección y ordenamiento del proyecto	32
5.4.2 Valor presente neto (VAN) como criterio para toma de decisiones	32

5.4.3	Tasa interna de retorno TIR	34
5.4.4	Tasa interna de retorno ajustada TUR	36
5.4.5	Relación beneficios costos	37
5.4.6	Periodo de recuperación	37
<b>5.5</b>	<b>Energías renovables</b>	<b>38</b>
5.5.1	Explotación de las energías renovables	39
5.5.2	Energía solar	41
5.5.3	Energía solar fotovoltaica	58
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>64</b>
<b>6.1</b>	<b>Etapa 1. Documentación.</b>	<b>64</b>
<b>6.2</b>	<b>Etapa 2. Diseño del sistema solar fotovoltaico.</b>	<b>64</b>
<b>6.3</b>	<b>Etapa 3. Definir la viabilidad técnica y económica del proyecto</b>	<b>65</b>
<b>6.4</b>	<b>Etapa 4. Resultados de la Investigación.</b>	<b>66</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>85</b>

## Introducción

La economía del mundo en la actualidad depende de los recursos energéticos no renovables o mejor conocidos como combustibles fósiles, entre ellos los más usados son el petróleo, el carbón, el gas natural y en algunos países de Europa y Asia los combustibles nucleares.

Estos recursos tienen disponibilidad en altas cantidades que finalmente son estimadas como cuantiosos, pero no infinitas. Por diferentes situaciones económicas, políticas y ambientales que se derivan en torno a estos recursos se ha encontrado la evolución al inicio del uso de energías que tengan un carácter renovable y que de forma inmediata se relacione en la disminución de emisiones de efecto invernadero, que en consecuencia se traduce en la atenuación del cambio climático que actualmente se ha acentuado en el planeta.

Los recursos renovables se pueden encontrar en la naturaleza, en ciclos naturales que son considerados como inagotables, entre se destacan: el viento, la luz solar, la biomasa y la fuerza del agua. Esto se debe a la gran cantidad de energía que brindan o en su defecto porque tienen la propiedad de restablecer su estado de forma natural.

Colombia es privilegiada por el lugar geoespacial en el que se encuentra, ya que por esto tiene grandes potencias en recursos de energía renovables como son: el Sol que de forma continua están presente durante el transcurrir del año, viento en algunas zonas específicas, pequeñas centrales hidroeléctricas o PCH a lo largo de las grandes fuentes hídricas con especiales caídas por la topografía de sus tierras, biomasa, los océanos y finalmente geotérmica que la podemos encontrar cerca a algunos volcanes activos; esto nos muestra la



gran diversidad que se tiene en la matriz energética y que en este momento no se está aprovechando.

Siendo la energía solar fotovoltaica, de interés para las ciencias, hace que en este nivel la investigación juegue un papel importante como alternativa de generación de innovación.

El presente documento, plantea un proyecto de investigación, en donde se implementa la generación de energía con un sistema solar fotovoltaico, el cual alimentara cargas eléctricas de una pequeña central hidroeléctrica.

## 1 Descripción del Problema

Es indudable que de todos los recursos energéticos presentes en el planeta Tierra; es el sol uno de los más relevantes, ya que se encuentra de forma ilimitada siendo su energía renovable, no emite gases invernadero y lo más importante para sistemas de emergencia, su operación es fiable, lo que hace que sea adecuado para alimentar cargas esenciales de servicio continuo y de incidencias importantes. Esto evita pérdidas económicas, de producción y garantiza continuidad en sistemas que lo requieran.

De acuerdo con lo anterior, se concibe que en el transcurso productivo de la PCH La Naveta se presentan procesos que requieren energía eléctrica continua, para así evitar contrariedades que se pueden exhibir en la marcha operativa, como recalentamiento de piezas, desprogramación de software, des calibración de condiciones e instrumentación o limitación en protecciones eléctricas y mecánicas de la central, entre otros.

Teniendo en cuenta estas condiciones, se deriva la importancia de tener un sistema de respaldo energético confiable cuando se presente una ausencia de tensión en la red principal o ante una salida de generación imprevista. Es en este punto en donde los sistemas solares toman importancia. Los paneles solares son resistentes y duraderos, con una larga vida útil avalada por amplias garantías, la duración estimada de un módulo fotovoltaico es de 30 años, además, el rendimiento de los paneles solares es muy alto, produciendo por encima del 80% de su potencial inicial después de 25 años, lo que hace de la fotovoltaica una tecnología muy interesante y fiable a largo plazo (IBC SOLAR, versión 17.01.2013). Los paneles solares no requieren prácticamente de ningún mantenimiento y su instalación es muy sencilla, agregando además beneficios en aspectos ambientales al ser

una fuente sostenible, eficiente y respetuosa con el medio ambiente, contribuyendo a reducir las emisiones nocivas de CO<sub>2</sub> cumpliendo con la política ambiental de IAC ENERGY S.A.S. E.S.P. dueña y operadora de la PCH La Naveta.

En cierre, se localiza la importancia del perfeccionamiento del estudio del potencial de energía solar presente en la PCH La Naveta, para fijar la viabilidad del proyecto en asuntos económicos y ambientales tangibles y así comprobar el ahorro energético y de CO<sub>2</sub> que se consigue en su totalidad. Por supuesto teniendo como premisa la fiabilidad del proceso al dejar de utilizar un grupo electrógeno diésel para ser sustituido por un sistema que no produce ruido, no tiene rozamiento, no necesita combustibles fósiles y no necesita de grandes mantenimientos.

## **1.1 Preguntas de investigación**

¿Qué recurso energético utilizar para suministrar la energía eléctrica que necesitan los servicios auxiliares y esenciales de la PCH LA NAVETA?

¿El recurso energético que se selecciona cumple con la política ambiental de IAC ENERGY?

¿La tecnología que se elige es viable desde el punto de vista técnico y económico?

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Determinar la viabilidad técnico-económica para el suministro de energía eléctrica a los servicios auxiliares y esenciales de la PCH LA NAVETA por medio de la ejecución de un sistema solar fotovoltaico instalado en la terraza de casa de máquinas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 1.** Analizar literatura especializada sobre evaluación financiera y técnica de proyectos fotovoltaicos.
- 2.** Identificar las etapas técnicas necesarias para la generación fotovoltaica híbrida en la PCH LA NAVETA
- 3.** Definir los parámetros de diseño mínimos para satisfacer la demanda máxima de los servicios auxiliares y esenciales.
- 4.** Definir la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico y técnico para un sistema de generación solar fotovoltaica ubicado en la terraza de la PCH LA NAVETA para el suministro de energía eléctrica de los servicios esenciales y auxiliares.

### 3 Justificación

La investigación planteada contribuirá al uso de energía solar fotovoltaica en metodologías híbridas de abastecimiento de energía, diferenciada por no producir externalidades negativas al medio ambiente en el momento de generar electricidad y lograr la sustitución de grupos electrógenos Diésel que no cumplen con la política ambiental de IAC ENERGY para alcanzar la meta de cero emisiones de CO<sub>2</sub>

También se resalta la posibilidad de aplicar la Ley 1715 de 2014 “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema Energético Nacional” para así orientar las políticas públicas con los beneficios tributarios y lograr el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el Gobierno Nacional.

Esta investigación estimula la inversión, investigación y perfeccionamiento para producir y usar energía por medio de recursos renovables al promover los beneficios económicos para el sector privado lo que mejora las perspectivas de estas tecnologías integrándola en la matriz energética y logrando su diversificación dejando la dependencia predominante del agua y la posibilidad de racionamiento o alza en los precios al estabilizar los costos de suministro.

El desarrollo de esta investigación es la base en la que los propietarios de la PCH LA NAVETA se apoyaran al momento de tomar la decisión sobre instalar un sistema solar fotovoltaico como solución al problema que se presenta actualmente descrito en el apartado 1 en la descripción del problema, pues deben contar con información suficiente previo a realizar una inversión de tal magnitud como es la requerida para aplicar energía solar fotovoltaica.

El presente proyecto de grado interesa a los propietarios de la PCH LA NAVETA y a la industria que desean implementar sistemas similares y cuentan con condiciones para el desarrollo de generación hibrida, igualmente es interesante para la CORPORACION UNIVERSITARIA UNITEC por fortalecer sus investigaciones en energías renovables mejorando la calidad en los procesos educativos.

## 4 Marco Referencial

### 4.1 Antecedentes

El uso sin vigilancia de los recursos energéticos contaminantes para la obtención de electricidad, han causado magnas dificultades ambientales en el planeta. Con el fin de aminorar estos efectos desfavorables, los actuales años se han invertido esfuerzos en la indagación y alicientes para el uso de energías sostenibles, entre ellas y una de las más manipuladas por su gran potencial se encuentra la energía solar fotovoltaica, la cual ha ido acrecentando su uso gracias a los avances en los métodos para atrapar y convertir la energía, causando que la tecnología tenga una mayor viabilidad comercial<sup>1</sup>.

La propensión científica muestra significativos desarrollos jalonados por regiones como Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, China, Taiwán y Canadá, siendo estas las que gestionan mayor cantidad de patentes que desde el 2013 hasta el 2016 se totalizan en 12803 patentes denominadas “Concepto Único” dentro del universo total de patentes.

***Tabla 1 principales solicitantes de patentes- Universo***

Empresa	Número de Patentes
COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE	331
STATE GRID CORP CHINA	300
FIRST SOLAR INC	254
IBM	209
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LCC	193



SUNPOWER CORP	172
SOLEXEL INC	132
3M INNOVATIVE PROPERTIES CO	128
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	102
CENTRE NAT RECH SCIENT	100

*Fuente: 1 UPME*

A través de la tabla 2 se relacionan diversas investigaciones que abordan el área objeto de estudio.

**Tabla 2 Antecedentes**

<b>Autor / año</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Método</b>	<b>Resultado</b>	<b>Conclusión</b>
Universidad Autónoma de Occidente / 2007	Implementar sistema solar fotovoltaico en el campus de la universidad	Próspero en el Conjunto de Investigación de Energías (GIEN) de la institución, quienes instalaron alrededor de 638 paneles solares aprovechando los techos de los parqueaderos del ala sur de la universidad,	Generar el 5% del consumo energético total.	Se pueden utilizar los espacios de parqueo y diferentes zonas sociales que están desperdiciando el potencial energético del sol para generar parte

				del autoconsumo.
Universidad Nacional de Colombia / 2007	Montaje de un sistema solar fotovoltaico de 1000 Wp conectado a la red.	Se inicia a partir del año 2007 instalando un sistema solar fotovoltaico de 1000 Wp en el edificio integrado de sistemas fotovoltaicos. Para la instalación y la operación de este sistema se basaron en las normas IEEE 929-2000 para cumplir con los parámetros de calidad de la energía.	La universidad ha fortalecido el proyecto con un software de desarrollo y monitoreo de temperatura ambiente, radiación solar entre otros que controlan la interfaz de todo el sistema y sirve también para el análisis académico.	Se inyecta 1000W a la red aprovechando la ley 1715 de 2014

Cindy Yocely Guevara Agudelo y María Lorena Pérez Calderón / 2015	Trabajo de investigación del uso de energías alternativas analizando su viabilidad económica de un sistema solar fotovoltaico en una granja de Melgar Tolima	Proyecto de investigación aludiendo a información técnica del IDEAM y adelantando enfoques prácticos de la evaluación financiera de proyectos.	Se puede realizar conexión de energía solar fotovoltaica en la zona rural de Melgar Tolima,	Resulta muy costoso suministrar energía solar fotovoltaica de forma aislada, por la necesidad y la problemática de almacenar la energía para el suministro en la noche. A diferencia si se logra realizar un montaje conectado a la red.
Ciel & Terre /2017	Realizar montaje y pruebas de funcionamiento de islas flotantes en las	Este plan es una iniciativa piloto para añadir generación fotovoltaica a la presa	Se construye isla flotante en el embalse de la	respaldan a los embalses como sitio favorito para sus

	represas más grandes del mundo como soporte energético en momentos de estiaje e iniciar la generación híbrida de forma industrial y a gran escala.	hidroeléctrica en el norte de Portugal. Los paneles solares están situados en una isla flotable y permite a la planta de generación ahorrar energía hidroeléctrica para competir en los momentos de máxima demanda.	hidroeléctrica de Portugal, logrando de forma exitosa el aumento del 10 % de la generación en los picos de demanda y bajo caudal de agua.	servicios, ya que estiman que cubriendo el 10% de la superficie de las 50 represas más grandes de la tierra se añaden 400 GW de capacidad de energía solar
Universidad Nacional de San Martín y la Universidad de la Rioja / 2017	Montaje de planta piloto de bombeo para generación hidroeléctrica, suministrando la energía eléctrica para las bombas por medio de energía solar fotovoltaica.	Por medio de una planta solar fotovoltaica piloto plantean bombear agua desde un depósito inferior a un depósito superior en la montaña. Después por medio de una turbina hidráulica se producirá energía	Se demuestra desde un ámbito educativo, como la energía solar puede ser utilizada para la generación híbrida con un proceso de	Se pueden utilizar de forma híbrida diferentes tecnologías de generación, aprovechando el o los recursos más favorables presentes en la

		<p>eléctrica. Se resalta que el objetivo del proyecto es la demostración académica por tal motivo es una planta piloto, a escala y que puede tener rangos de aplicación más grandes</p>	<p>aumento en la cabeza hidráulica para así ser turbinada.</p>	<p>zona de influencia.</p>
<p>La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas.</p> <p>Jhonnatan Gómez-Ramírez, Jairo D. Murcia-Murcia, Iván Cabeza-Rojas</p>	<p>En donde ellos determinan “El objetivo de este trabajo es mostrar y analizar en cuanto a: el aprovechamiento, los beneficios, que tan favorable es la ubicación geográfica de Colombia, en que zonas se ha invertido más en estas tecnologías, que</p>	<p>Este artículo se hizo entre el tiempo comprendido del 3 de agosto de 2016 al 27 de octubre de 2017.</p> <p>En la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Para Estudiantes de Pregrado en Ingeniería Mecánica.</p>	<p>Se encuentra un compendio interesante de información técnica, normativa y económica de la utilización de la generación solar fotovoltaica</p>	<p>No se utilizan estos tipos de tecnologías por el desconocimiento de sus beneficios técnicos y económicos a pesar de las instituciones que poseen gran</p>

<p>Facultad de Ingeniería Mecánica Universidad Santo Tomás Carrera 9 N.º 51 - 11, Bogotá Colombia</p>	<p>zonas cuentan con mayor potencial solar (recurso solar - radiación) y porque no se ha extendido en todo el país esta fuente de generación renovable. Además, se divulgarán fondos e instituciones de apoyo financiero y técnico, instituciones y políticas que regulan la solar FV, normativas, leyes e incentivos tributarios, proyectos puestos en marcha y en planeación, inversiones hechas en el tema, empresas comercializadoras, las aplicaciones que</p>		<p>en las diferentes zonas geográficas de Colombia, identificando los puntos fuertes de cada una de ellas y recomendando o el material acorde a la radiación del lugar. Finalmente es interesante el enfoque social que se adopta mostrando que la falta de políticas</p>	<p>información a usar en el desarrollo de métodos fotovoltaicos.</p>
---	---	--	---	--

	<p>se pueden llevar a cabo por medio de sistemas fotovoltaicos, el desarrollo de esta tecnología en el país y las pautas que se deben tener en cuenta al invertir en esta fuente de generación, para de esta manera mejorar la eficiencia energética, dar a conocer la misma y motivar a los Colombianos en emigrar a esta fuente de generación de carácter renovable.”</p>		<p>activas en los temas de energías renovables causo gran atraso en la expansión de estas tecnologías.</p>	
--	---	--	--	--

## 4.2 Marco Conceptual

A través de la tabla 3 se presentan algunas definiciones de los términos abordados en el presente trabajo.

**Tabla 3 Marco conceptual**

<b>Término</b>	<b>Definición</b>	<b>Fuente</b>
<b>Desarrollo Sostenible</b>	“Aquel desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, por lo menos en las mismas condiciones de las actuales”.	Ley 1715 de 2014
<b>Eficiencia Energética</b>	“Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles. A través de la eficiencia energética se busca obtener el mayor	Ley 1715 de 2014



	<p>provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables.</p>	
<b>Energía renovable</b>	<p>Energía que se obtiene con fuentes que se proponen a sí mismas en breve plazo y por acción de la naturaleza”.</p>	<p>(Vargas-hidalgo, 2007)</p>
<b>Energía no renovable</b>	<p>Son aquellas que existen de forma limitada en la naturaleza y <b>se agotan cuando se van utilizando</b>. Las más comunes son el carbón, petróleo, el gas natural y el uranio.</p>	<p>(Vargas-Hidalgo, Rafael. Energía nuclear y energía renovable: ¿qué conviene a Chile?, Ediciones Chile América CESOC, 2007., pág. 143)</p>
<b>Energía solar</b>	<p>Se llama así a las diversas tecnologías que permiten transformar la radiación solar en</p>	<p>(Vargas-Hidalgo, Rafael. Energía</p>

	energía útil. Actualmente se usa principalmente como energía térmica (calentamiento del agua), fotovoltaica (electricidad) y desalinización del agua del mar.	nuclear y energía renovable: ¿qué conviene a Chile?, Ediciones Chile América CESOC, 2007., pág. 143)
<b>Excedente de energía</b>	La energía sobrante una vez cubiertas las necesidades de consumo propias, producto de una actividad de autogeneración o cogeneración.	Ley 1715 de 2014
<b>Fotovoltaica</b>	Producción de electricidad usando la energía solar que se capta por paneles, módulos o colectores.	(Vargas-Hidalgo, Rafael. Energía nuclear y energía renovable: ¿qué conviene a Chile?, Ediciones Chile América CESOC, 2007., pág. 144)
<b>Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER)</b>	“Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños	Ley 1715 de 2014

	aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME”	
<b>Gestión eficiente de la energía</b>	“Conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta a la demanda”	Ley 1715 de 2014
<b>Panel solar</b>	“Es un elemento que permite usar los rayos del sol como <b>energía</b> . Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo”.	<a href="https://definicion.de/panel-solar/">https://definicion.de/panel-solar/</a>
<b>Recursos energéticos</b>	son los medios o recursos que nos ofrece la naturaleza, y a partir de los cuales, mediante un proceso industrial, se obtiene alguna forma de energía que puede ser directamente utilizada por el consumidor o por alguna actividad productiva	<a href="https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/recursos-energeticos.php">https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/recursos-energeticos.php</a>

### 4.3 Marco Teórico

La evaluación financiera y técnica de proyectos de energía solar fotovoltaica describe un proceso en el cual se estudia la precisión técnica que se tiene del análisis del recurso energético más viable en términos financieros. El objetivo de la evaluación técnico-económica es tratar de disminuir la incertidumbre en una inversión de montos considerables.

