



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

**LA ENERGÍA SOLAR: UNA FUENTE ENERGÉTICA SOBRE LA
QUE EL ESTADO DEBE LEGISLAR MÁS PROFUNDAMENTE
PARA MASIFICAR SU USO Y APROVECHAMIENTO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS
CARRERA DE DERECHO**

Bogotá, Noviembre de 2015



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

**LA ENERGÍA SOLAR: UNA FUENTE ENERGÉTICA SOBRE LA
QUE EL ESTADO DEBE LEGISLAR MÁS PROFUNDAMENTE
PARA MASIFICAR SU USO Y APROVECHAMIENTO**

**Monografía de Grado presentada como requisito parcial
para optar al Título de Abogado**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS
CARRERA DE DERECHO**

Bogotá, Noviembre de 2015

NOTA DE ADVERTENCIA

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

Contenido

	pág
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Capítulo 1: Contextualización.....	10
Problemática.....	10
Justificación.....	16
Capítulo 2: La Energía Solar.....	18
Breve recuento histórico del uso y aprovechamiento de la Energía Solar en el mundo.....	19
Beneficios del uso de la Energía Solar.....	26
Usos de la Energía Solar.....	27
Capítulo 3: La Energía Solar en Colombia.....	29
Historia del uso y aprovechamiento de la Energía Solar en Colombia.....	30
Legislación colombiana frente al uso y aprovechamiento de la Energía Solar.....	32
Costos de la Energía Solar en Colombia.....	39
Ley 1715 de 2014.....	40
Estímulos tributarios, arancelarios y contables que establece la ley 1715 de 2014.....	42
Ámbito de aplicación de la Energía Solar en Colombia.....	44
Capítulo 4: Políticas para impulsar el uso y aprovechamiento de la Energía Solar en Colombia.....	47
Plan Energético Nacional 2010-2030.....	48
Capítulo 5. Necesidad de formalizar la energía solar como un servicio público.....	52
Antecedentes justificativos.....	52
La energía solar como servicio público.....	55
Capítulo 6: Conclusiones.....	59
Desafíos de la Ley 1715 de 2014.....	59
Referencias.....	63

Apéndice A	
Algunos ejemplos de calentadores solares instalados en Colombia en la década de 1980...	70
Apéndice B	
Planta de energía solar en la Central de Gas de Pacífic-Rubiales ubicada en San Mateo (Sucre).....	72
Apéndice C	
Paneles solares del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas.....	73
Apéndice D	
Primer colegio con energía solar en el país.....	75

Resumen

Esta monografía hace un recuento histórico del uso y aprovechamiento que a nivel mundial y nacional, el hombre ha hecho de la energía solar en sus tres formas; como energía solar fotovoltaica, como energía solar térmica, y, como energía solar termoeléctrica, describiendo sus beneficios; asimismo da cuenta de la evolución legislativa referente al tema en el país y culmina formulando los retos que tiene la Ley 1715 de 2014 para llenar los vacíos existentes y materializar en el territorio nacional una masiva, adecuada, oportuna y pertinente utilización de las energías derivadas de esta inagotable fuente energética y dejando ver que falta adicionarlas en las leyes 142 y 143 de 1994 de manera que se consideren como servicio público de carácter esencial, obligatorio, solidario y de utilidad pública, ya que están destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente, de igual forma, es preciso regular su captación (ya que no se genera, solo se transforma), su interconexión, su transmisión, su distribución y su comercialización, para beneficio general de los habitantes del país, la protección del medioambiente y el favorecimiento de la economía colombiana.

Palabras clave: Energía solar, fuentes de energía renovable, fuentes de energía no renovables, servicios públicos domiciliarios

Abstract

This monograph is a historical account of the use and exploitation that global and national level, man has made solar energy in its three forms; and photovoltaic solar energy as solar thermal, and solar thermal energy as describing its benefits; also aware of the issue concerning the legislative developments in the country and culminates formulating the challenges that Law 1715 of 2014 to fill the gaps and realize the country in a massive, adequate, timely and appropriate use of energy derived from this inexhaustible energy source and leaving see missing add them in laws 142 and 143 of 1994 so as to consider public service as essential character, compulsory solidarity and public interest, as they are designed to meet overriding collective needs permanently , similarly, it is necessary to regulate their capture (since it is not generated, only transformed), interconnection, transmission, distribution and marketing, for the general benefit of the inhabitants of the country, protecting the environment and fostering of the Colombian economy.

Keywords: Solar energy, renewable energy, non-renewable energy, public utilities

Introducción

La presente monografía de grado es un documento en el que se reflexiona respecto de la trascendencia que tiene la energía solar como fuente de energía fotovoltaica, térmica, y termoeléctrica sobre las que el Estado debe legislar más profundamente para masificar su uso y aprovechamiento, que sean incluidas dentro de la categoría de servicio público de carácter esencial, obligatorio, solidario, y de utilidad pública por estar destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente; igualmente debe regularse su captación (ya que no se genera, solo se transforma), su interconexión, su transmisión, su distribución y su comercialización.

Así las cosas el estudio inicia con una contextualización que presenta la problemática referida al actual manejo de los recursos naturales no renovables como fuente de energía, razón por la cual se formula la necesidad de considerar las tres formas de energía derivadas de la energía solar como servicio público esencial, obligatorio, solidario, y de utilidad pública, para así aprovecharlas y explotarlas al máximo regulando las labores de captación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización en beneficio de los colombianos residentes en el país, del medioambiente y de la economía nacional.

Seguidamente se alude a la energía solar y al uso de esta fuente energética en el país, luego de se hace referencia a la legislación vigente en la materia y se entran a detallar las políticas que impulsan su uso y aprovechamiento. Después se expone la necesidad de formalizar las energías derivadas de la energía solar como servicio público esencial, obligatorio, solidario, y de utilidad

pública y por último se extractan las conclusiones del caso con lo que queda completo el texto cuya construcción sirvió como ejercicio para razonar y emitir juicios respecto de un tema de actualidad e interés para el país.

Capítulo 1: Contextualización

Problemática

Puede aseverarse que desde cuando el hombre descubrió el fuego y pasó del nomadismo al sedentarismo, su calidad de vida mejoró, razón por la cual desde épocas remotas hasta el presente ha existido un constante interés por optimizar las condiciones en las que cotidianamente se realizan actividades relacionadas bien sea con el trabajo o con el ocio.

Entonces, asuntos como la cocción de alimentos, la mitigación de las condiciones climáticas empleando sistemas de calefacción o de refrigeración según la necesidad, el desplazamiento de un lugar a otro y la transmisión de datos e información requieren de fuentes de energía para ponerse en funcionamiento.

Dichas fuentes de energía disponibles para el uso, son de dos tipos: renovables y no renovables; las primeras corresponden a las que no se agotan (en comparación con el tiempo real de existencia del ser humano) por la continua presencia de fuerzas físicas tales como las mareas, el viento, el agua que cae, la constante producción de calor geotérmico, la aportación solar directa o la generación de energía a partir de materia animal y/o vegetal (Henry & Heinke, 2009).

En consecuencia, según indica Valera (2005), los diferentes tipos de energía que producen estas fuentes son: mareomotriz, eólica, hidráulica, geotérmica, solar y la que procede de la biomasa y de desechos. La energía mareomotriz es provocada a partir del flujo de agua que causa la elevación y descenso de las mareas en ensenadas costeras; la energía eólica se produce por el

calentamiento del aire debido a las diferencias de presión en diferentes lugares de la Tierra; la energía hidráulica es generada a partir del flujo de corrientes de agua, es decir que se aprovecha la caída de agua desde alturas considerables; respecto de la energía geotérmica, es la que resulta del aprovechamiento del calor que existe en el subsuelo del planeta, en lo que tiene que ver con la energía solar, esta es la que se toma directamente del Sol, siendo aprovechada de tres formas: como energía térmica para producir calor mediante el uso de colectores o paneles solares, como energía fotovoltaica que consiste en la transformación de la energía luminosa del sol en energía eléctrica o como termoeléctrica es que es la suma de las anteriores, es decir que es la transformación de la energía solar en calórica y eléctrica. (Fernández, 2011).

Finalmente, la energía procedente de la biomasa y de desechos, se obtiene mediante el tratamiento de materia orgánica que incluye árboles, arbustos, hierbas, algas, plantas acuáticas, residuos agrícolas y forestales y cultivos de energía¹. De estas especies vegetales se extraen carbohidratos, que son la resultante de la transformación del gas carbónico (CO₂) durante el proceso de fotosíntesis, los cuales se pueden reducir a combustibles como alcohol, hidrógeno o metano.

