

**CONTRIBUCION DE LAS ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES  
AL SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE ENERGIA EN COLOMBIA**

**PAULA ANDREA OSPINA VARGAS**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE EDUCACION PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACION EN GESTION AMBIENTAL  
BOGOTA, D.C  
2018**

**CONTRIBUCION DE LAS ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES  
AL SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE ENERGIA EN COLOMBIA**

**PAULA ANDREA OSPINA VARGAS**

**Monografía para optar por el título de Especialista en  
Gestión Ambiental**

**ASESOR  
JIMMY EDGARD ALVAREZ DIAZ  
Biólogo, Doctor**

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE EDUCACION PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACION EN GESTION AMBIENTAL  
BOGOTA, D.C  
2018**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

Firma director especialización

---

Firma Calificador

Bogotá, D.C. Marzo de 2018

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director de la Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Francisco Archer Narváez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documentos. Estos corresponden únicamente al autor.

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios y la Virgen por haber permitido culminar una nueva meta en mi vida profesional, por premiarme con unos padres que con su dedicación y sacrificio lograron brindarme esta oportunidad de especializarme, sin importar las adversidades que se presentaron por el camino.

A mi hermano que con sus chistes de apoyo, consejos y cariño logro darme entusiasmo y compromiso para no quedarme detenida en los momentos que perdí la calma y la esperanza debido al estrés del momento.

“La vida es cuestión de actitud, esto es para ustedes familia, los amo”

Paula Andrea Ospina Vargas

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso un agradecimiento a la Universidad de América y a los docentes por el conocimiento y los valores brindados.

Especial agradecimiento a el Doctor Francisco Archer, por su especial compromiso y responsabilidad para asumir cada uno de los retos y propósitos trazados por las directivas de la universidad; a Jimmy Álvarez, por el valor agregado como orientador y guía en este trabajo.

También agradezco a mis padres por esas palabras de apoyo e incondicional compañía, a mi novio Julio Salamanca por sus aportes de conocimientos en ciertos temas de la investigación y por sus palabras de aliento que ayudaron a superar esta etapa, finalmente quiero agradecer a mis amigos Lau, Juli, Alejo y Nico por su constante apoyo durante el desarrollo de esta monografía, que con sus palabras y bromas hicieron más ameno cada momento de estrés durante este proceso formativo.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>16</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>1. METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
<b>2. SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE LA ENERGIA</b>	<b>21</b>
2.1. REVISION ISO 50001:2011	21
2.2. MARCO NORMATIVO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	25
2.3. MODELO DE GESTION ENERGETICA COLOMBIANO	27
2.4. LEY 1715	28
2.4.1 Energía en Zonas No Interconectadas	29
2.4.2 Parque Eólico Jepirachi	30
2.4.3 Bioenergy	31
2.5. IMPULSO DEL SGIE EN COLOMBIA	32
<b>3. ENERGIAS NO CONVENCIONALES EN LA APLICACIÓN DEL SGIE EN COLOMBIA</b>	<b>35</b>
3.1. PASOS PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SGIE	35
3.1.1 Primeros pasos para la implementación de un SGIE	36
3.1.2 Elaboración de planes estratégicos	38
3.1.3 Operaciones cotidianas con buen desempeño y mejora continua	41
3.2. EFICIENCIA ENERGETICA DE LAS ERNC FRENTE A LAS CONVENCIONALES	42
3.2.1 Energías Renovables No Convencionales	42
3.2.1.1 Energía Biomasa	42
3.2.1.2 Energía Fotovoltaica	45
3.2.1.3 Energía Eólica	48
3.2.2.1 Energía Termoeléctrica	51
3.2.2.2 Energía Hidroeléctrica	54
3.3. MATRIZ DOFA	57
3.3.1 Definición	57
3.3.2 Desarrollo	58
3.3.3 Estrategias	60
3.4 LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD	61
3.4.1 Indicadores para el seguimiento de las estrategias implementadas	64
<b>4. CASOS EXITOSOS DE ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN EL MUNDO</b>	<b>67</b>

4.1. ENERGÍA EÓLICA	67
4.1.1 Potencialidades	67
4.1.2 Limitaciones	68
4.2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA	69
4.2.1 Potencialidades	70
4.2.2 Limitaciones	70
4.3. ENERGÍA BIOMASA	70
4.3.1 Potencialidades	71
4.3.2 Limitaciones	72
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>75</b>

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1.</b> Marco normativo de las energías renovables no convencionales	25
<b>Cuadro 2.</b> Comparación fuentes de energía	45
<b>Cuadro 3.</b> Capacidad instalada continente asiático	47
<b>Cuadro 4.</b> Acciones identificadas para las cuatro estrategias de la matriz DOFA desarrollada	60
<b>Cuadro 5.</b> Lineamientos de sostenibilidad para la implementación de la cogeneración en un SGIE	62
<b>Cuadro 6.</b> Lineamientos de sostenibilidad para la implementación de la cogeneración en un SGIE.	64

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Modelo de sistema de gestión de la energía	21
<b>Figura 2.</b> Representación conceptual del desempeño energético	23
<b>Figura 3.</b> Diagrama conceptual del proceso de planificación energética	24
<b>Figura 4.</b> Línea del tiempo de los SGI en empresa y el grupo de energía de Bogotá	33
<b>Figura 5.</b> Ciclo de implementación del Sistema de Gestión Energético	36
<b>Figura 6.</b> Pasos para el planteamiento del Sistema de Gestión Energética	38
<b>Figura 7.</b> Practica agrupación de equipos	40
<b>Figura 8.</b> Categorización energías renovables	43
<b>Figura 9.</b> Ciclo biomasa	43
<b>Figura 10.</b> Efecto fotovoltaico	45
<b>Figura 11.</b> Componentes del sistema fotovoltaico	46
<b>Figura 12.</b> Ilustración sistema eólico	49
<b>Figura 13.</b> Funcionamiento grafico de una central termoeléctrica	52
<b>Figura 14.</b> Tipos de turbinas	54
<b>Figura 15.</b> Matriz DOFA	57
<b>Figura 16.</b> Parque Eólico London Array	68
<b>Figura 17.</b> Parque Kurnool Ultra Mega Solar Park	69
<b>Figura 18.</b> Planta de biomasa Ironbrige	71

## LISTA DE GRAFICOS

	<b>pág.</b>
<b>Grafico 1.</b> Capacidad instalada en el mundo en 2015	48
<b>Grafico 2.</b> Capacidad anual instalada en el mundo	51
<b>Grafico 3.</b> Capacidad instalada acumulada en el mundo	51
<b>Grafico 4.</b> Capacidad anual instalada Centrales Termoeléctricas con Gas y Petróleo	53
<b>Grafico 5.</b> Capacidad anual instalada Centrales Termoeléctricas con Carbón	53
<b>Grafico 6.</b> Capacidad instalada acumulada energías renovables	56
<b>Grafico 7.</b> Capacidad instalada de las energías más usadas entre los años 1970- 2050	56

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Matriz de impacto y resultados esperados del programa	30
<b>Tabla 2.</b> Top capacidad instalada y acumulada en el año 2015	48

## RESUMEN

Las energías provenientes de combustibles fósiles no son un recurso infinito, por cierto, suelen ser algo escasas. Normalmente, se localizan en zonas geográficas políticamente inestables, y tanto su transporte como su utilización causan una serie de impactos sobre el medio ambiente y la salud, los cuales son altamente graves. Por consiguiente, el ser humano se verá en la necesidad de utilizar el sol, el viento, la biomasa y el agua para cubrir las necesidades energéticas, según los recursos de cada país. En esta investigación, se evidencia la importancia que tienen las energías renovables no convencionales (ERNC) frente a las convencionales, pues las ERNC provienen de fuentes de energía limpia, inagotable y crecientemente competitiva. Su aprovechamiento en cualquier lugar del mundo, suele ser potencial y abundante, pues estas no producen gases de efecto invernadero. Del mismo modo, en Colombia se ve la necesidad de implementar este tipo de energías a nivel pymes e industrial, por ello en el presente estudio se evidencian el paso a paso y cada uno de los requisitos mínimos a partir de la normativa y el Sistema de Gestión Integral Energético, para así lograr sustituir las energías convencionales por energías renovables, adicionalmente, se muestra por medio de datos y gráficos, la eficiencia energética de las energías convencionales contra las renovables, logrando un análisis de las ventajas, desventajas y posibles estrategias requeridas para poner en funcionamiento alguna de las tres energías con mayor uso en Colombia (Eólica, Fotovoltaica y Biomasa). Finalmente, a nivel mundial existen grandes empresas que funcionan a partir de energías limpias, ya que estas representan cerca de la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica instalada, por esto es necesario hacer comparaciones con Colombia y así lograr un crecimiento o un sistema energético basado en tecnologías renovables.

**Palabras claves:** Energía, renovables, eficiencia energética, capacidad instalada, gestión.

## GLOSARIO

**CONTRIBUCIÓN:** concurrir con una cantidad para un determinado fin.

**ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES:** fuentes de generación energéticas en las cuales no se incurre en el consumo gastos o agotamiento de su fuente generadora.

**SISTEMAS DE GESTIÓN:** herramienta de gestión sistemática y transparente que permite dirigir, controlar y evaluar el desempeño institucional en términos de calidad y satisfacción social en la prestación de los servicios.

**EFICIENCIA ENERGÉTICA:** uso eficiente de la energía, logrando optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.

**ENERGÍAS CONVENCIONALES:** todas aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas, las cuales, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse.

**DESARROLLO SOSTENIBLE:** satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA:** es una estrategia de producción ecoeficiente, que generalmente guía a las empresas a la aplicación continua de procesos, productos, y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

**ESTRATEGIAS:** se refiere a la planificación o conjunto de acciones que alinean las metas y objetivos que se propone un individuo o grupo.

**EFICIENCIA:** es la capacidad de hacer las cosas bien, por medio de un sistema de pasos e instrucciones con los que se puede garantizar calidad en un producto o servicio.

## INTRODUCCION

*“Creo que el coste de la energía bajara cuando hagamos la transición a la energía renovable”*  
**Al Gore**

La siguiente investigación tiene como propósito identificar los incentivos que está aplicando el estado colombiano, para promover el uso de las energías renovables no convencionales en el sector industrial colombiano. Por consiguiente, esta monografía apunta al cumplimiento de las metas establecidas en el objetivo número siete, objetivo de desarrollo sostenible propuesto por la ONU en el 2015, los cuales se refieren a “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, cuyas metas para el 2030 son 1) “aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas”; y 2) “ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos, en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral”<sup>1</sup>.

Es importante trabajar de la mano con los objetivos, estrategias y metas que ha implementado el Plan Nacional de Desarrollo para los años 2014-2018, los cuales consisten: 1. “Avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono, cuya meta consiste en la implementación de automotores que utilicen energías alternativas e instaurar la capacidad instalada para la generación de energías en las ZNI a partir de fuentes no convencionales en MW”<sup>2</sup>; y 2. “Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza ambiental, ya que la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos proveen beneficios que son la base para el desarrollo de las actividades económicas del país”<sup>3</sup>. Todo esto con el fin de tener un crecimiento verde enfocado a un desarrollo sostenible el cual garantice el bienestar social y económico a largo plazo, asegurando que los recursos que se provean provengan de fuentes sostenibles.

---

<sup>1</sup> ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS-ONU-. Objetivos de desarrollo sostenible. [Sitio Web]. USA. Sec. Objetivos [Consultado el 11, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

<sup>2</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Plan Nacional de Desarrollo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2015. Tomo 1. P. 116-118. ISBN para Internet: 978-958-8340-88-3 [Consultado el 11, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>

<sup>3</sup> Ibid., P.129

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la contribución de las energías renovables no convencionales en la implementación del Sistema de Gestión Integral de Energía en diferentes ámbitos de uso energético.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los mecanismos de aplicación de un Sistema de Gestión Integral de Energía, en distintos ámbitos de uso energético.
- Relacionar la eficiencia energética de los diferentes tipos de energías renovables no convencionales en la aplicación de un Sistema de Gestión Integral de Energía.
- Conocer las tendencias actuales de la aplicación de la eficiencia energética en un contexto mundial.

## **1. METODOLOGIA**

### **1.1. SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE LA ENERGIA (SGIE)**

#### **1.1.1 Revisión ISO 50001:2011**

Se realizará la definición del Sistema de Gestión Energético en Colombia a partir del documento de la Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética; posteriormente se especificará la norma ISO 50001 haciendo uso del documento europeo, que es el estándar mundial en sistemas de gestión de la energía en el mundo, sintetizando las principales características para lograr un SGE exitoso y aplicable a cualquier tipo de organización.

#### **1.1.2 Marco Normativo de las Energías Renovables No Convencionales**

Para definir la normativa que rige actualmente a las energías renovables no convencionales (ERNC), se va a hacer uso de información recopilada de la página oficial del Ministerio de Minas y Energía, en la cual se identifican y nombran todas las resoluciones, normas y decretos que estén relacionadas con las ERNC. Toda la información relevante será organizada en una base de datos en Excel, la cual permita relacionar y apreciar lo más relevante de cada norma. También, se van a identificar noticias a partir de periódicos que muestren noticias relevantes de proyectos que hagan uso de la normativa filtrada anteriormente.

#### **1.1.3 Modelo de Gestión Energética Colombiano**

A partir de información obtenida en el Programa Estratégico Nacional en Sistemas de Gestión Integral de Energía y en la Guía para la implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía, documento elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), se nombrarán y describirán los mecanismos, herramientas y etapas necesarias para establecer y fortalecer la estructura central de un SGIE en todo el territorio del estado colombiano.

#### **1.1.4 Ley 1715**

Por medio de un análisis de la ley 1715 se van a describir los programas más relevantes de gestión energética que se han venido implementando en el país, esto se realizara mediante la revisión del documento realizado por el CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). A partir de esta información se hablará de tres proyectos que involucran las Energías Renovables No Convencionales (Eólica, Fotovoltaica y Biomasa) en el país.

### **1.1.5 Impulso del SGIE en Colombia**

Finalmente, para dar cierre al primer capítulo se dará a conocer la información que evidencie como a partir de los diferentes SGI que han venido implementando el uso de ERNC y con base a lo encontrado, se evaluará y continuará con la explicación de la buena gestión de cada uno de los sistemas descritos; o en el peor de los casos generar una serie de recomendaciones para incentivar el uso de lineamientos o directrices útiles para las organizaciones, cuya meta sea el desarrollo sostenible a partir de la eficiencia energética.

## **1.2. ENERGÍAS NO CONVENCIONALES EN LA APLICACIÓN DEL SGIE EN COLOMBIA**

### **1.2.1 Pasos para la Implementación de un SGIE**

Para la definición y descripción de cada uno de los pasos necesarios para implementar un Sistema de Gestión Integral Energético, se hará una búsqueda en bases de datos, artículos, informes y páginas web confiables que suministren información necesaria para especificar puntualmente que se debe hacer en caso de que alguna organización desee disponer de estrategias y lineamientos encaminados a la eficiencia energética.

### **1.2.2 Comparación de la Eficiencia Energética de las ERNC frente a las Energías Convencionales**

Para determinar la Eficiencia Energética de las Energías Renovables No Convencionales, se enumerarán aquellas que están vigentes en Colombia; esto se realizará a partir de una explicación breve de cada tipo de energía, junto con una serie de ventajas y desventajas según la información encontrada en bases de datos. Además, se evaluará la eficiencia energética de cada tipo de energía, a partir de datos proporcionados por alguna entidad. Finalmente, estas ERNC se compararán con las energías convencionales determinando que tan útiles son las no Convencionales.

### **1.2.3 Matriz DOFA**

Una vez determinadas cada una de las ERNC, se procede a evaluarlas por medio de un análisis DOFA. Inicialmente se hará una breve explicación del método, para proceder con el desarrollo de este evidenciando las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de las energías no convencionales, en general. Al estudiar esta información, se continuará proponiendo y analizando una serie de estrategias necesarias para fomentar el uso de las energías no convencionales.

#### **1.2.4 Lineamientos de Sostenibilidad**

Finalmente, se plantearán una serie de actividades para cada una de las estrategias que sobresalen en la matriz DOFA; a partir de esas actividades se procede a recomendar unos indicadores que permitirán implementar un SGIE, y de esta manera, que se pueda realizar un monitoreo de manera eficaz, para lograr el cumplimiento exitoso propuestos por la normativa.

### **1.3. CASOS EXITOSOS DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN EL MUNDO**

#### **1.3.1 Energía Eólica**

Después de haber comprendido la importancia de la eficiencia energética que tiene esta energía renovable no convencional, se procede a evidenciar una experiencia exitosa de este tipo de energía en el mundo, esto se realizara por medio de la búsqueda de revistas o noticias internacionales. Posteriormente, se evaluarán las potencialidades de la empresa, teniendo en cuenta los métodos y estrategias utilizados para mantenerse de manera sostenible; finalmente, se evidenciarán las limitaciones que existen en Colombia frente al país en donde si funciona exitosamente esta energía eólica.

#### **1.3.2 Energía Fotovoltaica**

Después de haber comprendido la importancia de la eficiencia energética que tiene esta energía renovable no convencional, se procede a evidenciar una experiencia exitosa de este tipo de energía en el mundo, esto se realizara por medio de la búsqueda de revistas o noticias internacionales. Posteriormente, se evaluarán las potencialidades de la empresa, teniendo en cuenta los métodos y estrategias utilizados para mantenerse de manera sostenible; finalmente, se evidenciarán las limitaciones que existen en Colombia frente al país en donde si funciona exitosamente esta energía fotovoltaica.

#### **1.3.3 Energía Biomasa**

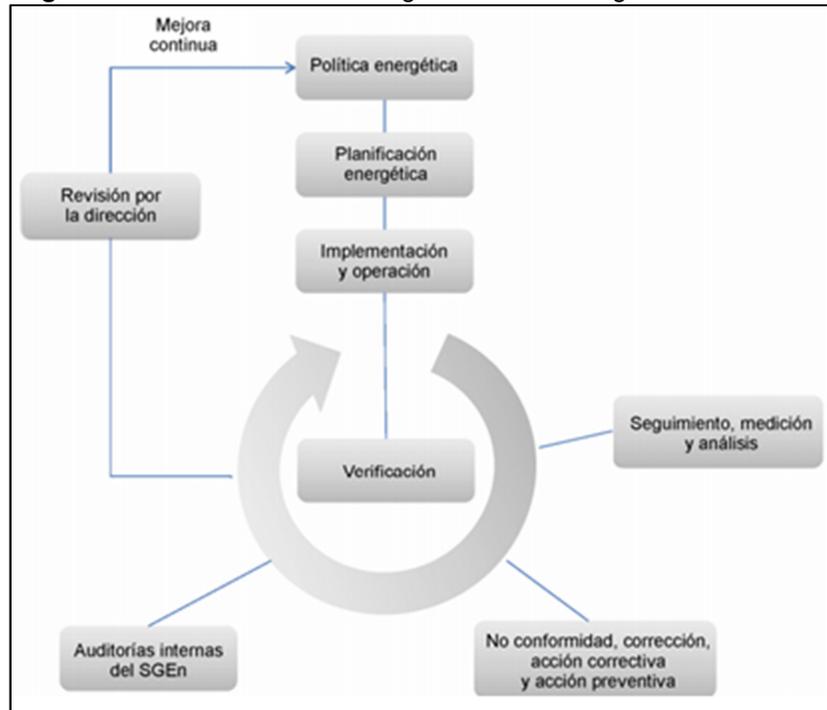
Después de haber comprendido la importancia de la eficiencia energética que tiene esta energía renovable no convencional, se procede a evidenciar una experiencia exitosa de este tipo de energía en el mundo, esto se realizara por medio de la búsqueda de revistas o noticias internacionales. Posteriormente, se evaluarán las potencialidades de la empresa, teniendo en cuenta los métodos y estrategias utilizados para mantenerse de manera sostenible; finalmente, se evidenciarán las limitaciones que existen en Colombia frente al país en donde si funciona exitosamente esta energía biomasa.