#### 4.3.1 Evaluación financiera de proyectos de inversión:

La siguiente definición es tomada del blog: todo sobre proyectos de Thomson en el cual se considera como aquel ejercicio teórico mediante el cual “se intenta identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente. Se realiza en proyectos desde la perspectiva del objetivo de generar rentabilidad financiera y juzga el flujo de fondos generado por el proyecto. (eafit, s.f.). Esta evaluación es pertinente para determinar la llamada "Capacidad Financiera del proyecto" y la rentabilidad de Capital propio invertido en el proyecto.”

Se obtiene de la evaluación financiera tres aspectos importantes:

Identificar hasta qué punto el ejecutor puede cubrir los costos para así diseñar el plan de financiamiento.

Tantea la rentabilidad de la inversión.

$$\text{Rentabilidad de la inversión} = \text{Utilidad} \frac{\text{Neta}}{\text{Patrimonio Neto}}$$

Brindar la suficiente información para realizar un cotejo con otras alternativas de inversión.  
(Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### **4.3.2 Flujo de fondos:**

El flujo de fondos es un reporte que nos presenta las entradas y salidas de dinero de una organización durante un período de tiempo. Los ingresos y egresos provienen de varias fuentes. Un flujo de fondos positivo es más dinero entrando que saliendo y un flujo negativo es menos entrando que el necesario para cubrir los gastos del negocio.

Objetivos:

Determinar la viabilidad financiera del proyecto o de la empresa

Definir si la empresa o el proyecto bajo análisis tienen capacidad de generación de valor.

Analizar la liquidez del proyecto.

Analizar los efectos que tendría la financiación en la rentabilidad y liquidez del proyecto.

(zona económica, 2018).

#### **4.3.3 Punto de vista de la evaluación financiera.**

Este concepto es definido en el blog Thomson en tipos de evaluación financiera, 2009 “El evaluador financiero tiene que especificar claramente el punto de vista desde el cual está analizando el proyecto y por lo tanto la rentabilidad que se intenta determinar, por ejemplo, analizar el punto de vista y la rentabilidad:

- De la entidad ejecutora, al de la entidad financiadora
- El de los accionistas
- El del gobierno

- El de la sociedad como un todo.

Desde cada una de las perspectivas el proyecto generará diferentes ingresos e implicará diferentes costos. Lo que son costos desde un punto de vista, pueden ser ingresos desde otros, por ejemplo, los impuestos cargados a la importación de materias primas son costos para los ejecutores del proyecto y representan ingresos atribuibles al proyecto, desde el punto de vista del gobierno”. (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### **4.3.4 Fuentes de información para la construcción de un flujo de fondos:**

La evaluación financiera para un proyecto exige un flujo de caja seguro, con las cantidades y producción de servicios verídicos y confiables, que sea proyectado con condiciones financieras.

No se debe esperar etapas avanzadas del proyecto para planear e implementar estrategias de monitoreo y documentación del proyecto. Debe realizarse en el desarrollo, operación y mantenimiento desde el inicio del proyecto.

Los estudios preliminares al proyecto generan gran parte de la información que se utiliza en una evaluación financiera, como lo son los estudios técnicos y diseño del proyecto aportan datos sobre cantidades producidas e insumos requeridos. Se supone ausencia de tendencias inflacionarias.

El evaluador financiero necesita especificar: precios, tasa de interés, tasa de cambio en el momento de iniciar un proyecto. “Un riguroso análisis de los posibles cambios que podrán

ser causados por el proyecto, para esto se requiere información estadística sobre mercados libres y oficiales, nacionales e internacionales, además de informes de los productores, comerciantes, exportadores e importadores”

Sólo la información de varias fuentes el evaluador afirmar cuál es el precio relevante de cada producto.

Según el Flujo de fondos financieros de Jony Yunda, s.f. dice que: “Los ingresos y costos financieros son calculados con base en datos confiables sobre las condiciones de los préstamos y otras transacciones financieras, así como sobre el valor de la tasa interés. Nuevamente, la recolección de esta información exige consultar con múltiples fuentes. El dinamismo y las condiciones de los mercados financieros serán los que determinen las fuentes que deban ser consultadas.” (Yunda , s.f.)

#### **4.3.5 Normas para la construcción de un flujo de fondos**

Estas normas son tomadas del flujo de fondos financieros de Jony Yunda:

- Para la construcción del flujo de fondos para la evaluación financiera se utiliza la contabilidad de caja y no causación. Es decir, los distintos egresos se registran en el momento en que se desembolsan y no en el momento en que se genera la obligación; los ingresos se registran en el momento en que se reciben.

- El flujo de fondos presenta los costos desembolsados y los ingresos (beneficios) recibidos en todos los años del proyecto. De igual manera se podría utilizar otra unidad de tiempo para el flujo: meses, semestres, etc.
- “el periodo de tiempo utilizado en la evaluación depende tanto de la naturaleza del proyecto como de las características de sus costos y sus ingresos”.
- Los proyectos de corta duración, como los de construcción y venta de inmuebles, generalmente se utilizan meses como unidad de tiempo.
- Por convención, se supone que los costos se desembolsan y los ingresos se reciben al final de cada periodo.
- El flujo de fondos se define. 1) Para toda la “vida útil” del proyecto o 2) para todo el horizonte de planeación o evaluación. La primera se define como el tiempo durante el cual las inversiones realizadas satisfacen las necesidades que motivaron la definición y ejecución de este. Al final de la vida útil se puede presentar agotamiento de los insumos o los equipos del proyecto, el no valor del equipo o la tecnología, o cambios en la escala de demanda que exijan un ajuste del tamaño del proyecto.
- El período de evaluación es un segmento de la vida útil del proyecto que se toma para definir los flujos de fondos cuando es difícil determinar el momento en que se



acaba la vida útil. Dependiendo de la longitud de período que se tome, el valor de salvamento de los activos variará: para períodos más cortos, el valor de salvamento es mayor, indicando la potencialidad de generar mayores ingresos netos en el futuro.

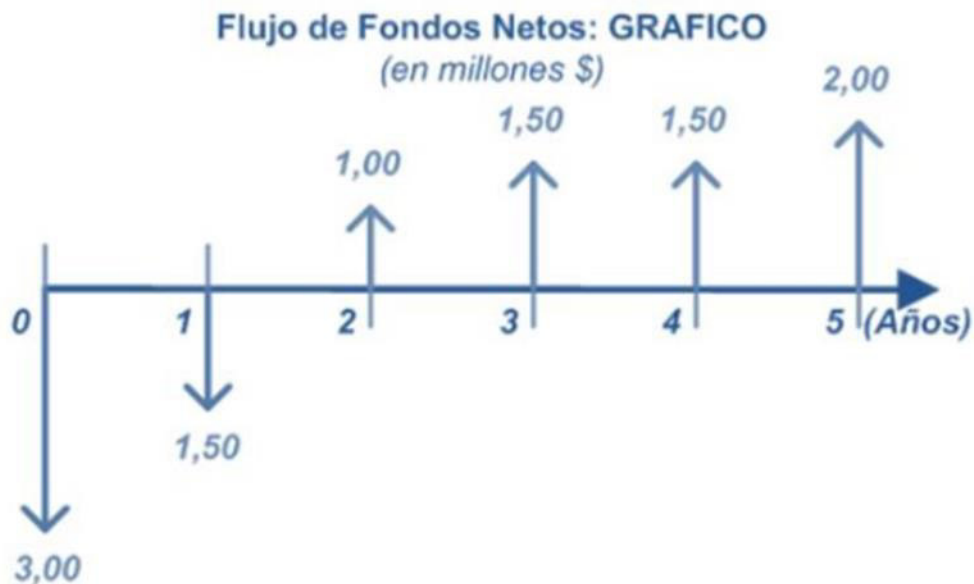
- Convencionalmente, al primer año o período de la vida del proyecto se le asigna “año 0”; “semestre 0”; “trimestre 0”; “mes 0”, etc. En el periodo 0, por lo general no hay operación del proyecto: es el primer (a veces único) periodo de inversión o montaje.
- El último periodo se denomina periodo T. (Yunda , s.f.)

#### 4.3.6 Presentación de un flujo de fondos

El flujo es representado en forma matricial o de forma gráfica que resume el flujo y reporta costos totales y beneficios (ingresos totales).

Flujo de Fondos Efectivo: MATRICIAL						
<i>(en millones \$)</i>						
Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Netos		1,50	4,00	5,00	6,00	6,00
Costo de Operación		3,00	3,00	3,50	3,50	4,00
Depreciación (20%)		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
<b>Utilidad Neta</b>		<b>-2,10</b>	<b>0,40</b>	<b>0,90</b>	<b>1,90</b>	<b>1,40</b>
Depreciación		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Inversión	3,00				1,00	
<b>Flujo de Fondos Neto</b>	<b>-3,00</b>	<b>-1,50</b>	<b>1,00</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>2,00</b>

*Ilustración 1 presentación de un flujo de fondos forma matricial*



*Ilustración 2 presentación de un flujo de fondos forma grafica*

#### **4.3.7 Los costos**

Según Thomson en todo sobre proyectos “Los costos del proyecto suelen clasificarse en dos grandes categorías: costos de inversión y costos de operación. Para efectos de una correcta elaboración de un flujo de fondos, será necesario estudiar el manejo que se le debe dar a los costos muertos y a los costos de oportunidad”. (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

##### ***4.3.7.1 Los costos de inversión***

Según Thomson en todo sobre proyectos “Los costos de inversión generalmente consisten en desembolsos correspondientes a la adquisición de activos fijos o activos nominales y la financiación del capital de trabajo. Los costos por adquisición de activos fijos representan los desembolsos por compra de terrenos y edificios: pago de obras civiles; y compra de equipo, maquinaria y obras de instalación o apoyo. Los costos por concepto de activos

nominales corresponden a inversiones en activos no tangibles, pero necesarios para poner a funcionar el proyecto: tramitación de patentes y licencias; transferencias de tecnología y asistencia técnica; gastos de constitución y organización; así también los gastos de capacitación y entrenamiento. (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

Los costos de inversión no son deducibles de impuestos directamente. Estos costos no se deducen en el momento en que se desembolsan y no se registran en el flujo de fondos como valores deducibles de impuestos. Es la depreciación la que permite deducir los valores de activos fijos del ingreso neto gravable anual, pero en períodos posteriores al desembolso de la inversión”. (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### ***4.3.7.2 Los costos de operación***

Según Thomson en todo sobre proyectos “Consiste en los desembolsos por insumos y otros rubros necesarios para el ciclo productivo del proyecto a lo largo de su funcionamiento.

Estos costos se pueden clasificar en costos de producción, de ventas, administrativos y financieros. Estos, a su vez, se pueden desagregar, entre otros, en costos de mano de obra, materias primas e insumos, arriendos y alquileres, y costos financieros e impuestos.

Los costos de operación se registran en el período en que se producen los respectivos desembolsos (contabilidad de caja).

En toda evaluación, es necesario distinguir entre los costos de operación que son deducibles de impuestos sobre la renta y los que no se pueden deducir. Donde la mayoría de ellos son deducibles, cualquier costo que no lo sea se registrará en el flujo de fondos en una manera diferente a los demás costos. Generalmente, la estimación de los costos del

proyecto incluye también un rubro para "imprevistos".” (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### ***4.3.7.3 Costos muertos***

Según Thomson en todo sobre proyectos “Es importante no cometer el error de incluir costos muertos en el flujo de fondos. Estos se definen como costos ya causados, que resultan ineludibles, independientemente de la decisión de inversión que se tome. En otras palabras, son costos inevitables, aunque se decida no realizar el proyecto que se está evaluando. Es claro que los costos muertos no deben incluirse en el flujo de fondos de un proyecto. Sin embargo, estos pueden tener influencia sobre ese flujo, en la medida en que la depreciación de activos fijos, el agotamiento de recursos naturales y la amortización de activos intangibles afecte el pago de impuestos de un proyecto, para este motivo, resulta indispensable establecer el valor en libros de los rubros considerados costos muertos al principio de la vida del proyecto y determinar el monto de la depreciación, agotamiento o amortización de los mismos, y los impuestos correspondientes. No obstante, siempre es fundamental asegurar que se compare la situación con proyecto y la sin proyecto, atribuyendo únicamente las diferencias.” (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### ***4.3.7.4 Costo de oportunidad***

Según Thomson en todo sobre proyectos “El costo de oportunidad se define como el valor o beneficio que genera un recurso en su mejor uso alternativo. Si el costo de oportunidad de un insumo usado por el proyecto es diferente de su precio de adquisición, entonces el flujo de caja se debe valorar según el primero. En muchas ocasiones se presenta un costo

de oportunidad cuando el insumo empleado por el proyecto no se adquiere exclusivamente para él y tiene usos alternativos.” (Thompson, todo sobre proyectos, 2009)

#### **4.3.8 Los impuestos sobre la renta y los rubros asociados**

##### ***4.3.8.1 Ganancias netas gravables***

Las ganancias netas que se utilizan para calcular los impuestos se denominarán “ganancias netas gravables”. No corresponden a las ganancias netas que se utilizan para calcular la rentabilidad. En su lugar, obedecen a la lógica del código tributario y sólo tienen sentido para calcular los impuestos.

Una vez que se proyectan las ganancias netas gravables y los impuestos atribuibles al proyecto, se harán ajustes al flujo de fondos para calcular flujo de fondos neto, que permitirá analizar la verdadera rentabilidad del proyecto. La principal diferencia entre las ganancias netas gravables y el flujo neto se relaciona con el tratamiento que se da a la inversión. (Yunda , s.f.)

##### ***4.3.8.2 La depreciación***

Es una figura contable necesaria solamente para el cálculo de ganancias gravables. No representa ningún desembolso ni ningún costo efectivo.

La depreciación depende de varios factores: costo de inversión del bien, clase de propiedad y periodo de recuperación, fecha en que se puso en servicio, método de depreciación, vida útil, valor de desecho. (Yunda , s.f.)

La depreciación se calcula a partir del costo histórico de comprar el activo y ponerlo en las condiciones necesarias para su funcionamiento en el proyecto. El porcentaje de dicho costo que se deprecia en cada período se estipula en el régimen fiscal.

#### ***4.3.8.3 Otros rubros deducibles***

Al igual que la depreciación existen otros rubros del flujo de fondos que no corresponden a desembolsos efectivos, pero sí son deducibles de impuestos. Como ejemplos, se podrían citar la amortización de activos intangibles, el descuento por agotamiento de recursos no renovables o la amortización de gastos preoperativo.

En los casos en que estos “costos” o mejor, estos registros contables no se pueden deducir para el cálculo de ganancias gravables, no son relevantes para la evaluación financiera.

Asimismo, si el proyecto no se somete a impuestos, no se toman en cuenta. Sin embargo, si se pueden deducir para disminuir la carga impositiva del proyecto, reciben un tratamiento igual al de la depreciación: se restarán como costos deducibles para calcular el ingreso neto gravable. Luego después de estimar el valor de los impuestos que se deben pagar, se sumaran nuevamente, porque no representan desembolsos efectivos. (Yunda , s.f.)

#### ***4.3.8.4 Los impuestos sobre la renta***

Al cálculo de impuestos sobre la renta depende del cálculo de ganancias netas gravables:

$$\begin{aligned}
 \text{Ganancias netas gravables} = & \text{+ingresos de operación} \\
 & + \text{Otros ingresos} \\
 & - \text{Costos de operación} \\
 & - \text{Intereses sobre créditos recibidos por el proyecto}
 \end{aligned}$$

- depreciación

Los ingresos sobre la renta típicamente se calculan como porcentaje de dichas ganancias: un porcentaje fijo o un porcentaje que aumente en la medida que el monto de las ganancias netas sea mayor.

La legislación tributaria fija y porcentaje de las ganancias netas gravables que se pagan.

(Yunda , s.f.)

#### **4.4 Criterios para la toma de decisiones**

Dentro de los criterios que se tienen para toma de decisiones se tienen los criterios matemáticos (TIR, TUR, VAN), como también se debe tener en cuenta los criterios sociales y políticos.

##### **4.4.1 Selección y ordenamiento del proyecto**

Para la selección de un proyecto se debe tener en cuenta la viabilidad técnico-económica, validando las ventajas desde el punto de vista social y económico y comparando los costos para la operación del proyecto define la conveniencia a elegir el proyecto que tiene mayor factibilidad.

##### **4.4.2 Valor presente neto (VAN) como criterio para toma de decisiones**

- a. Definición: es la diferencia entre todos los ingresos y todos los egresos actualizados al periodo actual. El proyecto de inversión que contemplemos se acepta si su VAN es positivo.

b. Cálculo: El valor presente neto depende de las siguientes variables para su resultado.