Por lo hasta ahora visto, las fuentes de energía renovables, dentro de las cuales está la energía solar, son altamente amigables con el ambiente y pueden, o mejor, deberían ser explotadas y aprovechadas masivamente al ser transformadas en energía eléctrica, térmica y termoeléctrica, para constituirse en recursos de los cuales se valiera el Estado para satisfacer las necesidades básicas de bienestar y salubridad de las personas que los requieran y que residen en

¹ Cultivo de determinadas plantas que pueden producir biocombustibles a costos competitivos

el país; es decir para garantizarles un nivel de vida adecuado que les permita su desarrollo y el de sus comunidades.

Pasando a las fuentes energéticas no renovables, son aquellas que se agotan puesto que no se generan de nuevo, es decir que básicamente tienen que ver con combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) depositados en la tierra hace cientos de millones de años o con minerales radioactivos (uranio y torón, que es un isótopo radiactivo del radón) que estaban presentes cuando la tierra se formó (Henry & Heinke, 2009).

Estas fuentes de energía presentan al hombre una doble problemática; de un lado contaminan el medio ambiente, y, de otro, en razón de su limitada disponibilidad, obligan a buscar el diseño e implementación de sistemas de ahorro y de reciclado, es por ello que han sido rotuladas como “sucias”, puesto que su uso ha generado irreparables daños, ocasionados por la emisión incontrolada de dióxido de carbono (CO_2), tales como la destrucción de ecosistemas, deterioros en bosques y acuíferos, enfermedades en animales y en el hombre, notoria disminución de la productividad agrícola, corrosión de edificaciones, de monumentos e infraestructuras y destrozo de la capa de ozono, entre otros. (Casas y otros, 2007).

Adicionalmente, las fuentes de energía no renovable han provocado la dependencia de los países consumidores de éstas, razón por la cual en ocasiones se especula con los precios de los combustibles fósiles, lo que a su vez provoca serios problemas en las economías de las naciones dependientes (Roldán, 2008).

Hoy día, Colombia goza de una matriz energética relativamente rica en combustibles fósiles y recursos renovables, pero debido a que su consumo está fundado en un 78% de recursos primarios de origen fósil, debe tenerse en cuenta que ésta demanda está prevista para ser cubierta por la oferta doméstica tan solo por 7 años más para el caso del petróleo y 15 para el gas natural (Unidad de Planeación Minero Energética, 2014).

De otra parte, la dependencia de la matriz eléctrica del país en el recurso hidroenergético, que representa un 70% de la capacidad instalada a diciembre de 2014 y un 70% a 80% de la generación eléctrica anual, conduce a considerar la necesidad de integrar otras fuentes y tecnologías renovables tales como la energía solar, con el fin de reducir la dependencia en las fuentes convencionales (Unidad de Planeación Minero Energética, 2014). Es por esto que, desde la presente monografía se pretende exponer el estado actual de sub-explotación de las formas de energía (térmica, fotovoltaica y termoeléctrica) derivadas de la energía solar en Colombia, a fin de sugerir que el Estado legisle más profundamente en pro del masivo aprovechamiento de éstas en lo que tiene que ver con su captación (ya que no se genera, solo se transforma), interconexión, transmisión, distribución y su comercialización, de manera que entren a formar parte de los servicios públicos domiciliarios y se consideren como un servicio público esencial, obligatorio, solidario, y de utilidad pública, por estar destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente; en consecuencia, resultará beneficiado un significativo número de habitantes, especialmente a aquellos que habitan en zonas no interconectadas en razón de encontrarse muy alejadas de las cabeceras municipales; asimismo, la utilización de la energía solar favorece el cuidado, preservación, mantenimiento y no contaminación del entorno.

Teniendo presente que la hipótesis central de esta monografía plantea que se debe legislar más profundamente e incluir la energía solar como servicio público domiciliario, lo que significa que el Estado debe considerar las tres formas de energía derivadas de la energía solar como servicio público, para así aprovecharlas y explotarlas al máximo regulando las labores de captación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización, se encuentra como argumento la aseveración de García de Enterría y Fernández (2002), en razón de la cual, para que las autoridades colombianas aseguren el cumplimiento de los derechos sociales del Estado y de los particulares, es necesario que el mismo Estado legisle y actúe de manera diferente a como lo venía haciendo antes de la promulgación de la Constitución de 1991, lo que implica que:

... ya no basta, por lo tanto, que las leyes se limiten, como tradicionalmente lo han venido haciendo, en punto al establecimiento de los diferentes servicios públicos, a habilitar a la Administración para crearlos, sin obligarla a hacerlo casi nunca. Por el contrario, la Ley debe ahora esforzarse en fijar estándares concretos de prestación, en cantidad y calidad, capaces de garantizar al ciudadano un nivel mínimo de derechos exigibles.

En consecuencia, que el Estado legisle y/o modifique las leyes existentes en materia de servicios públicos para incluir dentro de estos las formas de energía derivadas de la energía solar es una cuestión que no solo responde a los mandatos de la Carta magna, sino que además, por ejemplo, solventaría significativamente el suministro del servicio público en mención en zonas remotas del país a la vez que en donde exista el suministro existiría la posibilidad para el ciudadano, en orden con sus recursos económicos, de optar o bien por permanecer con el servicio existente de energía eléctrica, por adquirir el servicio de las energías derivadas de la energía solar y emplearlo de manera exclusiva o combinándolo con el servicio de energía eléctrica para así contar con dos fuentes de energía.

Así las cosas, el Estado materializaría la garantía del ejercicio pleno y permanente de los derechos sociales y económicos así como de la prestación de un servicio público necesario para que los ciudadanos cuenten con unos mínimos aceptables de calidad de vida.

De otra parte, aludir a que el Estado debe legislar más profundamente e incluir la energía solar como servicio público domiciliario conlleva a analizar juiciosamente el artículo 367 de la Constitución Política de Colombia el cual dice:

Artículo 367. La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, y el régimen tarifario que tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos.

Los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen, y los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación.

Entonces, tras revisar el anterior artículo constitucional, puede concluirse que Colombia, como Estado social de derecho, se compromete a garantizar la prestación de los servicios públicos domiciliarios, eliminando discriminaciones que hagan que su prestación se restrinja a determinados sectores de la sociedad. Esto se traduce en que se deben considerar todos los estratos socioeconómicos que son usuarios de los servicios públicos domiciliarios para que, de conformidad con los recursos económicos de las personas que hacen parte de cada uno de ellos, se establezca un régimen tarifario diferencial que materializa una función redistributiva del costo de los servicios públicos domiciliarios, o, dicho de otro modo, que se presten servicios de calidad a precios asequibles para todos.

Así las cosas, si el estado legislara más juiciosamente respecto de la energía solar y la incluyera como servicio público domiciliario, entonces reduciría a cero el costo de consumo, permitiendo que se cobraran mínimas sumas de dinero, por ejemplo, por mantenimiento de equipos (paneles solares y demás elementos necesarios para captar la energía solar, transformarla en termosolar, fotovoltaica y/o termoeléctrica y distribuirla; igualmente, ampliaría la cobertura llevando calidad de vida a los sitios más remotos del país, eliminando la discriminación, en este caso, por razones de índole geográfico.

En conclusión, además de hacer la respectiva regulación para que los prestadores de los servicios públicos domiciliarios, el Estado al incluir las energías derivadas de la energía solar como servicios públicos domiciliarios, ampliaría el espectro de cobertura, beneficiando, por ende a un alto porcentaje de la población colombiana.

Justificación

El desmedido y acelerado consumo de energía sumado a los ya mencionados problemas derivados del empleo de energías no renovables muestran la pertinencia de usar energías alternativas, entendidas éstas como aquellas que bien pueden sustituir o complementar a las mencionadas buscando, por ende, la protección del entorno y el beneficio del hombre al garantizar la sostenibilidad de un modelo funcional y no perjudicial (Bridgewater & Bridgewater, 2009).