## 2. SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE LA ENERGIA

### 2.1. REVISION ISO 50001:2011

“El Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) se rige por la norma ISO 50001:2011, cuyo propósito se basa en establecer los procesos y sistemas necesarios para mejorar el desempeño energético de diversas organizaciones, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; todo esto con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales”<sup>4</sup>. Según esta norma<sup>5</sup>, la implementación de un sistema de gestión de la energía tiene por objeto la mejora del desempeño energético; este concepto incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, como se puede observar en la figura 1. De esta manera la organización puede elegir entre un amplio rango de actividades de desempeño energético.

**Figura 1.** Modelo de sistema de gestión de la energía



**Fuente:** ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). Sistemas De Gestión De La Energía. ISO 50001. España. 2011. P.9

De igual manera, este sistema permite incrementar ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan las empresas. “El sistema de gestión

<sup>4</sup> ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). Sistemas De Gestión De La Energía. ISO 50001. España. 2011. P.8

<sup>5</sup> Ibid., P.22

energética, según la ISO 50001 puede alinearse o facilitar la integración con otros sistemas de gestión: calidad ambiental, seguridad y salud en el trabajo, gestión financiera y de riesgos”<sup>6</sup>. “Con la aplicación de la norma, se desarrolla e implementa una política energética y establecer objetivos, metas y planes de acción teniendo en cuenta requisitos legales e información referente que este directamente relacionada con el uso razonable de la energía. Así las organizaciones cumplen con los compromisos derivados de su política, toman acciones de mejoramiento de su desempeño energético y muestran conformidad con los requisitos de la Norma Internacional”<sup>7</sup>.

El modelo de sistema de gestión de la energía para esta Norma Internacional se observa en la figura 2, la cual sigue el ciclo de mejora continua: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). Este ciclo incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales que la organización realiza. Para la ISO 50001<sup>8</sup> en la etapa de planificar, se debe realizar una revisión energética y establecer la línea base, los indicadores de desempeño energético, los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejoraran el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización. “En el hacer es necesario implementar los planes de acción de gestión de la energía. En la siguiente fase, verificar, se debe realizar el seguimiento y la medición de las características y los procesos clave de las operaciones que determinan el desempeño energético basándose en las políticas y objetivos energéticos; aquí es necesario informar y mostrar los resultados”<sup>9</sup>. En la etapa final, el actuar, se tomarán acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGIE.

“Durante la planificación, se debe enfocar el desempeño energético de la organización y los instrumentos necesarios para mantenerlo y mejorarlo”<sup>10</sup>. Se deben revisar los requisitos legales y otros relacionados con el uso y consumo de la energía, así como con su eficiencia energética. La organización deberá determinar cómo aplican esto requisitos y asegurar el cumplimiento al establecer, implementar y mantener el SGIE. “Por otro lado, se debe realizar una revisión energética, la cual se debe realizar mediante análisis de uso y consumo de la energía basándose en mediciones y otros datos, se deben identificar las áreas de uso significativo de la energía e identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético”<sup>11</sup>. Por último, la norma internacional<sup>12</sup> estipula que la organización debe establecer una(s) línea(s) de base energética haciendo uso de la revisión energética inicial y a su vez debe identificar los indicadores de

---

<sup>6</sup> Ibid., P.8

<sup>7</sup> Ibid., P.8

<sup>8</sup> Ibid., P.8

<sup>9</sup> Ibid., P.8

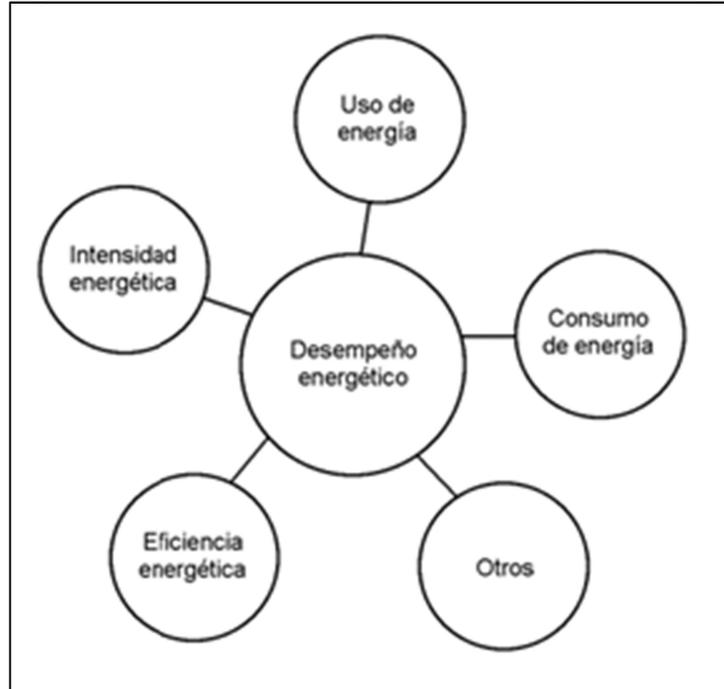
<sup>10</sup> Ibid., P.24

<sup>11</sup> Ibid., P.25

<sup>12</sup> Ibid., P.25

desempeño energético. En la figura 3, se observa el diagrama conceptual de la etapa nombrada anteriormente, en esta se resumen los procedimientos que se deben realizar en esta fase.

**Figura 2.** Representación conceptual del desempeño energético



**Fuente:** ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION AENOR). Sistemas De Gestión De La Energía. ISO 50001. España. 2011. P.22

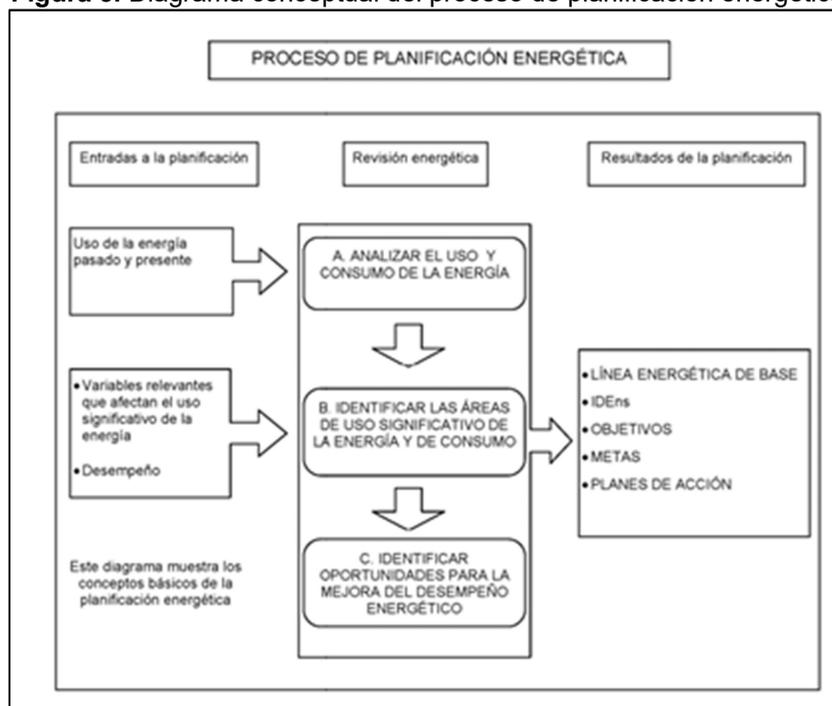
La siguiente etapa, como lo indica la norma internacional<sup>13</sup> hace referencia a la implementación y operaciones; aquí la organización debe asegurarse que todas las personas realicen tareas para ella o en su nombre, relacionada con usos significativos de la energía, deben ser competentes basándose en una educación, formación, habilidades o experiencias adecuadas. “La organización también debe comunicar y documentar la información relacionada con su desempeño energético y su SGIE, manteniendo dicha información en cualquier medio de recolección de información. A estos documentos se les debe realizar un control operacional”<sup>14</sup>. Por otra parte, la organización puede utilizar especificaciones propuestas por un proveedor de energía, claramente si es apropiada; con el fin de mejorar el desempeño energético a través del uso de servicios y productos más eficientes.

---

<sup>13</sup> Ibid., P.26

<sup>14</sup> Ibid., P.26

**Figura 3.** Diagrama conceptual del proceso de planificación energética



**Fuente:** ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION AENOR). Sistemas De Gestión De La Energía. ISO 50001. España. 2011. P.24

Durante la verificación, se debe realizar un seguimiento, medición, y análisis a las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético a intervalos planificados. A continuación, se enlistarán los ítems a evaluar:

- “Usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la revisión energética.
- Variables pertinentes e indicadores de desempeño.
- Eficiencia de los planes de acción.
- Evaluación del consumo energético real contra el esperado”<sup>15</sup>.

En esta etapa, es necesario realizar procedimientos de auditorías internas del sistema de gestión de la energía, para identificar las no conformidades, correcciones, acciones correctivas y acciones preventivas. “El sistema de gestión termina con la etapa actuar, en la cual se hará una revisión por parte de las directivas que cubra completamente el alcance del sistema, esto con el fin de tomar acciones para mejorar de forma continua el desempeño energético; este

<sup>15</sup> Ibid., P.27

periodo de revisión puede llevarse a cabo a lo largo de un periodo de tiempo determinado dado por la dirección”<sup>16</sup>.

## 2.2. MARCO NORMATIVO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

“Con el propósito de promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, se crea la Ley 1715 de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, con el fin de promover la gestión eficiente de la energía”<sup>17</sup>. A partir de esta ley se han implementado decretos y resoluciones los cuales se pueden observar en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Marco normativo de las energías renovables no convencionales

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>AÑO</b>
Resolución 1312	En esta se adoptan los términos de referencia necesarios para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el cual es necesario para ejecutar el trámite de licencias ambientales a proyectos con uso de fuentes de energías renovables.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2016
Resolución 1283	Se establecen los procedimientos y requisitos necesarios para expedir certificaciones de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2016
Decreto 2143	Se adicionan las definiciones de los lineamientos para la aplicación de incentivos establecidos en la Ley 1715.	Ministerio de Minas y Energía	2015
Resolución 0281	En esta resolución se define el límite máximo de potencia de autogeneración a gran escala en el Sistema de Interconectado Nacional.	Unidad de Planeación Minero Energética	2015

<sup>16</sup> Ibid., P.28

<sup>17</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Energías Renovables No Convencionales. En: Ministerio de Minas y Energía. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2015. Sec. Normativa. [Consultado el 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>

**Cuadro 1.** (Continuación)

Resolución 024	Se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional	Comisión de Regulación de Energía y Gas	2015
Decreto 1623	Se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, lo que representa a los lineamientos de política para la expansión de la cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas.	Ministerio de Minas y Energía	2015
Decreto 2492	Se adoptan disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda energética.	Ministerio de Minas y Energía	2014
Decreto 2469	Se establecen lineamientos acordes a la política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración.	Ministerio de Minas y Energía	2014

**Fuente:** MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Energías Renovables No Convencionales. En: Ministerio de Minas y Energía. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2015. Sec. Normativa. [Consultado el 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/energias-renovables-no-convencionales>

Con respecto a lo estipulado en el marco normativo, se han venido evidenciando noticias en periódicos y revistas acerca de las energías renovables no convencionales; entre estas se anunció que “el país tendrá un mecanismo que le permitirá contratar a largo plazo proyectos de generación con fuentes no convencionales de energía renovable (eólica, fotovoltaica y biomasa)”<sup>18</sup>; esta incorporación de energías renovables es clave en la diversificación de la matriz energética, para así poder enfrentar los retos del cambio climático. Se explica que con la definición y aplicación de dicho mecanismo se sentaran las bases para que el sistema eléctrico colombiano evolucione realizando una transición hacia un sistema más robusto, y de esta manera, se consolide como el primero en América Latina y el octavo a nivel mundial en términos de sostenibilidad.

Según GUERRERO<sup>19</sup>, la Guajira es el escenario en el que actualmente tiene más avances en temas de sostenibilidad energética eólica y solar, ya que se están

<sup>18</sup> PIÑEROS, Katherine. Gobierno alista primera subasta de energías renovables no convencionales. En: La Republica. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Noviembre 7 del 2017. Energía. [Consultado el 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/economia/gobierno-alista-primera-subasta-de-energias-renovables-no-convencionales-2566654>

<sup>19</sup> GUERRERO, Sandra. La Guajira se prepara para la bonanza de las energías renovables. En: El Heraldo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Diciembre 10 del 2017. Sec. Energías Renovables. [Consultado 15, Diciembre,

desarrollando ocho proyectos y once más se encuentran en etapa de espera, con los que se pretenderá conectar alrededor de 1.250 MW al Sistema Interconectado Nacional y se construirá una nueva subestación colectora a 500 mil voltios y de dos líneas de transmisión entre esta y la subestación del corregimiento de Cuestecitas, en la Guajira, la cual a su vez se interconectara con la subestación La Loma, en el Cesar; de esta manera se apoya el Decreto 1623 de 2015 y la Resolución 024 del mismo año.

“Con respecto a proyectos de energía derivada del bagazo de la caña de azúcar (biomasa) existen varios, que en conjunto generaran cerca de 80 MW”<sup>20</sup>; cumpliendo con la Resolución 1312 de 2016. Con estos datos, se observa la contribución que hacen las energías renovables no convencionales, ayudando a suplir la demanda del consumo energético. Estas energías se espera que aumenten su participación día a día, logrando una disminución considerable de la contaminación del medio ambiente.

### **2.3. MODELO DE GESTION ENERGETICA COLOMBIANO**

Como dice CAICEDO,<sup>21</sup> el programa de gestión integral es una herramienta metodológica que permite obtener un modelo específico para cualquier empresa mediante un modelo de gestión integral en el que se desarrolla en tres etapas fundamentales, decisión estratégica, instalación y operación el cual se implementan en la forma del propósito, de aprovechar los recursos disponibles de la empresa y así analizar de forma estratégica a la organización en función de la productividad y la consolidación. Este modelo de gestión busca obtener una guía integrar los objetivos planteados con menores riesgos de inversión y mínimo recurso en poco tiempo.

Los modelos de gestión energética en las empresas colombianas o del extranjero han desarrollado como referencia, programas o modelos externos, los cuales básicamente se han basado en aspectos de diagnósticos energéticos a la tecnología, planes y medidas de acción para la reducción de costos energéticos, monitoreo de indicadores, verificación de consumos e identificación de equipos, cambios tecnológicos y gestión de contrataciones.

---

2017]. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/la-guajira/la-guajira-se-prepara-para-la-bonanza-de-las-energias-renovables-434006>

<sup>20</sup> RCN, Radio. En menos de 10 años Colombia podría invertir millones de dólares en energía limpia. En: RCN RADIO. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Diciembre 19 del 2017. Sec. Tecnología. [Consultado 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/medio-ambiente/en-menos-de-10-anos-colombia-podria-invertir-millones-de-dolares-en-energia-limpia>

<sup>21</sup> CAICEDO, Omar. Guía Para La Implementación De Sistemas De Gestión Integral De La Energía. En: UPM-Colciencias. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Sec. Publicaciones. P. 4. [Consultado 15, Diciembre, 2017]

“Las actividades de gestión energética en las empresas responden a reacciones reactivas, principalmente a la oscilación de los precios de energía primaria, y del peso del costo energético en casos de producción o saltos en la energía”<sup>22</sup>. Colombia, a pesar de que posee un marco regulatorio y normativo que propende colaborar con la creación de oportunidades para el desarrollo de proyectos que incrementen la eficiencia energética y la reducción de impacto ambiental, el cual necesita una guía estándar para la reducción de costos energéticos continuamente, sosteniendo así el nivel de productividad y competitividad.

El sistema de gestión integral de la energía es el conjunto de procedimientos y actividades estructuradas que trabajan con los componentes del sistema de organización de las empresas para disminuir el consumo de energía a través de tres etapas.

- **Decisión de la estratégica.** “En este proceso se identifica el estado en el que se encuentra la empresa, metas, impactos de productividad, medio ambiente, gastos y ventas en la implementación integral de la energía, definir sistemas de monitoreo, de la eficiencia en el costo energético”<sup>23</sup>.
- **Instalación del sistema de gestión integral de energía.** “Consiste en la definición de objetivos y metas a consumo y redacción de las perdidas, definición de las políticas energéticas, identificación y preparación del personal y la elaboración del documento de SGEI que incluya estrategias, registro de datos, estructuras y documentación de registros y manual de energía”<sup>24</sup>.
- **Operación del sistema gestión integral de energía.** “En esta última etapa el modelo debe asegurar la mejora en la gestión energética y evaluar el desarrollo teniendo en cuenta aspectos en la implementación de programas, proyectos a mejora, planes de entrenamiento y evaluación del personal y por último el seguimiento y evaluación de los resultados”<sup>25</sup>.

## 2.4. LEY 1715

La ley 1715 de 2014<sup>26</sup> tiene como objetivo impulsar el desarrollo y el uso de las energías renovables no convencionales, buscando promover la gestión eficiente

---

<sup>22</sup> Ibid., P.8

<sup>23</sup> Ibid., P.9

<sup>24</sup> Ibid., P.10-16

<sup>25</sup> Ibid., P.17

<sup>26</sup> COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía. Ley 1715 (13 de Mayo del 2014). Integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Bogotá D.C. Diario Oficial. 2014. Cap. I

de la energía; y cuya finalidad es establecer un marco legal y los instrumentos para impulsar el buen aprovechamiento de estas fuentes de energía. Con base a esta ley, el Consejo Nacional de Política Económica y Social ha implementado programas de gestión energética como, por ejemplo: Energía en zonas no interconectadas en San Andrés y Providencia, Parque Eólico Jepirachi en la alta Guajira y la planta de biocombustible Bioenergy en el Meta.

#### **2.4.1 Energía en Zonas No Interconectadas**

“El objetivo de este programa es optimizar la gestión de la demanda de electricidad en el Archipiélago de San Andrés y Providencia con el fin de mejorar la sostenibilidad energética, económica y ambiental”<sup>27</sup>. Para la implementación de este proyecto, se implementaron dos mecanismos de gestión, el primero consiste en promover la generación de energía con equipos de alta eficiencia, dicha energía será usada en equipos de primera necesidad (refrigeración, aire acondicionado e iluminación) para el sector comercial, hotelero, residencial y oficial. “El segundo mecanismo de gestión incentiva la generación solar fotovoltaica para el consumo individual y así reducir la dependencia de combustibles fósiles”<sup>28</sup>.

Según el DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION<sup>29</sup> para la ejecución del programa se pretende realizar una serie de actividades, las cuales contextualicen a la comunidad en torno al alcance y los beneficios del programa, entre ellas está, la capacitación a los habitantes y visitantes de la isla acerca de los buenos hábitos para el uso racional de la energía eléctrica y los nuevos equipos que van a ser implementados; estas capacitaciones se realizaran por medio de actividades que prioricen el ahorro y uso eficiente de la energía. Por otra parte, será necesario establecer medidas que logren garantizar la adecuada disposición final de cada uno de los equipos que se vayan a reemplazar con el programa. “Para alcanzar esta acción, será necesario implementar un plan de sostenibilidad ambiental, donde se especifiquen los mecanismos de recolección, acopio, almacenamiento, transporte y chatarrización, requeridos para la adecuada disposición final”<sup>30</sup>.

---

<sup>27</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Programa De Gestión Eficiente De La Demanda De Energía En Zonas No Interconectadas. En: CONPES. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 11 de Abril de 2016. En: Publicaciones. P. 25. [Consultado 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855\\_Credito\\_San\\_Andres\\_VPublicaci%C3%B3n.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855_Credito_San_Andres_VPublicaci%C3%B3n.pdf)

<sup>28</sup> Ibid., P.26

<sup>29</sup> Ibid., P.28

<sup>30</sup> Ibid., P.29

Finalmente, es importante hacer un seguimiento y evaluación al programa con el fin de medir el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del programa, para esto será necesario “implementar un sistema gerencial por medio de una matriz como la mostrada en la tabla 1, que cuenta con indicadores de impacto y resultado; también tendrá las respectivas metas que se alcanzaran en el último año de operación”<sup>31</sup>.