- inversión inicial previa
- inversiones durante la operación
- flujos netos de efectivo
- Tasa de descuento
- número de periodos que dure el proyecto

$$VPN = \frac{FE_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VPN = Valor Presente Neto del proyecto

FE = Flujo de Efectivo en el periodo  $t$

$i$  = Tasa de interés o costo de oportunidad

$t$  = Periodo

La terminología es tomada de valor-presente-neto de ABCFINANZAS.

c. Interpretación: Para el valor presente neto se debe tener en cuenta que:

VAN > 0 entonces es factible: Indica que los dineros invertidos en el proyecto rentan a una tasa superior a la tasa de interés de oportunidad; por tanto, el proyecto es factible y debería aceptarse

VAN < 0 entonces NO es factible: indica que el valor presente de los egresos es superior al valor presente de los ingresos, es decir, que los dineros invertidos en el proyecto rentan a una tasa inferior a la tasa de interés de oportunidad; por tanto, no es factible el proyecto y debería rechazarse.

VAN = 0 entonces es Indiferente: indica que los dineros invertidos en el proyecto están rentando exactamente a la misma tasa de interés de oportunidad del inversionista o de la



empresa, por lo que no se obtienen beneficios adicionales en el proyecto, y, por tanto, es indiferente si se acepta o se rechaza.

(ABCFINANZAS, s.f.)

Consideraciones especiales:

- Los ingresos son reinvertidos a una tasa igual a la tasa de expectativa hasta el final del proyecto.
- Los egresos tienen un costo financiero igual a la tasa de expectativa.

d. Valor presente neto de un proyecto financiado

Implica el examen de varios proyectos con el objetivo de escoger el más rentable; sin embargo, para que el cálculo del Valor Presente Neto sea útil, los proyectos que se han de examinar y comparar deben tener el mismo término de duración. Si se van a comparar alternativas de inversión con términos de duración diferentes, se deberá tomar un horizonte de planeación igual al mínimo común múltiplo de la vida útil de cada una de las alternativas, y con base en esa periodicidad, se calculará el Valor Presente Neto.

#### **4.4.3 Tasa interna de retorno TIR**

Según el Lic. Marcos Roberto Mete en Valor actual neto y tasa de retorno. Define lo siguiente:

- a. Definición e interpretación de la TIR: Es otro criterio utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión y financiamiento. Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0.

El argumento básico que respalda a este método es que señala el rendimiento generado por los fondos invertidos en el proyecto en una sola cifra que resume las condiciones y méritos de aquel. Al no depender de las condiciones que prevalecen en el mercado financiero, se la denomina tasa interna de rendimiento: es la cifra interna o intrínseca del proyecto, es decir, mide el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto, y no depende de otra cosa que no sean los flujos de efectivo de aquel.

- b. Cálculo de la TIR: El cálculo de la TIR puede resultar muy complejo si la vida útil del proyecto excede los dos períodos. En ese caso, la solución requiere considerar a la TIR como incógnita en la ecuación del Valor Actual Neto, ya que ella tiene la particularidad de ser la única tasa que hace que el resultado de aquel sea igual a 0:

$$\sum_{t=0}^n FE / (1 + TIR)^t = VAN = 0 \quad (2)$$

Fuente. Valor actual neto y tasa de retorno, Lic. Marcos Roberto Mete

Donde:

TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno

VAN: Valor Actual Neto

FE (t): flujo de efectivo neto del período t

n: número de períodos de vida útil del proyecto

Dado el siguiente flujo de fondos

- c. Tipos de flujos de fondos y sus implicaciones para la TIR.

En el análisis financiero de fondos equivale a dinero; flujo de fondos es, entonces, flujo de dinero o flujo de caja (en inglés, cash flow). Con dinero se pagan las deudas en el momento

de su vencimiento, las remuneraciones al personal, los intereses a los acreedores, los impuestos al Estado, los dividendos a los propietarios. Cuando una empresa no genera suficiente dinero sus mecanismos de funcionamiento “se empastan”: se restringe su crédito para comprar insumos o equipamiento.

Debe operar al contado; pero si no tiene suficiente dinero, se reduce la magnitud de las compras que puede hacer, y con ello el tamaño de sus operaciones y su competitividad en términos de relaciones con los clientes y de desarrollo de tecnología. Finalmente desaparecerá. Será liquidada, en el sentido de que se convertirán en dinero (se harán líquidos) sus activos (los que aún conserve) para hacer frente a sus pasivos (aquellos que los acreedores no hayan podido cobrar antes, a través de la restricción paulatina de su crédito). Los propietarios recibirán el dinero remanente, si existe; con esto, recuperarán (y sólo parcialmente, si tienen suerte) el dinero que aportaron a la empresa, al comienzo o durante su desenvolvimiento.

(Lic. Marcos Roberto Mete , 2014)

#### **4.4.4 Tasa interna de retorno ajustada TUR**

La definición es tomada de Wikipedia donde define TUR como:

“También conocida como tasa interna de retorno modificada, es un método de valoración de la inversión que permite realizar un análisis más eficiente a aquellos casos en los que se presentan los denominados "Proyectos no convencionales" donde los flujos de caja sufren cambios de signo en más de una ocasión. Esta situación conlleva a la existencia de más de una tasa interna de retorno (TIR múltiple) que no puede ser calculada de forma tradicional. El objetivo de esta tasa es realizar una reinversión en los flujos incrementales de los fondos

del proyecto a una tasa diferente de la TIR descontando con base en una tasa de financiamiento y capitalizando a una tasa de reinversión.”

(WIKIPEDIA)

#### **4.4.5 Relación beneficios costos**

Para Giovanni Gómez, Contador Público Universidad Nacional de Colombia, en la Evaluación financiera de proyectos: CAUE, VPN, TIR, B/C, PR, CC

“La relación Beneficio-Coste (B/C) compara de forma directa los beneficios y los costes.

Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados.

Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

$B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

$B/C=1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

$B/C < 1$ , muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.”

(Giovanni Gómez)

#### **4.4.6 Periodo de recuperación**

Es el tiempo requerido para que la empresa recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo.

Fórmula:  $PR = a + [(b - c) / d]$  Donde: a= Año anterior inmediato a que se recupera la inversión. b= Inversión inicial. c= Suma de los flujos de efectivo anteriores. d= FNE del año en que se satisface la inversión.

#### **4.5 Energías renovables**

Es la que se utiliza a partir de recursos energéticos que son considerados inagotables o que se regeneran a la misma velocidad con que son utilizados, ejemplo de ellos se tiene:

- El Sol.
- El Viento
- Los cuerpos de agua
- La vegetación
- El calor del interior de la Tierra.

La mayor cantidad de energía que se utiliza o se viene usando de forma convencional provienen de recursos no renovables (combustibles fósiles) estos están almacenados y se van gastando a medida que se emplean por lo cual se tiene claro que se agotan. El asunto inverso, esta con las energías renovables, ya que sus recursos energéticos están estrictamente relacionados con ciclos naturales del planeta Tierra lo que hace que se disponga de estos de forma permanente.

Los textos de información clasifican estas energías en grupos según se fuente o recurso que lo provee:

1. Energía solar
2. Energía Eólica

3. Energía de la biomasa
4. Energía Hidráulica
5. Energía de los océanos
6. Energía de la geotermia

#### **4.5.1 Explotación de las energías renovables**

Cada recurso energético involucra una tecnología específica donde por medio de diferentes elementos o equipos transforman la energía para obtener formas secundarias como la electricidad, fuerza motriz, calor o combustibles. La siguiente tabla nos indica de forma general la manera como las energías renovables ayudan a suplir las necesidades energéticas.

**Tabla 4 Energías Renovables: Descripción, tecnologías y usos finales.**

Recurso	Tecnología	Elementos	Aplicación
SOLAR	Fotovoltaica Térmica Pasiva	Celdas solares Colectores Muros, ventanas, etc.	Electricidad Calor, electricidad Calor, iluminación
EÓLICA	Generación eléctrica Fuerza motriz	Aerogeneradores Aerobombéo	Electricidad Fuerza motriz
BIOMASA	Digestión anaerobia Gasificación Pirólisis Fermentación alcohólica Esterificación Combustión	Biodigestor Gasificador Pirolisador Destilería  Unidad de esterificación Hornos, calderas	Biogás combustible Gas combustible Combustible Bioetanol  Biodiesel Calor, electricidad
HIDRÁULICA	Centrales hidroeléctricas Pequeños aprovechamientos	Pequeñas centrales hidráulicas Ruedas	Electricidad  Fuerza motriz
OCÉANOS	Mareas Olas  Diferencia de temperatura Corrientes marinas	Barreras, turbinas Flotadores, columnas, aparatos focalizantes  Turbinas, condensadores	Electricidad Electricidad  Electricidad Electricidad
GEOTERMIA	Generación eléctrica Usos directos	Plantas de energía Aguas termales	Electricidad Calor, recreación, salud

Fuente:

2

[https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/1260/1/upme\\_251\\_energias%20renovables\\_1999.pdf](https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/1260/1/upme_251_energias%20renovables_1999.pdf)

## **4.5.2 Energía solar**

El sol es la estrella más próxima al planeta Tierra, y es fuente primaria de luz y calor que se aprovecha de diversas maneras, por la cual existe vida. Esta energía que proviene del sol es invariable y se puede notar en la temperatura casi firme que percibe la Tierra; es por esta condición que se cree fuente renovable, ya que persiste en esencia inalterable por billones de años.

Según la cartilla “Energías renovables: descripción tecnologías y usos finales” emitida por la UPME “la energía solar se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del Sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar).”

### ***4.5.2.1 Radiación solar en la Tierra***

El Sol difunde energía a una tasa de  $3.9 * 10^{26}$  W, y de forma perpendicular sobre la atmosfera, el planeta Tierra en promedio recibe  $1367W/m^2$ . Las diferencias en la cantidad de radiación solar recibida están ligada a los cambios en el trayecto del sol debido a la órbita elíptica que recorre la Tierra alrededor del mismo. Las demás variaciones son producidas por fenómenos que ocurren en la superficie solar y cambios temporales de su luminosidad.

La radiación solar directa no cambia en la orientación desde el sol hasta el área terrenal. Ya dentro del planeta se presentan características físicas y químicas de la atmosfera que hacen



que la cantidad y el tipo de radiación varíen. Esta variación también es ocasionada por la nubosidad o bruma y es llamada radiación difusa.

#### ***4.5.2.2 Cantidad de radiación solar:***

Para calcular la cantidad de energía que se logra obtener del sol en un territorio específico en la tierra, se necesita medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que recibe. Esta porción de radiación utilizable para ser transformada en energía útil en un sector depende de diversos factores: posición del sol en el cielo, que es diversa todos los días y todos los años; escenarios atmosféricos generales y del clima en el instante de la región; altura sobre el nivel del mar y el período del año. La mayor cuantía útil en la superficie de la Tierra en un día despejado oscila próximo a  $1000 W_p/m^2$ .

***Tabla 5 Energías Renovables: descripción, tecnologías y usos finales***

TIPO DE CIELO	RADIACIÓN SOLAR en $W/m^2$
Constantemente nublado	Menos de 300
Nubosidad media	Entre 300 y 400
Nubosidad mínima	Entre 400 y 500
Cielo despejado	500 en adelante

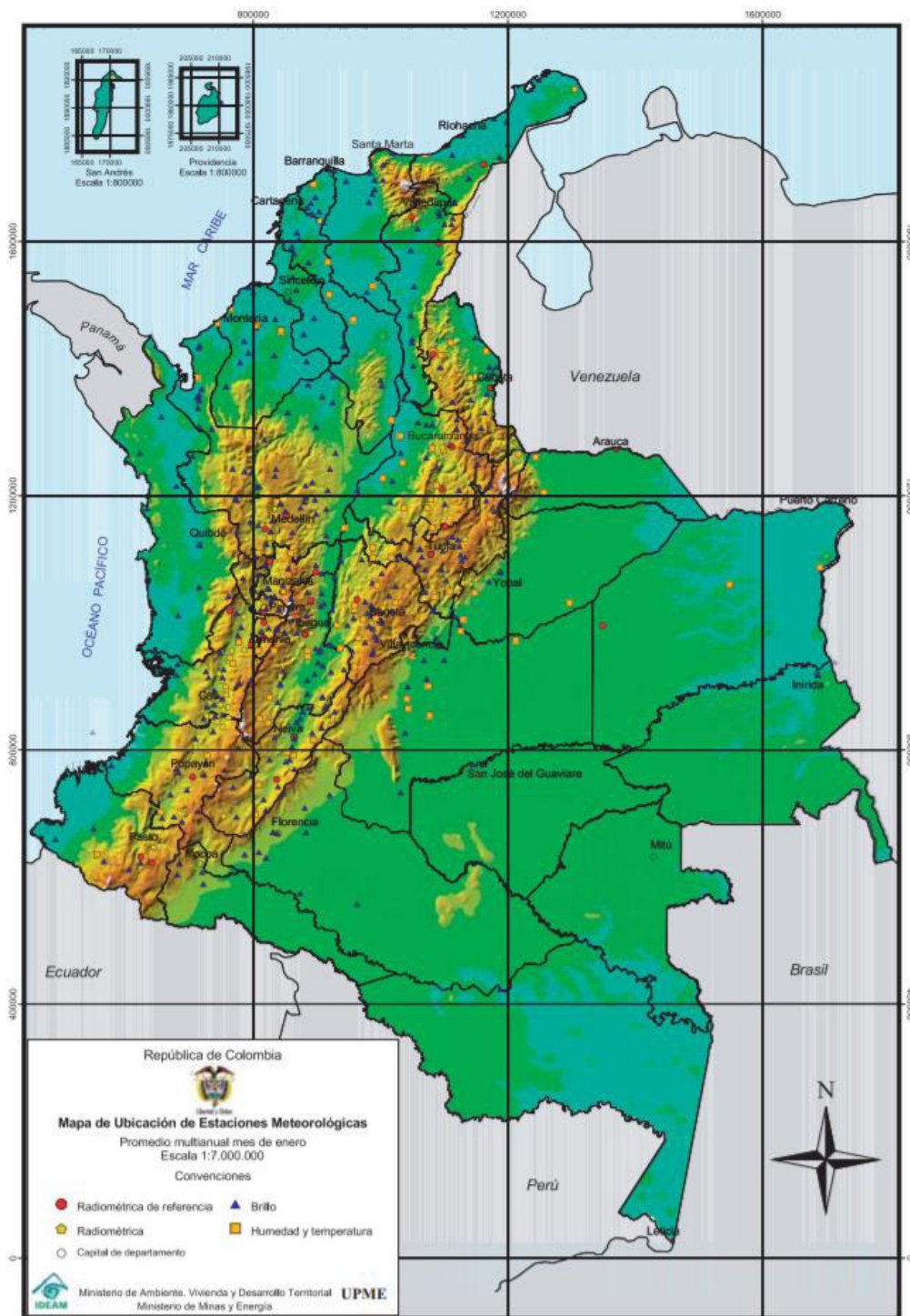
*Fuente: 3 upme*

#### ***4.5.2.3 Mapas de radiación global sobre una superficie plana en el territorio colombiano***

Es una colección de 14 mapas que instruyen una aproximación de promedios anuales diarios de la cantidad de radiación solar que llega por metro cuadrado de zona horizontal sobre el espacio colombiano.

