

**ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU  
IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA**

**PRESENTADO POR:**

**LADY VIVIANA BELTRÁN GÓMEZ**

**PRESENTADO A:**

**JACKSON PEREIRA SILVA**



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**ESPECIALIZACIÓN ALTA GERENCIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**BOGOTÁ**

**2016**

## CONTENIDO

RESUMEN .....	3
SUMMARY .....	4
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
JUSTIFICACION .....	6
ANTECEDENTES .....	8
OBJETIVO GENERAL:.....	10
OBJETIVOS ESPECIFICOS: .....	10
MARCO TEÓRICO.....	11
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	13
ENERGÍA EÓLICA .....	13
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	14
ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	15
DESCRIPCIÓN LEY 1715.....	16
BENEFICIOS DE LA LEY 1715 PARA LA INVERSIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES ..	17
CONCLUSIONES .....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

## RESUMEN

Las consecuencias del crecimiento industrial a nivel mundial, el aumento en la demanda del consumo de energía eléctrica y el uso inconsciente de recursos fósiles han causado daños considerables al medio ambiente. Desde 1950 se están presentando cambios en el sistema climático en comparación con registros históricos. Producto de los altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumenta, las selvas se están secando y los cambios de temperatura son cada vez más bruscos.

Desde hace varias décadas se dispararon las alarmas a nivel mundial para controlar la emisión de gases de efecto invernadero. Se han establecido protocolos como el de Kyoto (1997) a nivel mundial y leyes como la Ley 1715 (2014) en Colombia. El objetivo de la ley 1715 es incentivar el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica con recursos renovables. Cerca del 70% de la energía eléctrica generada en Colombia proviene de centrales hidroeléctricas cuyo recurso es el agua, recurso que se está agotando con el paso de los años.

Colombia no es pionera en el desarrollo de nuevas tecnologías sin embargo cuenta con los recursos naturales para implementar varias tecnologías de generación de energía eléctrica con recursos renovables como el viento, la radiación solar, el calor de la tierra entre otros. La generación de energía eólica es la tecnología que más desarrollada está en Colombia, en segundo nivel esta la energía solar. Para el desarrollo e implementación de energías alternativas la ley 1715 brinda beneficios económicos para impulsar este tipo de tecnologías que aportan a la conservación del medio ambiente.

## **SUMMARY**

The environmental consequences due industrial growth around the world, the consumption increase of electricity and fossil resources have caused considerable damage to the environment. Since 1950, some changes are happening in the weather compared with historical records. Those changes are product for high levels of GHG (Greenhouse Gas), glaciers are melting, sea level increases, forests are drying and temperature changes are increasingly more abrupt.

From several decades the world has been aware about the GHG effect control. They have established global protocols as Kyoto's (1997) and the Law 1715 (2014) in Colombia. The 1715's law aims is to encourage the development and implementation of new technologies for the generation of electricity with renewable resources. About 70% of the electricity generated in Colombia comes from hydroelectric power plants whose resource is water, a resource that is running out with the passage of the years.

Colombia isn't pioneer in new technologies development; however has the resources to apply several new technologies of power generation with renewable resources like wind, solar radiation, the heat of the Earth. The generation of energy wind is the technology that more developed is in Colombia, the energy solar is the second place. For the development and implementation of alternative energy the law 1715 provides economic benefits to promote this kind of technologies that contribute to the conservation of the environment.

## **DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Como consecuencia del cambio climático producido en primera línea por acciones indebidas e inconscientes de los seres humanos y en segunda línea a factores naturales han puesto en alerta a los gobiernos a nivel mundial. En Colombia se ha desarrollado el año Plan energético Nacional y la ley 1715 de mayo de 2014 donde se estimula y promueve la implementación de energías alternativas renovables con bajos impactos ambientales.

La implementación de tecnologías con recursos renovables para la generación de energía eléctrica en Colombia esta aun en desarrollo pese a que en su estudio se han invertido varias décadas, no ha sido posible su implementación debido a los altos costos en su puesta en marcha y al poco acompañamiento del gobierno en la implementación de estas tecnologías. Como el gobierno nacional de Colombia incentiva a la implementación de energías alternativas?

En este trabajo de investigación se realizara un breve análisis de las diferentes tecnologías de generación de energía eléctrica con recursos renovables y su implementación en Colombia.