Ahora bien, teniendo en cuenta que, como manifiesta Meisel (2008), Colombia cuenta con una privilegiada situación geográfica por estar ubicada en la zona tórrida lo que hace que una

significativa porción de su territorio reciba perpendicularmente los rayos solares recibiendo una radiación media de 4.5kWh/m^2 , siendo el área con mejor recurso solar la Guajira con 6kWh/m^2 de radiación, resulta oportuno explotar masivamente la energía solar y generar energía térmica, fotovoltaica (eléctrica) y termoeléctrica de forma limpia a gran escala, lo que se traduce en que el Estado debe prestar el interés debido, de manera que se incluyan en la actual legislación lo que implica modificar las leyes 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones (Congreso de la República de Colombia, 1994) y 143 de 1994, por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética (Congreso de la República de Colombia, 1994a), con lo que se beneficiaría a gran parte de la población al reducir los costos del servicio de energía eléctrica así como el consumo de gas natural.

Capítulo 2: La Energía Solar

Según expresa Jutglar (2004), la energía solar es la fuente primaria de luz y calor en la tierra, llega en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear, de ahí que se le considere como una fuente de energía renovable.

Este tipo de energía es gratuita, no genera emisiones y es silenciosa. Además puede ser integrada al paisaje urbano y es útil en zonas rurales de difícil acceso; su aprovechamiento puede hacerse de tres formas: a) como energía solar fotovoltaica, b) como energía solar térmica, y, c) como energía solar termoeléctrica.

La energía solar fotovoltaica tiene que ver con la transformación de la energía solar en energía eléctrica para consumo directo, almacenamiento en baterías o adaptación para ser incorporada a la red eléctrica (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.), la energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía solar con el fin de calentar un fluido que circula por el interior de un dispositivo de captación; esta energía es empleada en la climatización de construcciones (viviendas, oficinas, colegios, etc.) y piscinas así como en la producción de agua caliente o para aplicaciones industriales (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.); finalmente, la energía solar termoeléctrica es la que se recolecta en las centrales termosolares, de manera que empleando unos espejos como dispositivos de concentración, el sol calienta un fluido, y, usando un intercambiador de calor, el fluido en mención genera vapor de agua a presión que al pasar por

una turbina conectada a un alternados, produce electricidad la cual se inyecta a la red. (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.)

En suma, como se ha manifestado, la energía sola, siendo una fuente inagotable resulta un recurso que debe ser aprovechado masivamente por el país, entrando a formar parte de los servicios públicos domiciliarios y siendo considerado como un servicio público de carácter esencial, obligatorio, solidario y de utilidad pública, por estar destinado a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente; asimismo es preciso regular su captación, su interconexión, su transmisión, su distribución y su comercialización.

Breve recuento histórico del uso y aprovechamiento de la Energía Solar en el mundo

El ser humano se ha servido de la energía del sol desde tiempos inmemoriales. Incluso siglos antes de Cristo ya se tenía conocimiento de que utilizando lupas se podían enfocar los rayos del sol para generar fuego. Durante el periodo comprendido entre los siglos I y IV D.C. se registra que las casas de baño romanas eran dotadas de grandes ventanas orientadas hacia el sur con el fin de calentar de forma natural el lugar. Este hecho se conoce como uno de los primeros registros del uso de la energía solar pasiva. Los solarios o baños de sol llegaron a popularizarse tanto que en el siglo VI D.C. el código Justiniano inició algo llamado “derechos solares” con el fin de asegurar el acceso individual al sol (Deleage & Souchon, 2006).

A continuación en la Tabla 1., se relacionan por año los diferentes pasos o hechos más relevantes que han marcado la historia del uso y aprovechamiento de la energía solar en el mundo.

Tabla 1. Historia del uso y aprovechamiento de la energía solar en el mundo

<i>Año</i>	<i>Hecho o suceso</i>
1774	El científico inglés Joseph Priestley, descubridor del oxígeno, construyó un horno solar con una lente de un metro de diámetro que conseguía 1700°C y permitía fundir el platino.
1767	El naturalista suizo Horace de Saussure experimentó con el efecto físico del calentamiento de una caja negra con tapa de vidrio expuesta al Sol. Al exponer esta caja al Sol, la temperatura aumentaba en el interior de ella hasta el punto de alcanzar más de 85°C, lo que permitía cocer fruta. Luego experimentó con cajas hechas de madera y corcho negro las que a ser expuestas a la radiación solar alcanzaron una temperatura interior de 100°C. Posteriormente, aislando el interior de la caja a base de intercalar lana entre sus paredes la temperatura alcanzó 110C, incluso cuando la temperatura ambiental no era nada favorable.
1816	Robert Stirling solicitó una patente para lo que él llamó su "economizador", que es un motor capaz de funcionar con calor. Este motor es el predecesor del colector de plato parabólico, que se utiliza para generar energía mediante la captura y la conversión de energía solar térmica para producir electricidad.
1839	El científico francés Edmond Becquerel descubre el efecto fotovoltaico mientras experimentaba con una celda electrolítica fabricada de dos electrodos sumergidos en una solución conductiva de electricidad, y notó que la generación de energía se incrementaba cuando exponía el experimento a la luz solar.
1860	El científico matemático August Mouchet propuso la idea de máquinas de vapor con energía solar. En las siguientes dos décadas él y su asistente, Abel Pifre, construyeron la primera máquina de vapor con energía solar y la usaron para una gran variedad de aplicaciones. Estas máquinas son los predecesores de los modernos colectores de discos parabólicos.
1873	El ingeniero Willoughby Smith descubre la fotoconductividad del selenio.
1876	William Grylls Adams y Richard Evans descubren que el selenio produce electricidad cuando es expuesto a la luz. Aunque las celdas solares de selenio no son efectivas para convertir suficiente luz solar en electricidad útil, probaron que un material sólido puede generar electricidad sin necesidad de calor o partes móviles.
1883	Charles Fritts, un inventor americano, describe la primera celda solar fabricada con obleas de selenio.
1887	Heinrich Hertz descubre que la luz ultravioleta altera el voltaje más bajo capaz de causar una chispa que salta entre dos electrodos metálicos.

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

<i>Año</i>	<i>Hecho o suceso</i>
1891	El inventor de Baltimore, Clarence Kemp, patenta el primer calentador solar comercial.
1904	Albert Einstein publicó sus estudios sobre el efecto fotoeléctrico (junto con sus estudios sobre la teoría de la relatividad).
1918	El científico polaco Jan Czochralski desarrolla una manera de crecer silicio monocristalino.
1921	Albert Einstein gana el Premio Nobel por su teoría del efecto fotoeléctrico (el que publicó en 1904).
1932	Audobert y Stora descubren el efecto fotoeléctrico en el sulfuro de cadmio (CdS).
1947	Como resultado de una escasez de energía en Estados Unidos por la Segunda Guerra Mundial, los edificios que aprovechaban la energía solar pasiva estaban en gran demanda.
Mediados de 1950	El arquitecto Frank Bridgers diseña el primer edificio comercial que usa calentadores de agua solares y un diseño de energía solar pasiva. Este sistema sigue operando hasta el día de hoy en el edificio Bridgers-Paxton localizado en Albuquerque, Estados Unidos
1954	Nace en Estados Unidos la tecnología fotovoltaica cuando Daryl Chapin, Calvin Fuller y Gerald Pearson desarrollan la celda de silicio fotovoltaico en Bell Labs, la primera celda solar capaz de convertir suficiente energía solar como para prender un aparato eléctrico. Los Laboratorios Bell Telephone producen una celda con una eficiencia del 4%.
1955	Western Electric empieza a vender licencias comerciales para el uso de la tecnología de silicio fotovoltaico. Algunos productos exitosos incluyen un contador de billetes de un dólar y ponchadoras de tarjetas de computadora.
1956	William Cherry, de los Laboratorios U.S. Signal Corps., se acerca a Joseph Loferski con la idea de desarrollar celdas fotovoltaicas para los satélites artificiales.
1957	Hoffman Electronics alcanza una eficiencia del 8% en una celda fotovoltaica.
1958	Hoffman Electronics alcanza una eficiencia del 9% en una celda fotovoltaica. El satélite espacial Vanguard I usa celdas fotovoltaicas (de menos de un watt) para dar energía a sus radios. Ese mismo año los satélites Explorer III, Vanguard II y Sputnik 3 fueron lanzados al espacio con sistemas fotovoltaicos integrados. A pesar de vacilantes intentos de comercializar las celdas de silicio en los 50s y 60s, estas se usaron exitosamente en los satélites espaciales, fueron aceptadas como la fuente de energía convencional que usan hasta hoy en día.