**Tabla 1.** Matriz de impacto y resultados esperados del programa

Indicadores	Unidad de medida	Contrafactual	Meta final (2025)	Fuente y medios de verificación
<b>Impacto esperado: Reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero</b>				
Emisiones de GEI en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Toneladas de CO <sub>2</sub>	162.386	148.787	Informes anuales del operador técnico del programa aprobados por el Ministerio de Minas y Energía. Incluye cálculos de consumos de energía de los usuarios beneficiarios del programa, y emisiones evitadas a partir de los ahorros de energía obtenidos.
<b>Resultado esperado 1: Reducir el consumo de energía eléctrica promedio de los clientes residenciales</b>				
Consumo de energía eléctrica promedio en los clientes residenciales intervenidos en el Archipiélago.	GWh por año	243	222	Informes anuales preparados por el operador técnico del programa aprobados por el Ministerio de Minas y Energía. Se incluyen los consumos de energía de los usuarios beneficiarios.
<b>Resultado esperado 2: Mejorar la sostenibilidad financiera del sector eléctrico</b>				
Subsidios asociados a la generación eléctrica otorgados por el Gobierno nacional.	Millones de dólares	40,4	38,1	Resoluciones del Ministerio de Minas y Energía en las que autoriza los desembolsos anuales asociados a la generación eléctrica en las ZNI.

**Fuente:** DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Programa De Gestión Eficiente De La Demanda De Energía En Zonas No Interconectadas. En: CONPES. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 11 de Abril de 2016. En: Publicaciones. P. 34. [Consultado 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855\\_Credito\\_San\\_Andres\\_VPublicaci%C3%B3n.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855_Credito_San_Andres_VPublicaci%C3%B3n.pdf)

## 2.4.2 Parque Eólico Jepirachi

“Gracias a la reglamentación de la Ley 1715 de 2014, que da incentivos tributarios a los inversionistas en energías renovables, se han venido consolidando grandes proyectos de energías alternativas en el país a lo largo de los últimos años. El parque entro en operación comercial plena el 19 de abril de 2004, con el fin de aprovechar la energía eólica en la Alta Guajira”<sup>32</sup>. Según EMP<sup>33</sup> este tiene una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia máxima, con 15 aerogeneradores de 1,3 MW cada uno, los cuales se someten a fuertes vientos de aproximadamente

<sup>31</sup>Ibid., P.31

<sup>32</sup> EPM. Parque Eólico Jepirachi en La Guajira, Colombia. En: EPM. [Sitio Web]. Medellín. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestras-plantas/energia/parque-eolico>

<sup>33</sup> EPM. Parque Eólico Jepirachi en La Guajira, Colombia. En: EPM. [Sitio Web]. Medellín. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestras-plantas/energia/parque-eolico>

9,8 metros por segundo, que soplan a lo largo de todo el año en esta parte de la península.

“Jepirachi fue uno de los proyectos pioneros en Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), lo cual representa un aspecto muy importante en la historia del mercado del carbono, pues a raíz de esta experiencia el Banco Mundial creó el Fondo Comunitario del Carbono, con el propósito de ayudar y aportar proyectos de MDL en comunidades menos favorecidas”<sup>34</sup>. Por otra parte, los métodos y cálculos para la estimación de emisiones y el acuerdo mutuo del proyecto con la comunidad Wayuu fueron consideradas como ejemplares por el Banco Mundial y como referencias para el desarrollo de proyectos similares en otras partes del mundo; por estas razones, el Parque Eólico Jepirachi se encuentra registrado como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Finalmente, “gracias a el aprendizaje científico, a los incentivos tributarios, la eficiencia tecnológica y el mejoramiento de costos se tiene planeado un nuevo proyecto eólico en la Guajira, que estaría listo en 2022 en la zona de frontera con Venezuela”<sup>35</sup>; esto con el objetivo de seguir aprovechando el enorme potencial con el que cuenta Colombia de energías renovables.

### 2.4.3 Bioenergy

Según ECOPETROL<sup>36</sup> Bioenergy será la primera empresa del país en producir etanol carburante, la cual será la más grande de este biocombustible en Colombia. La planta es una filial de Ecopetrol, que contempla alrededor de 14.400 hectáreas de siembra total mecanizada de caña de azúcar; “la planta destinada de etanol carburante tendrá una capacidad de cuatrocientos ochenta mil litros diarios, cifra importante, ya que representa casi un cuarto de la producción total de etanol en Colombia, teniendo asegurado el mercado nacional”<sup>37</sup>. “Es cierto que la ejecución

---

<sup>34</sup> EPM. Parque Eólico Jepirachi en La Guajira, Colombia. En: EPM. [Sitio Web]. Medellín. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestras-plantas/energia/parque-eolico>

<sup>35</sup> SEMANA. Las energías alternativas se toman Colombia. En: Revista Semana Sostenible. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 10 de Mayo de 2017. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/energias-alternativas-se-toman-colombia/37756>

<sup>36</sup> WPADMIN. Bioenergy. En: ECOPETROL. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 19 de Septiembre de 2014. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: [https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3Apath%3A/Ecopetrol\\_ES/Ecopetrol/Medio-Ambiente/gestion-ambiental-proactiva/Ecoeficiencia/Biocombustibles/Nuestros-Proyectos/Bioenergy](https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3Apath%3A/Ecopetrol_ES/Ecopetrol/Medio-Ambiente/gestion-ambiental-proactiva/Ecoeficiencia/Biocombustibles/Nuestros-Proyectos/Bioenergy)

<sup>37</sup> SEMANA. Las energías alternativas se toman Colombia. En: Revista Semana Sostenible. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 10 de Mayo de 2017. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/energias-alternativas-se-toman-colombia/37756>

de este gran proyecto comprometerá alta tecnología, equipo humano capacitado y comprometido el cual ha venido pensando en grande por el cambio climático y la demanda creciente de combustibles amigables con el medio ambiente”<sup>38</sup>.

## 2.5. IMPULSO DEL SGIE EN COLOMBIA

Actualmente en Colombia, la Empresa de Energía de Bogotá y el Grupo de Energía de Bogotá han venido implementado un Sistema de Gestión Integrado (SGI) (ver figura 4) “que se basa en los lineamientos de diferentes normas técnicas, como las ISO 9001 que proporciona la infraestructura, procedimientos, procesos y recursos necesarios para ayudar a las organizaciones a controlar y mejorar su rendimiento y conducirles hacia la eficiencia, servicio al cliente y excelencia en el producto o servicio”<sup>39</sup>; “la GP 1000 es una norma importante que se fundamenta en la mejora continua y el desempeño de los servicios ofrecidos por entidades públicas”<sup>40</sup>; “la ISO 14001 que fue diseñada para ayudar a la organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales”<sup>41</sup>; la OHSAS 18001, que establece el control de riesgos mínimos permitidos de seguridad y salud en el trabajo; y finalmente, la más importante y con mayor aporte para esta investigación, la ISO 50001 que tiene como objetivo el mejoramiento continuo de la eficiencia, los costos de la gestión energética en una organización. De acuerdo con lo explicado por GRUPO ENERGIA BOGOTA<sup>42</sup> la integración de todas estas directrices, permiten tener una decisión estratégica encaminada a la mejora continua, aumento de desempeños proporcionando bases sólidas fundamentadas en el desarrollo sostenible de la empresa.

---

<sup>38</sup> SEMANA. Bioenergy, el Reficar de los Llanos. En: Revista Semana. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 27 DE Febrero de 2016. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.semana.com/nacion/articulo/bioenergy-otro-reficar-para-ecopetrol/463033>

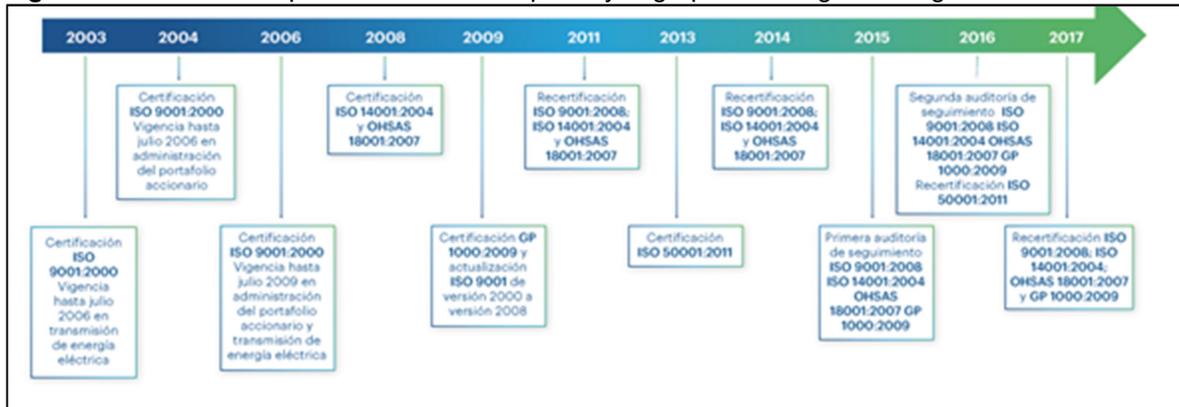
<sup>39</sup> LLOYD'S, Registrer. ISO 9001 Sistemas De Gestión De La Calidad. [Sitio Web]. España. Sec. ISOS. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-9001-norma-calidad/>

<sup>40</sup> APPLUS. Gestión De La Calidad Del Sector Público. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2013. Sec. Publicaciones. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: [http://www.appluscertification.com/es/service/COLOMBIA.\\_NTC\\_GP\\_1000\\_%E2%80%93\\_Gestion\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_sector\\_publico-1340222893207](http://www.appluscertification.com/es/service/COLOMBIA._NTC_GP_1000_%E2%80%93_Gestion_de_la_calidad_del_sector_publico-1340222893207)

<sup>41</sup> LLOYD'S, Registrer. ISO 14001 Sistemas De Gestión Ambiental. [Sitio Web]. España. Sec. ISOS. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-14001-medioambiente/>

<sup>42</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Sistema De Gestión Integrado (SGI). En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Información Corporativa. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/informacion-corporativa/sistema-de-gestion-integrado-sgi>

**Figura 4.** Línea del tiempo de los SGI en empresa y el grupo de energía de Bogotá



**Fuente:** GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Sistema De Gestión Integrado (SGI). En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Información Corporativa. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/informacion-corporativa/sistema-de-gestion-integrado-sgi>

Sin embargo, esto no ha sido suficiente para que en Colombia a partir de las directrices nombradas anteriormente se implementen Sistemas de Gestión Integrados, que amplíen el uso de ERNC en cualquier organización. En Colombia, el sector eléctrico está dominado principalmente por la generación de energía hidráulica (65% de la producción) y generación térmica de gas y carbón (35%), con esto se puede evidenciar que el país enfrenta una serie de desafíos, los cuales están ligados con el crecimiento económico, pues se empieza a ejercer presión para aumentar las capacidades de generación, transmisión, y distribución, todo esto con el fin de asegurar la continuidad en la disponibilidad de energía<sup>43</sup>.

“Esta situación conduce a implementar políticas para la eficiencia energética, es decir acciones que permitan optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos o servicios finales obtenidos; en pocas palabras, es aprovechar de manera más completa y funcional la energía sin disminuir la calidad”<sup>44</sup>. Es por esto que, el país se ve en la necesidad de materializar las estrategias para su desarrollo, pues recientemente se cuenta con los lineamientos necesarios, pero no se han traído a la realidad.

Asimismo, GRUPO ENERGIA BOGOTA<sup>45</sup> afirma que el país se ve en la necesidad de hacer cambios de carácter normativo para reenfocar la forma como los

<sup>43</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

<sup>44</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

<sup>45</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

usuarios finales y sus redes gestionan el uso de la energía. Es decir, la implementación de modelos que estén fundamentados en el uso de energías renovables y tecnologías de ahorro y eficiencia; para lograr que las redes sean “más inteligentes”. “Por consiguiente, los beneficios que se adquieren al implementar proyectos de eficiencia son amplios, donde sobresalen la contribución a la seguridad energética, mejora de la competitividad de la economía, introducción a nuevas tecnologías, creación de nuevos empleos, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, etc”<sup>46</sup>. Con respecto a esta situación, se han venido presentando estudios y propuestas por parte de varias organizaciones, entre ellas la Corporación Andina de Fomento que propone que la eficiencia energética en las ciudades puede ser impulsada por:

- “Imposición de normas restrictivas o incentivos.
- Mejora en la movilidad urbana.
- Etiquetado de los equipos electrodomésticos.
- Modernización de equipos e instalaciones de alumbrado público y saneamiento.
- Tratamiento de residuos sólidos”.<sup>47</sup>

El Banco Interamericano de Desarrollo, ha aportado algunas estrategias necesarias para que las ciudades de la región las adopten en un plan de eficiencia energética, las cuales consisten en:

- Proporcionar incentivos para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en hogares de bajos ingresos, pues en América Latina y el Caribe, el 40% de la población se encuentra por debajo del umbral de pobreza.
- Instalar alumbrado público eficiente, debido a que este representa un porcentaje importante del consumo total de energía.
- Promover medidas de eficiencia energética para los edificios públicos, hoteles y otros negocios<sup>48</sup>.

Finalmente, es necesario empezar a implementar diferentes estrategias para promover la eficiencia energética y reducir drásticamente costos, pues no es suficiente con los lineamientos que se tienen actualmente; el país se ve en la necesidad de implementar los SGI enlazados con directrices que cumplan con los objetivos encaminados a la sostenibilidad.

---

<sup>46</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

<sup>47</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

<sup>48</sup> GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

### **3. ENERGIAS NO CONVENCIONALES EN LA APLICACIÓN DEL SGIE EN COLOMBIA**

En este capítulo se hablará de cómo se debe hacer la implementación de un sistema de gestión energética, se presentará un paso a paso sugerido para su correcta implementación, luego de esto hará una descripción de las principales fuentes de energía convencionales y no convencionales, mencionando la presencia de cada una de ellas a nivel mundial, también se hará un análisis por medio de la matriz DOFA, arrojando posibles estrategias y oportunidades, que presenta y se pueden aplicar en el mercado actual. Se finaliza con los lineamientos de sostenibilidad de dichas energías.

#### **3.1. PASOS PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SGIE**

“Se sabe que, para algunas compañías, hacer una inversión en su sistema de gestión energético, es algo que no les llama mucho la atención, ya que no ven más allá de lo que se puede lograr haciendo esta inversión, con numerosos ejemplos se puede asegurar que, si se hace un buen enfoque en la gestión energética, impulsará las prioridades de la empresa. Aplicándose a todo tipo de organizaciones de diferentes tamaños y sectores”<sup>49</sup>.

“Para algunas compañías una estrategia es el ahorro de energía a medida que sus costos incrementan, pero de esta forma se repetirá un ciclo hasta que la energía se desborde, a no ser que la organización tome la decisión de integrar la gestión energética dentro de sus operaciones de forma cotidiana, ya que con esto logrará mejorar el desempeño energético y los costos seguirán disminuyendo con el paso de los años”<sup>50</sup>. En la figura 5 se explica con más detalle, cómo puede llegar a obtenerse una mejora continua, a partir del compromiso de la empresa al implementar la gestión energética y una serie de inversiones, que a un largo plazo ayudarán a disminuir costos de manera significativa.

Al integrar el sistema de gestión energético, se pueden encontrar una serie de beneficios directos, como el ahorro de los costos energéticos, mencionado anteriormente, pero además la mejora en las emisiones de gases contaminantes, la huella de carbono, evitan la exposición en la variación del precio de la energía, no se genera dependencia en los combustibles importados, genera un impacto social grande donde, el personal se vuelve consiente, se le da más conocimiento y ayuda a que puedan tomar decisiones

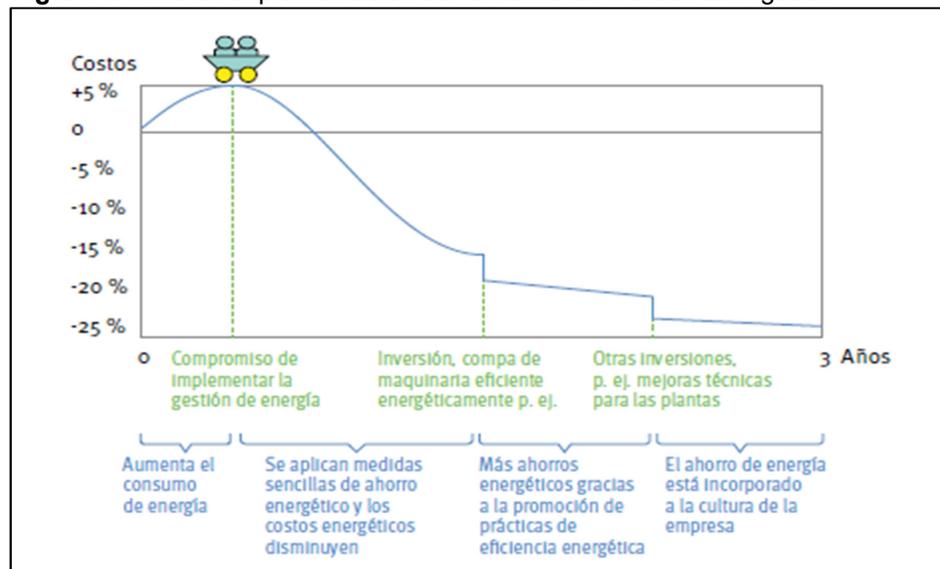
---

<sup>49</sup> ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL-ONU. Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. [Sitio Web]. Sec. Publicaciones. Bogotá D.C. 2015. P.7-54 [Consultado 5, Enero, 2018]. Disponible en: <https://open.unido.org/api/documents/4676845/download/Guía%20Práctica%20para%20la%20Implementación%20de%20un%20Sistema%20de%20Gestión%20de%20la%20Energía>.

<sup>50</sup> Ibid., P. 8

basados en la información suministrada, logrando una menor incertidumbre; así mismo se producen beneficios indirectos, como una mejor imagen corporativa, publicidad positiva, personal eficiente, una mejor seguridad y salud<sup>51</sup>.

**Figura 5.** Ciclo de implementación del Sistema de Gestión Energético



**Fuente:** ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL-ONU DI-. Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. [Sitio Web]. Sec. Publicaciones. Bogotá D.C. 2015. P.8 [Consultado 5, Enero, 2018]. Disponible en: <https://open.unido.org/api/documents/4676845/download/Guía%20Práctica%20para%20la%20Implementación%20de%20un%20Sistema%20de%20Gestión%20de%20la%20Energía>.

### 3.1.1 Primeros pasos para la implementación de un SGIE

Para hacer una implementación óptima del sistema de gestión energética, se debe realizar una autoevaluación crítica, con el fin de verificar el nivel en el que se encuentra la empresa y analizar las prioridades de la organización a la hora de implementar el proceso.