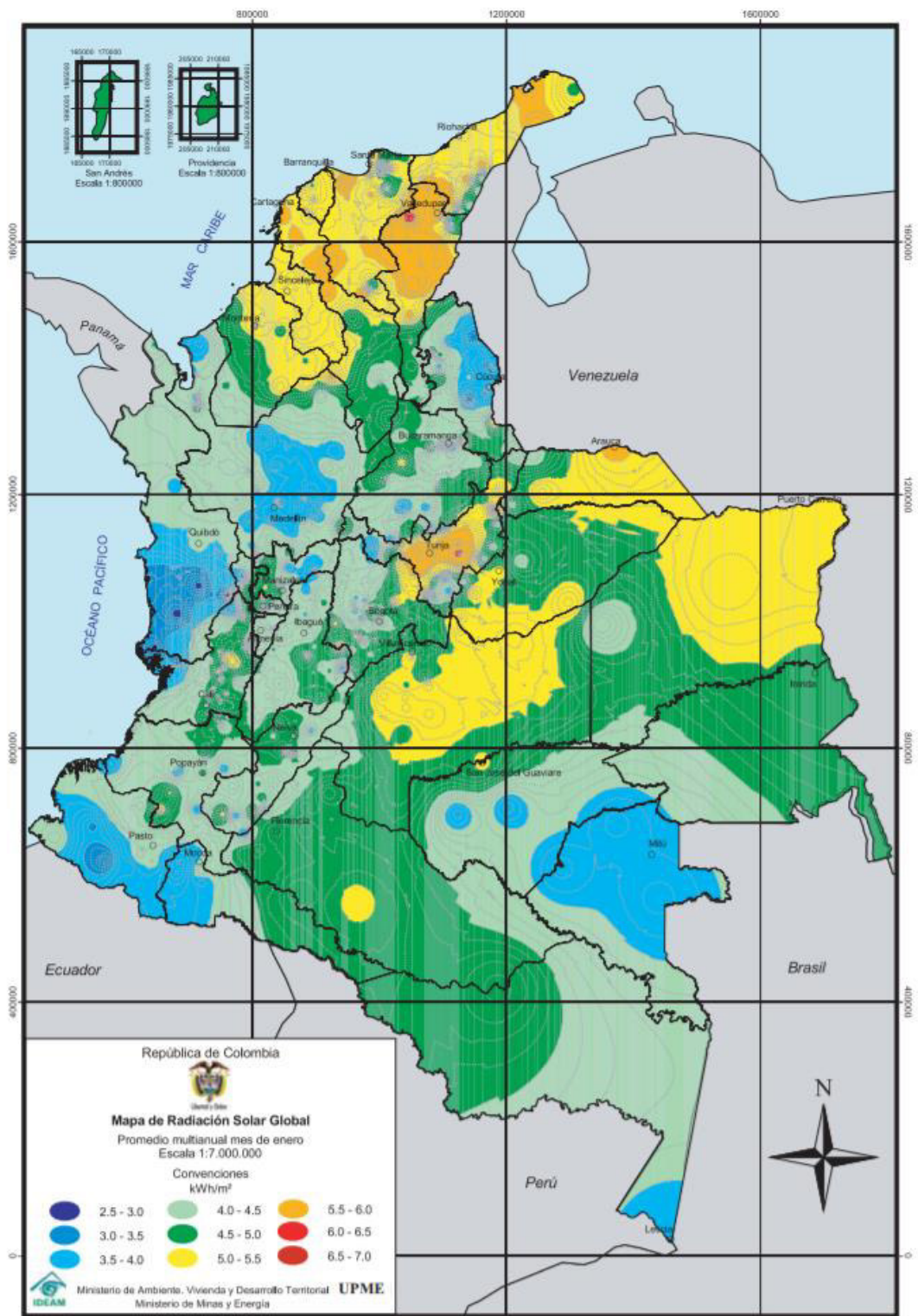
Doce de los mapas corresponden a cada mes del año, uno donde se encuentra el promedio multianual y uno más que señala cada una de las ubicaciones de las estaciones meteorológicas del territorio nacional que se usaron para dichas medidas. La medida a la intensidad en los mapas se evidencia por convenciones de colores que se ven desde el azul oscuro hasta el rojo oscuro. La medida de energía que se utiliza corresponde al kilovatio hora (equivalente a 3.600 kilo-julios). (IDEAM, 2015)

Figura 1 Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas



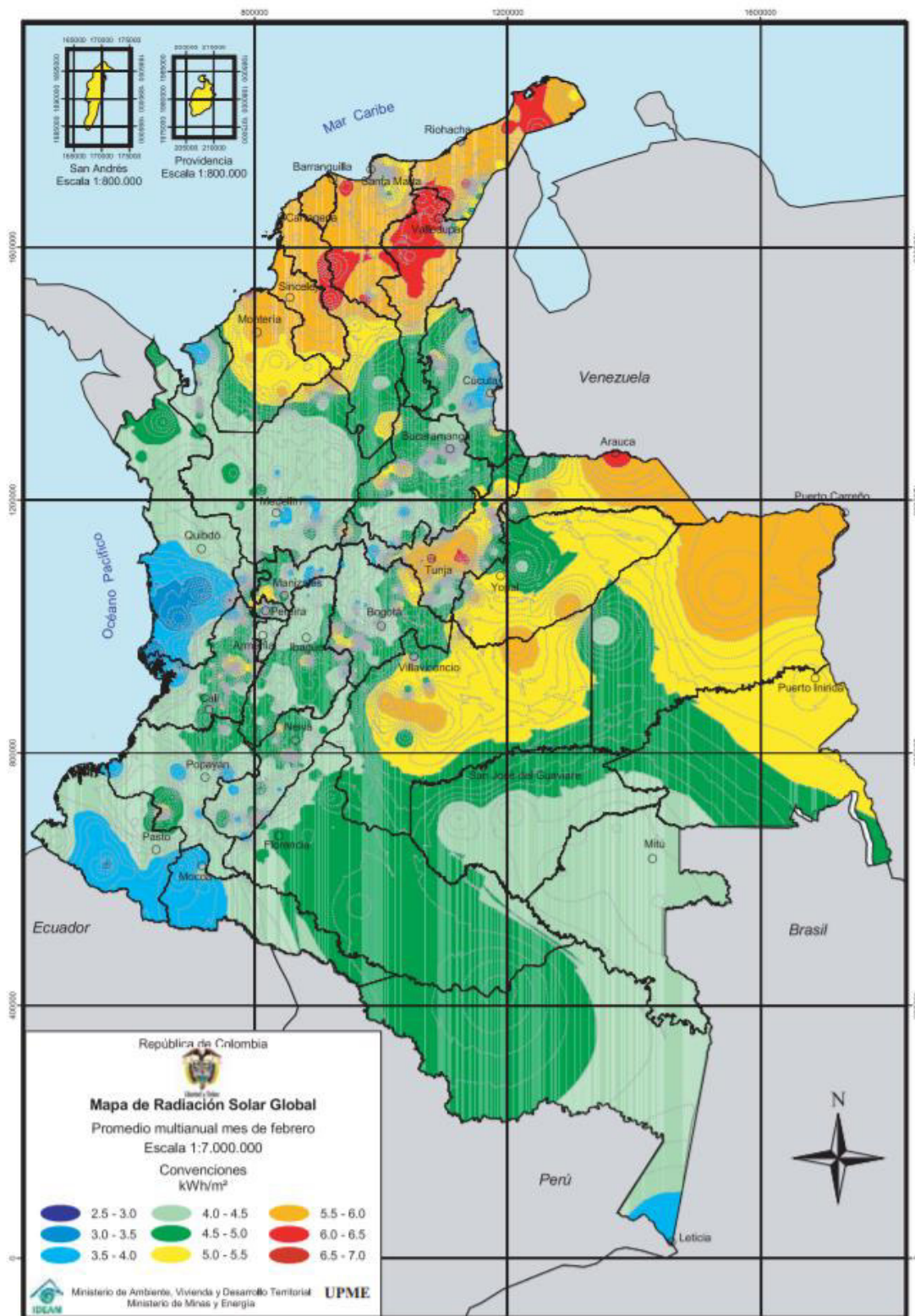
Autor IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 2 Mapa de Radiación solar global. Promedio multianual mes enero



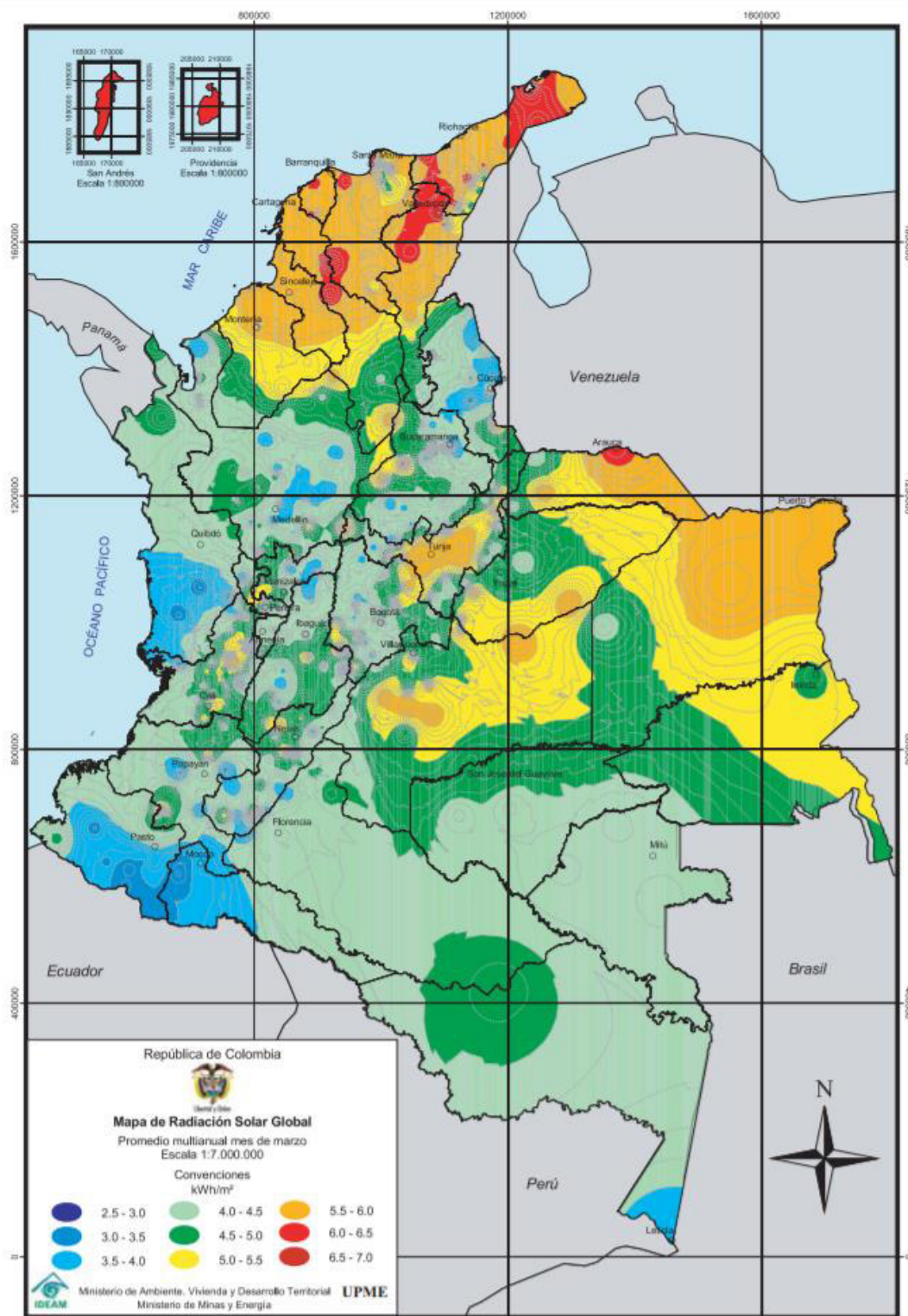
Autor 2 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 3 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes febrero



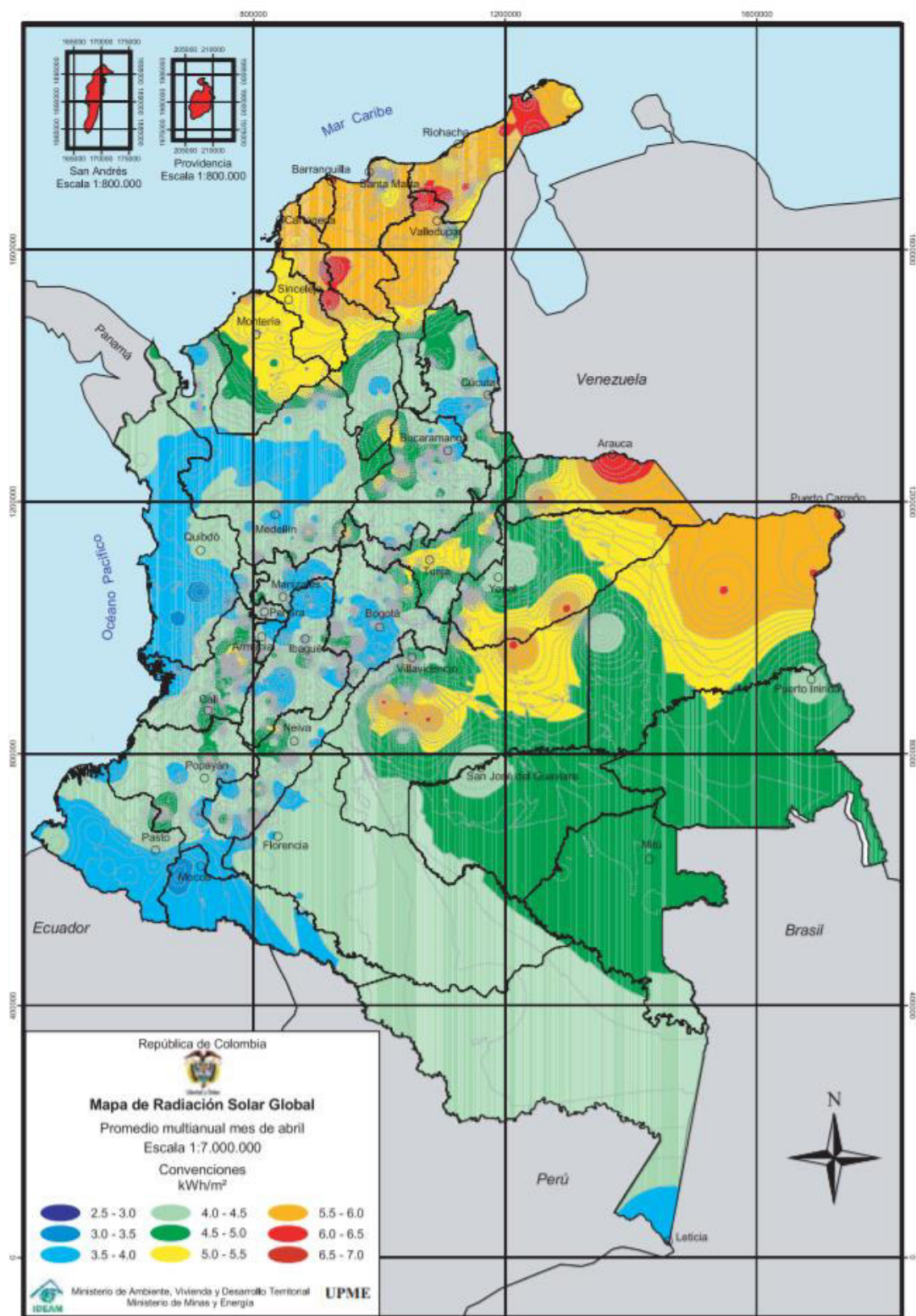
Autor 3 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 4 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes de marzo



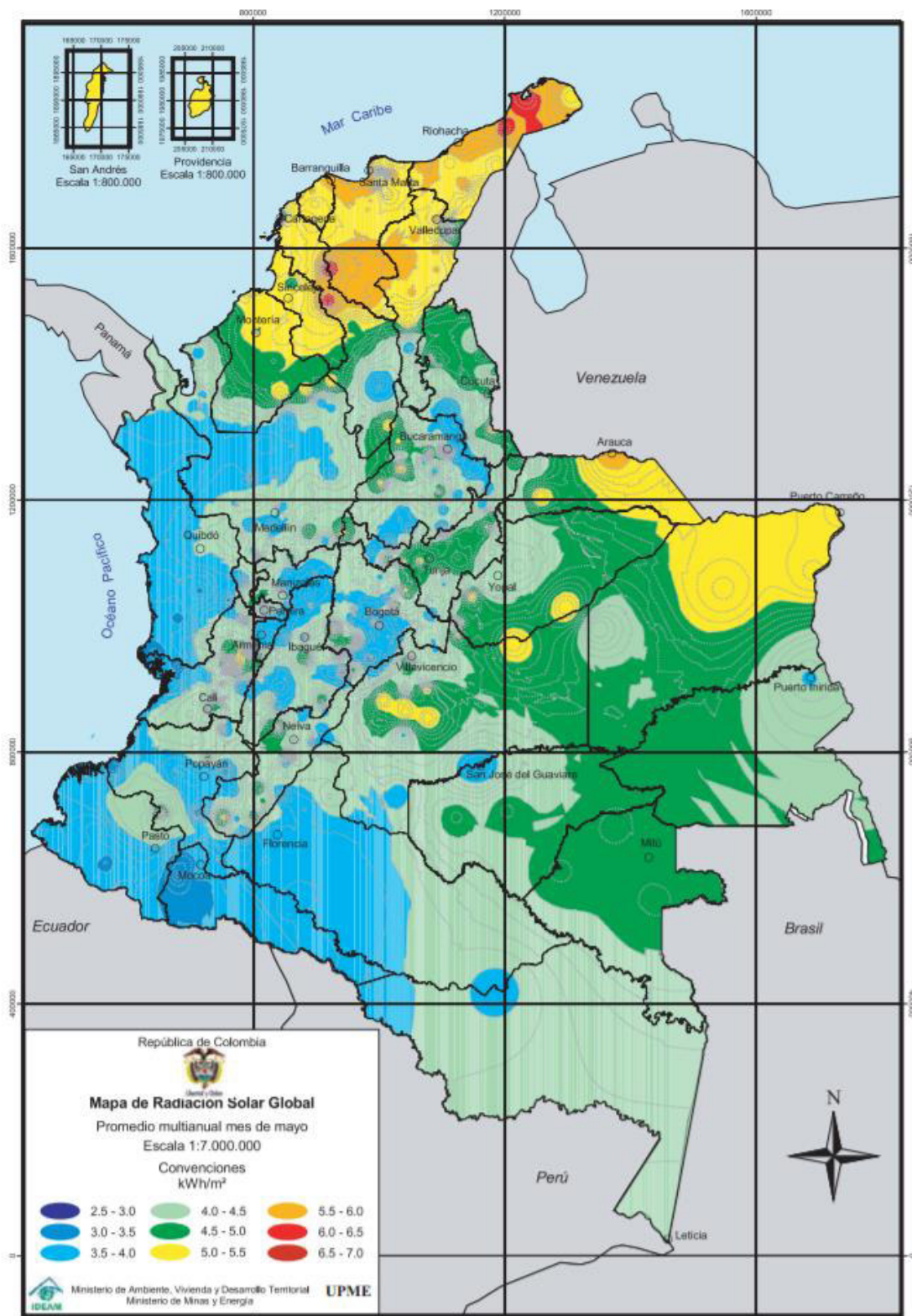
Autor 4 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 5 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes abril