## JUSTIFICACION

Según (SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO, 2015), más del 60% de la energía eléctrica que consumen los colombianos es generada por las centrales hidroeléctricas, estas centrales utilizan el agua como insumo para la generación de la energía. La segunda fuente principal de generación de energía eléctrica en Colombia utiliza recursos fósiles como el petróleo, gas y carbón cuyas reservas se están agotando.

Debido a los movimientos ambientalistas y a la evidente crisis ambiental que vivimos hoy en día, desde décadas atrás se han venido realizando encuentros mundiales como convención de Kyoto en 1997, la conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático en 1992 y la conferencia de Johannesburgo en 2002 entre otros tantos. De estas reuniones han salido acuerdos como el de Protocolo de Kyoto vigente desde el año 1992 y entrado en vigor desde el año 2005 en el cual se compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Este protocolo responsabiliza a cerca de 37 países industrializados y a la Unión Europea por los elevados niveles de gases de efecto invernadero existentes en la atmosfera producto de quemar combustibles fósiles por más de 150 años (Ministerio de Ambiente, 2016).

En Colombia según (IDEAM, 2016) se han evidenciado impactos negativos producto del cambio climático con incrementos en la temperatura del país sumando a esto, el incremento de la demanda del consumo de energía eléctrica. Lo anterior ha motivado al gobierno Nacional bajo el liderazgo de Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo sostenible y a los Ministerios sectoriales a iniciar estrategias de planeación a corto y mediano, mediano y largo plazo con el fin de impulsar los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables.

El consumo de energía eléctrica ha incrementado considerablemente en la última década trayendo consigo impactos ambientales que impulsan a buscar la implementación de energías alternativas más amigables para el planeta en la generación de energía eléctrica para abastecer la demanda mundial. Según (Lascorz, 2010) las energías renovables satisfacen ampliamente la reducción en el impacto negativo al medio ambiente, el crecimiento económico y el progreso social debido a que los recursos no se encuentran concentrados en un solo lugar sino, por el contrario están distribuidos

en varias regiones del país lo que contribuye a la lucha contra la pobreza y a la integración y bienestar de la humanidad.

Las energías renovables son aquellas que se producen de manera continua y son inagotables, además son amigables con el medio ambiente porque aunque eventualmente ocasionan efectos negativos sobre el entorno; estos son menores a los impactos ambientales de las energías convencionales que usan los combustibles fósiles como el carbón el gas y el petróleo (Muñiz & Garcia, 2013). Las energías alternativas son todas aquellas que utilizan recursos inagotables como el viento, el sol, el calor de la tierra entre otros. Según (UMPME, 2016) la energía eléctrica generada por las fuentes de energía renovable solo aportan el 19% de la energía eléctrica consumida en el mundo. Colombia tiene un gran potencial en el campo de energías renovables porque cuenta con grandes fuentes de recursos renovables debido a su ubicación geográfica además en el ámbito gubernamental con el Plan energético Nacional y la ley 1715 de mayo de 2014 donde se estimula y promueve la implementación de energías alternativas renovables con bajos impactos ambientales.

Colombia debe explotar estos recursos para diversificar e incrementar su canasta energética aprovechando también que no todas las regiones de Colombia tienen el mismo acceso de la red de energía eléctrica lo que permite explorar las nuevas tecnologías de generación de energía eléctrica con recursos renovables.

## ANTECEDENTES

El IDEAM ha realizado estudios donde ha analizado las series históricas de la precipitación diaria y los bruscos cambios de temperatura mínima y máxima que se han venido presentando en nuestro país producto del cambio. Con los datos históricos desde el año 1971 se ha evidenciado altibajos en las precipitaciones de algunas regiones del país. Las precipitaciones y la temperatura son dos variables en función de las acciones humanas y de factores naturales, estas dos variables dan como resultado las tendencias de los cambios climáticos (IDEAM, 2016).

La ley 1715 del 13 de mayo de 2014, estimula la implementación de energías alternativas en Colombia. Esta ley busca promover iniciativas de inversión de capital privado o público para el fomento e implementación de tecnologías de energía renovable y así buscar emprender nuevos nichos de negocio orientados a la implementación, puesta en servicio y mantenimiento de estas formas de generación de energía eléctrica no convencional.