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

Año	Hecho o suceso
1959	Hoffman Electronics alcanza una eficiencia del 10% para celdas comerciales.
1960	Hoffman Electronics alcanza una eficiencia del 14%.
1963	La empresa Sharp produce exitosamente módulos fotovoltaicos de silicio completamente prácticos. Japón instala un sistema fotovoltaico de 242 watts en un faro, el sistema más grande de esa época.
1965	Peter Glaser concibe la idea de la estación de energía solar por satélite
1966	La NASA lanza el primer Observatorio Astronómico Espacial, energizado por un sistema de un kilowatt. Con este satélite se miden los rayos ultravioleta y X del espectro solar que son filtrados por la atmósfera terrestre.
1969	Se construyó el horno solar de Odeillo, Francia. Contaba con un espejo parabólico de 8 pisos.
1970	El Dr. Elliot Berma, con ayuda de la corporación Exxon, diseña una celda solar significativamente más barata, bajando el precio de \$100 a \$20 dólares por watt. Las celdas solares empiezan a usarse en luces de advertencia marítimas y en sirenas de plataformas petroleras. También se empieza a ver su uso en lugares lejanos donde no llega la energía eléctrica.
1972	Los franceses instalaron un sistema fotovoltaico de sulfuro de cadmio (CdS) para operar una televisión educativa en una escuela de una aldea en Níger. Se establece el Instituto de Conservación de Energía en la Universidad de Delaware para investigar y desarrollar la energía fotovoltaica de película delgada y sistemas de energía solar térmica, convirtiéndose en el primer laboratorio dedicado a la investigación y desarrollo de tecnología fotovoltaica.
1973	La Universidad de Delaware construye “Solar One” una de las primeras casas solares. El sistema instalado es un híbrido fotovoltaico y térmico.
1976	David Carlson y Christopher Wronski, de los laboratorios RCA, fabrican la primera celda de silicio amorfo.
1977	El Departamento de Energía de Estados Unidos crea el Instituto de Investigación de Energía Solar. La producción total de celdas fotovoltaicas excede los 500 kilowatts.

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

<i>Año</i>	<i>Hecho o suceso</i>
1978	La NASA instala un sistema de energía solar en la Reserva India Papago situado en el sur de Arizona, siendo el primer sistema comunitario del mundo. El sistema se usaba para proporcionar electricidad para el bombeo de agua y uso residencial en 15 viviendas hasta 1983, cuando la red eléctrica llegó a la comunidad. El sistema fotovoltaico se dedicó entonces para bombear agua de un pozo comunitario.
1980	ARCO Solar se convierte en la primera compañía en producir más de 1 MW de módulos fotovoltaicos en un año. En la Universidad de Delaware, la primera célula solar de película delgada supera la eficiencia un 10% el uso de cobre-sulfuro/sulfuro de cadmio.
1981	Paul MacCready construye el primer avión impulsado por energía solar, que vuela desde Francia a Inglaterra a través del Canal Inglés. La aeronave contaba con más de 16000 celdas solares montadas en las alas, que producían 3000watts de potencia.
1982	La primera estación fotovoltaica de un megawatt entra en operación en Hisperia, California. Creada por ARCO Solar con 108 módulos con seguidor solar de dos ejes. Volkswagen empieza a probar sistemas fotovoltaicos montados en los techos de su camioneta Dasher, generando 160 watts para el sistema de ignición. Hans Tholstrup maneja el primer coche alimentado por energía solar por casi 2800 millas entre Sydney y Perth, Australia, en 20 días.
1983	Solar Design Associates termina una casa 100% autosuficiente de 4 kilowatts de energía solar fotovoltaica junto al río Hudson y las ventas de energía solar fotovoltaica exceden los \$250 millones de dólares en un año.
1984	El Sacramento Municipal Utility District comisiona su primera planta de generación de electricidad fotovoltaica de 1MW.
1985	La Universidad del Sur de Gales rompe la barrera del 20% de eficiencia para una celda de silicio bajo condiciones de laboratorio.
1986	Se pone en marcha la instalación solar térmica más grande del mundo, ubicada en Kramer Junction, California. El campo solar contenía hileras de espejos que concentran la energía del sol en un sistema de tuberías por el que circulaba un fluido de transferencia de calor. El fluido de transferencia de calor se utiliza para producir vapor que alimenta una turbina convencional para generar electricidad.

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

Año	Hecho o suceso
1992	<p>La Universidad del sur de California desarrolla una celda fotovoltaica con una eficiencia de 15.9% fabricada con cadmio telurio, rompiendo la barrera del 15% para esta tecnología.</p> <p>Entra en funcionamiento un sistema prototipo de plato parabólico de 7.5 kilowatts utilizando un avanzado concentrador con una membrana estirada.</p>
1993	<p>Pacific Gas & Electric completa la instalación del primer sistema fotovoltaico interconectado a red en Kerman, California. El sistema de 500 kilowatts fue el primer esfuerzo de energía distribuida.</p>
1994	<p>El National Renewable Energy Laboratory (anteriormente el Instituto de Investigación de Energía Solar) finaliza la construcción de su Edificio de Investigación de Energía Solar, que fue reconocido como el más eficiente -energéticamente- de todos los edificios del gobierno de Estados Unidos en todo el mundo. Contaba no sólo con el sistema eléctrico solar, sino también con un diseño solar pasivo.</p> <p>El primer generador solar de plato parabólico usando un motor Stirling de pistón libre, se interconecta a una red de suministro eléctrico.</p> <p>El National Renewable Energy Laboratory desarrolla una celda solar a partir de fosforo de indio, galio y arseniuro de galio, que se convierte en la primera en exceder eficiencia de conversión de 30%.</p>
1998	<p>La aeronave solar Pathfinder, controlada a control remoto, alcanza una altitud de 80000 pies.</p> <p>Subhendu Guha, un notable científico pionero en el trabajo con silicón amorfo, lidera la invención de tejas solares flexibles, una tecnología de punta para convertir la luz solar en electricidad.</p>
1999	<p>Se completa la construcción en Times Square, del rascacielos más alto construido en la década de 1990 en la ciudad de Nueva York; incorpora más técnicas de construcción energéticamente eficientes que cualquier otro rascacielos comercial y también incluye módulos fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) desde los pisos 37 al 43 en las fachadas orientadas hacia el sur y al oeste que producen una parte de la energía requerida por el edificio.</p> <p>El National Renewable Energy Laboratory logra un nuevo récord de eficiencia de celdas solares fotovoltaicas de película delgada. La medición de la eficiencia de 18.8% para la celda solar prototipo superó el récord anterior en más de un 1%.</p> <p>La capacidad acumulada instalada de energía solar fotovoltaica en el mundo alcanza los 1000 megawatts.</p>

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

<i>Año</i>	<i>Hecho o suceso</i>
2000	Astronautas en la Estación Espacial Internacional empiezan la instalación de paneles solares en el que se convertirá en el sistema solar más grande instalado en el espacio. Cada “ala” del sistema consiste en 32800 celdas solares.
	El Laboratorio Nacional Sandía desarrolla un nuevo inversor para sistemas solares que incrementa la seguridad general. Los inversores convierten la corriente directa (CD) que sale de los sistemas solares en corriente alterna (CA), que es la que se usa comúnmente los hogares.
	Dos nuevos módulos solares de película delgada, desarrollados por BP Solarex, rompen los récords de rendimiento anteriores. El módulo de la compañía de 0.5 m ² alcanza un 10.8% de eficiencia, la conversión más alta del mundo para módulos de capa fina de este tipo. Y su módulo de 0.9 m ² logra 10.6% de eficiencia de conversión y una potencia de 91.5 watts, la potencia de salida más alta para cualquier módulo de capa fina en el mundo.
2001	Una familia en Morrison, Colorado, instala un sistema de energía solar de 12 kilowatts en su casa, la instalación residencial más grande en los Estados Unidos para registrarse en el programa de un Millón de Techos Solares Departamento de Energía de Estados Unidos. El sistema proporciona la mayor parte de la electricidad para la vivienda de 6000 pies cuadrados de área en donde viven ocho personas.
	Home Depot empieza a vender sistemas de energía solar para casas. La eficiencia en las celdas solares ha llegado a sobrepasar el 40% en condiciones de laboratorio.
	Se pone en marcha el sistema híbrido más grande del mundo en Hawai. Este sistema combina el poder del viento y la energía solar. El sistema de interconexión a red es inusual, ya que la capacidad de energía solar (175 kilowatts) es en realidad más grande que su capacidad de energía eólica de 50 kilowatts.
2002	Powerlight Corporación instala el sistema de energía solar más grande de los Estados Unidos en una azotea, un sistema de 1.18 megawatts para la cárcel de Santa Rita en Dublin, California.
	Se pone en marcha White luffs Solar Station de 38.7 kilowatts en Richland, Washington (la mayor instalación de energía solar en el noroccidente estadounidense).
	ATS (Automation Tooling Systems Inc.) en Canadá comienza a comercializar un método de producción de celdas solares, llamada Tecnología Solar Spheral. La tecnología, basada en diminutas cuentas de silicio acopladas dos láminas de aluminio, prometía reducir los costos debido al uso muy reducido de silicio respecto a las celdas solares de siliciopolicristalino convencionales. La tecnología fue iniciada por Texas Instruments, que se suspendió la producción a principios de 1990.