Autor 5 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

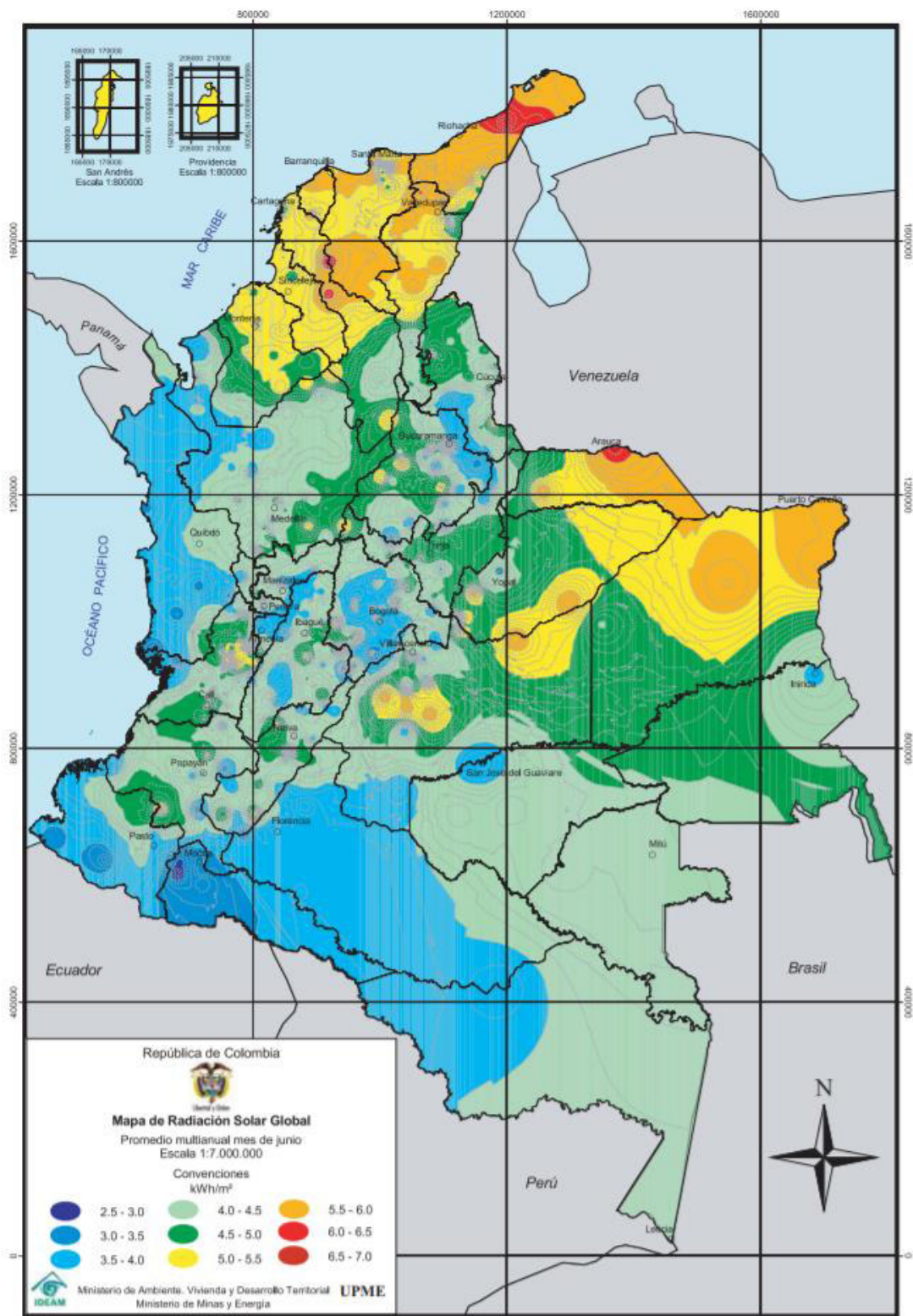
Figura 6 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes mayo



Autor 6 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

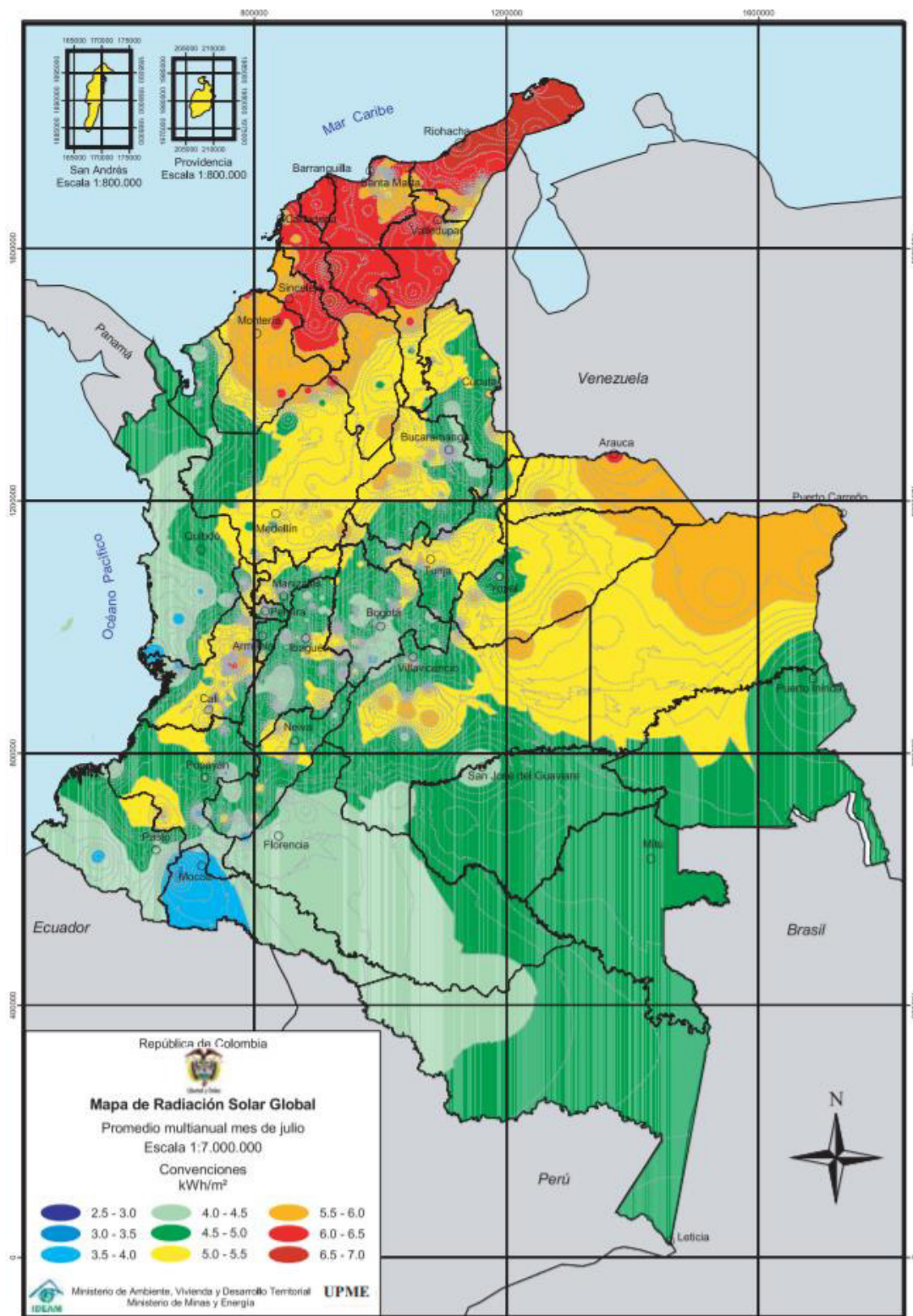


Figura 7 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes junio



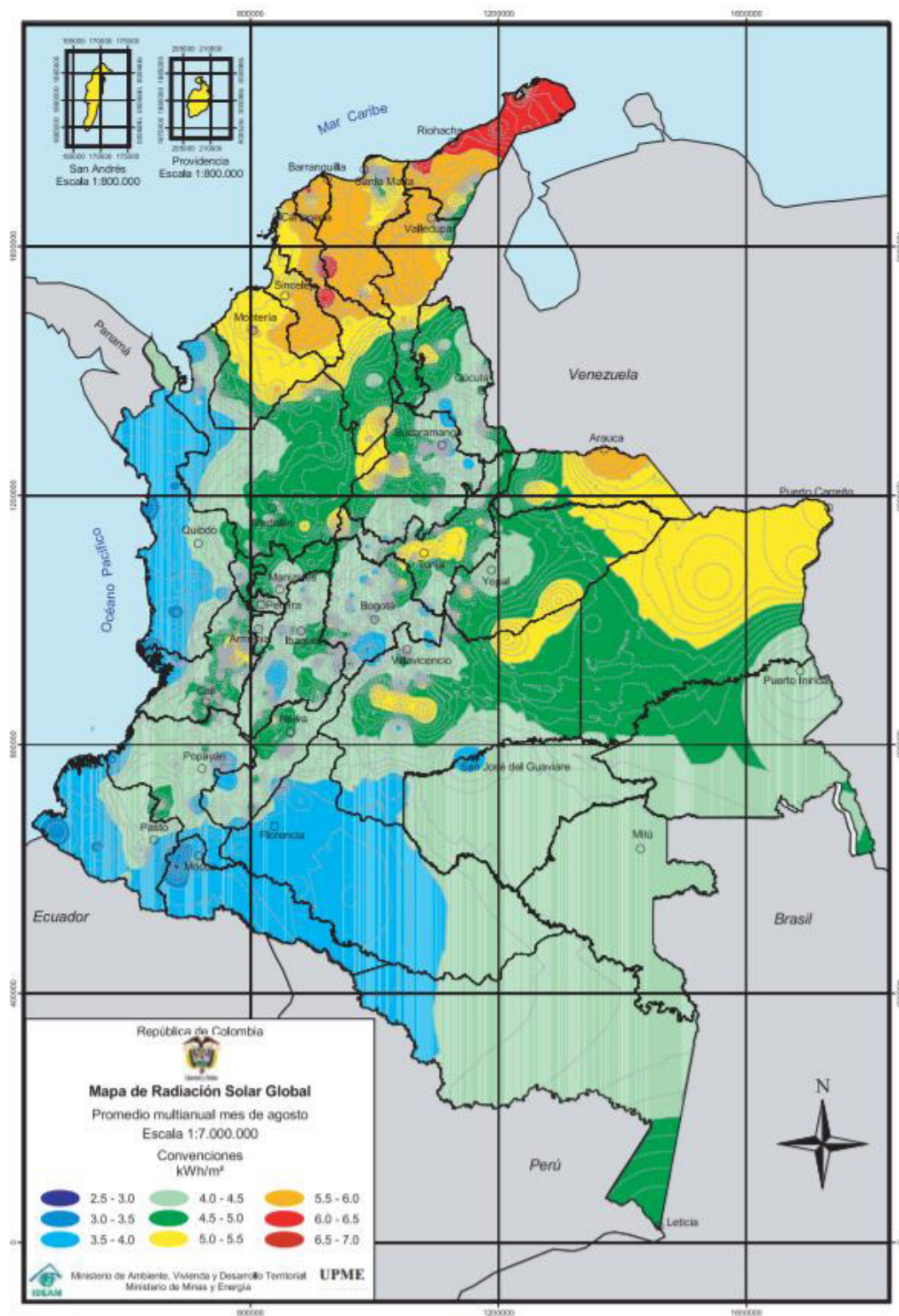
Autor 7 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 8 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes Julio



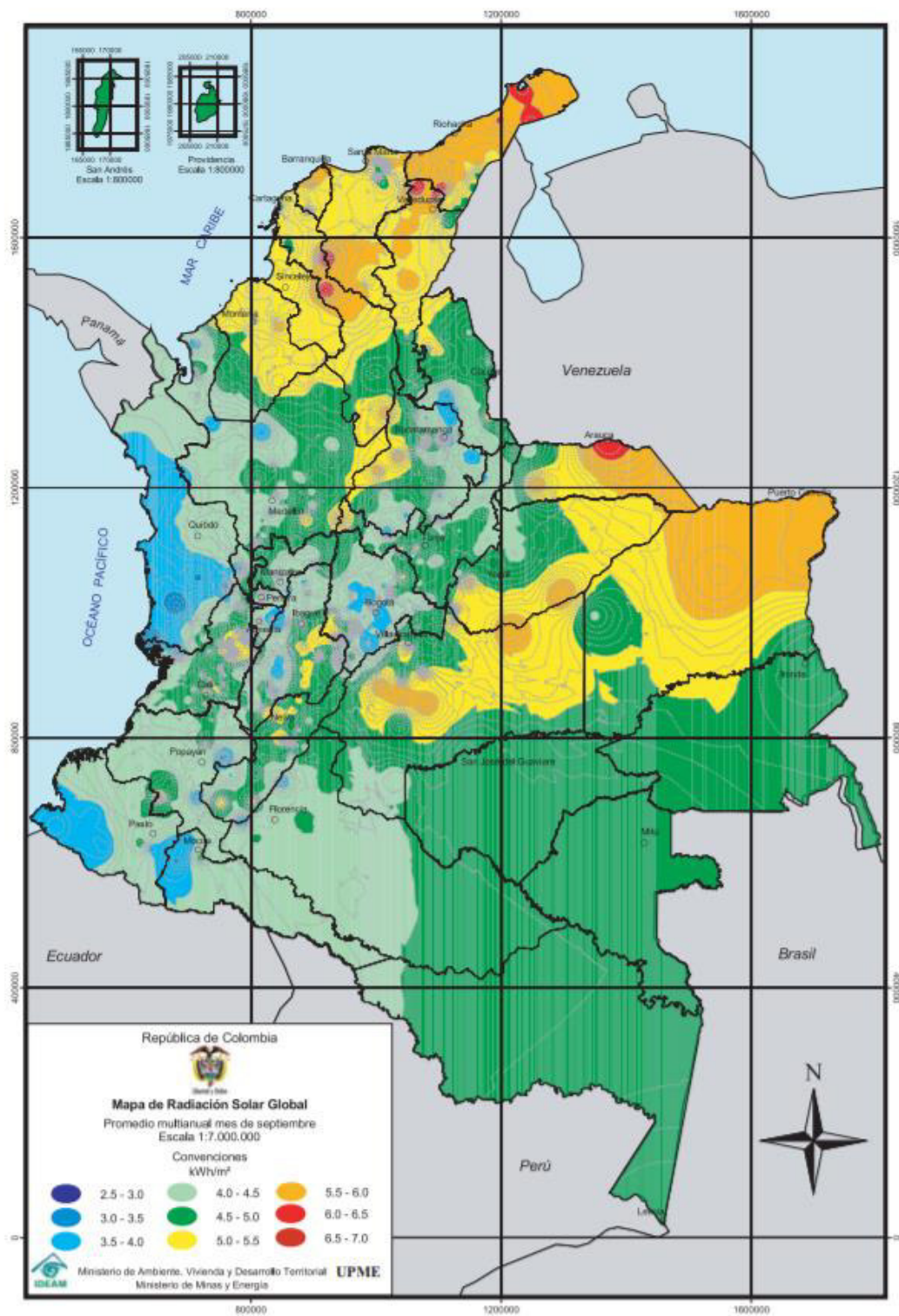
Autor 8 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 9 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes Agosto



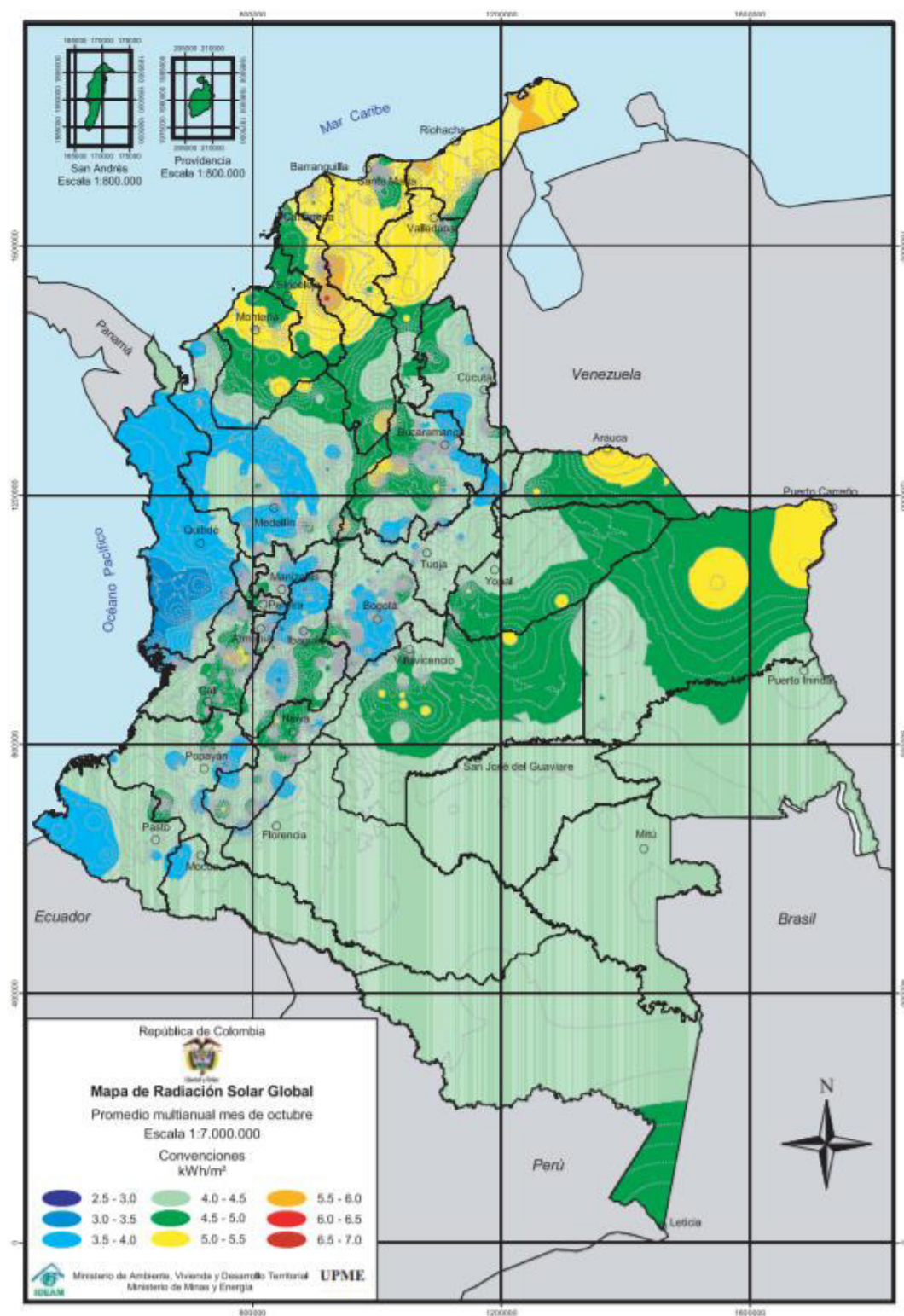
Autor 9 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 201