El plan Energético Nacional 2006-2025 pronostica un escenario favorable tanto en el consumo de energía eléctrica como en la capacidad de generar energía eléctrica implementando nuevas tecnologías. En conjunto la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) realizan desde el 2004 una compilación anual de 13 mapas específicos de energía solar uno para cada mes del año y uno adicional que consolida el comportamiento de todo el año. Lo anterior se conoce “Atlas de Radiación Solar de Colombia” y su principal objetivo es evidenciar por medio de estos mapas el valor promedio diario de radiación solar global, brillo y radiación ultravioleta por metro cuadrado. De esta manera se identifican las zonas estratégicas para la implementación exitosa de tecnologías con sistemas fotovoltaicos o térmicos identificando regiones como Guajira, Atlántico, el Magdalena, Sucre; la zona norte de los departamentos de Bolívar, Cesar y Córdoba; y el nororiente de los departamentos de Arauca y Vichada (MOTTA, AGUILAR, & AGUIRRE, 2012).

A continuación se mencionan alguna tecnologías y las regiones donde se pueden o han venido implementando en Colombia utilizando los diferentes recursos renovables para la generación de energía eléctrica (Ministerio de Educación Nacional , 2013)

**Energía Eólica:** El recurso es el viento. Empresas Públicas de Medellín (EPM) desarrollo el proyecto del primer parque eólico llamado Jepirachi compuesto por 15 aerogeneradores que generan cerca de 19,5 Mw al sistema interconectado del país

**Energía Biomasa:** En Colombia se generan cerca de 457.000 toneladas al año de cascarilla de arroz insumo para la generación de energía eléctrica. Las regiones más adecuadas para la implementación de este tipo de energía son los Santanderes, los Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

**Energía Hidráulica:** Su recurso es el agua de los ríos y lagos, se requiere la construcción de presas que ayuden a la desviación del curso de los ríos. En esta tecnología se requiere el desplazamiento de personas y los hábitats silvestres son afectados.

**Energía de los Océanos** los cuales cubren más del 70% de la energía terrestre. Aquí se encuentran dos tipos de energía; la térmica que proviene del calentamiento solar y la mecánica a partir de las mareas y las olas. Colombia, según (UMPME, 2016), tiene un potencial estimado en los 3000 Km de costas colombianas de 30 GW.

**Energía Geotérmica** la cual proviene del calor procedente del centro de la tierra. El Atlas Geotérmico de Colombia destaca como zonas de mayor potencialidad los volcanes Chiles - Cerro negro, el volcán Azufral en el departamento de Nariño, El Parque Nacional de los Nevados y el Área Geotérmica de Paipa - Iza Boyacá.

**Energía solar:** Para generarla, se usa como fuente la radiación solar que llega a la Tierra. En Colombia se podría generar en mayor escala en las zonas del Magdalena, La Guajira, San Andrés y Providencia.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Analizar los diferentes tipos de tecnologías disponibles en Colombia para la generación de energía eléctrica con recursos renovables.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

Describir los principales tipos de tecnologías en la generación de energía eléctrica con recursos renovables, nichos de oportunidad.

Identificar los beneficios de la Ley 1715 para incentivar la implementación de energías alternativas en Colombia

## MARCO TEÓRICO

Es evidente que los principales causantes del calentamiento global son los seres humanos. En consecuencia las selvas se están secando, los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumenta. Lo anterior producto de los altos niveles de emisión de gases que retienen el calor los cuales son llamas gases de efecto invernadero. Desde 1950 se están presentando cambios en el sistema climático en comparación con registros históricos. La atmosfera y el océano se han calentado, los volúmenes de hielo han disminuido, las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado al igual que el nivel del mar. Las últimas décadas ha sido más cálida que las anteriores desde 1950; (IDEAM, 2016).

La generación de energía eléctrica se da al transformar alguna clase de energía como energía térmica, química, mecánica, luminosa entre otras en energía eléctrica.

**Central térmica.** Produce electricidad a partir de combustibles fósiles como carbón, fueloil o gas natural, mediante un ciclo termodinámico de agua-vapor. Los componentes principales son: La caldera en este espacio el agua se transforma en vapor, cambiando su estado. Lo anterior se ocasiona por la combustión del gas natural o cualquier otro combustible fósil que pueda utilizar la central, con la que se generan gases a muy alta temperatura que al entrar en contacto con el agua líquida la convierten en vapor (ENDESA , 2014). El agua que se transforma en vapor circula por unos ductos donde se produce el intercambio de calor entre los gases de la combustión y el agua.

La turbina de vapor que recoge el vapor de agua y consigue que se mueva el eje que la atraviesa. Esta turbina normalmente tiene varios cuerpos, de alta, media y baja presión, para aprovechar al máximo el vapor de agua.