Fuente: Creación propia, 2015

Tabla 1. (Continuación)

<i>Año</i>	<i>Hecho o suceso</i>
2006	El precio por kWh alcanza los 23 centavos de dólar, una reducción considerable contra los 45 centavos por kWh que costaba en 1990.
2012	En los últimos años hemos visto un crecimiento increíble en plantas solares para compañías generadoras de energía. A finales del 2012 la planta solar más grande del mundo es el Parque solar Solmud en China, con una capacidad instalada de 200 megawatts. El cambio climático y la hasta la concientización del efecto adverso de los combustibles fósiles en el medio ambiente y la actualidad proyección de escases de petróleo para un futuro cercano ha vuelto la mirada de millones de personas y de gobiernos de todo el mundo hacia el desarrollo e implementación de sistemas de energía solar.

Fuente: Creación propia, 2015

Beneficios del uso de la Energía Solar

Las ganancias y/o utilidades provenientes del adecuado empleo y aprovechamiento de la energía solar pueden clasificarse en: a) medioambientales, b) económicas, c) sociales, y, d) pedagógicas. En el ámbito medioambiental, la energía solar es limpia y amigable con el medioambiente ya que cada 20 kW generados evitan la emisión de 10 kg de CO₂ al año, con lo que a su vez se evita el efecto invernadero y, por ende, el cambio climático, de lo que se deduce que no se perjudica la calidad del aire ni de los suelos, contribuyendo así al desarrollo sostenible (Quintanilla, 2013). En lo que tiene que ver con los beneficios económicos, debe decirse que la energía solar es inagotable y si bien es cierto que pueden ser onerosos los costos de adquisición e instalación de los equipos requeridos, esta inversión es a largo plazo, entre 30 a 40 años de beneficio, lo que implica ahorro en la factura de energía eléctrica (Solen Technology, 2015). Estos beneficios económicos conducen a realizar inversiones lo que trae consigo la generación de empleo así como el desarrollo de zonas rurales de difícil acceso con la consecuente mejora de la calidad de vida.

Dentro de los beneficios de orden social está la no contaminación acústica, ya que las placas solares son silenciosas, de igual modo se reduce significativamente la dependencia de las fuentes convencionales de energía (The Worldwatch Institute, 2007); finalmente, los beneficios pedagógicos tienen que ver con la enseñanza respecto del cuidado del entorno y el fomento de la investigación en torno al uso adecuado y máximo aprovechamiento de la energía solar (Telleria, 2014).

Usos de la Energía Solar

El uso de la energía solar considerando el sol como fuente amplia o incluso como “ilimitada” de energía es, en teoría, infinito. Pero en hechos prácticos se condiciona a la capacidad de captación de la planta solar implementada, teniendo en cuenta que la cantidad de radiación solar que puede convertirse en energía eléctrica depende de la cantidad de paneles o módulos solares fotovoltaicos que sean instalados, de igual manera influye la calidad de los diferentes elementos que conforman el sistema como los son los mismos módulos fotovoltaicos, el inversor, las baterías y el controlador de carga, sin olvidar las buenas prácticas de diseño y la ubicación y orientación correcta de los módulos solares. (D’Addario, 2014)

Según reporta D’Addario (2014), un sistema solar fotovoltaico actualmente puede ser utilizado en diferentes aplicaciones tales como: a) sistemas de iluminación, b) sistemas de bombeo, c) alimentación de ventiladores y de equipos de aire acondicionado, d) neveras y sistemas de refrigeración, e) telecomunicaciones, y, f) equipos médicos.

En resumen gracias a un sistema solar fotovoltaico pueden operar los mismos aparatos que hoy día emplean energía eléctrica; de ahí la importancia de empezar a considerar la posibilidad de incluir la energía solar dentro de los servicios públicos domiciliarios.

Capítulo 3: La Energía Solar en Colombia

Los severos y abruptos cambios climáticos que han generado daños en el ambiente y perjuicios en la salud, la economía y hasta las costumbres del hombre en los últimos años, han obligado a pensar en el uso de fuentes de energía renovables que no contaminen ni afecten negativamente. En consecuencia, Colombia ingresa a la Agencia Internacional de Energías Renovables, el 22 de julio de 2010, ratificando su posición como país gestor de desarrollo de tecnologías de producción limpias y amigables con el ambiente. (Semana, 2010, 07, 22)

En la actualidad, Colombia cuenta con 6 megavatios instalados de energía solar, equivalente a unos 78000 paneles solares. El 57% está destinado a aplicaciones rurales, la mayoría en lugares donde la demanda de energía se encuentra muy alejada y el coste para conectarse a la red nacional resulta muy elevado. El otro 43% se encuentra distribuido en torres de comunicación y señalizaciones de tránsito. Entre las aplicaciones de la energía solar en el país, están los paneles solares para cubrir las necesidades energéticas en hogares y edificaciones; y producciones en masa en granjas solares, como la que existe en Providencia. (Twenergy, 2013). En cuanto a lo mencionado puede decirse que las instalaciones existentes (paneles solares y colectores solares) representan un porcentaje muy bajo del potencial aprovechable de energía solar. (Consortio Energético CORPOEMA, 2010)

En suma, la energía solar es empleada en el país principalmente para calentar agua para uso doméstico, industrial y recreativo (calentamiento de piscinas), para la generación de electricidad a pequeña escala, para el secado de productos agrícolas y para la destilación de agua

de mar o de otras aguas no potables (Rodríguez, 2008): sin embargo, a pesar de la aplicabilidad, el aprovechamiento de este recurso energético es reducido si se recuerda que, como ya se dijo, Colombia cuenta con una privilegiada situación geográfica que hace que una significativa porción de su territorio reciba perpendicularmente una gran cantidad de radiación que se está desperdiciando.

Historia del uso y aprovechamiento de la energía solar en Colombia

El primer uso que se dio a la energía solar en Colombia data de mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta se instalaron calentadores solares en las viviendas de los trabajadores de las bananeras; veinte años más tarde, y, a raíz de la crisis petrolera, instituciones como la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional de Bogotá, la Universidad del Valle y el Centro Las Gaviotas, establecieron los fundamentos para instalar tanto calentadores solares domésticos como grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios tales como hospitales y cafeterías, lo que fue aprovechado en la década de los 80 cuando se montaron y pusieron en funcionamiento calentadores en las urbanizaciones Villa Valle de Aburrá de Medellín, Ciudad Tunal y Ciudad Salitre (Ver Apéndice A) en Bogotá, en el Palacio de Nariño, en la cafetería de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá (Ver Apéndice A), en el Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín (Ver Apéndice A) y en la cadena de Hoteles Dann (Rodríguez, 2008).

Rodríguez (2008), agrega que para finales de la penúltima década del siglo pasado comenzaron a formularse las normas sobre calentadores solares debido a la masiva instalación de calentadores en la Costa Atlántica por iniciativa del Programa Especial de Energía de la Costa

Atlántica (PESENCA), proyecto adelantado conjuntamente por la Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica (CORELCA), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), así como por la puesta en marcha del campo experimental en Turipaná (Córdoba), en donde se llevaron a cabo experimentos y evaluaciones para determinar la eficiencia de estos sistemas.

En lo que tiene que ver con el empleo de sistemas fotovoltaicos el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom tenía instalados 2950 pequeños generadores fotovoltaicos de 3 a 4 kWp (kilowatio pico) para radioteléfonos rurales; hoy día estos sistemas son esenciales para las telecomunicaciones rurales del país.

Actualmente la energía solar es empleada en el campo para suministrar iluminación y poner en funcionamiento equipos de comunicaciones (radioteléfonos), ventiladores, refrigeradores y televisores, de ahí que el Estado financie estas actividades a través de recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI) y realice acciones tendientes a optimizar y masificar la energización en el capo las cuales son emprendidas por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE) (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, 2015).