Figura 10 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes de Septiembre



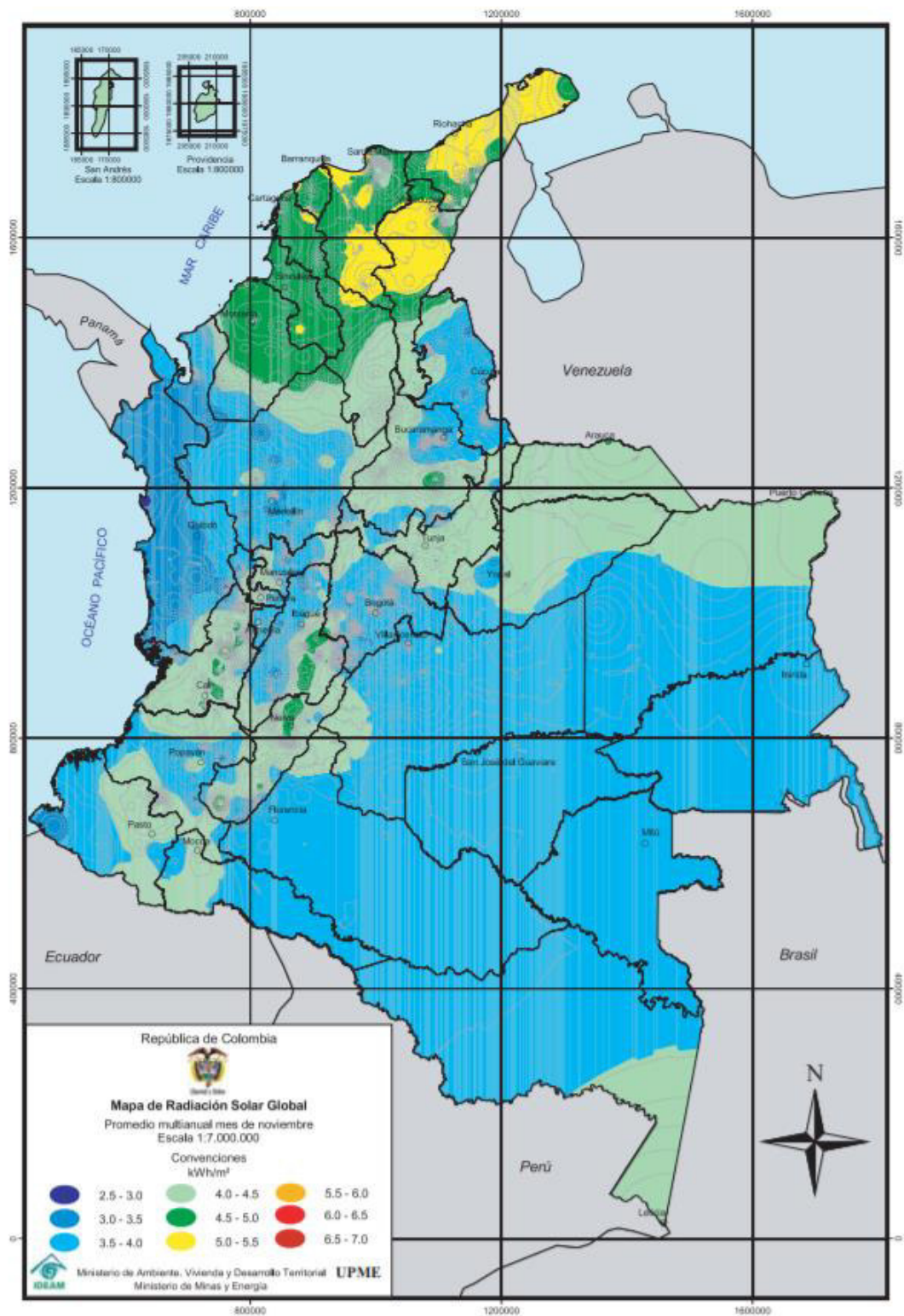
Autor 10 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 11 Mapa de radiación solar multianual mes de Octubre



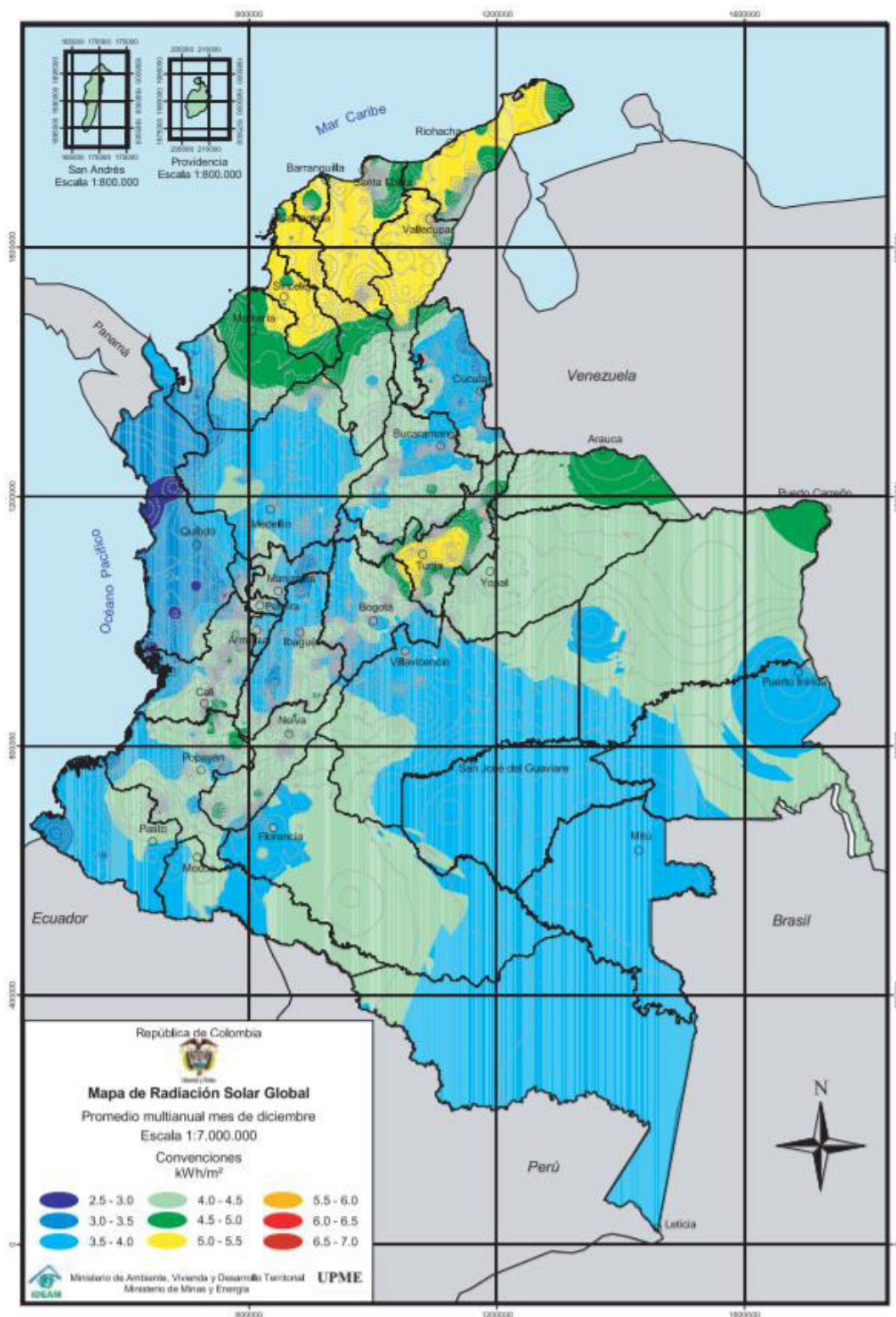
Autor 11 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 12 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes de Noviembre



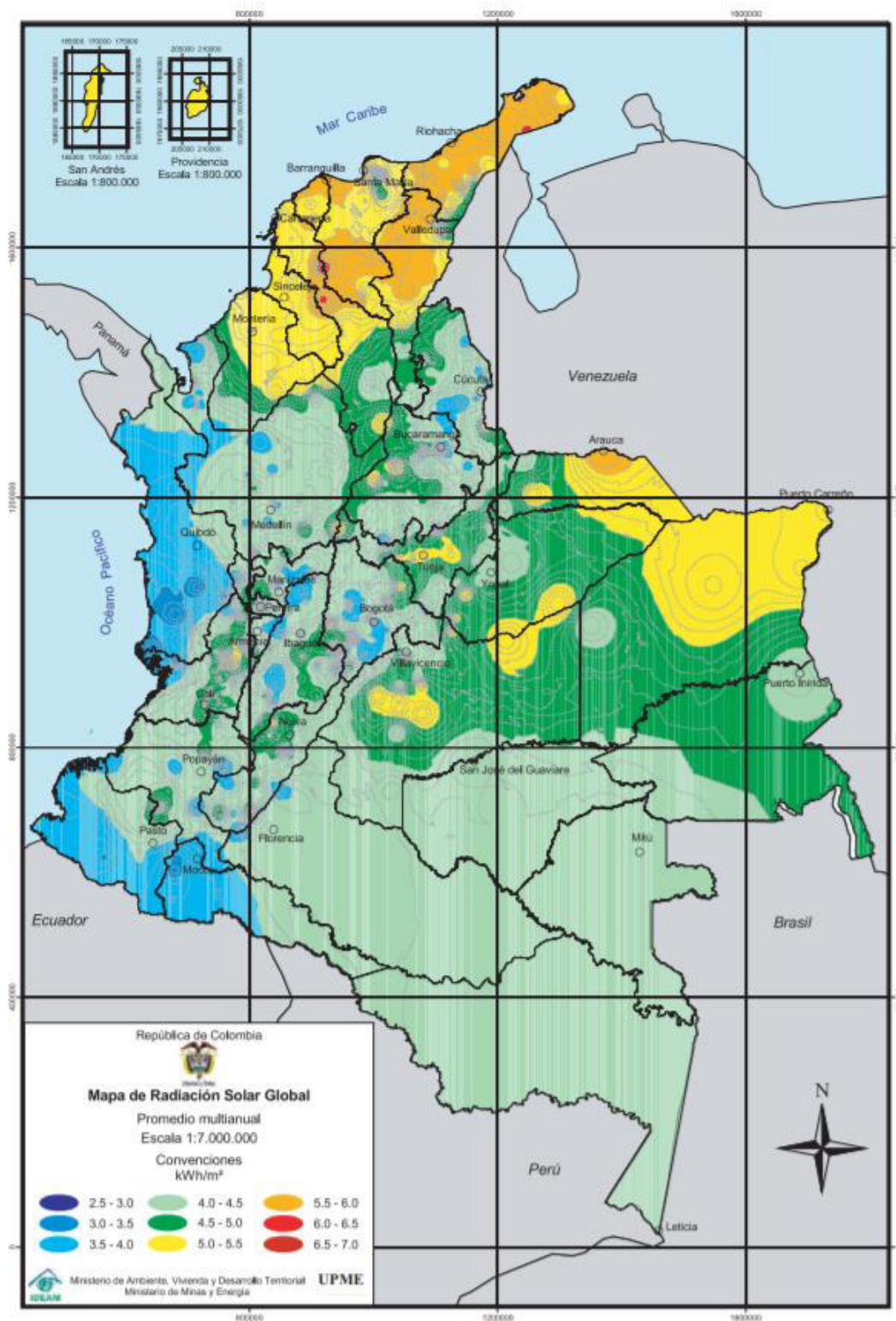
Autor 12 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 13 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual mes de Diciembre



Autor 13 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015

Figura 14 Mapa de radiación solar global. Promedio multianual



Autor 14 IDEAM, Atlas de Radiación Solar- Interactivo-año 2015. Bogotá, DC 2015



De forma indeterminada es claro que el potencial solar en Colombia es alto, y lo más importante es la ventaja espacial que hace que la radiación solar sea semejante en todo el año.

*Tabla 6 Resumen general radiación multianual*

Zona del Magdalena, La Guajira y San Andrés y Providencia:	5 – 6 $KWh/m^2$
Zona de los departamentos de Casanare, Arauca, Guainía, Guaviare, Amazonas, Putumayo y Vaupés	4 – 5 $KWh/m^2$
Zona costera del Pacífico	inferiores a 3 $KWh/m^2$

*Fuente: 4 propia autores*

#### **4.5.3 Energía solar fotovoltaica**

Las ondas electromagnéticas emitidas por el sol se pueden transformar directamente en electricidad por medio de celdas fotovoltaicas, son equipos que usan materia prima semiconductor. La energía eléctrica que se obtiene de esta tecnología se usa inmediatamente o se puede acumular en bancos de batería para ser usada cuando sea requerida. Las celdas fotovoltaicas en su gran mayoría son cuadradas y tienen dimensiones de 10 cm y producir 1 W de electricidad. Como es tan poca la energía producida se acoplan para constituir módulos de 40 celdas. Si la instalación requiere generar más energía eléctrica los módulos se agrupan en arreglos que son de 10 módulos, la limitante finalmente es la radiación en el lugar y el área para la instalación de dichos artefactos.

#### ***4.5.3.1 Funcionamiento sistema solar fotovoltaico***

Dicho sistema trabaja cuando los módulos fotovoltaicos transforman en energía eléctrica directa (DC) la energía emitida por el Sol que es recibida en las horas del día. Esta energía eléctrica se transporta y puede ser almacenada en módulos de baterías para luego ser usada en el momento que se requiera, o, ser inyectada a la red en el caso de no ser aislado y tener una conexión con el sistema interconectado nacional. La energía de corriente directa que envían los módulos solares pasa por el controlador de carga quien es el responsable de proteger a los demás elementos del sistema contra sobrecargas, corrientes muy altas y variaciones en el voltaje de operación. Todas las celdas se conectan en paralelo o en serie para conseguir los voltajes y las corrientes que suministren la potencia eléctrica necesaria. De forma general los módulos se construyen de forma que entregan en su salida 12 Vdc, con potencias entre los 2.8 – 300 Wp, y su tensión e intensidad son versátiles según la disposición de los paneles.

Si se necesita utilizar equipos que trabajan con corriente a.c, o conectarse a la red, es necesario agregar un inversor para suministrar la energía a la carga.

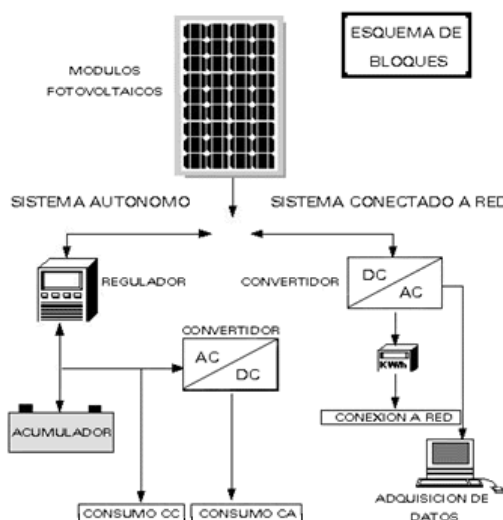
#### ***4.5.3.2 Tipos de instalaciones de un sistema solar fotovoltaico***

De forma general se diferencian dos tipos de instalaciones fotovoltaicas, las conectadas a la red y las aisladas de la misma.

Las que están conectadas a la red se componen del generador fotovoltaico y de un método para ajustar la potencia que es suministrada a la red, de tal forma que la corriente continua se transforme a corriente alterna, con las características que impone la red de distribución.

El encargado de acondicionar la potencia generada para suministro a la red es el inversor, el cual debe dar garantía de seguridad en su funcionamiento para no producir alteraciones en la red, con lo que dispone de las protecciones necesarias.

*Ilustración 3 Esquema de una instalación fotovoltaica*



*Fuente: 5 tomado de. <http://www.yubasolar.net/2014/12/dimensiona-tu-instalacionsolar.html>*

Las instalaciones pueden contar o no con acumuladores de energía o módulos de baterías, en el caso de no contar con este se sobreentiende que solo tiene la capacidad de funcionar cuando esté presente la radiación del sol, de lo contrario no hay forma de producir la energía necesaria.