La autoevaluación se puede hacer por medio de preguntas, como: ¿las directivas saben que se puede lograr ahorros significativos de energía?, ¿Las directivas están comprometidas con la reducción del costo de la energía?, ¿se ha fijado una política energética?, ¿se han analizado todos los usos significativos de la energía?, ¿se han identificado los indicadores o los parámetros que se usarán para medir los avances?, ¿se han especificado los objetivos y metas energéticas de la empresa?, ¿se han establecido planes de acción con respecto a la energía?<sup>52</sup>

<sup>51</sup> Ibid., P. 9

<sup>52</sup> Ibid., P. 11

Además de la autoevaluación que se realiza, es necesario empezar con la garantía plena del compromiso de las directivas. Para conseguir este apoyo, es bueno darles a saber los beneficios directos e indirectos que se pueden conseguir, con el fin de llamar toda su atención y generar el compromiso necesario para determinar las responsabilidades que se deben tener desde las altas directivas hasta cualquier individuo que influya en el proceso energético. De mano con esto, es necesario implementar estrategias y políticas energéticas, para tener información del punto de partida, del desarrollo del proceso y de los objetivos y metas a donde se quiere llegar.<sup>53</sup>

Para que todo se dé como se plantea, lo más indicado es hacer un estudio de viabilidad que evalúe y trate de garantizar todos los beneficios que se mencionan anteriormente y con el cual se terminen de comprometer las altas directivas. “Durante el planteamiento de la gestión energética, se requiere definir los límites y el alcance, los cuales se pueden definir con preguntas, como: ¿se tendrá en cuenta todas las instalaciones?, ¿todos los equipos?, ¿todos los procesos?, ¿todos los departamentos?, ¿todas las fuentes de energía?, etc. Una vez se decidan los límites y el alcance, se tendrá que evidenciar lo decidido”<sup>54</sup>. Según la Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía<sup>55</sup>, luego de esto se debe formar un equipo de gestión de la energía, con el fin de comprometer los departamentos más importantes de la empresa. Para garantizar el éxito, es necesario generar cooperación entre dichos departamentos y si la organización o empresa llega a ser muy grande se recomienda nombrar a un director del proceso.

Dentro de uno de los pasos que se encuentran necesarios definir con más profundidad, está la política energética interna de la empresa u organización, que se relaciona con el compromiso de la organización y el enfoque deseado, desde el más alto nivel. “Es importante, que se cuente un compromiso pleno de las directivas en la realización de esta política energética porque esto será la base de todas las demás partes del sistema de gestión energético”<sup>56</sup>.

Lo más indicado, es que la política se adecue al tipo y dimensión del uso de la energía en la empresa, en lo posible hacer que el sistema de gestión energética no sea demasiado complicado y tener planes de revisión periódica, contemplando posibles actualizaciones. Dentro de la política, se deben mencionar compromisos, como: mejora continua, disponibilidad de recursos, adopción de medidas, cumplimiento de los requerimientos legales y apoyo en la compra de productos y servicios que sean más eficientes energéticamente. “Estos compromisos se deben enfocar siempre con los objetivos, metas planteadas y el plan de viabilidad económica”<sup>57</sup>.

---

<sup>53</sup> Ibid., P. 12

<sup>54</sup> Ibid., P. 13

<sup>55</sup> Ibid., P. 16

<sup>56</sup> Ibid., P. 17

<sup>57</sup> Ibid., P. 18

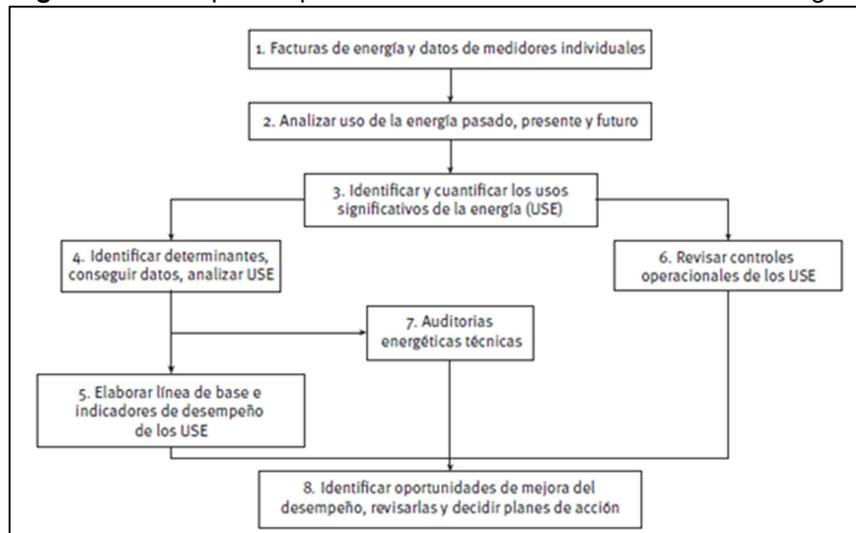
Luego de hacer la planeación y la gestión del proyecto, por último, se aconseja que el plan de desarrollo debe apuntar a ser lo más sencillo posible, ya que al inicio no se tiene experiencia, la cual con el paso del proceso se va adquiriendo y así mismo se puede aumentar el nivel de complejidad del sistema de gestión energético. Es bueno aclarar que este tipo de proyecto no tiene un punto final, ya que se trata de un proceso continuo.

### 3.1.2 Elaboración de planes estratégicos

En este paso, se establece el sistema de gestión de la energía que es fundamental para conocer cuánta energía se utiliza, en dónde y para qué, lo que permitirá crear una línea base o línea de referencia. Principalmente, se examina y revisa que desempeño tiene la empresa, se plantea las formas de medición y las posibles oportunidades para reducir el consumo energético. Además, de crear la línea de base, se necesitan crear indicadores aptos para demostrar los avances.

Dentro del sistema de gestión energético, se deben incorporar los requisitos legales, de la compañía y de los clientes, de esta forma se garantiza que no se afecta el funcionamiento normal de la empresa. El planteamiento del sistema energético puede tener los pasos que se muestran en la figura 6.

**Figura 6.** Pasos para el planteamiento del Sistema de Gestión Energética



**Fuente:** ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL-ONU/II. Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. [Sitio Web]. Sec. Publicaciones. Bogotá D.C. 2015. P.8 [Consultado 5, Enero, 2018]. Disponible en: <https://open.unido.org/api/documents/4676845/download/Guía%20Práctica%20para%20la%20Implementación%20de%20un%20Sistema%20de%20Gestión%20de%20la%20Energía>.

Luego del planteamiento del sistema de gestión, la ONUDI<sup>58</sup> aconseja obtener los datos del consumo energético por medio de facturas, ya sea de la electricidad y/o combustible, en un periodo aproximado de tres años anteriores, con el fin de generar tendencias anualizadas, lo que permitirá analizar de una mejor forma los datos y poder prever la cantidad de energía que se necesitará para el siguiente periodo.

En el análisis de los datos, lo ideal es que se puede establecer dónde está el mayor uso de la energía, puede que se presente en un sistema, un proceso, un área o un equipo en específico, para luego empezar a categorizar las áreas donde se presente mayor potencial de ahorro energético; puede que no sean las de mayor consumo, pero si presentan un buen potencial de ahorro es importante priorizarlas.

Según la Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía<sup>59</sup> es importante identificar los usos significativos de la energía y así tener en claro cuanta energía usa cada proceso o sistema, esto se puede medir a partir de indicadores, que en lo posible puedan estar en los equipos de mayor consumo; de no ser así, se recomienda el uso de indicadores al menos en cada proceso que se tenga. La medición de la energía por medio de indicadores es una forma que ayuda a cuantificar su uso, se requiere por lo menos alcanzar a justificar un 80% de la energía consumida. Otra buena práctica consiste en agrupar equipos de acuerdo a su utilidad, por ejemplo: sistemas de ventilación, sistemas de calefacción, motores eléctricos, etc. Esta práctica se explica en la figura 7. “El entendimiento de las practicas del uso de la energía, junto con el análisis de los datos ayudaran a obtener ahorros energéticos óptimos”.<sup>60</sup>

“Existen determinantes para el uso de la energía, principalmente, en la mayoría de las instalaciones se pueden presentar dos: las actividades productivas y el clima, ya que son factores que provocan variación en el uso de la energía, por ejemplo, cuando el día esta lluvioso u opaco se requiere mayor capacidad lumínica y el uso de sistemas de calefacción, eso como un determinante climático, y como un determinante de actividades productivas, un ejemplo puede ser la variación en la producción”.<sup>61</sup>

A partir del análisis de datos, también se puede crear una línea de base que ayuda a dar un punto inicial o punto de referencia, desde el que se medirán las mejoras en el desempeño energético, siendo esto como una ventaja, pero

---

<sup>58</sup> Ibid., P. 25

<sup>59</sup> Ibid., P. 26

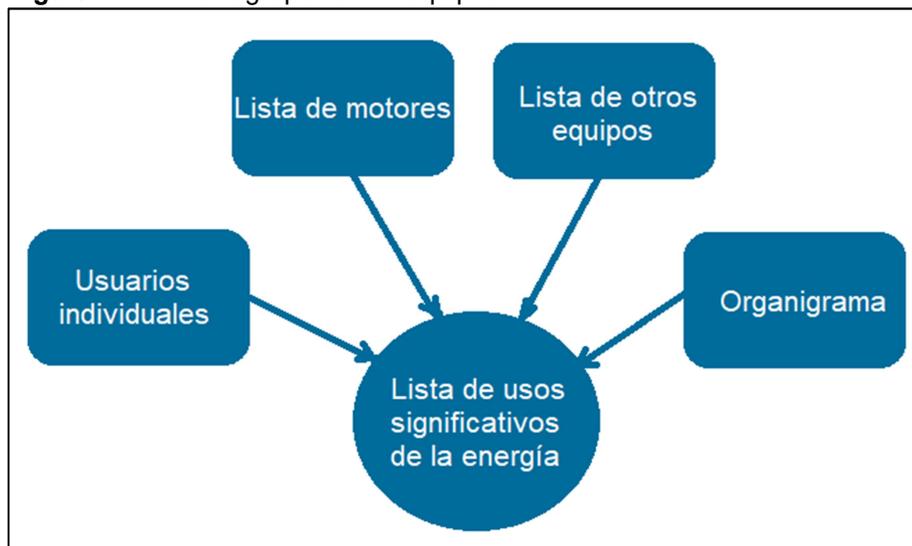
<sup>60</sup> Ibid., P. 26

<sup>61</sup> Ibid., P. 29

ocasionando una pequeña incertidumbre gracias a los factores determinantes, ya que de esta forma ignora si se llega a presentar un aumento o disminución en la producción. Por esto mismo, se recomienda hacer uso de los indicadores por lo menos por procesos productivos y/o sistemas, lo que permitirá tener una menor incertidumbre<sup>62</sup>.

“Dentro de muchas organizaciones se debe cumplir una serie de requisitos, como los legales, que incluyen leyes locales y nacionales, los requisitos internos de la organización y los requisitos que le presentan los clientes a la organización. Es necesario tenerlos en cuenta con el fin de hacer un proceso de gestión energética eficazmente”.<sup>63</sup>

**Figura 7.** Practica agrupación de equipos



**Fuente:** Autor

Las últimas recomendaciones dentro de estos pasos que se pueden presentar son las siguientes:

- Identificación de oportunidades de mejora por medio de listados de oportunidades o ideas para generar un ahorro en la energía. Es importante que a este listado se le agreguen nuevas propuestas con el transcurso del tiempo; cabe resaltar que es fundamental hacer una buena gestión de todas estas propuestas para que el listado no se vuelva muy complicado.
- Identificación de personas que pueden tener un impacto significativo en el uso de la energía dentro de la organización. En lo posible, prestarles un servicio de

---

<sup>62</sup> Ibid., P. 30

<sup>63</sup> Ibid., P. 33

capacitación para que puedan entender el impacto que pueden llegar a generar.

- Establecer las metas energéticas, las cuales deberán ser específicas, medibles, con tiempos, alcanzables y relevantes. Si se logra el cumplimiento de varias metas permitirán ir alcanzando los objetivos, que se plantean a corto y mediano plazo.
- Establecer los objetivos, que serán realizados a largo plazo, los cuales son menos específicos que las metas y acordes con la política interna.
- Elaborar planes de acción, que presenten una traducción de todo el trabajo preparatorio anterior en una serie de planes de contingencia para el siguiente periodo.

### **3.1.3 Operaciones cotidianas con buen desempeño y mejora continua**

En las operaciones cotidianas, se experimenta un paso clave, donde realmente se aplican las mejoras de desempeño y ahorro energético. Es un paso donde, de manera directa, se operan todos los equipos que hacen uso de la energía por lo que suministran las oportunidades para mejorar de forma significativa el desempeño energético. “A veces no es necesario tener las maquinas más eficientes del mercado si no se saben operar, con una buena manipulación de los equipos se puede hacer que la maquinas menos eficiente consuman menos energía que las maquinas más eficiente del mercado. Por eso, en el día a día es importante encontrar el punto perfecto de operación y mantenimiento de las maquinas”.<sup>64</sup> Además, según la ONUDI<sup>65</sup> es necesario que el personal interno y externo sea competente y consciente del impacto significativo que puede darse si se no se hace un buen uso de todo el sistema energético de la organización. Para poder lograr esto, lo más recomendable es capacitar a todo el personal, aunque resulte ser un proceso costoso esto hará que el sistema se vuelva más eficiente.

“Dentro de las labores cotidianas, de sebe hacer un seguimiento a los planes de acción planteados en la política energética, para saber si se está respetando el cronograma, si todo se está ejecutando según lo planeado y sobre todo si está surgiendo un efecto positivo. Esto incluye la actualización de los datos y el seguimiento a las acciones que no progresan según lo programado”.<sup>66</sup>

---

<sup>64</sup> Ibid., P. 41

<sup>65</sup> Ibid., P. 44

<sup>66</sup> Ibid., P. 45

Para determinar si el sistema presenta un buen desempeño, es necesario medir, realizar un seguimiento y analizar los datos del punto de partida con los actuales. “Esto responde a las siguientes preguntas: ¿el desempeño energético está mejorando realmente?, ¿se está cumpliendo con los requisitos legales? y ¿está funcionando según los requisitos y especificaciones?”.<sup>67</sup> Con el fin de hacer una medición, análisis y seguimiento confiable, es necesario hacer que el equipo que proporciona los datos se encuentre calibrado, para que su exactitud tenga variaciones prácticamente insignificantes. Así mismo, es necesaria la verificación periódica de los requisitos legales, de ser posible varias veces al año. También es necesario, verificar si se presentaron cambios en las revisiones anteriores y es muy importante que la lista se encuentre actualizada con todos estos cambios.

Por último, lo ideal es realizar auditorías internas con el fin de evaluar si el sistema de gestión energética está funcionando según lo planeado y llevar a cabo exámenes de gestión, con los que se permite demostrar el progreso del sistema de gestión energético a las directivas y al cuerpo de la empresa en general.

## **3.2. EFICIENCIA ENERGETICA DE LAS ERNC FRENTE A LAS CONVENCIONALES**

### **3.2.1 Energías Renovables No Convencionales**

En este capítulo se hablará de las ERNC en comparación con las energías convencionales, para ello primero se dará una introducción de cada energía, mencionado sus aspectos más importantes, como su funcionamiento, ventajas y desventajas; y más adelante se compararán los datos más significativos de cada una de ellas.

#### **3.2.1.1 Energía Biomasa**

Según GARCIA<sup>68</sup> para entender más cerca esta energía, es necesario empezar a explicar el término de biomasa, definiéndose como aquella materia orgánica de origen animal o vegetal, incluyendo todos sus residuos y desechos orgánicos. Se produce gracias a la fotosíntesis que transforma la energía solar en energía química, la cual parte de ella es almacenada por las plantas en forma de materia orgánica. Por lo que se puede decir que, la biomasa a través de la fotosíntesis se convierte en una energía renovable de origen solar. En la figura 8, se observa la categorización de la biomasa dentro de las energías renovables.

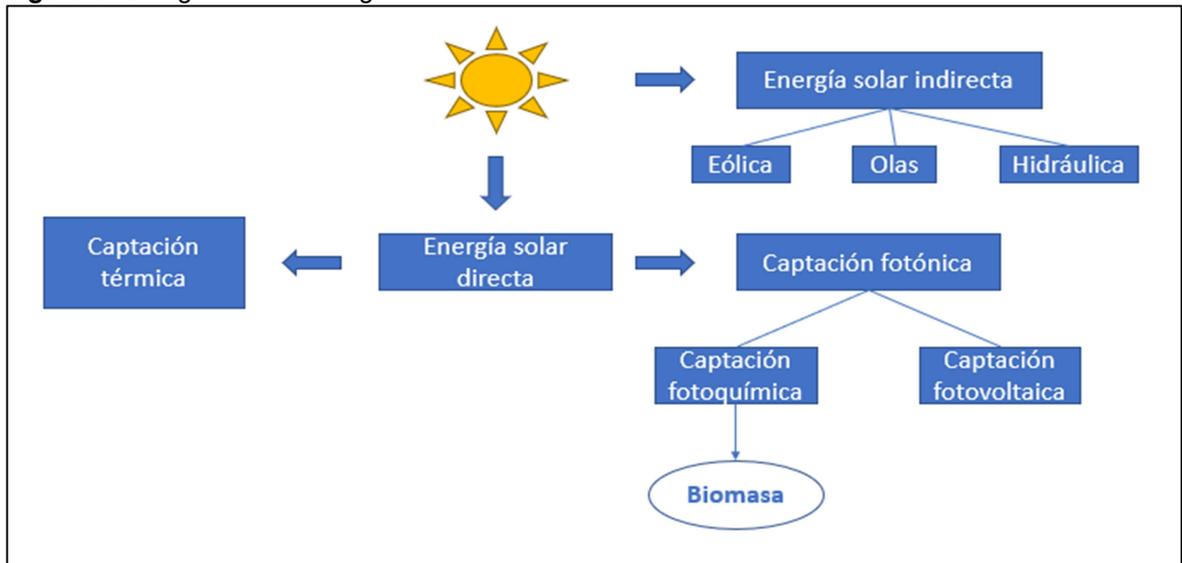
---

<sup>67</sup> Ibid., P. 51

<sup>68</sup> GARCIA, Santiago. Centrales Termoeléctricas De Biomasa. [Colección Energías Renovables]. España: Renovetec, 2013. P.1. ISBN. 978-84-616-1557-5. [Consultado: 10, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/editorial/centrales-termoelectricas-de-biomasa.pdf>

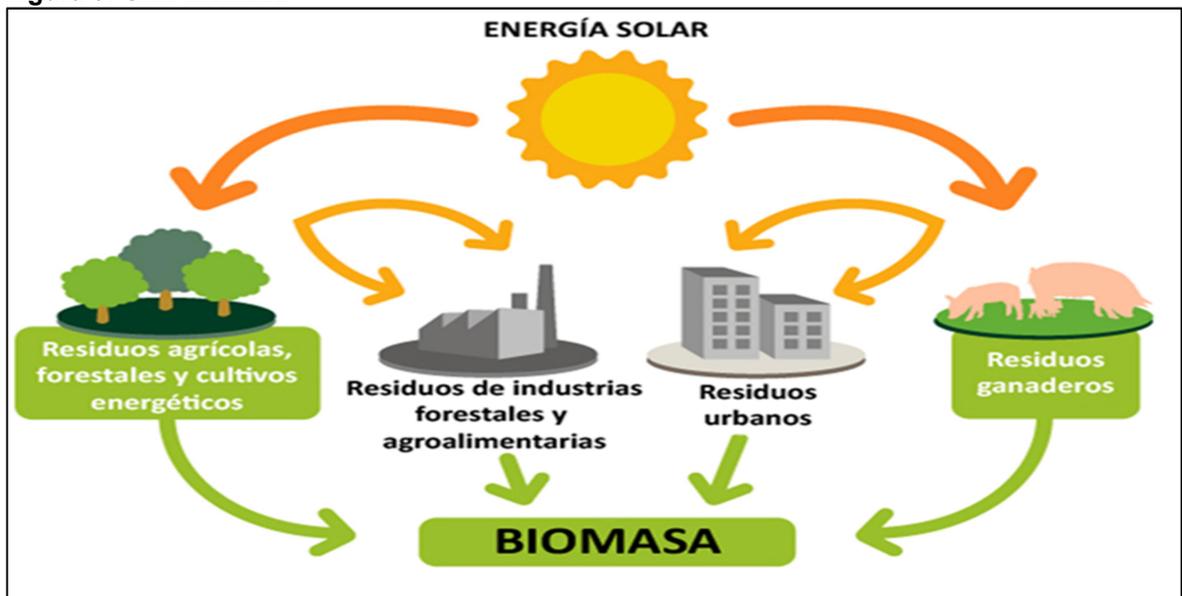
La biomasa, en otras palabras, es sinónimo de biodegradación de residuos y desechos que pueden provenir de la agricultura, silvicultura, residuos urbanos e industrias relacionadas, reuniendo principalmente dos términos: renovable y orgánico. El ciclo de la biomasa se puede apreciar en la figura 9.