Generador. Máquina que recoge la energía mecánica generada en el eje que atraviesa la turbina y la transforma en eléctrica mediante inducción electromagnética. Las centrales eléctricas transforman la energía mecánica del eje en una corriente eléctrica trifásica y alterna.

**Central hidroeléctrica.** Es una instalación que permite aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a los alternadores.

**Central Eólica.** Parque eólico donde la producción de la energía eléctrica se consigue a partir de la fuerza del viento, mediante aerogeneradores que aprovechan las corrientes de aire.

**Central Biomasa.** Utiliza los materiales originados por los seres vivos animales y/o vegetales para aplicar procesamientos químicos. La biomasa era la fuente energética más importante para la humanidad hasta el inicio de la revolución industrial, pero su uso fue disminuyendo al ser sustituido por el uso masivo de combustibles fósiles.

## **DESARROLLO DEL TRABAJO**

Existen varias tecnologías para la generación de energías alternativas en Colombia, sin embargo no todas han evolucionado y madurado en la última década, sumando a esto que Colombia no es un país que se caracterice por ser pionero en el desarrollo de nuevas tecnologías. Pese a lo anterior es de resaltar que el país cuenta con una fuente de recursos inagotables sumando a esto la amenaza de la escases de recursos fósiles hacen que Colombia considere la utilización y desarrollo de las nuevas tecnologías de generación de energía eléctrica con recursos renovables. A continuación se relacionan diferentes tecnologías, su oportunidad en el mercado y como el gobierno nacional incentiva su implementación.

### **ENERGÍA EÓLICA**

Esta tecnología esta implementada en Colombia en la Guajira en el parque Jepirachi con una generación que aporta al Sistema Interconectado Nacional, en Latinoamérica esta tecnología también se encuentra presente en Perú, Panamá, Brasil, México y Chile. Colombia cuenta con regiones como parte de los departamentos de Santander y Norte de Santander, zonas específicas como el Valle de Cauca, el Tolima, Risaralda, el Huila, Boyacá y la Guajira, esta última se considera como la mejor región de Sur América para la generación de energía eléctrica.

Pese a que la Guajira es considerada como una excelente fuente de generación de energía eólica, este recurso no es significativamente aprovechado y por el contrario se desperdicia diariamente. Si se aprovechara este recurso se reduciría la necesidad de despachar plantas de generación de alto costo (operación y mantenimiento) como son las plantas térmicas que operan con gas y líquidos en la región Caribe, costos que además de ser relativamente elevados, están sujetos a la volatilidad del mercado internacional. Adicional, la complementariedad de la fuente eólica con la fuente hídrica, en pro de la disponibilidad alterna de vientos y precipitación ante cambios de origen climático como el fenómeno de El Niño y los períodos cíclicos naturales de lluvias y sequía, representa un beneficio que los expertos del país están midiendo y valorando en los últimos 10

años (UMPME, 2016). Según los expertos, el reemplazar la generación térmica con fuentes fósiles por energía eólica renovable representaría un beneficio ambiental medido en términos de ahorros en emisiones de efecto invernadero. Sumando a los beneficios mencionados, se debe destacar aspectos como la diversificación y complementariedad que la energía eólica puede ofrecer a la canasta eléctrica nacional, además se reduciría a largo plazo los costos de generación del sistema y los riesgos de racionamiento enfrentados ante los fenómenos de agotamiento del recurso hídrico, recurso del cual el país depende hoy en día en un 75% en promedio en términos de generación y que representa un 70% de la capacidad instalada del Sistema Interconectado Nacional (UMPME, 2016).

Son evidentes la cantidad de beneficios que se encuentran disponibles en la región del Caribe, como nicho de oportunidad en la que vale la pena que el Gobierno Nacional concentre esfuerzos para la explotación de este recurso para obtener beneficios no solo ambientales y económicos sino igualmente sociales generando actividad laboral y económica para procurar el bienestar de las comunidades que habitan en esta región.

Las barreras en la implementación de proyectos de generación de energía eólica en Colombia están asociadas a factores como la infraestructura de conexión y acceso, su participación en el mercado de energía mayorista, su integración y aceptación por parte de la comunidad de la región y la valoración de energía eólica como fuente de generación complementaria a la matriz hídrica.