#### ***4.5.3.3 Dispositivos de un sistema solar fotovoltaico acoplado a la red***

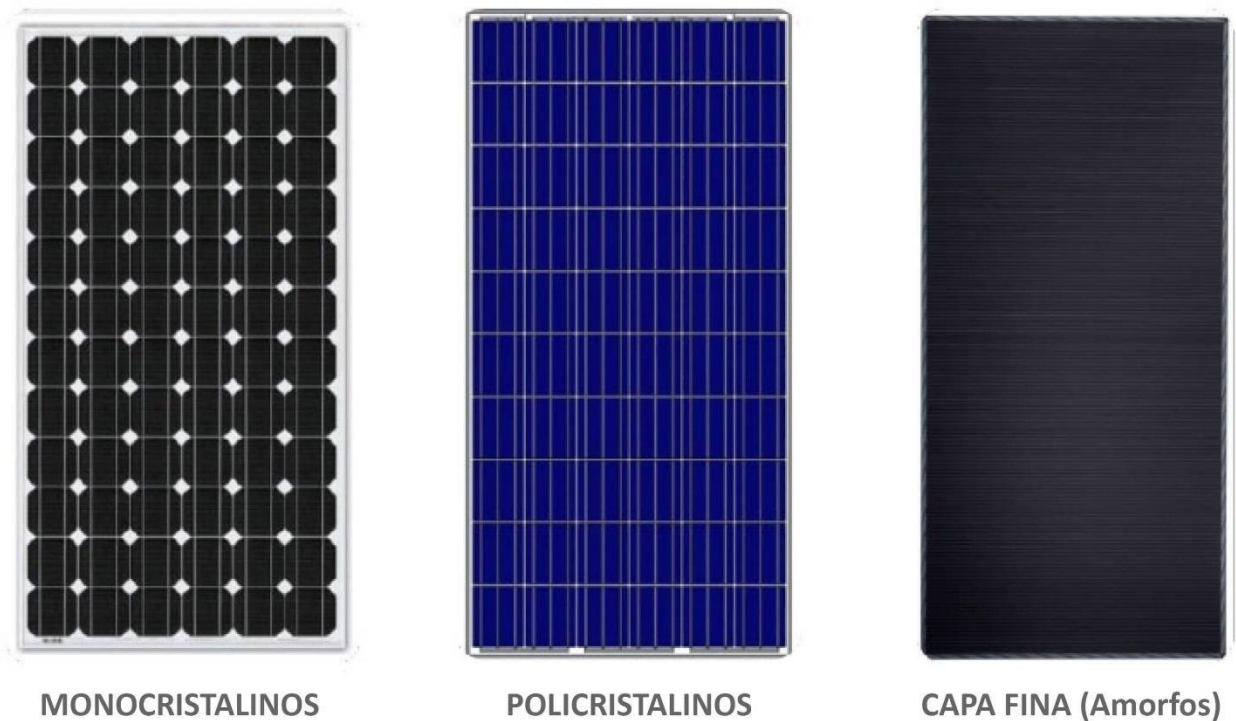
En una instalación fotovoltaica acoplada a la red se cuenta con varios artefactos que deben ser calculados para hacer realidad la transformación de la radiación solar en electricidad que se pueda introducir a la red.

#### ***4.5.3.4 Paneles solares***

Es el dispositivo encargado de atraer la energía suministrada por la radiación solar y convertirla en electricidad por el comportamiento fotovoltaico. Cuando la radiación solar incide en la célula fotovoltaica surge en ella un voltaje similar al que produce las bornes de una batería.

Constructivamente lo más usual en las células solares es que su material sea de silicio mono o policristalino. Las que son de silicio monocristalino son producidas partiendo de un cristal de silicio sacado de un lavado de silicio disuelto, y son las más usadas en la tecnología solar por lo cual son las de mayor uso comercial pues su rendimiento es mejor al de los demás tipos de células, su rendimiento esta entre el 15% y el 18%. Por los costos tan altos se está utilizando masivamente el silicio policristalino, que es más económico de fabricar y su rendimiento es cercano estando entre el 12% y 14%. Finalmente se encuentra un último conjunto de células solares que son construidas a partir del silicio amorfo las cuales llegan por que la fabricación de células de silicio cristalino continúa siendo muy costosas. La construcción de estas células solares es muy simple lo que las hace más económicas manteniendo un comportamiento aceptable ante los comportamientos externos del medio, su rendimiento oscila entre los 10% o inferior a este.

*Figura 15 Tipos de paneles solares*



*Fuente: 6 recuperado de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovolaicos/>*

En cuanto al dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica es muy importante saber las medidas eléctricas esenciales que se encuentra en el mercado de los paneles fotovoltaicos: Corriente de corto circuito, tensión de circuito abierto, punto de máxima potencia, factor de forma, eficiencia y rendimiento.

#### ***4.5.3.5 Estructura columna***

Los paneles que sean seleccionados serán soportados en la designada estructura columna, esta estructura debe cumplir con los detalles que el diseñador de la instalación haya

modelado (dirección, Angulo de movimiento). Se encuentran dos formas de estructura columna, fijas o móviles. Las fijas tienen una inclinación y orientación de tal forma que aproveche lo más posible la radiación del sol con respecto al área donde se instalan los equipos dependiendo de la latitud. Las móviles son las usadas en las llamadas “granjas solares” donde las celdas solares son orientadas en todo momento frente a la posición del Sol. Se debe tener en cuenta la sombra que crea los paneles para no intervenir de forma no deseada la iluminación natural. Los materiales deben ser de acero inoxidable a menos que sean en acero galvanizado.

#### ***4.5.3.6 Inversor***

La energía eléctrica que suministra los módulos solares son D.C. lo cual solo es acorde a equipos que trabajen con dicha energía, por lo cual es necesario transformarla para que sus características sean acordes a las obligadas por la red en donde será inyectada esta energía o para los equipos que trabajan con energía alterna. Su función primordial es convertir corriente d.c. procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente a.c. El rendimiento de los inversores de forma comercial se encuentra alrededor del 90%.

Teniendo en cuenta la fiabilidad que tiene un inversor, este está provisto con protecciones que afirman el buen trabajo de la instalación como la seguridad misma. (Blanco Sarmiento & Martinez).

## 5 Metodología

### 5.1 Etapa 1. Documentación.

- ✓ **Actividad 1. Revisión Bibliográfica.** Con el fin de obtener una adecuada documentación se recopilará información de diversas fuentes tales como libros, artículos, tesis y páginas web sobre los conceptos relacionados los sistemas de generación eléctrica fotovoltaicos sincronizados a la red y todo lo que conlleva en cuanto a elementos para la evaluación financiera. Esta información será usada para la realización de la evaluación técnica y financiera de un sistema solar fotovoltaico en la terraza de la PCH LA NAVETA.
  1. Definir los parámetros de diseño mínimos para satisfacer la demanda máxima de los servicios auxiliares y esenciales.
  2. Definir la viabilidad del proyecto desde el punto de vista técnico y económico para un sistema de generación solar fotovoltaica ubicado en la terraza de la PCH LA NAVETA para el suministro de energía eléctrica de los servicios esenciales y auxiliares.

### 5.2 Etapa 2. Diseño del sistema solar fotovoltaico.

- ✓ **Actividad 3. Identificación de fases de diseño y aprovechamiento del recurso energético.** Apoyados en el material que suministra el IDEAM con apoyo de la UPME se cuantifica el potencial energético solar que se puede aprovechar en la zona. Se definen las variables propias para la generación fotovoltaica híbrida en la PCH LA

NAVETA. Se identifican las características de aprovechamiento del recurso energético solar y los materiales idóneos de acuerdo con el conocimiento de propiedades de estos.

- ✓ **Actividad 4. Monitoreo de estaciones energéticas.** En el caso de la fotovoltaica la radiación solar se debe llevar un análisis promedio anual, para el sitio de ubicación de la PCH, que será guiado por los mapas de radiación global horizontal medio diario anual, generados por el IDEAM.
- ✓ **Actividad 5. Determinación del cuadro de cargas y consumo de energía.** Cargas para instalar, tales como iluminación, motores, refrigeración, ventilación entre otros.
- ✓ **Actividad 6. Determinar el consumo promedio de energía mensual.** Con el cual se inician hacer las memorias de cálculos del sistema fotovoltaico.
- ✓ **Actividad 7. Dimensionamiento del sistema:** Se llevarán a cabo el cálculo del número de paneles solares, del inversor, del regulador, capacidad del banco de baterías, gabinete para equipos. Cálculo de la estructura metálica del sistema fotovoltaico.

### 5.3 Etapa 3. Definir la viabilidad técnica y económica del proyecto

- ✓ **Actividad 8. Evaluación técnica.** De acuerdo con las ideas provenientes de la actividad anterior y siguiendo los lineamientos técnicos encontrados, se define si la generación que se alcanza satisface la demanda máxima de los servicios auxiliares y esenciales.
- ✓ **Actividad 9. Evaluación financiera.** De acuerdo con los datos obtenidos hasta la actividad anterior, se cuantifican los costos para el uso de esta tecnología y se realiza la respectiva evaluación financiera con los criterios para la toma de decisión (valor presente neto como criterio para la toma de decisiones, la tasa interna de retorno TIR,



relación beneficio – costo, periodo de recuperación) y la aplicación de estos criterios, teniendo en cuenta el costo de oportunidad del inversionista.

#### **5.4 Etapa 4. Resultados de la Investigación.**

- ✓ **Actividad 12. Informe final.** Redacción del informe final con los resultados y análisis propios de la investigación.

## **7. Resultados**

### **7.1 Condiciones meteorológicas**

Para conseguir un correcto diseño del sistema solar fotovoltaico se debe contar con la información básica del recurso solar con el que se dispone en la franja que se estudia, referente a la radiación solar global que incide de forma horizontal y que es medida en  $KWh/m^2$ . Se cuenta con la información suministrada por el IDEAM, quienes son la academia que rigen los asuntos relacionados con la meteorología a nivel Colombia, por este motivo solo se utiliza esta investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede deducir que el promedio multianual de la radiación solar global en esta zona está entre  $4.5 KWh/m^2 - 5.0 KWh/m^2$ .

### **7.2 Diagnostico cuadro de cargas y consumo energético**

En la actualidad se cuenta con un grupo electrógeno de 100 KW/h el cual supe de energía a los sistemas auxiliares y esenciales en el momento que la red principal la DORADA presenta falla.



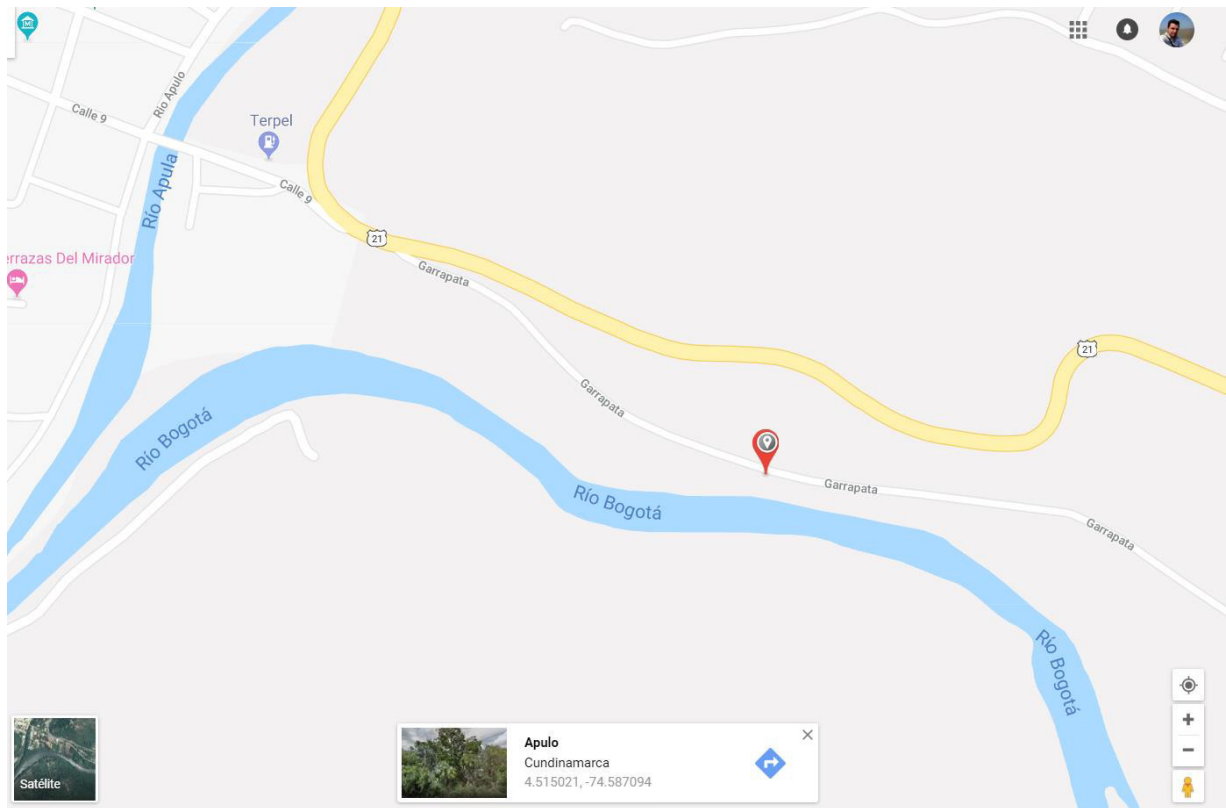
Teniendo en cuenta esta información, es claro que la instalación solar fotovoltaica debe tener la capacidad para suministrar esta misma cantidad de energía eléctrica para que los equipos trabajen de forma correcta y poder reemplazar la planta eléctrica de emergencia, por tal motivo no es necesario realizar cuadro de cargas pues se conoce el total del consumo energético del sistema.

### **7.3 Calculo instalación solar fotovoltaica.**

Se construye un informe de una instalación solar fotovoltaica a partir de los datos en donde se consideran los consumos alimentados por la planta eléctrica de emergencia y la radiación solar según la ubicación, disposición y la inclinación de los módulos de la instalación.

## 7.4 Ubicación y orientación

Como ya se mencionó, esta instalación será realizada en el municipio de Apulo, departamento de Cundinamarca, las coordenadas exactas del lugar son: 4.514689, -74.587115, datos obtenidos de GOOGLE MAPS



Fuente: Google MAPS

El campo fotovoltaico tiene la siguiente disposición:

- Inclinação :6 °
- Desorientación respecto al Sur: 0 °

### 7.5 Consumos de energía

Se calcula el consumo a partir de la potencia suministrada por la planta eléctrica de emergencia quien es la responsable de suplir de electricidad los servicios auxiliares y esenciales cuando la planta queda sin fluido de energía. También se tiene en cuenta que, por ser una planta de generación, en los momentos que se tiene fluido eléctrico y no se necesita el uso del sistema fotovoltaico, esta energía que produce la instalación será exportada por la frontera comercial de IAC ENERGY S.A.S. E.S.P. comercializando esta energía con el total exportado por los generadores instalados.

TOTAL, ENERGIA TEORICA DIARIA: 2.400.000 WH/DIA

Se calcula la utilidad (relación calidad) usando datos suministrados por el fabricante:

- Factor deterioro en baterías: 5%
- Factor auto descarga batería: 0.5%
- Depresión descarga batería: 60%
- Factor deterioro por conversión DC/AC: 5%
- Factor deterior por el cableado: 5%
- Independencia del sistema: 3 días
- Rendimiento Ordinario: 82.88%

Lo que nos entrega los siguientes consumos de energía

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (KWh/DIA):

$$100.000 \text{ Wh} * 82.88\% = 82.880 \text{ Wh}$$

$$\text{Faltante energía} = 82.880 \text{ Wh} - 100.000 \text{ Wh} = -17.120 \text{ Wh}$$

Por lo cual la instalación debe ser de 117.120 Wh para garantizar la energía mínima durante el uso habitual distribuido en todos los meses de año.

## 7.6 Horas sol Pico

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
N° día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	64.22°	71.87°	83.47°	95.27°	104.75°	108.87°	106.67°	98.61°	87.3°	75.16°	65.88°	62.08°
Inclinación optima	25.78°	18.13°	6.53°	5.27°	14.75°	18.87°	16.67°	8.61°	2.7°	14.84°	24.12°	27.92°
rad_glo_hor	4.83	4.87	4.93	4.75	4.86	5.07	5.47	5.53	5.28	4.8	4.62	4.54
rad_glo_op	5.31	5.11	4.97	4.78	5.02	5.34	5.7	5.6	5.29	4.96	5.02	5.07
FI	0.95	0.98	1	1	0.99	0.98	0.99	1	1	0.99	0.96	0.94
HSP/día	5.05	5.01	4.97	4.78	4.97	5.23	5.64	5.6	5.29	4.91	4.82	4.77
HSP/mes	156.55	140.28	154.07	143.4	154.07	156.9	174.84	173.6	158.7	152.21	144.6	147.87
Temp día max	22.65°	23.5°	23.2°	22.85°	22.62°	22.52°	22.93°	23.78°	23.62°	22.27°	21.69°	22.01°
Consu/HSP día	23892.35	24083.11	24276.94	25241.92	24276.94	23070.05	21392.97	21545.78	22808.39	24573.6	25032.44	25294.84

Fuente: [http://calculationsolar.com/photovoltaic/informe\\_pdf.php](http://calculationsolar.com/photovoltaic/informe_pdf.php)

## 7.7 Calculo de módulos

Se obtienen los siguientes valores al tener en cuenta la inclinación y orientación del lugar, las horas sol pico, la relación de calidad del regulador y las temperaturas mensuales diurnas de la zona de estudio.

- El mes menos favorable para consumos: Diciembre
- Inclinación recomendada: 6.82 °
- Azimut: 0°
- Temperatura media máxima: 32°C
- Horas Sol pico menos favorables: 4.77 HSP

- Energía real diaria desde los módulos: 117.120 Wh/día
- Potencia pico módulos calculada: 28232 Wp.

En seguida se observan los detalles que ofrecen el módulo según el fabricante y los cálculos que fueron elegidos.