**Figura 8.** Categorización energías renovables



**Fuente:** Autor

**Figura 9.** Ciclo biomasa



**Fuente:** ANONIMO. Estiman que en dos años Cerro Azul se abastecerá completamente de la futura planta de generación de energía por biomasa forestal. En: Misión Online. [Sitio Web]. Lima. Sec. Economía. [Consultado 10, Enero, 2018]. Disponible en: <http://misionesonline.net/2017/12/01/estiman-dos-anos-cerro-azul-se-abastecera-completamente-la-futura-planta-generacion-energia-biomasa-forestal/>

La biomasa, en otras palabras, es sinónimo de biodegradación de residuos y desechos que pueden provenir de la agricultura, silvicultura, residuos urbanos e industrias relacionadas, reuniendo principalmente dos términos: renovable y orgánico. El ciclo de la biomasa se puede apreciar en la figura 9.

Según el ciclo de la biomasa de la figura 9, se puede favorecer y dar un aumento en la producción agrícola, da un aporte positivo al cambio climático y ayuda a desarrollar normativas para la generación y aplicación de fuentes renovables no convencionales. La biomasa tiene muchos usos o aplicaciones, como: quema directa para obtener calor o generar energía eléctrica por medio de turbinas de vapor, fabricación de biocombustibles (gas metano y biodiesel). Según GARCIA<sup>69</sup> se pueden presentar las siguientes ventajas y desventajas:

- **Ventajas:**

- Fuente de energía renovable y de fácil acceso (agricultura, basura orgánica, excretas).
- Tiempo similar de su transformación al de la siembra y recolección de algunos productos agrícolas.
- Minimiza la reducción de emisiones de carbono con los combustibles procedentes de la biomasa.
- Captación del carbono presente en la atmósfera mediante la fotosíntesis.
- Menor costo que puede oscilar entre un tercio del precio de los combustibles fósiles, como el petróleo o el carbón.
- Alta disponibilidad, pues se consigue por grandes cantidades en cualquier lugar del mundo, siendo innecesario crear infraestructuras de transporte.

- **Desventajas:**

- En algunas zonas y condiciones puede variar la extracción de la biomasa, haciéndola costosa.
- Se requieren espacios amplios para los procesos destinados a la obtención de energía de la biomasa y su debido almacenamiento.
- Ocasionalmente, la Implementación se da en zonas forestales o silvícolas, provocando grandes cambios en los hábitats.

En el cuadro 2, se hace una comparación de las emisiones de dióxido de carbono con diferentes fuentes de energía para calentar una casa promedio, que arroja menores cantidades de energía producida por parte de la biomasa.

---

<sup>69</sup> GARCIA, Santiago. Centrales Termoeléctricas De Biomasa. [Colección Energías Renovables]. España: Renovetec, 2013. P.1. ISBN. 978-84-616-1557-5. [Consultado: 10, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/editorial/centrales-termoelectricas-de-biomasa.pdf>

**Cuadro 2.** Comparación fuentes de energía

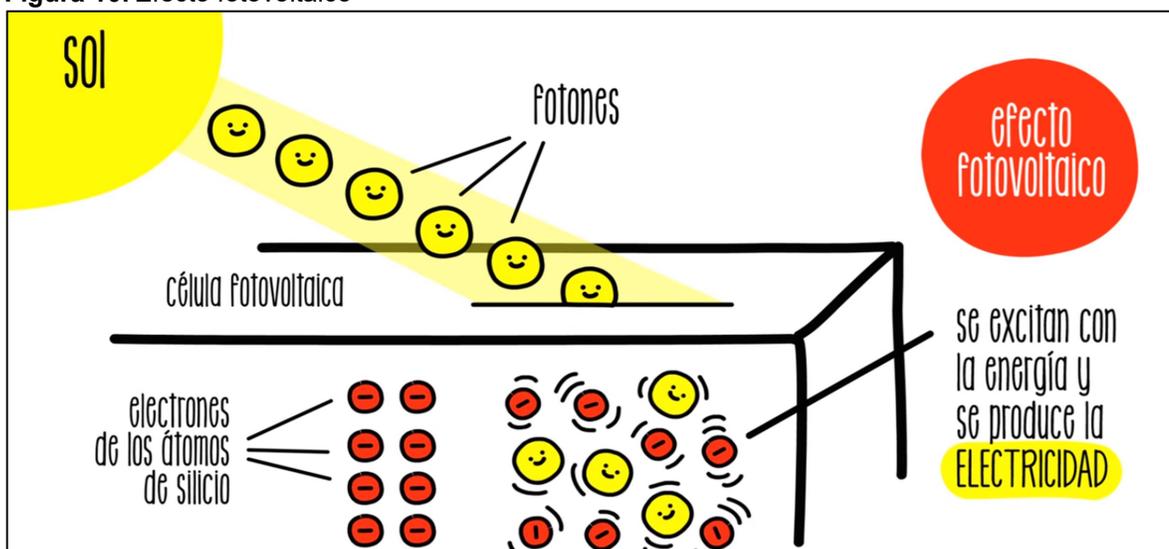
FUENTE DE ENERGÍA	CANTIDAD (VATIOS/HORA)
Electricidad	11.800
Carbón	8.280
Aceite	6.280
Gas licuado	5.180
Biomasa	360

**Fuente:** SILVA, Arianna. Conoce Algunos Datos Interesantes Acerca De La Biomasa. En: Medium. [Sitio Web]. USA. 4 de Noviembre de 2016. Sección: Datos. [Consultado 10, Enero, 2018]. Disponible en: <https://medium.com/@ariannapws/conoce-algunos-datos-interesantes-acerca-de-la-biomasa-infograf%C3%ADa-e2643c6f4f48>

### 3.2.1.2 Energía Fotovoltaica

Esta energía usa de forma directa la luz solar para transformarla en energía eléctrica, lo que se conoce como efecto fotovoltaico. Para que se produzca este efecto, se implementan paneles fotovoltaicos compuestos por células fotoeléctricas, que aprovechan la radiación directa del sol y así generan una diferencia de potencia, gracias a la excitación que logra la radiación en los electrones. En la figura 10, se explica gráficamente el efecto fotovoltaico.

**Figura 10.** Efecto fotovoltaico



**Fuente:** ACCIONA. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía solar fotovoltaica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.accion.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

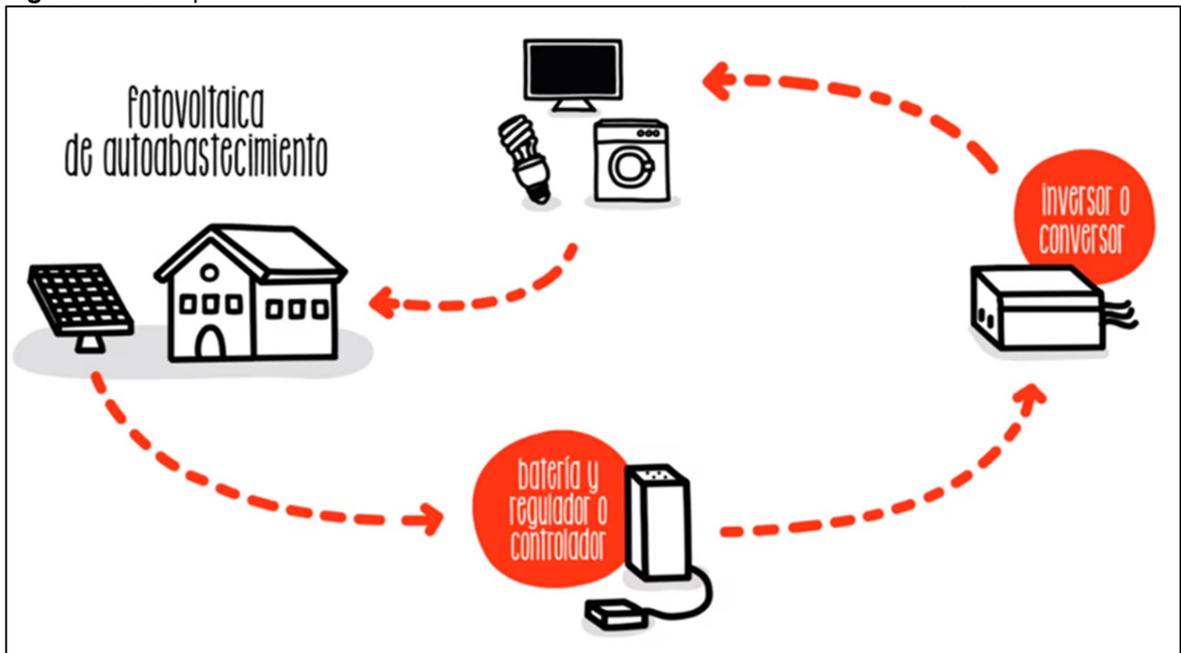
La primera aplicación de la tecnología fotovoltaica, en la década de los 50, se dio en los satélites para poder suplir el consumo eléctrico. Desde entonces, se ha

acelerado su desarrollo hasta la actualidad, existiendo los siguientes tipos de paneles solares:

- **Fotovoltaicos:** capaces suplir las necesidades eléctricas de un hogar.
- **Térmicos:** su instalación es en las casas para una recepción directa de sol.
- **Termodinámicos:** su rendimiento es mayor, ya que funciona bajo malas condiciones meteorológicas, aunque sea de noche.

Para la correcta implementación de la tecnología fotovoltaica de autoabastecimiento, es necesario incorporar un controlador o regulador de voltaje, una batería y un inversor o convertidor, para que al final se pueda alimentar cualquier aparato electrónico. En la figura 11, se recrea la secuencia de estos componentes dentro del sistema fotovoltaico.

**Figura 11.** Componentes del sistema fotovoltaico



**Fuente:** ACCIONA. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía solar fotovoltaica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

Según ACCIONA<sup>70</sup> se pueden presentar las siguientes ventajas y desventajas:

- **Ventajas:**

- Energía que aprovecha la radiación solar, haciéndola inagotable.

<sup>70</sup> ACCIONA. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía solar fotovoltaica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

- No contamina durante su funcionamiento.
- Genera empleo local y contribuye al desarrollo sostenible.
- Se puede dimensionar desde sistemas domiciliarios a grandes plantas productoras de electricidad.
- Apta para zonas rurales y urbanas.
- Excelente vida útil, aproximadamente mayor a 30 años.
- Los gastos de mantenimiento y operación son despreciables.

- **Desventajas:**

- Su instalación requiere de una gran inversión inicial.
- Los lugares desérticos y alejados de las ciudades son donde hay mayor radiación solar.
- Se requieren grandes extensiones de terreno para recolectar energía solar a gran escala.
- Equipos de almacenamiento costosos, con falta de capacidad y fiabilidad.
- Es una fuente de energía variable.
- Se limita el consumo de acuerdo con la capacidad de almacenamiento, sobre todo en ausencia de sol.

Según un estudio de PV Market Alliance, se presentaron los siguientes datos de la capacidad instalada aproximada, en los últimos tres años, de energía fotovoltaica en el continente asiático.

**Cuadro 3.** Capacidad instalada continente asiático

<b>CAPACIDAD INSTALADA</b>	<b>AÑO</b>
51.000 MW	2015
60.000 MW	2016
70.000 MW	2017

**Fuente:** Autor

Según el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid<sup>71</sup>, a finales de 2015 habían instalados 227GW en el mundo. En la tabla 2 y grafico 1, se observa el top 10 de países con la mayor la capacidad instalada y acumulada para el año 2015.

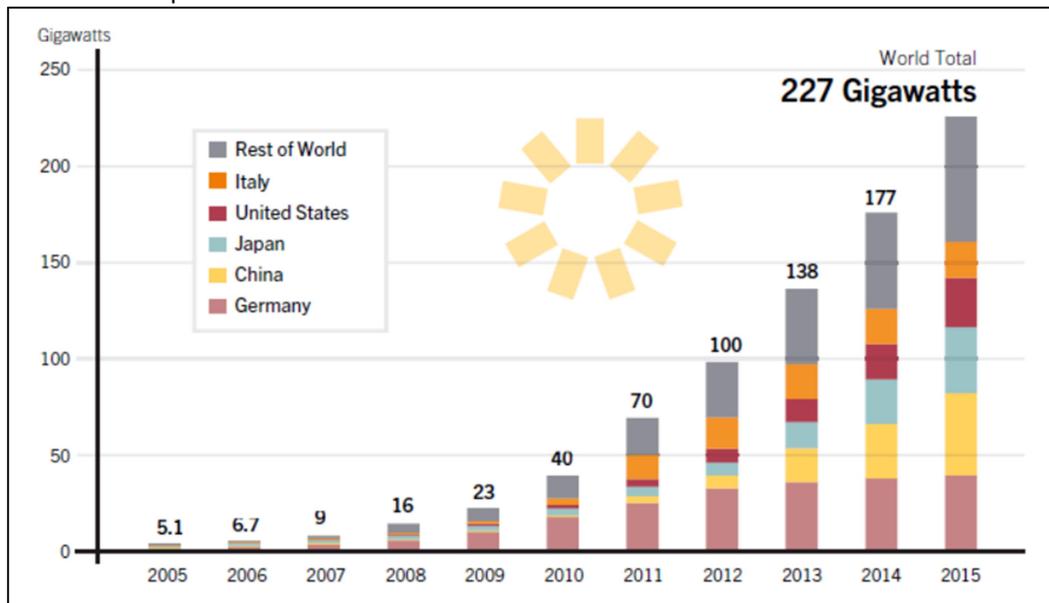
<sup>71</sup> UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID. Gráficos significativos energía solar fotovoltaica. En: Instituto de Energía Solar. Madrid. P. 31. Enero 2017. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IESUPM/Portada/2017\\_01\\_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf](http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IESUPM/Portada/2017_01_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf)

**Tabla 2.** Top capacidad instalada y acumulada en el año 2015

TOP 10 COUNTRIES IN 2015 FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY				TOP 10 COUNTRIES IN 2015 FOR CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY			
1		China	15,2 GW	1		China	43,5 GW
2		Japan	11 GW	2		Germany	39,7 GW
3		USA	7,3 GW	3		Japan	34,4 GW
4		UK	3,5 GW	4		USA	25,6 GW
5		India	2 GW	5		Italy	18,9 GW
6		Germany	1,5 GW	6		UK	8,8 GW
7		Korea	1 GW	7		France	6,6 GW
8		Australia	0,9 GW	8		Spain	5,4 GW
9		France	0,9 GW	9		Australia	5,1 GW
10		Canada	0,6 GW	10		India	5 GW

**Fuente:** UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID. Gráficos significativos energía solar fotovoltaica. En: Instituto de Energía Solar. Madrid. P. 31. Enero 2017. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2017\\_01\\_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf](http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2017_01_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf)

**Grafico 1.** Capacidad instalada en el mundo en 2015



**Fuente:** UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID. Gráficos significativos energía solar fotovoltaica. En: Instituto de Energía Solar. Madrid. P. 30. Enero 2017. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2017\\_01\\_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf](http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IES-UPM/Portada/2017_01_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf)

### 3.2.1.3 Energía Eólica

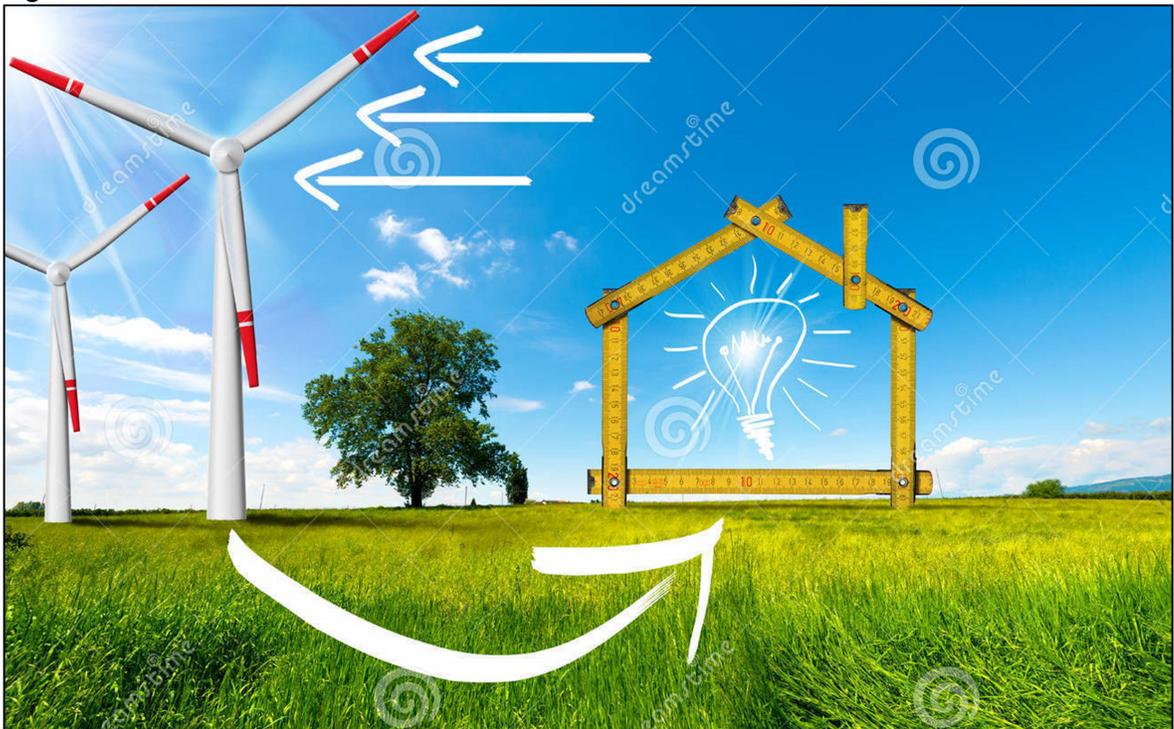
El actor principal para producir energía eólica es el viento. En la actualidad es la energía renovable más antigua y eficiente, cuyo principal objetivo es aprovechar la velocidad del viento y convertirla en energía eléctrica, por medio de un

aerogenerador, que gira gracias a los impulsos que da el viento sobre las palas de aerogenerador.

La energía eólica, es la energía renovable que está más extendida en la actualidad, contribuyendo con un 2% en la producción eléctrica mundial. Su forma sencilla, a través del viento, hace que sea una de las formas de obtención de energía más limpias que existen. Un parque eólico, con 33 aerogeneradores, es capaz de generar aproximadamente 120 millones de kW por hora, cantidad suficiente para abastecer a unas 38.000 viviendas evitando la contaminación de unas 120 mil toneladas de dióxido de carbono por año<sup>72</sup>.

Las torres tubulares miden hasta 80 metros de altura y tienen un barrido de 4.500 metros cuadrados. Los aerogeneradores son controlados por medio de un sistema informático, el cual hace operar el aerogenerador a su máximo rendimiento, haciendo girar el cuerpo y las palas, de acuerdo a la dirección y velocidad del viento, y contribuyendo así a tener un desarrollo sostenible.