Adicionalmente cabe mencionar que el IPSE tiene en desarrollo soluciones innovadoras como sistemas híbridos, en donde se combinan por ejemplo la energía solar fotovoltaica y las

plantas diesel, para reducir los costos (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, 2015).

De otra parte, en el marco del Foro “Energía sostenible para todos” realizado en Nueva York, 6 de junio de 2014, el Embajador de Colombia ante las Naciones Unidas, Dr. Miguel Camilo Ruiz, aseveró que la Unidad de Planeación Minera y Energética de Colombia lidera una serie de estudios de investigación y evaluación de fuentes alternativas y sostenibles de energía, en cooperación con el Banco Interamericano de Desarrollo, destacándose dentro de estas iniciativas la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en los entornos urbanos y rurales (Ruiz, 2014).

Por último cabe mencionar que estando ya en la mitad de la segunda década del presente siglo, es mucho lo que falta por investigar y desarrollar respecto del uso y aprovechamiento de la energía solar, por lo que vale la pena que las entidades estatales respectivas adelanten los estudios del caso y lleguen a concebir la energía solar como un negocio rentable que puede ser prestado o bien por el estado, o bien por particulares o por asociaciones público privadas.

Legislación colombiana frente al uso y aprovechamiento de la Energía Solar

Ya que las energías renovables han surgido como una alternativa para contrarrestar el uso de los combustibles fósiles y así mitigar los nocivos efectos del cambio climático, Colombia ha adquirido compromisos internacionales en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente (Organización de las Naciones Unidas, 1972) aprobada durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, constituye un hito en materia ambiental, ya que por primera vez en el mundo queda plasmada la problemática ambiental y se empieza a hablar de la necesidad de replantear el modelo económico y el uso de los recursos naturales; así las cosas, en su Principio 4 establece:

El hombre tiene una especial responsabilidad de salvaguardar y manejar sabiamente el legado de la vida silvestre y su hábitat, los cuales se encuentran ahora en grave riesgo debido a una combinación de factores adversos. La conservación de la naturaleza, incluyendo la vida silvestre, debe, en consecuencia, ser tenida en consideración al momento de planear el desarrollo económico

Si bien este Principio no hace alusión a las energías renovables, vale la pena decir que sienta las bases para lo que se conocerá más adelante como el “Principio de Desarrollo Sostenible”, que tiene sus inicios con el informe de la Comisión Brundlant la cual concluyó que “para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias la protección del medio ambiente y el crecimiento económico deben de abordarse como una sola cuestión” (Organización de las Naciones Unidas, 1997).

En concordancia con este Principio, el Ejecutivo colombiano expidió el Decreto 2811 de 1974 que en el artículo 3 el numeral 6, señala como objeto de regulación el manejo de los recursos naturales renovables, dentro de los que están las fuentes primarias de energía no agotables que incluyen, como lo estipula el artículo 167, a la energía solar. (Presidencia de la República de Colombia, 1974)

Finalmente, el mencionado “Principio de Desarrollo Sostenible será consagrado en la Declaración de Rio de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Organización de las Naciones Unidas, 1992), que en dos de sus Principios dice:

Principio 3. El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.

Principio 4. A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

Ante esta legislación de orden internacional, en Colombia se expidió la Ley 99 de 1993, “por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones” (Congreso de la República de Colombia, 1993), la cual es una de las leyes más importantes en materia ambiental y contempla el “Principio de Desarrollo Sostenible” de la siguiente manera:

Artículo 1. *Principios Generales Ambientales.* La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Sobre el principio de desarrollo sostenible la Honorable Corte Constitucional en Sentencia C-514-94 manifestó:

La Constitución Política de Colombia, con base en un avanzado y actualizado marco normativo en materia ecológica, es armónica con la necesidad mundial de lograr un desarrollo sostenible, pues no

sólo obliga al Estado a planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales sino que además, al establecer el llamado tríptico económico determinó en él una función social, a la que le es inherente una función ecológica, encaminada a la primacía del interés general y del bienestar comunitario. Del contenido de las disposiciones constitucionales citadas se puede concluir que el Constituyente patrocinó la idea de hacer siempre compatibles el desarrollo económico y el derecho a un ambiente sano y a un equilibrio ecológico (Corte Constitucional de la República de Colombia, 1994)

Asimismo, la Corte Constitucional se pronunció sobre el desarrollo sostenible en Sentencia C-339-02 de la siguiente manera: “El desarrollo sostenible no es solamente un marco teórico sino que involucra un conjunto de instrumentos, entre ellos los jurídicos, que hagan factible el progreso de las próximas generaciones en consonancia con un desarrollo armónico de la naturaleza.” (Corte Constitucional de la República de Colombia, 2002)

Retomando la Ley 99 de 1993 y como ya se vio, el numeral 1 del artículo 1, señala que el proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo, entre los cuales vale la pena resaltar, por su incidencia frente a la búsqueda del desarrollo sostenible y la protección del ambiente, los siguientes:

Principio 1. Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Principio 4. A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.

Principio 8. Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

Principio 9. Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.

Igualmente, el artículo 3 advierte que debe entenderse por desarrollo sostenible, aquel que conduzca al crecimiento económico, la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales en que se sustenta, ni deteriorar el ambiente, de tal suerte que las futuras generaciones puedan utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. Finalmente, el numeral 33 del artículo 5 señala entre las funciones del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial promover la sustitución de recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes.

Como puede verse en adhesión a los compromisos internacionales en materia ambiental, Colombia ha buscado darle cumplimiento al principio de desarrollo sostenible, como en el caso del compromiso suscrito en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de la aprobación del Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) mediante la Ley 1665 de 2013 que derivó en la expedición de la Ley 1715 de 2014, “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional” (Congreso de la República de Colombia, 2014).

De otra parte cabe mencionar que el Estado colombiano también se había pronunciado en favor de la regulación de las energías renovables -dentro de las que incluyó la energía solar-, destacándolas como mecanismos para cumplir con el principio de desarrollo sostenible. Así, la Ley 697 de 2001 (Congreso de la República de Colombia, 2001) dispuso:

Artículo 1. Declárase el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

(...)

Artículo 3. Definiciones. Para efectos de interpretar y aplicar la presente ley se entiende por

(...)

3. Desarrollo sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

(...)

9. Fuentes no convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes no convencionales de energía, aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente.

10. Energía Solar: Llámese energía solar, a la energía transportada por las ondas electromagnéticas provenientes del sol.

La Ley 1083 de 2006 en el párrafo del artículo 1, prescribe, entre otros, como combustibles limpios aquellos que están basados en el uso de energía solar, y la Ley 1715 de 2014, contempla la energía solar dentro de las energías renovables, tal como puede leerse a continuación:

Artículo 19. Desarrollo de la Energía Solar.

1. La energía solar se considerará como Fuente No Convencional de Energía Renovable (FNCER)². Se deberá estudiar y analizar las condiciones propias de la naturaleza de la fuente para su reglamentación técnica por parte de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).
2. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Vivienda y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco de sus funciones, fomentarán el aprovechamiento del recurso solar en proyectos de urbanización municipal o distrital, en edificaciones oficiales, en los sectores industrial, residencial y comercial.
3. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía directamente o a través de la entidad que designe para este fin reglamentará las condiciones de participación de energía solar como fuente de generación distribuida estableciendo la reglamentación técnica y de calidad a cumplir por las instalaciones que utilicen la energía solar, así como los requisitos de conexión, mecanismos de entrega de excedentes, y normas de seguridad para las instalaciones.
4. El Gobierno Nacional considerará la viabilidad de desarrollar la energía solar como fuente de autogeneración para los estratos 1, 2 y 3 como alternativa al subsidio existente para el consumo de electricidad de estos usuarios.
5. El Gobierno Nacional, por intermedio del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible determinará los parámetros ambientales que deberán cumplir los proyectos desarrollados con

² Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares.

energía solar así como la mitigación de los impactos ambientales que puedan presentarse en su implementación.

6. El Gobierno Nacional incentivará el uso de la generación fotovoltaica como forma de autogeneración y en esquemas de Generación Distribuida (GD)³ con FNCER.

7. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía considerará esquemas de medición para todas aquellas edificaciones oficiales o privadas, industrias, comercios y residencias que utilicen fuentes de generación solar. El esquema de medición contemplará la posibilidad de la medición en doble vía (medición neta), de forma que se habilite un esquema de autogeneración para dichas instalaciones.