- Luxor Eco line 60/230 W
- Datos generales:
  - Eficiencia 14.08%
  - Garantía Producto garantizado para 10 años.
  - 90% potencia nominal durante 12 años.
  - 80% potencia nominal durante 25 años.
  - Certificaciones IEC/TÜV ,
  - Protección Clase 2
- Datos eléctricos
  - Potencia (Wp) 230.0
  - $V_{mpp}$  (V) 29.8
  - $I_{mpp}$  (A) 7.7
  - $V_{ca}$  (V) 37.0
  - $I_{cc}$  (A) 8.2
  - Tolerancia +1,5/+6,5
  - $W_p V_{max}$  (V) 1000.0
- Coeficientes térmicos
  - Coef. P (%/°C) -0.45
  - Coef. I (%/°C) 0.05

- Coef. V (%/°C) -0.32
- Dimensiones y peso
  - Largo (mm) 1650
  - Ancho (mm) 990
  - Alto (mm) 50
  - Peso (kg) 21
  - Área (m<sup>2</sup>) 1.63

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coefficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	231.296 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	28060 Wp	Nº de series paralelo:	61
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	0.99	Total modulos :	122
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			99 %

Fuente: <http://calculationsolar.com/es/calcular.php#>

### 7.8 Calculo reguladores:

Se elige el regulador al tener en cuenta los valores del sistema:

- Voltaje del sistema: 48 V
- Voltaje módulos en circuito abierto: 37 V
- Voltaje a máxima potencia: 29.8 V
- Corriente de CC: 8.22 A



- Corriente a Pmax: 7.73 A
- Módulos en serie: 2
- Módulos en paralelo: 61
- Cantidad final de módulos: 122
- Corriente total del sistema: 501 A

Se selecciona el siguiente regulador según datos del fabricante encontrados en <https://www.tutiendaenergetica.es/regulador-carga-morningstar-tristar-48v-60a>

- Referencia: MOR024
- Marca: Morningstar
- **Tensión Batería: 12/24/48 V**
- **Corriente de Carga Nominal: 60 A**
- Tipo Controlador: PWM
- Tensión Solar Máxima (V): 125
- Grado Protección: IP20
- Dimensiones: 260 x 127 x 71 mm

Peso: 2 kg

Garantía: 5 años

MORNINGSTAR TRISTAR 60A PWM			
Tensión:	12-24-48 V	Voltaje máximo:	125 V
Potencia nominal:	0 Wp	Consumo propio:	20 mA
Capacidad de carga:	60 A	Ratio aprovechamiento :	0.9
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		96 % N° Reguladores :	8

Fuente: <http://calculationsolar.com/es/calcular.php#>

## 7.9 Resumen

- Modulo tipo LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino: 122 unidades
- Regulador tipo MORNINGSTAR TRISTAR 60 A PWM: 8 unidades.
- Batería tipo ABSOLYTE GP 1-100G99 FLAT PLATE: 24 unidades.
- Inversor tipo VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16: 1 unidad
- producción total al año: 876.000 Kw/h
- Total kg/año CO2 evitados: 474.8
- Transformador 5 kVA - 100 kVA, Serie  $\leq 15$  kV: 1 unidad
- Medidor bidireccional: 1 unidad

## 7.10 Concepto técnico

Se deduce de los resultados anteriores que el sistema tiene la suficiente potencia eléctrica para suplir la necesidad energética de los servicios esenciales y auxiliares, pues es necesario la instalación de 122 módulos solares y en la terraza de la PCH LA NAVETA tiene una capacidad de instalar más de 350 de estos dispositivos.

## 7.11 Estimación costo de inversión

Artículo	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Modulo tipo LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino	122	\$ 950.225	\$ 115.927.450
Regulador tipo MORNINGSTAR TRISTAR 60ª PWM	8	\$ 350.000	\$ 2.800.000
Transformador SIEMENS 220 V - 4120 V	1	\$ 70.000.000	\$ 70.000.000
Batería tipo ABSOLYTE GP 1-100G99 FLAT PLATE	24	\$ 1.350.000	\$ 32.400.000
Inversor tipo VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16	1	\$ 82.526.340	\$ 82.526.340
Obra civil	1895000/16 paneles		\$ 14.449.375
Mano de obra	\$ 31.000.000		
material eléctrico	\$ 12.000.000		
TOTAL, INVERSION			\$ 361.103.165

### 7.12 Flujo de fondos

Se desarrolla el flujo de fondos sin tener en cuenta la inflación para los impuestos, teniendo en cuenta que así mismo sube el precio del KWh, además se obtiene estabilidad jurídica.

Se realiza el análisis teniendo en cuenta que el capital obtenido es aportado de la siguiente forma (datos aportados por IAC ENERGY S.A.S.E.S.P.):

- Inversionistas: \$ 191.103.165
- Créditos: \$ 170.000.000
- Plazo del crédito: 25 años
- Taza de interés: 35% anual efectivo vencida sobre saldo
- La junta directiva asume amortizaciones lineales de \$ 6.800.000 durante los 25 años
- Inversión total: \$ 361.103.165
- Vida útil del proyecto: 25 años
- El KW/h se comercializa de forma constante en 180 pesos
- Los costos de operación anuales es de 45.400.000 pesos teniendo en cuenta el pago de un operador y el mantenimiento a realizar a todos los equipos del sistema.
- Se consideran 15% de impuestos.
- De forma contable se determina que el año tiene 365 días.
- Depreciación lineal en 25 pedidos
- Costo de capital inversionistas: 10% para que sea considerable rentable.

Ingresos operacionales: después de los 12 años iniciales, la eficiencia de los paneles solares disminuye en un 10%, por lo cual se verá afectado en este porcentaje en los ingresos por concepto de ventas de KW/h, se tiene entonces:

**Iop**=100Kw/h\*24h\*365 días\*180\$= 157.680.000 \$/año (durante los primeros 12 años)

**Iop**=157.680.000 – 15.768.000= 141.912.000 \$/año (después de los 12 primeros años)

**Depreciación** = 361103165/25= 14.444.126.6 \$ anuales.



Flujo de fondos

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
+ Ingresos Operacionales		157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	157680000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000	141912000
+ Ingresos Financieros																										
- Costos de Operación		45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000	45400000
- Intereses sobre creditos recibidos por el proyecto		59500000	57120000	54740000	52360000	49980000	47600000	45220000	42840000	40460000	38080000	35700000	33220000	30940000	28560000	26180000	23800000	21420000	19040000	16660000	14280000	11900000	9520000	7140000	4760000	2380000
- Depreciacion maquinas		14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6
- Depreciacion planta		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>GANANCIAS GRAVABLES</b>	<b>0</b>	<b>38335873,4</b>	<b>40715873,4</b>	<b>43095873,4</b>	<b>45475873,4</b>	<b>47855873,4</b>	<b>50235873,4</b>	<b>52615873,4</b>	<b>54995873,4</b>	<b>57375873,4</b>	<b>59755873,4</b>	<b>62135873,4</b>	<b>64515873,4</b>	<b>51127873,4</b>	<b>53507873,4</b>	<b>55887873,4</b>	<b>58267873,4</b>	<b>60647873,4</b>	<b>63027873,4</b>	<b>65407873,4</b>	<b>67787873,4</b>	<b>70167873,4</b>	<b>72547873,4</b>	<b>74927873,4</b>	<b>77307873,4</b>	<b>79687873,4</b>
- Impuestos directos 15%		5750381,01	6107381,01	6464381,01	6821381,01	7178381,01	7535381,01	7892381,01	8249381,01	8606381,01	8963381,01	9320381,01	9677381,01	7669181,01	8026181,01	8383181,01	8740181,01	9097181,01	9454181,01	9811181,01	10168181	10525181	10882181	11239181	11596181	11953181
+ Valores de salvamento Gravables (venta de activos)																										
- Impuestos a la utilidad en venta de activos																										
+ Ingresos no gravables																										
- Costos de operación no deducibles																										
+ Valor en libros de activos vendidos (ingreso no gravable)																										
<b>GANANCIAS NETAS</b>	<b>0</b>	<b>32585492,39</b>	<b>34608492,4</b>	<b>36631492,4</b>	<b>38654492,4</b>	<b>40677492,4</b>	<b>42700492,4</b>	<b>44723492,4</b>	<b>46746492,4</b>	<b>48769492,4</b>	<b>50792492,4</b>	<b>52815492,4</b>	<b>54838492,4</b>	<b>43458692,4</b>	<b>45481692,4</b>	<b>47504692,4</b>	<b>49527692,4</b>	<b>51550692,4</b>	<b>53573692,4</b>	<b>55596692,4</b>	<b>57619692,4</b>	<b>59642692,4</b>	<b>61665692,4</b>	<b>63688692,4</b>	<b>65711692,4</b>	<b>67734692,4</b>
+ Depreciacion		14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6	14444126,6
+ Valor de salvamento, activos no vendidos																										
- Inversiones financieras																										
- Inversion maquinaria		361103165																								
- Inversion planta		0																								
+ ingreso por emisiones de bonos, acciones del proyecto																										
- Dividendos pagados																										
+ creditos recibidos		170000000																								
- Amortizaciones de creditos y prestamos		6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000	6800000
<b>FLUIDO DE FONDOS NETO</b>	<b>-191103165</b>	<b>40229618,99</b>	<b>42252619</b>	<b>44275619</b>	<b>46298619</b>	<b>48321619</b>	<b>50344619</b>	<b>52367619</b>	<b>54390619</b>	<b>56413619</b>	<b>58436619</b>	<b>60459619</b>	<b>62482619</b>	<b>51102819</b>	<b>53125819</b>	<b>55148819</b>	<b>57171819</b>	<b>59194819</b>	<b>61217819</b>	<b>63240819</b>	<b>65263819</b>	<b>67286819</b>	<b>69309819</b>	<b>71332819</b>	<b>73355819</b>	<b>75378819</b>

### **7.13 Valor Presente Neto**

$$\text{VPN} = \$ 400.859.112,93 - \$191103165 = \$ 209.755.947,93$$

Como el VPN es mayor a cero, se deduce inmediatamente que el proyecto desde el punto de vista financiero es atractivo.

### **7.14 TIR**

TIR = 25% Este resultado confirma que el proyecto es rentable desde que el costo de oportunidad de los inversionistas este por debajo del 25%, como sucede en este análisis.

### **7.15 Relación beneficio – costo**

$$\text{RBC} = \$ 400.859.112,93 / \$ 209.755.947,93 = 1,911073878$$

Nuevamente es fácil identificar que el rendimiento financiero es aceptable ya que el valor presente obtenido en los beneficios es mayor que el de los costos, por lo cual RBC es mayor a 1

### **7.16 Periodo de recuperación**

$$\text{Periodo de recuperación} = 40229618,99 + 42252619 + 44275619 + 46298619 + 48321618,99 = \$ 221.378.095$$

Este concepto no se toma como criterio de decisión, se desarrolla para mera información.



Por lo cual el periodo de recuperación se cumple en el 5 año, teniendo en cuenta que se debe aún el crédito del banco, pero en este momento ya se cuenta con el capital de inversión inicial.

### **7.17Concepto financiero**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis del valor presente neto, la relación beneficios – costos y la TIR, se encuentra que desde el punto de vista financiero el proyecto es atractivo, teniendo en cuenta los datos ofrecidos por IAC ENERGY S.A.S.E.S.P. pues se tiene en cuenta el costo de capital de sus inversionistas y la posibilidad del crédito analizado en los apuntes anteriores.

## 8. Conclusiones

- Por medio del desarrollo de esta investigación, se pretende determinar la viabilidad técnica y financiera para el montaje de un sistema de generación fotovoltaico en la terraza de la PCH LA NAVETA que pueda alimentar las cargas auxiliares y esenciales y que además pueda inyectar esta energía al sistema interconectado nacional, esto como medio imprescindible para el desarrollo del uso de energías renovables no convencionales y con el fin de mostrar la alta eficiencia de estos procesos.
- Se concluye que el recurso solar en esta zona está en el rango de 4.5 – 5.0 KWh/m<sup>2</sup>. Se ve en los mapas de radiación un comportamiento uniforme durante el transcurso del año, lo que es muy benéfico para la generación solar por la continuidad de su fuente energética.
- Los resultados de memoria de cálculos por dimensiones del sistema son específicos para la generación de 100 KWh en la PCH LA NAVETA teniendo en cuenta que el sistema se puede ampliar pues se instalan 122 módulos solares pero se tiene capacidad de instalación de más de 350 paneles solares.
- Es una alternativa que implica un menor costo de inversión, administración y mantenimiento.
- Este proyecto apunta al aprovechamiento de los recursos naturales de energías limpias como lo es la radiación de la zona y aportando a futuros sectores con características similares.

- Contribuye a la disminución de contaminación ambiental y la reducción de amenaza a la capa de Ozono. Reduciendo el efecto invernadero.
- Partiendo de los resultados que se obtienen en el análisis financiero se finiquita con la aplicación de conceptos para la toma de decisiones financieras dando muestras de alta rentabilidad mostrando que el proyecto es atractivo desde el punto de vista financiero.
- Desde el punto de vista técnico el proyecto es viable y se puede expandir para aumentar su capacidad de generación e inyección al sistema interconectado nacional.

## 9. Referencias

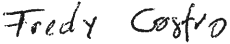
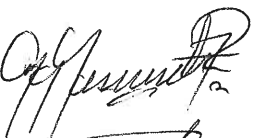

- ABCFINANZAS. (s.f.). *ABCFINANZAS*. Obtenido de <https://www.abcfinanzas.com/administracion-financiera/valor-presente-neto>
- Blanco Sarmiento, I., & Martinez, J. (s.f.). Obtenido de [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6063/PFC\\_Israel\\_Blanco\\_Sardineiro.pdf?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6063/PFC_Israel_Blanco_Sardineiro.pdf?sequence=1)
- Departamento nacional de planeación. (s.f.). *instalacion de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas*. subdireccion territorial y de inversiones publicas. Recuperado el 25 de 02 de 2018
- eafit*. (s.f.). Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departamento-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2066%20evaluacion%20financiera%20de%20proyectos.pdf>
- Giovanny Gómez, C. P. (s.f.). *Evaluación financiera de proyectos: CAUE, VPN, TIR, B/C, PR, CC*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/evaluacion-financiera-de-proyectos-caue-vpn-tir-bc-pr-cc/#bc>
- IDEAM. (2015). *IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019649/2-RadiacionSolar.pdf>
- Lic. Marcos Roberto Mete . (2014). *Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión*.
- Thompson, J. (11 de enero de 2009). *todo sobre proyectos*. Obtenido de <http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/01/tipos-de-evaluacion.html>
- Thompson, J. (13 de junio de 2009). *todo sobre proyectos*. Obtenido de <http://todosobreproyectos.blogspot.com/2009/06/elementos-de-un-flujo-de-fondos>
- Unidad de Planeacion Minero Energetica. (s.f.). *Energias renovables: descripcion, tecnologicas y usos finales*. UPME. Recuperado el 25 de 02 de 2018, de <http://www.upme.gov.co>

- UPME. (s.f.). *Integración de las energías no convencionales en Colombia*. UPME. Recuperado el 25 de 02 de 2018, de <http://www.upme.gov.co>
- UPME. (s.f.). *LEY 1715 DE 2014*. Recuperado el 25 de 02 de 2018, de [http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)
- Vargas-hidalgo, r. (2007). *energía nuclear y energía renovable*. (C. A. CESOC, Ed.) Chile: ediciones Chile America.
- WIKIPEDIA. (s.f.). *Tasa única de retorno*.
- [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com). (s.f.). *Recursos Energéticos*. Recuperado el 09 de 03 de 2018, de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/recursos-energeticos.php>
- [www.endesaeduca.com](http://www.endesaeduca.com). (s.f.). *recursos energeticos*. Recuperado el 2018 de 09 de 03, de [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/recursos-energeticos](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/recursos-energeticos)
- Yunda , J. (s.f.). *academia*. Obtenido de [http://www.academia.edu/17327886/3.\\_Flujo\\_de\\_Fondos\\_Financieros zona económica](http://www.academia.edu/17327886/3._Flujo_de_Fondos_Financieros_zona_económica). (09 de septiembre de 2018). Obtenido de <https://www.zonaeconomica.com/flujo-de-fondos>

Nosotros: Freddy Orlando Castro Rivera, Gladys Yanneth Morantes Puerto, Juan Pablo Gerenas Pallares, manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Corporación Universitaria Unitec los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley de 1982<sup>1</sup>, de la investigación titulada:

TITULO DETERMINAR LA VIABILIDAD TECNICO ECONOMICO DE UN SISTEMA DE GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICO UBICADO EN LA TERRAZA DE LA PCH LA NAVETA EN APULO CUNDINAMARCA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA DE LOS SERVICIOS ESENCIALES Y AUXILIARES.

Producto de mi actividad académica, para optar por el título de Especialista en Gerencia de Proyectos. La Corporación Universitaria Unitec entidad académica sin animo de lucro, queda por lo tanto facultada plenamente para ejercer los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al Artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia escribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca General de la Corporación Universitaria Unitec.

Freddy Orlando Castro Rivera		79862240
Gladys Yanneth Morantes Puerto		46372799
Juan Pablo Gerenas Pallares		1101755089

---

<sup>1</sup>Los derechos del autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas en las cuales se comprenden las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y artístico, cualquiera que sea el modo o la forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, los folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático musicales; las obras coreográficas y las pantomimas; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas, a las cuales se asimilan las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresas por procedimiento análogo a la fotografía, a la arquitectura, o a las ciencias, toda producción del dominio científico, literario o artístico que pueda reproducirse o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonograma, radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer" (Artículo 72 de la Ley 23 de 1982)