**Figura 12.** Ilustración sistema eólico



**Fuente:** MASNOVO, Alberto. Casa Ecológica, Concepto De La Energía Eólica. En: Dreamstime. [Sitio Web]. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-casa-ecol%C3%B3gica-concepto-de-la-energ%C3%ADa-e%C3%B3lica-image48070593>

<sup>72</sup> ACCIONA. ¿Qué es la energía eólica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía eólica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA-9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxjtJC1hCMGetMjenss\\_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQAvD\\_BwE#](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA-9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxjtJC1hCMGetMjenss_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQAvD_BwE#)

Según ACCIONA<sup>73</sup> la energía eólica puede presentar las siguientes ventajas y desventajas:

- **Ventajas:**

- La energía eólica es uno de los tipos de energías más limpias.
- Es una energía que no afecta el medio ambiente ni agrava el efecto invernadero.
- Es una fuente inagotable de energía.
- Es la mejor alternativa para reemplazar a fuentes no renovables, como el petróleo o sus derivados.
- Está siendo estudiada rigurosamente para que sea lo más eficaz posible.
- Los aerogeneradores poseen una vida útil de 30 años, pero están sujetos a revisiones de funcionamiento periódicamente.

- **Desventajas:**

- Es una energía variable, ya que depende de la dirección, intensidad y constancia del viento.
- Se requiere complementar con otro tipo de energía.
- Tiene un periodo de construcción largo.
- Presenta bajas de tensión de forma instantánea.
- La energía producida no se puede almacenar, por lo que se tiene que consumir al momento, de lo contrario se perdería.

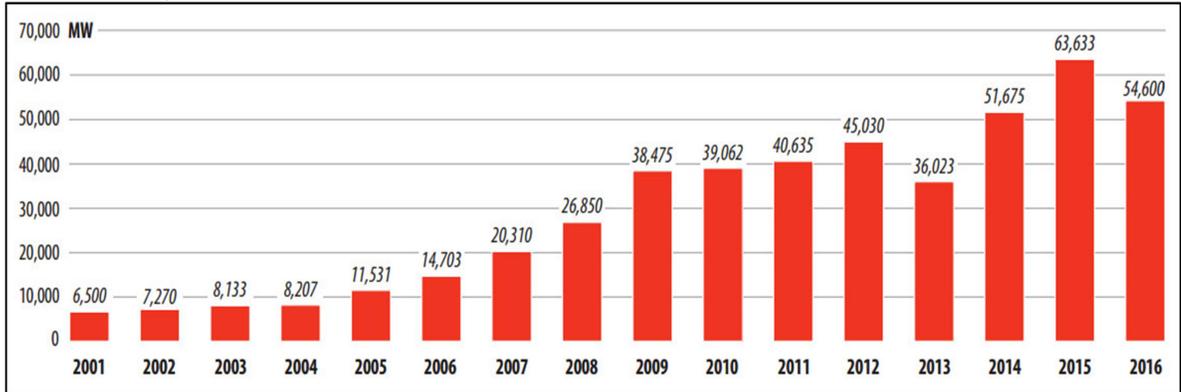
Según la Asociación Empresarial Eólica<sup>74</sup>, la energía eólica tuvo un crecimiento global de un 12,4% en el año 2016. En los gráficos 2 y 3, se muestra la capacidad instalada anual y acumulada en el mundo, desde el 2001 al 2016. Los países con mayor contribución fueron China, Estados Unidos, Alemania, India y España.

---

<sup>73</sup> ACCIONA. ¿Qué es la energía eólica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía eólica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA-9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxtJC1hCMGetMjenss\\_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQAvD\\_BwE#](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA-9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxtJC1hCMGetMjenss_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQAvD_BwE#)

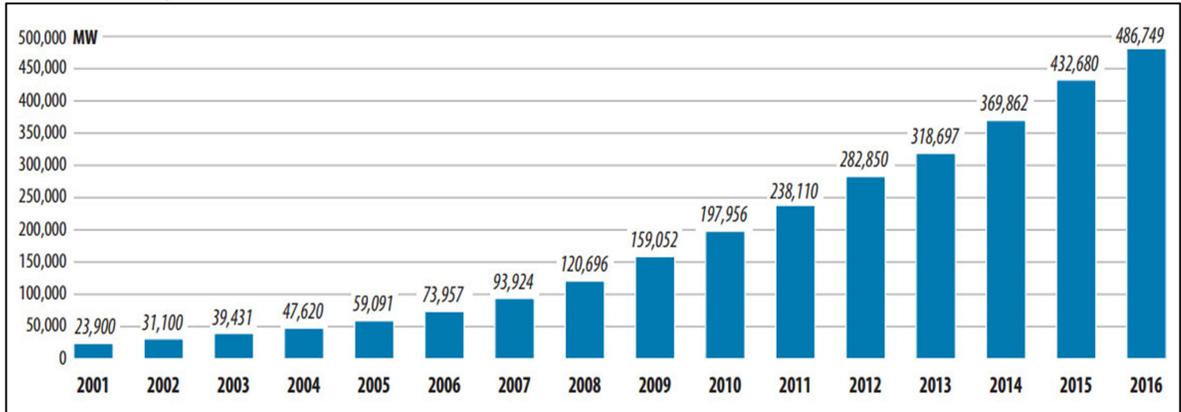
<sup>74</sup> ASOCIACION EMPRESARIAL EOLICA. La eólica en el mundo. En: AEE. [Sitio Web]. España. Sec. Sobre la Eólica. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>

**Grafico 2.** Capacidad anual instalada en el mundo



**Fuente:** ASOCIACION EMPRESARIAL EOLICA. La eólica en el mundo. En: AEE. [Sitio Web]. España. Sec. Sobre la Eólica. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>

**Grafico 3.** Capacidad instalada acumulada en el mundo



**Fuente:** ASOCIACION EMPRESARIAL EOLICA. La eólica en el mundo. En: AEE. [Sitio Web]. España. Sec. Sobre la Eólica. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>

## 3.2.2 Energías Convencionales

### 3.2.2.1 Energía Termoeléctrica

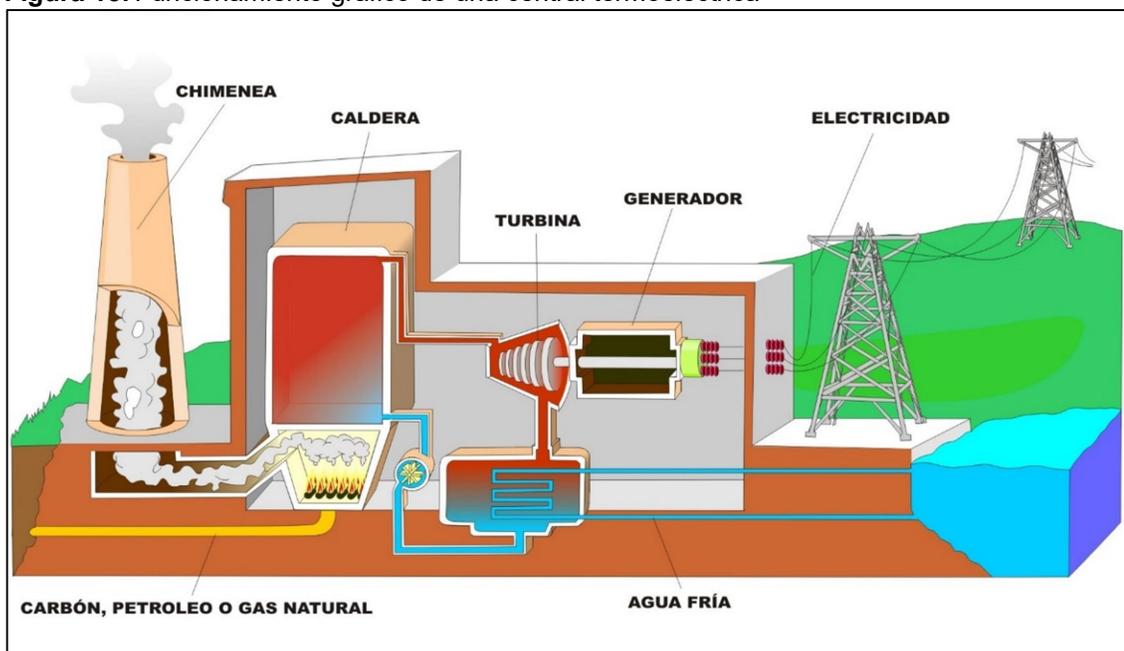
“Es una energía producida a partir de la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo, gas natural, gasolina y demás derivados del petróleo”.<sup>75</sup> Todo comienza con la quema de un elemento fundamental, la caldera. Con uno de los combustibles fósiles ya mencionados se hace la combustión y de esta forma se calienta la caldera con agua, produciendo vapor a alta presión, para luego mover los alabes o hélices por medio de la presión del vapor y a su vez impulsar el

<sup>75</sup> OCTAVIO. ¿Qué Es La Energía Termoeléctrica?. En: Kerchak. [Sitio Web]. 9 de Diciembre de 2016. Sec. Ciencia. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <https://kerchak.com/que-es-la-energia-termoelectrica/>

generador eléctrico, el cual es el encargado de transformar la energía del flujo del vapor en energía eléctrica.

La energía termoeléctrica puede tener dos ciclos abierto o cerrado, en donde el ciclo abierto toma el agua de alguna fuente hídrica y al finalizar el ciclo la expulsa de nuevo en esta fuente hídrica, a una mayor temperatura; y el ciclo cerrado reutiliza el agua calentada y convertida en vapor, por medio de una torre de enfriamiento, en la figura 13 se hace una representación gráfica del funcionamiento de una central termoeléctrica. La termoelectricidad es un medio de energía económico comparado con otros, pero con un gran inconveniente, produce un gran impacto ambiental.

**Figura 13.** Funcionamiento grafico de una central termoeléctrica



**Fuente:** BERMUDEZ, José. Central Termoeléctrica. En: Currículum en línea. [Sitio Web]. España. 4 de Mayo de 2017. Sec. Ciencias Naturales. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-25455.html>

- **Ventajas:**

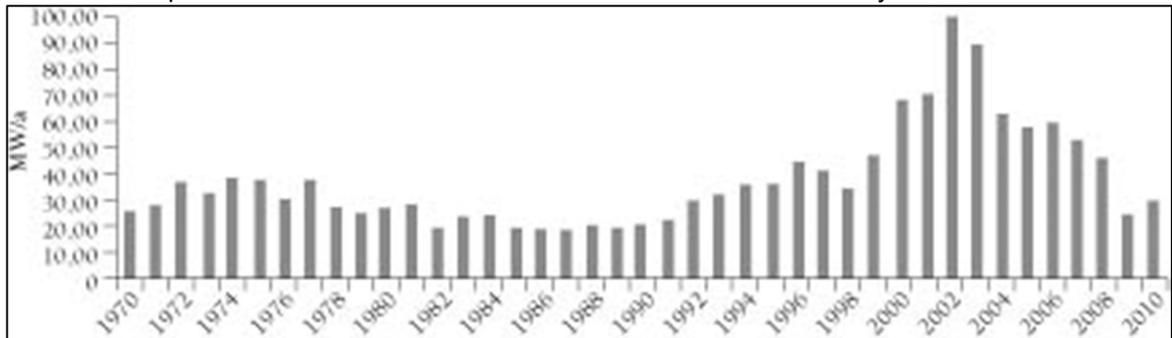
- Costo de instalación económico.
- Simplicidad en su construcción y en la forma de generar energía masivamente, especialmente en las plantas de carbón.
- Puede tener ciclos combinados, haciendo que sea más efectiva.
- Su tiempo de construcción es menor al de una central hidroeléctrica.
- Las centrales termoeléctricas no dependen de variables como el clima.
- Facilidad en el transporte de energía y materia prima, gracias a que la ubicación de la central termoeléctrica puede estar más cerca a la población.
- Se puede aprovechar el calor generado en la caldera para los procesos productivos de la empresa o como calefacción de hogares si se está en una ciudad fría.

- **Desventajas:**

- Produce gases contaminantes debido a la quema de combustibles fósiles.
- Puede provocar lluvia acida por la emisión de nitrógeno y óxido de azufre.
- Su uso es limitado, ya que depende de la reserva de las fuentes fósiles.
- Estas centrales poseen una probabilidad de falla mayor a las hidroeléctricas.
- Elevado costo operacional y de combustible<sup>76</sup>.

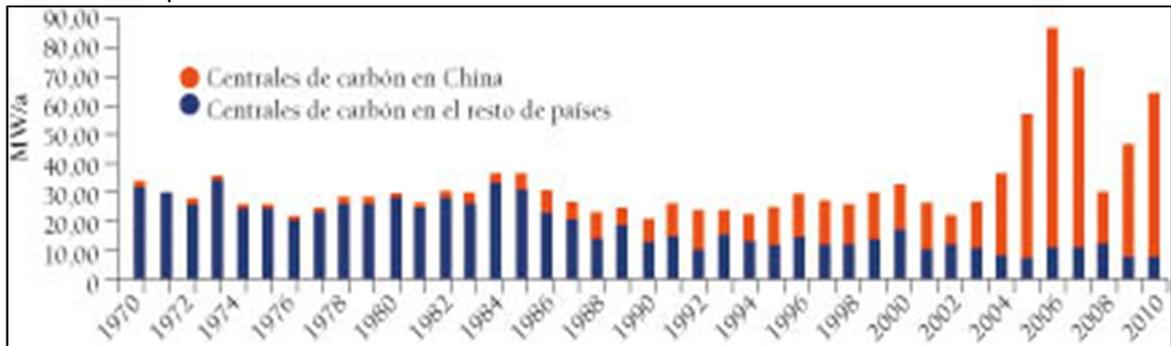
En el grafico 4, se muestra una gráfica de la capacidad instalada de las centrales termoeléctricas con uso de gas y petróleo como combustible desde el año 1970 al año 2010 y en el grafico 5, se muestra una gráfica de la capacidad instalada de las centrales termoeléctricas con uso de carbón como combustible y desde el año 1970 al año 2010, también se puede observar que china es el que hace mayor aporte que el resto del mundo unido.

**Grafico 4.** Capacidad anual instalada Centrales Termoeléctricas con Gas y Petróleo



**Fuente:** TESKE, Sven. CHISHOLM, Caroline. GARCIA, Luis. La Revolución Energética Silenciosa. En: Ambianta. España. P. 4. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Revolucion.htm>

**Grafico 5.** Capacidad anual instalada Centrales Termoeléctricas con Carbón



**Fuente:** TESKE, Sven. CHISHOLM, Caroline. GARCIA, Luis. La Revolución Energética Silenciosa. En: Ambianta. España. P. 5. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Revolucion.htm>

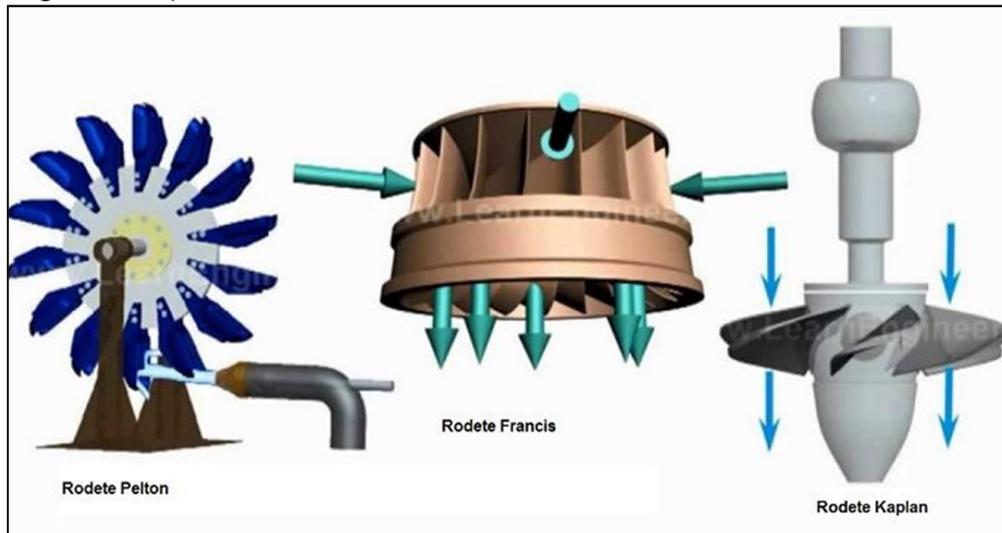
<sup>76</sup> OCTAVIO. ¿Qué Es La Energía Termoeléctrica?. En: Kerchak. [Sitio Web]. 9 de Diciembre de 2016. Sec. Ciencia. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <https://kerchak.com/que-es-la-energia-termoelectrica/>

### 3.2.2.2 Energía Hidroeléctrica

Es una energía que aprovecha las fuentes hídricas como ríos y grandes embalses, gracias a la energía potencial con que vienen estas fuentes hídricas, a su masa, velocidad y gravedad, ya que se somete a una gran caída por medio de construcciones para generar un efecto de golpe de ariete en unas turbinas, las cuales se encargan de transformar la energía hidráulica en energía mecánica, para luego ser convertida en energía eléctrica por medio de un generador y más adelante ser almacenada o enviada a la subestación donde se estabiliza el voltaje, para garantizar la calidad del servicio a la hora del consumo.

Las plantas hidráulicas se pueden operar con una de las siguientes turbinas: Turbina Pelton, que necesita de saltos grandes (superiores a 200 metros) y caudales pequeños (hasta de 10 metros cúbicos por segundo), Turbina Francis, el nivel de salto es más reducido pero su caudal es mayor (de 2 a 200 metros cúbicos por segundo), Turbina Kaplan, con un salto muy pequeño (50 metros) y caudal muy grande (empezando desde los 15 metros cúbicos por segundo). En la figura 14, se representan estas turbinas, que comercialmente son las más utilizadas.

**Figura 14.** Tipos de turbinas



**Fuente:** Anónimo. Turbinas Hidráulicas. En: Área Tecnología. [Sitio Web]. Sec. Curiosidades. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html>

“La energía hidroeléctrica se conoce por ser una de las más rentables, ya que sus gastos de explotación y mantenimiento son relativamente bajos, aunque presenta

un costo inicial de construcción elevado”.<sup>77</sup> Al considerar esta energía se debe prever de dos condiciones muy importantes, las condiciones de lluvias medias deben ser favorables y su ubicación, ya que requiere de una fuente hídrica cercana. Esta fuente de energía es limpia, importante y de las más utilizadas a nivel mundial, pero como todo tiene su lado bueno y su lado malo, según Uribe<sup>78</sup>, las ventajas y desventajas más relevantes son:

- **Ventajas:**

- Gracias al ciclo del agua, su uso es inagotable.
- Es una energía que no emite gases, no genera lluvias ácidas y no presenta emisiones tóxicas.
- Los costos de operación son bajos.
- El aporte tecnológico constante hace que la explotación del recurso sea más eficiente.
- En caso de que haya riesgo de una inundación, se puede controlar el flujo del caudal.

- **Desventajas:**

- Se necesita de una gran inversión para su construcción, ya que las ubicaciones deseables son de difícil acceso.
- La desviación o represamiento de la fuente hídrica afecta el hábitat de los peces y de más especies animales o vegetales.
- Las plantas hidroeléctricas tienden a estar retiradas de las grandes poblaciones, haciendo que sea necesario transportar la electricidad producida por medio de redes costosas.
- Se afecta el lecho de los ríos y causa erosión, dañando el ecosistema del lugar.