## **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.**

Países como Alemania, China e Italia lideran los mercados de la energía solar, energía que hoy en día representa la segunda fuente avanzada de energía renovable de mayor penetración en el mundo, después de la eólica, presentando a la vez un crecimiento promedio del 55% anual para los últimos 5 años. Según la (UMPME, 2016), Colombia cuenta con una radiación promedio de 4,5 kWh/m<sup>2</sup> /d, irradiación que supera al promedio mundial de 3,9 kWh/m<sup>2</sup> /d. Alemania es el país que hace mayor uso de la energía solar a nivel mundial con una radiación promedio de 3,0 kWh/m<sup>2</sup> /d. Según el Atlas de radiación solar de la UPME, existen regiones del país como son La Guajira,

parte de la Costa Atlántica, departamentos de Arauca, Casanare, Vichada y Meta, entre otros, presentan niveles de radiación por encima del promedio nacional alrededor de los 6,0 kWh/m<sup>2</sup> /d promedios comparable con algunas de las regiones con mejor recurso en el mundo como es el caso del desierto de Atacama en Chile o los estados de Arizona y Nuevo México en Estados Unidos (UMPME, 2016). Regiones como la Costa Pacífica reciben niveles por debajo del promedio sin embargo siguen estando por encima de los niveles anuales promedio recibidos en Alemania.

Existen varias razones al igual que en el caso de energía eólica que llevan a considerar en la energía solar un nicho de oportunidades con alto potencial para ofrecer beneficios importantes al sector energético nacional. En primera instancia están los costos decrecientes de la tecnología especialmente en los módulos o celdas solares lo que causa que hoy en día el costo de energía la energía solar resulte competitivo con las tarifas del mercado minorista de energía eléctrica, especialmente a niveles comercial y residencial. Por otra parte está el beneficio de implementación de pequeños sistemas de autogeneración distribuida que permiten a los usuarios generar su propia energía, reduciendo el riesgo de los usuarios a estar sometidos a cierta dependencia e incrementos en los costos de electricidad (UMPME, 2016).

La implementación de la tecnología solar es accesible para los usuarios que hoy en día pagan las más altas tarifas de energía en el país, de esta manera podrán participar activamente en el mercado de energía al convertirse en productores de propia energía y eventualmente en vendedores de los excedentes producidos.

## **ENERGÍA GEOTÉRMICA.**

Esta fuente de energía renovable ampliamente desarrollada a nivel mundial siendo Estados Unidos, Filipinas e Indonesia los países con mayores capacidades instaladas. Países latinoamericanos como México, Costa Rica, El Salvador y Nicaragua también han desarrollado la explotación de este recurso. Entre los países con mayor participación de la geotermia entre sus fuentes de generación eléctrica se encuentran Islandia (30%), Filipinas (27%), El Salvador (25%), Costa Rica y Nueva Zelanda (con aproximadamente 14% en cada caso). Si bien Colombia no es uno de los países con

mayor potencial para el aprovechamiento del recurso geotérmico, sí cuenta con zonas específicas como la zona volcánica del Nevado del Ruiz y la región de influencia de los volcanes Chiles, Cerro Negro y Azufral en la frontera con Ecuador, zonas en las que el recurso puede ser aprovechado para la generación de energía eléctrica a bajos costos de producción y operación. Pese a tener disponible este recurso, el principal reto para el desarrollo de tecnologías es el riesgo y costos asociados a las etapas de exploración además de la necesidad de establecer un marco regulatorio adecuado para la administración de este recurso que hasta el momento no ha sido explotado en Colombia. Por el momento en Colombia se están adelantando estudios para identificar las zonas de alto potencial para el desarrollo de este tipo de tecnología (UMPME, 2016).

## **DESCRIPCIÓN LEY 1715**

El gobierno nacional de Colombia en busca de incentivar la generación de energía eléctrica con tecnologías no convencionales con el fin de mitigar la generación de gases de efecto invernadero, buscar otros recursos inagotables y atender la creciente demanda de energía eléctrica en Colombia crea la ley 1715 de mayo de 2014. El objetivo principal de la ley 1715 es:

Promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el Sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda. (República de Colombia - Gobierno Nacional, 2014)

Adicional a su objetivo principal, la ley 1715 en su artículo 4 establece:

**Declaratoria de utilidad pública e interés social.** La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción y utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable se declara como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación

del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables. (República de Colombia - Gobierno Nacional, 2014)