Costos de la Energía Solar en Colombia

Actualmente, de acuerdo con información suministrada por la empresa INGELCOR S.A.S, en el mercado colombiano un sistema solar fotovoltaico aislado implementado puede estar en el mejor de los casos en el orden de doce mil pesos colombianos (\$12000 COP) por cada vatio instalado, es decir que un sistema de 1Kw instalado que puede generar alrededor de 4.5Kwh al día se encuentra alrededor de doce millones de pesos colombianos (\$12000000). Teniendo en cuenta estos precios y compitiendo directamente con la energía eléctrica convencional la implementación de un sistema solar fotovoltaico aislado por sí mismo no sería viable en lugares donde ya existe la Red eléctrica convencional, obligando a su implementación en lugares remotos donde la red eléctrica nacional no tiene cobertura. Debido a esto se hace necesario considerar la posibilidad de usar sistemas solares interconectados que permiten el intercambio bidireccional entre la red eléctrica y la planta fotovoltaica permitiendo esto evitar el costo de las

³ Es la producción de energía eléctrica, cerca de los centros de consumo, conectada a un Sistema de Distribución Local (SDL). La capacidad de la generación distribuida se definirá en función de la capacidad del sistema en donde se va a conectar, según los términos del código de conexión y las demás disposiciones que la CREG defina para tal fin.

baterías que ya no serían necesarias y las cuales son consideradas como al talón de Aquiles de dichos sistemas solares fotovoltaicos.

Ley 1715 de 2014

Esta ley incentiva el uso de energías renovables, fomenta la inversión así como la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias; de otro lado determina la creación del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, destinado a financiar los programas de eficiencia energética.

Adicionalmente, con la sanción de esta Ley amplía la cobertura respecto de la prestación del servicio público domiciliario de energía, al llevarlo a las zonas aisladas del sistema interconectado de energía eléctrica nacional

La Ley 1715 de 2014, presenta su objeto así:

... 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.

En cuanto a su finalidad, la expone de la siguiente manera:

... establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional.

(...)

establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Esta finalidad apunta a favorecer ciertos aspectos, tal como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Finalidad de la Ley 17151 de 2014

<i>Aspecto</i>	<i>Finalidad</i>
Políticas	Orientar las políticas públicas y definir los instrumentos tributarios, arancelarios, contables y de participación en el mercado...
Incentivos	Incentivar la penetración de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en el sistema energético colombiano, la eficiencia energética la respuesta de la demanda en todos los sectores y actividades, con criterios de sostenibilidad...
Coordinación	Establecer mecanismos de cooperación y coordinación entre el sector público, el sector privado y los usuarios para el desarrollo de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, y el fomento de la Gestión Eficiente de la Energía que no es otra cosa que todas aquellas acciones orientadas a garantizar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda que consiste en cambios en el consumo de energía eléctrica por parte del consumidor, con respecto a un patrón usual de consumo, en respuesta a señales de precios o incentivos diseñados para inducir bajos consumos.
Deberes	Establecer el deber a cargo del Estado a través de las entidades del orden nacional, departamental, municipal o de desarrollar programas y políticas.
Estímulos	Estimular la inversión, la investigación y el desarrollo para la producción y utilización de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable mediante incentivos tributarios, arancelarios o contables.
Marco Jurídico	Establecer los criterios y principios que complementen el marco jurídico actual.
Bases legales	Fijar las bases legales para establecer estrategias nacionales y de cooperación que contribuyan al propósito de la presente ley.

Fuente: Creación propia, 2015

Cabe mencionar que lo contenido en la Ley 1715 de 2014 que alude a 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, ha sido declarado como un asunto de utilidad pública e interés social y de conveniencia nacional, esencial para garantizar 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.

Estímulos tributarios, arancelarios y contables que establece la ley 1715 de 2014

En la industria nacional no existen empresas que fabriquen paneles solares o instrumentos necesarios para la implementación de energías renovables, debido a esto, casi la totalidad de la materia prima o de los instrumentos que se necesitan tales como paneles, inversores y controladores tienen que importarse de países donde se fabriquen y cuenten con la tecnología para el desarrollo de los mismos, los principales fabricantes de estos se encuentran en China y Alemania (Asociación Nacional de Industriales, 2014).

Los costos de estos son muy elevados, sin contar con los impuestos que estos tengan que pagar por la entrada al país. Con el fin de estimular a la industria colombiana a usar las energías renovables y a sustituir el uso de combustibles fósiles por estas energías es necesario hacer viable económicamente la implementación de proyectos con energías renovables por ello la Ley 1715 de 2014 contempla en su capítulo 3 unos incentivos tributarios, arancelarios y contables a la inversión en proyectos de fuentes no convencionales de energía, los cuales se mencionan desde el artículo 11 de la presente ley al artículo 14 (Asociación Nacional de Industriales, 2014).

Los beneficios, según indica la Asociación Nacional de Industriales (2014), son los siguientes: En renta: consagra la posibilidad de deducir, en 5 años, el 50% del valor total de la inversión y sin que pueda ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente. Para la obtención de este beneficio menciona esta ley en el párrafo 2 del artículo 11 que se deberá tener la certificación de beneficio ambiental por el Ministerio de Ambiente y ser debidamente certificada como tal por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, en concordancia con lo establecido en el artículo 158-2 del Estatuto Tributario.

En IVA: los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre-inversión e inversión, para la producción y utilización de energía a partir de las fuentes no convencionales, así como para la medición y evaluación de los potenciales recursos estarán excluidos de IVA. En el párrafo del artículo 12 dice que el Ministerio de Medio Ambiente certificará los equipos y servicios excluidos del gravamen, con base en una lista expedida por la UPME.

En Aranceles: Este beneficio se aplicara a las personas que a partir de la vigencia de la presente ley sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de FNCE, y consiste en que gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre-inversión y de inversión de proyectos con dichas fuentes. Este beneficio arancelario será aplicable y recaerá sobre maquinaria, equipos, materiales e insumos que no sean producidos por la industria nacional y su único medio de adquisición esté sujeto a la importación de los mismos. El párrafo 2 del artículo 13 establece que La exención del pago de los Derechos Arancelarios a

que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de generación FNCE y deberá ser solicitada a la DIAN en un mínimo de 15 días hábiles antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que este faculte para este fin.

Ámbito de aplicación de la Energía Solar en Colombia

Colombia por sus condiciones geográficas y su cercanía al Ecuador y sus zonas costeras se considera que es un lugar privilegiado y adecuado para el uso de los sistemas solares fotovoltaicos. Según describen Lucio y otros (2014), la aplicación de la energía solar se puede llevar a cabo en tres frentes básicos, a saber: sistemas solares aislados, sistemas solares interconectados y sistemas solares híbridos.

Los sistemas solares aislados pueden ser implementados en zonas rurales y lugares desconectados de la red eléctrica nacional donde el costo de implementación la mayoría de las veces es más barato que extender las redes eléctricas convencionales hasta dichos lugares. Estos sistemas contemplan el uso de baterías, módulos solares fotovoltaicos, inversor y regulador de carga. Permitiendo generar la energía necesaria y luego almacenarla para garantizar un suministro constante y adecuado de la misma.

Los sistemas solares interconectados se hacen importantes en las zonas donde la red eléctrica nacional está presente, lo que significa que interactúan con la red pública entregando el

excedente de energía o tomando el faltante de la misa según sea el caso con el fin de ahorrar el costo de las baterías utilizando la red eléctrica convencional como un gran banco de baterías del cual en cualquier momento que se requiera se puede tomar la energía necesaria para operar adecuadamente (principalmente de noche cuando no hay luz solar). Este tipo de sistemas registra la energía entregada y la energía consumida mediante un medidor bidireccional que permite saber cuál es la diferencia de energía y permitiendo realizar el pago o recibir los créditos de energía según sea el caso. Cabe mencionar que este sistema al ser dependiente de la red eléctrica convencional no es autónomo en cuanto a cortes de energía de tal manera que si falla el fluido eléctrico local aunque la planta solar esté generando dicha energía no podrá ser consumida.

Finalmente, los sistemas solares híbridos combinan diferentes fuentes de energía para garantizar el suministro confiable y permanente de electricidad a las instalaciones conectadas a él. Normalmente contemplan el uso de baterías y pueden interactuar con la red, una planta a base de combustibles fósiles o con sistemas de energía eólica, entre otras muchas fuentes de energía que puedan estar disponibles en el momento. Priorizando siempre la continuidad operativa de las cargas conectadas al sistema.