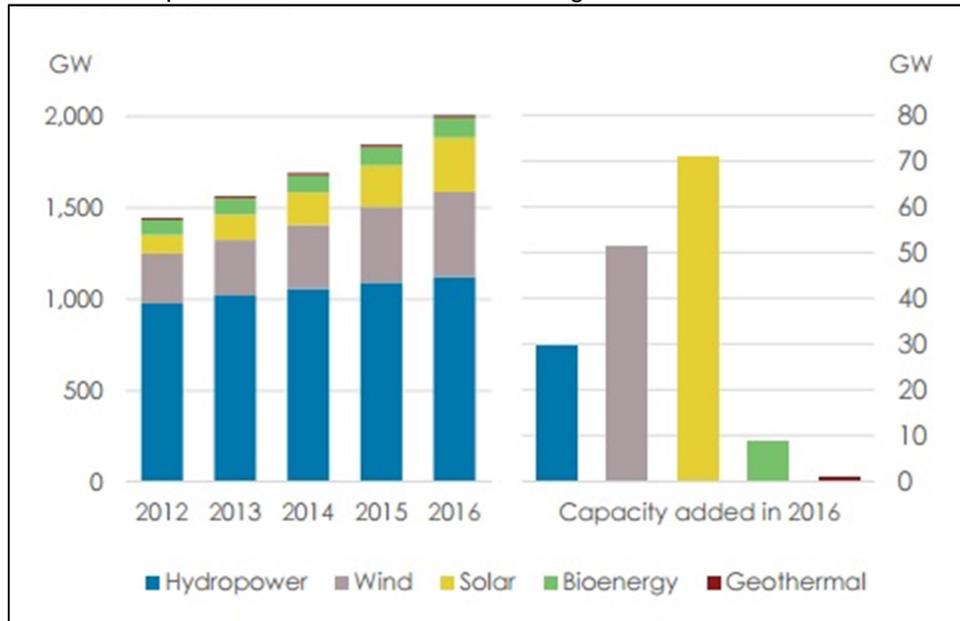
Por último, se hace un cierre con el gráfico 7, en el cual se reúnen las principales fuentes de energía y se dividen en tres fases, la primera fase va del año 1970 al 1992, llamada electrificación de los países de la OCDE, la segunda fase es en donde está el mayor desarrollo de la historia y va del año 1995 al 2012, en donde se hace la electrificación de los países en vía de desarrollo y empiezan aparecer nuevas energías gracias a la tecnología, y en la tercera fase se muestra una proyección de las energías convencionales y no convencionales del año 2015 al 2050.

---

<sup>77</sup> URIBE, Carlos. Plantas Hidroeléctricas. En: Fluidos eia. [Sitio Web]. 19 de Noviembre de 2002. Sec. Artículos. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/centrales/>

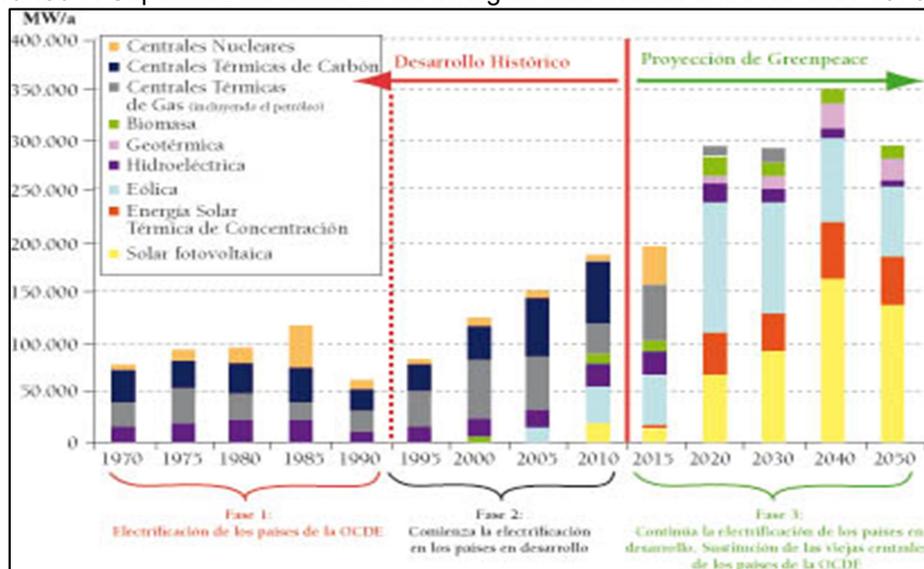
<sup>78</sup> URIBE, Carlos. Plantas Hidroeléctricas. En: Fluidos eia. [Sitio Web]. 19 de Noviembre de 2002. Sec. Artículos. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/centrales/>

**Grafico 6.** Capacidad instalada acumulada energías renovables



**Fuente:** ECOPOST. 2016 un año récord para la renovables en el mundo. En: ECOPOST (Periodismo, Economía, Sostenibilidad). [Sitio Web]. España. 31 de Marzo. Sec. Bionegocios. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.ecopost.info/2016-ano-record-la-renovables-mundo/>

**Grafico 7.** Capacidad instalada de las energías más usadas entre los años 1970-2050



**Fuente:** TESKE, Sven. CHISHOLM, Caroline. GARCIA, Luis. La Revolución Energética Silenciosa. En: Ambianta. España. P. 5. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbianta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Revolucion.htm>

### 3.3. MATRIZ DOFA

#### 3.3.1 Definición

Se caracteriza por ser una matriz de análisis empresarial o desarrollo estratégico, que permite conocer el estado actual de la empresa y contribuye con el crecimiento y mejora constante de la misma, ya que se puede identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para así mismo determinar la información necesaria que se requiere para adoptar correctivos y tomar planes de mejoramiento estratégico, de la información recogida. Es una herramienta de planeación muy conocida, por ir de un nivel operativo a un nivel estratégico, que brinda la ventaja de tener presente el estado de un proceso, de un área o de la empresa en general.

Esta matriz se compone de cuatro elementos o factores: debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, presentándose por cuadrantes, en donde en cada uno de ellos se asignan las situaciones que se identifican en la empresa, tanto en el ámbito interno (fortalezas y debilidades), como en el externo (oportunidades y amenazas) (figura 15), de esta manera se observa los aspectos que afecta de forma positiva o negativa la dinámica y el desarrollo de la empresa.

Figura 15. Matriz DOFA



Fuente: CASTRO, Jairo. OSORIO Mónica. Especialización Tecnológica Por Competencias Metodológicas. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Sec. Talento Humano. P.11 [Consultado 6, Febrero, 2018]. Disponible en: [https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320\\_1\\_VIRTUAL/Objetos\\_de\\_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf](https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320_1_VIRTUAL/Objetos_de_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf)

### 3.3.2 Desarrollo

Para tener un buen desarrollo de la matriz DOFA, es necesario tener opiniones internas y externas al proceso que se quiere evaluar, para que se pueda observar de diferentes puntos de vista y de una forma más analítica. Lo primero que se requiere para empezar con el desarrollo, es establecer si se quiere evaluar un proceso, un área o la empresa en general. “Luego de esto, se adquieren referencias anteriores, si existen, para así tener un punto de partida; de tal forma que se detecten oportunidades y amenazas, y así mismo las debilidades y fortalezas. Con el planteamiento de estas cuatro características se puede hacer la ejecución”.<sup>79</sup>

En el siguiente paso, “se requiere un sentido autocritico alto para lo cual es recomendable empezar desde un nivel individual hasta llevarlo al nivel grupal, para así llegar a un acuerdo entre todas las partes que intervienen en el proceso, ya sea de forma directa o indirecta, para que al final se tengan en cuenta las diferentes percepciones y conceptos del proceso evaluado”.<sup>80</sup>

Una vez hecha la construcción individual, se pasa a la construcción grupal por medio de lluvia de ideas, en lo posible se debe tener en cuenta las opiniones del grupo que interviene en el proceso, ya que la idea es saber de qué manera afecta positiva o negativamente el desarrollo del proceso. “Es importante documentarse bien para lograr aportes que tengan validez y objetividad”<sup>81</sup>. Finalmente, “presentan las acciones o estrategias de mediano o largo plazo, después de la construcción completa de la matriz, cuyo objetivo principal es eliminar o minimizar las debilidades y amenazas, aprovechando las oportunidades y potenciando las fortalezas, permitiendo adoptar correctivos y tomando planes de mejoramiento estratégico de la información recogida”.<sup>82</sup>

A modo de ejemplo, a continuación, se realizará una matriz DOFA aplicada al tema de la contribución de las energías renovables no convencionales al sistema de gestión integral de energía en Colombia; se empezará con el planteamiento de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para luego continuar con los pasos mencionados anteriormente.

---

<sup>79</sup> CASTRO, Jairo. OSORIO Mónica. Especialización Tecnológica Por Competencias Metodológicas. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Sec. Talento Humano.P.17 [Consultado 6, Febrero, 2018]. Disponible en: [https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320\\_1\\_VIRTUAL/Objetos\\_de\\_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf](https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320_1_VIRTUAL/Objetos_de_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf)

<sup>80</sup> Ibid., P. 18

<sup>81</sup>Ibid., P. 19

<sup>82</sup>Ibid., P. 19

**Debilidades:** Se puede definir según CASTRO<sup>83</sup>, como aquellos factores internos que afectan de manera negativa al proceso.

- Costos de instalación altos.
- Rentabilidad baja.
- Maquinaria y equipos insuficientes.
- Infraestructura.
- Falta de tecnología.
- Bajo presupuesto para la ejecución de los procesos.
- Trabajadores con bajo conocimiento del sector.

**Oportunidades:** Según CASTRO<sup>84</sup>, se presentan como circunstancias de las cuales se puede sacar ventaja y conseguir un mayor beneficio, lo que puede permitir un crecimiento continuo, proyección del negocio y evitara el estancamiento o posible fracaso.

- Desarrollo de nuevos productos.
- Crecimiento del mercado.
- Nuevas tecnologías.
- Aumentó de consumo energético.
- Utilización de recursos naturales.

**Fortalezas:** Según CASTRO<sup>85</sup>, son características específicas y propias que muestran el panorama positivo de la empresa y de las cosas que hacen bien

- Ubicación geográfica favorable.
- Clientes a nivel nacional e internacional.
- Precios competitivos.
- Plan energético de contingencia.
- Bajo nivel de desperdicios.
- Licencia de funcionamiento.
- Buena imagen.

**Amenazas:** Para CASTRO<sup>86</sup>, son circunstancias externas que pueden afectar negativamente el funcionamiento normal del proceso

---

<sup>83</sup>Ibid., P. 20

<sup>84</sup>Ibid., P. 24

<sup>85</sup>Ibid., P. 25

- Energías convencionales sustitutas.
- Competidores con precios bajos.
- La competencia tiene tradición.
- Mercado de inversionistas limitado.
- Cambios en la ley.

### 3.3.3 Estrategias

Una vez hecho el análisis de cada uno de los elementos anteriores, se puede continuar con el planteamiento de estrategias o acciones de mejoramiento, donde se hace una relación entre las fortalezas y las debilidades con las oportunidades y amenazas, para así poder llegar a dicho planteamiento. En el cuadro 4, se presentan las acciones identificadas para cada una de las estrategias que salen del cruce entre las debilidades y fortalezas, por un lado, y las amenazas y oportunidades, por el otro. Las estrategias empresariales que se definen o identifican a través de los factores encontrados en pasos anteriores, se conocen como DO, DA, FO y FA. Estas se conocen, como: FA, estrategia de crecimiento; FO y DO, estrategias de supervivencia; y DA, estrategias defensivas.

**Cuadro 4.** Acciones identificadas para las cuatro estrategias de la matriz DOFA desarrollada

	<b>Debilidades</b>	<b>Fortalezas</b>
<b>Oportunidades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomentar los nuevos desarrollos tecnológicos a nivel nacional.</li> <li>2. Mejorar la confiabilidad de los procesos productivos.</li> <li>3. Fomentar el desarrollo tecnológico en las economías de escala.</li> <li>4. Implementar planes de capacitación al personal en los nuevos desarrollos energéticos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar el acceso a materias primas para desarrollar un plan de reducción de costos.</li> <li>2. Mejorar la competitividad en el mercado cumpliendo estrictamente con los requisitos específicos en cuanto a la calidad de productos y servicio al cliente.</li> <li>3. Aprovechar el aumento en el consumo energético y entrar en el nicho del mercado.</li> </ol>
<b>Amenazas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reglamentar la ley 1715 para que ayude a brindar sostenibilidad y viabilidad a los proyectos de energías alternativas.</li> <li>2. Aprovechar los diferentes mecanismos de inversión extranjera para la modernización de equipos y maquinaria.</li> <li>3. Proyectar acciones para aumentar la capacidad instalada, disminuir costos y generar una mayor confiabilidad en la producción.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nivelar la competitividad con las energías renovables del sector.</li> <li>2. Fortalecer la experiencia operacional para contribuir al mejoramiento de productos y servicios.</li> <li>3. Adoptar los beneficios presentados en la ley 1715.</li> <li>4. Implementar de nueva tecnología con el fin de lograr un mejor posicionamiento y experiencia del producto.</li> </ol>

**Fuente.** Autor

<sup>86</sup>Ibid., P. 29

Con el desarrollo de la matriz DOFA, se obtuvieron posibles estrategias o acciones que ayudarán a la mejora de la producción, uso y crecimiento de las energías renovables no convencionales, lo cual permite estar preparado para los cambios a mediano y a largo plazo.

### **3.4 LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD**

Una vez descritas las estrategias que se obtienen del análisis DOFA realizado, se procede a establecer las actividades, los objetivos y las metas que deben cumplir cada estrategia para que una organización pueda implementar las ERNC si su propósito es asegurar un SGIE. Para caracterizar cada una de las estrategias En el cuadro 5, se procede a recopilar la información necesaria para que la estrategia pueda ser implementada.

**Cuadro 5.** Lineamientos de sostenibilidad para la implementación de la cogeneración en un SGIE

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>METAS</b>
Programa para el fomento de nuevos desarrollos tecnológicos a nivel nacional.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reglamentación de la ley 1715</li> <li>2. Diagnóstico de los requerimientos energéticos del sector.</li> <li>3. Análisis costos beneficios para la implementación de las energías renovables.</li> <li>4. Creación de incentivos tributarios para el impulso fomento de las energías.</li> <li>5. Creación una base de datos de los posibles proyectos de implementación de energías renovables.</li> </ol>	Fomentar la implementación de nuevos desarrollos tecnológicos a nivel nacional.	Fomento a la implementación de un 15% de nuevos desarrollos tecnológicos con base en energías renovables a nivel nacional en un período de cinco años.
Programa para el uso y acceso a materias primas e insumos a fin de disminuir costos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realización del inventario requerido para implementar una determinada energía renovable</li> <li>2. Identificación de los procesos necesarios para la implementación de una determinada energía renovable no convencional.</li> <li>3. Comparación entre los inventarios y procesos para conocer donde se maximizan los costos.</li> <li>4. Sustitución de los suministros o los procesos de producción que encarecen los costos.</li> </ol>	Utilizar adecuadamente las materias primas e insumos a fin de disminuir costos.	Uso adecuado de materias primas e insumos a fin de disminuir los costos en un 20% en un período de dos años.

**Cuadro 5. (Continuación)**

	5. Consolidación del plan de mejoramiento de costos en la implementación de las energías renovables.		
Programa para aumentar la capacidad instalada, a fin de disminuir costos y aumentar la confiabilidad en la producción.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementación del plan de mejoramiento de costos en la implementación de las energías renovables.</li> <li>2. Instalación de una energía renovable determinada para cubrir de un 20 a 50% los requerimientos energéticos de una organización.</li> <li>3. Verificación de los niveles de producción.</li> </ol>	Aumentar la capacidad instalada de las energías renovables no convencionales a fin de disminuir costos y aumentar la confiabilidad en la producción.	Aumento de la capacidad instalada de las energías renovables no convencionales a fin de disminuir costos en un 20% y aumentar la confiabilidad en la producción 50%.
Programa para la nivelación de la competitividad de las energías renovables del sector.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificación de los niveles de sostenibilidad empresarial</li> <li>2. Monitoreo de los impactos ambientales más relevantes generados por la empresa.</li> <li>3. Cumplimiento de los procesos sostenibles a través de la certificación ambiental</li> </ol>	Nivelar la competitividad de las energías renovables del sector.	Nivelación de la competitividad de las energías renovables del sector a cabo de cinco años después de la implementación de proyectos con energías renovables.

**Fuente.** Autor

### 3.4.1 Indicadores para el seguimiento de las estrategias implementadas

Con la información del numeral anterior, se establecen las metas que se quieren conseguir en una organización cuando se aplican las ERNC, para conseguir el SGIE deseado. En tal razón, se deben monitorear la eficiencia y eficacia de las actividades planteadas, a fin de conseguir los objetivos propuestos. Para ello, en este apartado se construyen los indicadores que permitan el monitoreo eficaz de las cuatro estrategias más importantes desarrolladas en el numeral anterior. En cuadro 6, se consignan los indicadores necesarios para monitorear estas estrategias.

**Cuadro 6.** Lineamientos de sostenibilidad para la implementación de la cogeneración en un SGIE.

ESTRATEGIAS	INDICADOR	DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	PERIODICIDAD	TIPOLOGIA
Programa para el fomento de nuevos desarrollos tecnológicos a nivel nacional.	Requerimientos energéticos de un sector diagnosticados	Los diferentes sectores económicos serán diagnosticados según sus requerimientos energéticos	Numero de sectores económicos diagnosticados	Numero de sectores económicos diagnosticados / Numero de sectores económicos del país	Anual	Eficacia
	Análisis de costo beneficio para las energías renovables realizado	Comparación de los costos y beneficios entre varias energías renovables	Numero de energías renovables analizadas	Análisis realizados/ Numero de energías renovables	Anual	Eficacia
	Base de datos construida de proyectos que implementan energías renovables	Recopilación de proyectos que implementan energías renovables en el país, según	Número de proyectos adicionados	Número de proyectos adicionados/ Numero de proyectos consultados	Anual	Eficiencia

**Cuadro 6.** (Continuación)

		algunos criterios seleccionados				
Programa para el uso y acceso a materias primas e insumos a fin de disminuir costos.	Inventario realizado para la implementación de una energía renovable	Detallar el inventario para implementar una energía renovable en cualquier tipo de proyecto	Numero de ítems inventariados	Lista de inventario finalizada/Lista de inventario requerida	Semestral	Gestión
	Procesos de implementación de una energía renovable identificados	Desarrollo de una fase en el ciclo de vida de una energía renovable	Numero de procesos identificados	Numero de procesos requeridos/ Numero de procesos identificados	Anual	Eficiencia
	Materia prima e insumos disminuidos en el proceso de producción	Aplicar el concepto de ecodiseño en la implementación de una energía renovable	Ecodiseño implementado	Numero de criterios aplicados/Cumplimiento total de los 12 criterios de ecodiseño	Anual	Gestión
Programa para aumentar la capacidad instalada, a fin de disminuir costos y aumentar la confiabilidad en la producción.	Energía renovable instalada en una organización	Instalación de un sistema de generación eléctrico utilizando una energía renovable	Energía renovable instalada	Energía renovable operando/Energía renovable instalada	Mensual	Eficiencia

**Cuadro 6.** (Continuación)

Programa para la nivelación de la competitividad de las energías renovables del sector.	Los 10 principios del pacto global evaluados	La organización diligencia la herramienta de sostenibilidad del pacto global	Herramientas de autoevaluación diligenciada y enviada	Herramientas de autoevaluación calificadas por el pacto global/Herramientas de autoevaluación diligenciada y enviada	Anual	Gestión
	Estrategias ambientales implementadas	La disminución de impactos ambientales se verifica a través de las estrategias acordadas	Numero de impactos disminuidos	Numero de impactos disminuidos/Numero de impactos totales	Anual	Eficacia
	Procesos de producción más limpia certificados	Se realiza el procedimiento de certificación a los procesos de producción más limpia implementados	Procesos certificados	Cumplimiento total de los requisitos exigidos para la certificación	Cuatrenio	Gestión

**Fuente.** Autor

## 4. CASOS EXITOSOS DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN EL MUNDO

En este capítulo se hablará de los casos más representativos de cada una de las energías renovables escogidas (Eólica, Fotovoltaica y Biomasa), se escoge un caso a nivel mundial, en donde se escoge la planta o parque con mayor capacidad instalada en cada uno de los casos. También se tienen en cuenta las estrategias que pueden presentar cada una de las energías para ser más llamativas y rentables. Por último, se habla de las limitaciones que tiene cada energía en un país como Colombia.