La ley 1715 busca incentivar la integración de las fuentes de energía eléctrica con recursos renovables al sistema interconectado nacional, en primera instancia a través de un desarrollo evolutivo del mercado de energía eléctrica con el fin de garantizar a los nuevos proyectos la oportunidad y facilidad de materializarse y competir beneficiándose de los incentivos establecidos en esta ley. Con respecto a las zonas no interconectadas, la ley busca promover la integración bajo el concepto de áreas exclusivas que involucren a la comunidad, a las organizaciones multilaterales de cooperación, al estado y a inversionistas estratégicos del sector (UMPME, 2016)

## **BENEFICIOS DE LA LEY 1715 PARA LA INVERSIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

La ley 1715 incentiva la generación de energías alternativas mediante ciertos beneficios económicos para los inversionistas o entidades que orienten sus recursos en la investigación y desarrollo de estas nuevas tecnologías. A continuación se mencionan algunos beneficios relacionados en la Ley 1715 (República de Colombia - Gobierno Nacional, 2014).

### **Impuesto sobre el valor agregado (IVA)**

La ley 1715 establece que las compras relacionadas en proyectos o asesorías en etapa de diseño queden exentas del impuesto sobre el valor agregado (IVA), de esta manera se reduce los costos de los proyectos de energía eléctrica con fuentes renovables logrando así la reducción de los costos de los diferentes proyectos de energías alternativas en sus diferentes etapas de desarrollo como el diseño, ejecución, puesta en servicio, materiales y equipos, entre otros.

### **Declaración de renta**

Para poder obtener este beneficio las empresas y/o personas deberán tener el certificado de beneficio ambiental otorgado por una entidad competente. De esta manera las empresas y/o personas podrán reducir en un 50% la declaración de renta de la inversión realizada en el proyecto hasta por 5 años, lo anterior contribuye a mejorar los estados financieros en los años posteriores a la inversión en las empresas y/o personas que invierten en el desarrollo y ejecución de proyectos de generación de energía eléctrica.

### **Depreciación acelerada**

La ley 1715 ofrece beneficios al incrementar el periodo de depreciación de los activos implementados en la ejecución de proyectos de generación de energías alternativas, logrando así una reducción posterior en la contabilidad de las compañías que inviertan en este tipo de tecnologías.

## CONCLUSIONES

De las diferentes tecnologías analizadas la generación de energía eólica se puede considerar la más madura en el mercado. A pesar de lo anterior si no se aplican los beneficios de incentivos relacionados en la ley 1715 a este tipo de proyectos estos no serán mostraran rentabilidades que hagan viables los proyectos. Estos incentivos buscan dar rentabilidad a los proyectos principalmente en los descuentos sobre el IVA y los aranceles.

La Guajira cuenta con un recurso excepcional en la generación de energía eólica sin embargo para poder aprovechar este recurso se debe invertir en la extensión de la red con nuevas líneas y subestaciones lo que conlleva a un crecimiento económico y desarrollo de una nueva industria.

Todas las tecnologías analizadas necesitan de los incentivos para alcanzar la rentabilidad. En la mayoría de las tecnologías, los incentivos de la Ley 1715 no son suficientes para apalancar las tecnologías estudiadas hasta una tasa de retorno interno suficientemente atractiva para el mercado privado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENDESA . (JULIO de 2014). *ENDESA EDUCA*. Obtenido de <http://www.endesaeduca.com/>

IDEAM. (2016). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>

Lascorz, E. S. (2010). *La tercera Revolución energética y su repercusión en la seguridad y defensa*. Bogotá: Publicaciones de defensa.

Ministerio de Ambiente. (13 de Agosto de 2016). *MINAMBIENTE*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Educación Nacional . (2013). Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

MOTTA, D. C., AGUILAR, J. S., & AGUIRRE, E. H. (Diciembre de 2012). *rev.fac.cienc.econ*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v20n2/v20n2a04>

Muñiz, J. M., & Garcia, R. C. (2013). *Energías Solar Fotovoltaica*. España: FC EDITORIAL.

República de Colombia - Gobierno Nacional. (2014). *UPME*. Obtenido de UPME  
NORMATIVIDAD:  
[http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)

SISTEMA DE INFORMACIÓN ELÉCTRICO COLOMBIANO. (DICIEMBRE de 2015). *SIEL*.  
Obtenido de [http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento\\_Variables\\_Diciembre\\_2015.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Diciembre_2015.pdf)

UMPME. (2016). *Unidad de Planeación Nacional Minero Energética*. Obtenido de <http://www.upme.gov.co/>