### 4.1. ENERGÍA EÓLICA

Uno de los proyectos de energía eólica más éxitos del mundo se encuentra en el Reino Unido, exactamente en el río Támesis a 20 kilómetros de la costa Kent, es llamado como Parque Eólico London Array. Es un proyecto muy ambicioso, ya que es considerado como uno de los parques eólicos marinos construidos más grandes del mundo, cuenta con 175 aerogeneradores de la marca más eficiente que hay en el mercado por el momento (Vesta SWT), ocupa un área aproximada de 100 metros cuadrados. Los aerogeneradores poseen una altura de 147 metros, un diámetro barrida de 90 metros gracias a que sus palas miden 59 metros aproximadamente.<sup>87</sup>

Este parque eólico tiene una capacidad de 630 Megavatios, ya que cada una de sus turbinas puede generar aproximadamente 3,6 MW, con esta capacidad se puede abastecer aproximadamente a cerca de medio millón de habitantes y evita que se produzcan 925 mil toneladas de dióxido de carbono por año. “Todo esto hace que sea uno de los proyectos más éxitos de las energías renovables, ya que al ser marítimo se pueden aprovechar de una mejor forma los viento, presentando una eficiencia más alta y la contaminación en su construcción es menor que cuando se hace en tierra”.<sup>88</sup>

#### 4.1.1 Potencialidades

Las empresas encargadas de parques eólicos como London Array, hacen un planteamiento estratégico desde su fase de construcción, puesta en marcha y producción, para que su inversión final tenga una reducción considerable y para que los trabajos de mantenimiento garanticen una rentabilidad en la instalación y

---

<sup>87</sup> PEREZ, Miguel A. El Mayor Parque Eólico Marino Del Mundo Está En La Costa De Kent, Inglaterra. En: Blogthinkbig. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 31 de Diciembre de 2015. Sec. Conocimiento. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/el-mayor-parque-eolico-marino-del-mundo-esta-en-la-costa-de-kent-ingles>

<sup>88</sup> RUIZ, Maruxa. Inauguran el parque eólico marino más grande del mundo. En: BBC MUNDO. [Sitio Web]. 4 de Julio de 2013. Sec. Ciencia. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704\\_ciencia\\_mayor\\_parque\\_eolico\\_marino\\_reino\\_unido\\_mra](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704_ciencia_mayor_parque_eolico_marino_reino_unido_mra)

en la producción, juntando esto con la reducción de riesgos en dichas fases, los posibles incidentes o contra tiempos que se pueden presentar en cada una de las fases y determinar los pronósticos de los periodos nulos de operación, ya sea por condiciones climáticas o programas preventivos en el funcionamiento de las turbinas. Todo esto con el fin de garantizar planes de acción en caso de que ocurra alguna eventualidad, lo que permite estar un paso adelante y ahorrar tiempo a la hora de solucionarlo, y llegando a una reducción de costos.

**Figura 16.** Parque Eólico London Array



**Fuente:** PEREZ, Miguel A. El Mayor Parque Eólico Marino Del Mundo Está En La Costa De Kent, Inglaterra. En: Blogthinkbig. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 31 de Diciembre de 2015. Sec. Conocimiento. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/el-mayor-parque-eolico-marino-del-mundo-esta-en-la-costa-de-kent-inglesa>

#### **4.1.2 Limitaciones**

Estos proyectos tienen dos variables, la primera depende de terceros o de las organizaciones, que están a cargo del desarrollo y seguimiento del marco legislativo y/o organizaciones empresariales que ayuden a dar un soporte financiero, esta variable no es la más adecuada a la hora de implementar un proyecto, ya que la hay una variación continua en las leyes y el apoyo financiero por medio del estado no es el esperado. La segunda variable no depende de terceros sino de sí misma porque se sabe, la energía eólica presenta ciertas

desventajas que hacen, que a la hora de implementar sistemas de generación energético se esté tentado por optar por otras fuentes generadoras de energía.

## 4.2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Uno de los proyectos de energía fotovoltaica más éxitos del mundo se encuentra en el distrito Kurnool de India, exactamente en Andhra Pradesh, es llamado Kurnool Ultra Mega Solar Park. Es un proyecto muy ambicioso, ya que es considerado como la planta fotovoltaica construida más grandes del mundo, cuenta con una capacidad de 1.000 Megavatios, superando a la planta fotovoltaica china, Longyangxia Solar Park de 850 Megavatios. La planta Kurnool Ultra Mega Solar Park ocupa un espacio aproximado de 2.400 hectáreas, utilizando más de 4 millones de paneles solares, en donde cada uno tiene una capacidad de 315 vatios aproximadamente, cuenta con 4 estaciones y una sub estación, conectadas entre sí con casi 2.000 kilómetros de cables.

**Figura 17.** Parque Kurnool Ultra Mega Solar Park



**Fuente:** ROCA, José A. La india Kurnool se convierte en la mayor planta fotovoltaica del mundo. En: El Periódico De La Energía. [Sitio Web]. USA. 22 de Mayo de 2017. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/tag/kurnool-ultra-mega-solar-park/>

Gracias a las proporciones y sistemas que tiene este parque puede generar cerca de 8 Gigavatios al día, energía que puede ser inyectada directamente a la red sin ningún problema siendo esto una gran ventaja, ya que está abasteciendo actualmente a cerca del 80% del consumo eléctrico del distrito de Kurnool, en donde habitan más de 4 millones de habitantes. Este parque fotovoltaico además

de no representar riegos contaminantes, son de funcionamiento silencioso, mantenimiento mínimo y económico, hace que también impulse la riqueza local, ya que disminuye la dependencia de abastecimiento de otros países.

#### **4.2.1 Potencialidades**

Las empresas encargadas de parques fotovoltaicos como Kurnool Ultra Mega Solar Park, hacen un planteamiento estratégico desde su fase de planeación hasta la posventa de la energía, ya que les interesa mucho crear experiencias únicas dentro de la empresa con sus trabajadores y fuera de la empresa con sus clientes, proyectándose a realizar aumentos anuales en la capacidad instalada, innovar el entorno laboral y adquirir servicios de un tercio de los clientes, ya sea de mantenimientos o algún suministro a fin con las necesidades del parque fotovoltaico. También se preocupan en fomentar una estrategia llamada Solar Friends, en donde la idea principal es vincular a todas las personas que se encuentran activas en el proceso y fabricación de energía. Resaltan una estrategia para el área comercial, la cual se encarga de optimizar la logística, ya que de esta forma pueden reducir costos de forma anual y además pueden generar publicidad y una mejor imagen de la compañía. Por último, pero no siendo la última estrategia que puede presentar un parque fotovoltaico como Kurnool Ultra Mega Solar Park, se propone a retar constantemente las energías o el mercado tradicional, con el fin de obtener unas mayores ventas y atraer a nuevos clientes.

#### **4.2.2 Limitaciones**

Estos proyectos tienen dos variables, la primera depende de terceros o de las organizaciones, que están a cargo del desarrollo y seguimiento del marco legislativo y/o organizaciones empresariales que ayuden a dar un soporte financiero, esta variable no es la más adecuado a la hora de implementar un proyecto, ya que la hay una variación continua en las leyes y el apoyo financiero por medio del estado no es el esperado. La segunda variable no depende de terceros sino de sí misma porque se sabe, la energía fotovoltaica presenta ciertas desventajas que hacen, que a la hora de implementar sistemas de generación energético se esté tentado por optar por otras fuentes generadoras de energía.

### **4.3. ENERGÍA BIOMASA**

Uno de los proyectos de energía de biomasa más éxitos del mundo se encuentra en el Reino Unido, exactamente en Severn Gorge, es conocida como la planta de biomasa de Ironbridge. Es un proyecto muy ambicioso, ya que es considerado como la planta de biomasa pura construida más grandes del mundo, cuenta con una capacidad de 740 Megavatios. Existen plantas de biomasa con una capacidad similar, pero siendo híbridas, es decir combinadas con otra fuente de energía.

Las instalaciones de la planta de biomasa, antes pertenecían a una central termoeléctrica, usando como fuente principal de energía el carbón, donde llegaban a generar una capacidad de 1.000 Megavatios, actualmente la planta de biomasa es propiedad de la empresa británica EON, quienes se encargan de su operación y emplean capsulas de pellets de madera, para así, generar energía a partir de biomasa.

**Figura 18.** Planta de biomasa Ironbrige



**Fuente:** ROCA, José. Las diez mayores plantas de biomasa en el mundo. En: El Periódico De La Energía. [Sitio Web]. USA. 11 de Enero de 2016. Sec. Renovables. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-de-biomasa-del-mundo/>

#### **4.3.1 Potencialidades**

Las empresas encargadas de plantas de biomasa como Ironbridge, hacen un planteamiento estratégico desde su fase de construcción, puesta en marcha y producción, para que su inversión final tenga una reducción considerable y para que los trabajos de mantenimiento garanticen una rentabilidad en la instalación y en la producción, juntando esto con la reducción de riesgos en dichas fases, los posibles incidentes o contra tiempos que se pueden presentar en cada una de las fases y determinar los planes preventivos para el correcto funcionamiento de la planta. Todo esto con el fin de garantizar planes de acción en caso de que ocurra

alguna eventualidad, lo que permite estar un paso adelante y ahorrar tiempo a la hora de solucionarlo, y llegando a una reducción de costos.

#### **4.3.2 Limitaciones**

Estos proyectos tienen dos variables, la primera depende de terceros o de las organizaciones, que están a cargo del desarrollo y seguimiento del marco legislativo y/o organizaciones empresariales que ayuden a dar un soporte financiero, esta variable no es la más adecuada a la hora de implementar un proyecto, ya que hay una variación continua en las leyes y el apoyo financiero por medio del estado no es el esperado. La segunda variable no depende de terceros sino de sí misma porque se sabe, la energía de biomasa presenta ciertas desventajas que hacen, que a la hora de implementar sistemas de generación energético se esté tentado por optar por otras fuentes generadoras de energía.

## 5. CONCLUSIONES

- La generación de energía eléctrica a partir de energía limpia y renovable, es una alternativa eficiente, poco convencional pero con gran fuerza y un futuro prometedor.
- La producción de las fuentes de energía renovables no convencionales mencionadas anteriormente, presentan una gran debilidad con su producción no constante, ya que dependen de variables como climatológicas o funcionales.
- Los proyectos con energía renovable presentan una inversión inicial alta, lo que en algunos casos no lo hace ser llamativo pero si se proyectan a futuro se convertirán en una buena inversión.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda impulsar las energías renovables no convencionales para que su participación en la red eléctrica interconectada sea más representativa.
- Se recomienda masificar o llevar a una mayor escala los proyectos con energía renovable no convencional, para no generar dependencia de energía eléctrica proveniente de fuentes fósiles.
- Se recomienda analizar sitios con gran potencial para desarrollar en ellos parques eólicos y fotovoltaicos, para que algún día se puedan superar cada vez más los casos éxitos ya mencionados en el mundo.

## BIBLIOGRAFIA

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS-ONU-. Objetivos de desarrollo sostenible. [Sitio Web]. USA. Sec. Objetivos [Consultado el 11, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Plan Nacional de Desarrollo. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2015. Tomo 1. P. 116-118. ISBN para Internet: 978-958-8340-88-3 [Consultado el 11, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202014-2018%20Tomo%201%20internet.pdf>

ASOCIACION ESPAÑOLA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION (AENOR). Sistemas De Gestión De La Energía. ISO 50001. España. 2011. P.8-28

COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía. Ley 1715 (13 de Mayo del 2014). Integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Bogotá D.C. Diario Oficial. 2014. Cap. I

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Programa De Gestión Eficiente De La Demanda De Energía En Zonas No Interconectadas. En: CONPES. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 11 de Abril de 2016. En: Publicaciones. P. 25-34. [Consultado 15, Diciembre, 2017]. Disponible en: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855\\_Credito\\_San\\_Andres\\_VPublicaci%C3%B3n.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3855_Credito_San_Andres_VPublicaci%C3%B3n.pdf)

EPM. Parque Eólico Jepírachi en La Guajira, Colombia. En: EPM. [Sitio Web]. Medellín. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestras-plantas/energia/parque-eolico>

SEMANA. Las energías alternativas se toman Colombia. En: Revista Semana Sostenible. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 10 de Mayo de 2017. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/energias-alternativas-se-toman-colombia/37756>

WPADMIN. Bioenergy. En: ECOPETROL. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 19 de Septiembre de 2014. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: [https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3Apath%3A/Ecopetrol\\_ES/Ecopetrol/Medio-Ambiente/gestion-ambiental-proactiva/Ecoeficiencia/Biocombustibles/Nuestros-Proyectos/Bioenergy](https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3Apath%3A/Ecopetrol_ES/Ecopetrol/Medio-Ambiente/gestion-ambiental-proactiva/Ecoeficiencia/Biocombustibles/Nuestros-Proyectos/Bioenergy)

SEMANA. Bioenergy, el Reficar de los Llanos. En: Revista Semana. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 27 DE Febrero de 2016. Sec. Energía. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.semana.com/nacion/articulo/bioenergy-otro-reficar-para-ecopetrol/463033>

LLOYD'S, Registrer. ISO 9001 Sistemas De Gestión De La Calidad. [Sitio Web]. España. Sec. ISOS. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-9001-norma-calidad/>

APPLUS. Gestión De La Calidad Del Sector Público. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2013. Sec. Publicaciones. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: [http://www.appluscertification.com/es/service/COLOMBIA.\\_NTC\\_GP\\_1000\\_%E2%80%93\\_Gestion\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_sector\\_publico-1340222893207](http://www.appluscertification.com/es/service/COLOMBIA._NTC_GP_1000_%E2%80%93_Gestion_de_la_calidad_del_sector_publico-1340222893207)

LLOYD'S, Registrer. ISO 14001 Sistemas De Gestión Ambiental. [Sitio Web]. España. Sec. ISOS. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <http://www.lrqa.es/certificaciones/iso-14001-medioambiente/>

GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Sistema De Gestión Integrado (SGI). En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Información Corporativa. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/informacion-corporativa/sistema-de-gestion-integrado-sgi>

GRUPO ENERGÍA BOGOTÁ. Eficiencia Energética. En: GEB. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 2003. Sec. Retos y experiencias exitosas. [Consultado 23, Diciembre, 2017]. Disponible en: <https://www.grupoenergiabogota.com/index.php/experiencias-exitosas/eficiencia-energetica>

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL-ONU DI-. Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. [Sitio Web]. Sec. Publicaciones. Bogotá D.C. 2015. P.7-54 [Consultado 5, Enero, 2018]. Disponible en: <https://open.unido.org/api/documents/4676845/download/Guía%20Práctica%20para%20la%20Implementación%20de%20un%20Sistema%20de%20Gestión%20de%20la%20Energía>.

ANONIMO. Estiman que en dos años Cerro Azul se abastecerá completamente de la futura planta de generación de energía por biomasa forestal. En: Misión Online. [Sitio Web]. Lima. Sec. Economía. [Consultado 10, Enero, 2018]. Disponible en: <http://misiononline.net/2017/12/01/estiman-dos-anos-cerro-azul-se-abastecera-completamente-la-futura-planta-generacion-energia-biomasa-forestal/>

GARCIA, Santiago. Centrales Termoeléctricas De Biomasa. [Colección Energías Renovables]. España: Renovetec, 2013. P.1. ISBN. 978-84-616-1557-5.

[Consultado: 10, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/editorial/centrales-termoelectricas-de-biomasa.pdf>

SILVA, Arianna. Conoce Algunos Datos Interesantes Acerca De La Biomasa. En: Medium. [Sitio Web]. USA. 4 de Noviembre de 2016. Sección: Datos. [Consultado 10, Enero, 2018]. Disponible en: <https://medium.com/@ariannapws/conoce-algunos-datos-interesantes-acerca-de-la-biomasa-infograf%C3%ADa-e2643c6f4f48>

ACCIONA. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía solar fotovoltaica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID. Gráficos significativos energía solar fotovoltaica. En: Instituto de Energía Solar. Madrid. P. 31. Enero 2017. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IESUPM/Portada/2017\\_01\\_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf](http://www.ies.upm.es/sfs/IES/IESUPM/Portada/2017_01_17%20datos%20fotovoltaica%20en%20Espa%C3%B1a.pdf)

MASNOVO, Alberto. Casa Ecológica, Concepto De La Energía Eólica. En: Dreamstime. [Sitio Web]. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-casa-ecol%C3%B3gica-concepto-de-la-energ%C3%ADa-e%C3%B3lica-image48070593>

ACCIONA. ¿Qué es la energía eólica?. En: Acciona. [Sitio Web]. Colombia. 5 de Noviembre de 2014. Sec. Energía eólica. [Consultado 12, Enero, 2018]. Disponible en: [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxjtJC1hCMGetMjenss\\_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQA\\_vD\\_BwE#](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?gclid=CjwKCAiA9rTBRBNEiwAt0Znw2fqvwXvBVnXwd9ltf8nXUxjtJC1hCMGetMjenss_HSB1qj4OaZrnRoCb5EQA_vD_BwE#)

ASOCIACION EMPRESARIAL EOLICA. La eólica en el mundo. En: AEE. [Sitio Web]. España. Sec. Sobre la Eólica. [Consultado 20, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.aeeolica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>

OCTAVIO. ¿Qué Es La Energía Termoeléctrica?. En: Kerchak. [Sitio Web]. 9 de Diciembre de 2016. Sec. Ciencia. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <https://kerchak.com/que-es-la-energia-termoelectrica/>

BERMUDEZ, José. Central Termoeléctrica. En: Curriculum en línea. [Sitio Web]. España. 4 de Mayo de 2017. Sec. Ciencias Naturales. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-25455.html>

TESKE, Sven. CHISHOLM, Caroline. GARCIA, Luis. La Revolución Energética Silenciosa. En: Ambienta. España. P. 4-5. [Consultado el 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Revolucion.htm>

Anónimo. Turbinas Hidráulicas. En: Área Tecnología. [Sitio Web]. Sec. Curiosidades. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html>

URIBE, Carlos. Plantas Hidroeléctricas. En: Fluidos eia. [Sitio Web]. 19 de Noviembre de 2002. Sec. Artículos. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/centrales/>

ECOPOST. 2016 un año récord para las renovables en el mundo. En: ECOPOST (Periodismo, Economía, Sostenibilidad). [Sitio Web]. España. 31 de Marzo. Sec. Bionegocios. [Consultado 28, Enero, 2018]. Disponible en: <https://www.ecopost.info/2016-ano-record-la-renovables-mundo/>

CASTRO, Jairo. OSORIO Mónica. Especialización Tecnológica Por Competencias Metodológicas. [Sitio Web]. Bogotá D.C. Sec. Talento Humano. P.11-29 [Consultado 6, Febrero, 2018]. Disponible en: [https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320\\_1\\_VIRTUAL/Objetos\\_de\\_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf](https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/122320_1_VIRTUAL/Objetos_de_Aprendizaje/Descargables/Descargable-Ada19.pdf)

PEREZ, Miguel A. El Mayor Parque Eólico Marino Del Mundo Está En La Costa De Kent, Inglaterra. En: Blogthinkbig. [Sitio Web]. Bogotá D.C. 31 de Diciembre de 2015. Sec. Conocimiento. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://blogthinkbig.com/el-mayor-parque-eolico-marino-del-mundo-esta-en-la-costa-de-kent-inglaterra>

RUIZ, Maruxa. Inauguran el parque eólico marino más grande del mundo. En: BBC MUNDO. [Sitio Web]. 4 de Julio de 2013. Sec. Ciencia. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704\\_ciencia\\_mayor\\_parque\\_eolico\\_marino\\_reino\\_unido\\_mra](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704_ciencia_mayor_parque_eolico_marino_reino_unido_mra)

ROCA, José A. La india Kurnool se convierte en la mayor planta fotovoltaica del mundo. En: El Periódico De La Energía. [Sitio Web]. USA. 22 de Mayo de 2017. Sec. Medio Ambiente. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/tag/kurnool-ultra-mega-solar-park/>

ROCA, José. Las diez mayores plantas de biomasa en el mundo. En: El Periódico De La Energía. [Sitio Web]. USA. 11 de Enero de 2016. Sec. Renovables. [Consultado 15, Febrero, 2018]. Disponible en: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-de-biomasa-del-mundo/>