En el Apéndice B se muestra imágenes que de la aplicación sistemas solares aislados que son 'propiedad de la empresa INGELCOR S.A.S que maneja una planta de energía solar en las instalaciones de la Central de Gas de Pacific-Rubiales ubicada en San Mateo (Sucre). Dicho proyecto consta de 40 paneles solares de 300Wp con un inversor de 5Kw y un banco de 32 baterías para garantizar una autonomía mínima de 24 horas. Esta planta está generando entre 50 y 60 Kwh al día. El Apéndice C muestra paneles solares del Instituto de Planificación y

Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, y El Apéndice D, da cuenta del empleo de energía solar en un colegio estatal ubicado en Montería.

Capítulo 4: Políticas para impulsar el uso y aprovechamiento de la Energía Solar en Colombia

La política energética nacional desde el 2001 ha estado basada en el uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) el cual es un pilar de la Ley 697 de 2001 (Congreso de la República de Colombia, 2001), la que a su vez lo proclama como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, denominándolo Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales (POROURE).

De igual manera, en dicha Ley se señala al Ministerio de Minas y Energía como entidad responsable de promover, organizar y asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente; también se buscaba mejorar la competitividad de la economía colombiana y darle protección al consumidor, aunque para ese entonces las energías renovables eran muy poco utilizadas en el país y no había muchos consumidores.

En 2006 se expidió la Resolución No. 180609 (Ministerio de Minas y Energía, 2006), por la cual se definieron los subprogramas que hacen parte del PROURE, luego se expidió el Decreto 2501 de 2007, “por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica” (Presidencia de la República, 2007), ya para 2010, se expidió la Resolución 180919 (Ministerio de Minas y Energía, 2010), para así adoptar un plan de acción indicativo 2010-2015, en el cual se definieron como objetivos específicos para desarrollar el PROURE los siguientes:

Consolidar una cultura para el manejo sostenible y eficiente de los recursos naturales a lo largo de la cadena energética.

Construir las condiciones económicas, técnicas, regulatorias y de información para impulsar un mercado de bienes y servicios energéticos eficientes en Colombia.

Fortalecer las instituciones e impulsar la iniciativa empresarial de carácter privado, mixto o de capital social para el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte del PROURE.

Facilitar la aplicación de las normas relacionadas con incentivos, incluyendo los tributarios, que permitan impulsar el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte del PROURE.

Plan Energético Nacional 2010-2030

El plan está dividido en cuatro partes, así:

La primera parte es la que busca reducir la vulnerabilidad del sector energético colombiano en todas las cadenas de suministro energético y aumentar su disponibilidad y confiabilidad. La segunda apunta a maximizar la contribución del sector energético colombiano a las exportaciones, a la estabilidad macroeconómica, a la competitividad y al desarrollo del país. Contempla las siguientes estrategias:

Implementar programas integrales de desarrollo de la industria de los hidrocarburos.

Poner en marcha programas integrales de desarrollo de la industria del carbón mineral.

Desarrollar a un nuevo nivel la actual estrategia respecto a biocombustibles.

Diversificar las fuentes de oferta de gas natural obteniendo sinergias múltiples.

Diversificar el abastecimiento con Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

Incrementar la competitividad de Colombia mediante adecuados precios de la canasta de energía y de los costos de la energía eléctrica.

Fortalecer la integración energética regional.

Fortalecer la investigación y el desarrollo a través del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS).

La tercera parte busca aprovechar los recursos energéticos de Colombia con criterios de sostenibilidad, teniendo en cuenta las nuevas tendencias mundiales benéficas para el país. El conjunto de políticas y estrategias correspondientes a los dos objetivos centrales ya descritos confluyen en el presente objetivo de un modo armónico en un grupo de estrategias cuyos componentes fueron dispuestos así:

Fortalecer el desarrollo y la normatividad para una mayor penetración de fuentes limpias y renovables, sin afectar el apropiado funcionamiento del sistema ni del mercado.

Fortalecer los programas de URE, como mecanismo para impulsar la competitividad de la nación y de sus pobladores.

Vincular el suministro energético a los requerimientos de desarrollo local, de forma tal que la energía facilite el desarrollo de las potencialidades locales tal y como lo pretende la política local.

Crear sinergias entre actividades energéticas, productivas y turísticas para el fomento de mercados verdes.

Fomentar la innovación tecnológica en el uso de la energía.

Promover la realización de evaluaciones ambientales estratégicas a las políticas, planes y programas de la cadena energética, como instrumento de apoyo para la incorporación de las

consideraciones ambientales a estas decisiones, disponiendo de estimaciones del alcance ambiental de las diferentes apuestas energéticas del país y de su sostenibilidad en el mediano y largo plazo.

Con respecto al sector carbón y en vista de la necesidad de realizar una transición ordenada hacia formas más limpias y sostenibles, se establecerán normativas que, tendiendo a alcanzar las mejores prácticas, no limiten el desarrollo productivo que se desea impulsar.

La cuarta parte busca armonizar el marco institucional para implementación de la política energética nacional. Los principales retos institucionales del sector tienen que ver con problemas de coordinación, definición de roles, debilidad de algunas entidades, y ausencia de instituciones en algunos casos. Para optimizar estos aspectos es necesario:

Establecer una sólida coordinación interinstitucional en relación con el sector energético.

Establecer formalmente una coordinación interministerial que permita un desarrollo integral del país en todas las áreas transversales al sector energético.

Clarificar roles, atribuciones y nuevos entes (carbón, gas y URE).

Fortalecer las respectivas instituciones.

Fortalecer sistemas de información integrales y confiables.

Revisar y fortalecer el esquema de subsidios a la oferta y la demanda, través de los fondos existentes. Al respecto, es importante garantizar los recursos necesarios para que estos fondos sigan operando, con lo cual se lograría una mejor cobertura y un mejor servicio en las zonas más pobres del país, pero de una manera organizada, que evite la doble remuneración.

Se puede concluir de todo lo anterior que en el Plan Energético Nacional 2010-2030, los temas relacionados con uso eficiente de la energía y promoción de las fuentes no convencionales de energía son temas muy importantes, pero el potencial que tenemos para explotar estas energías no es utilizado como se debiera, ya que ante la realidad actual del petróleo y los combustibles fósiles se hace necesario diversificar la canasta energética nacional debido a que el futuro acerca de estos, está lleno de incertidumbre, además el agotamiento de las reservas es casi inminente.

Igualmente, las energías renovables pueden jugar un papel importante en el suministro de energía en zonas remotas y aisladas, en especial con los sistemas aislados que se expusieron anteriormente, millones de personas en Colombia carecen de servicios públicos esenciales para suplir sus necesidades básicas. La ausencia de unas metas concretas en la política nacional deja entrever que no es claro cómo se van a alcanzar estos objetivos.

Capítulo 5. Necesidad de formalizar la energía solar como un servicio público

Antecedentes justificativos

En la década de los 80, en razón de la ineficiencia, la baja cobertura, la pobre continuidad y la deficiente calidad, el modelo de los servicios públicos domiciliarios entró en una aguda crisis. Adicionalmente, la inexistencia de un marco institucional y regulatorio que estipulara clara y puntualmente las funciones política, regulatoria, de vigilancia y de control, así como la falta de herramientas que aseguraran elevar y mantener la calidad de los servicios, condujo a que en la Constitución de 1991, se destinara un capítulo a los servicios públicos domiciliarios y se les rotulara como derechos de segunda generación o sociales y económicos, dando prioridad a los servicios de acueducto y de saneamiento básico, lo que implica la obligatoriedad para que el Estado garantice el acceso de todos los ciudadanos a dichos servicios. (Amador, 2011)

En consecuencia, la Constitución de 1991 definió los servicios públicos como inherentes a la finalidad social del Estado, sin obligación a prestarlos directamente y estableciendo la posibilidad de que sean prestados por particulares; esto último básicamente en razón al apagón eléctrico de 1991 en el que el racionamiento de energía develó una serie de falencias en el aspecto técnico y en la planeación, así como corrupción e inadecuadas decisiones políticas. Todas estas situaciones promovieron el surgimiento de la Ley 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

Ahora bien, si se mira con detenimiento la situación relatada, puede aseverarse que ésta tuvo su punto álgido cuando fenómenos o situaciones tales como la globalización, el vertiginoso

desarrollo de la tecnología, la incesante y sistemática destrucción medioambiental, la alta tasa de desocupación, la presencia y visibilidad del crimen organizado tanto en el sector público como en el privado y los conflictos étnicos y/o religiosos, entre otros, forzaron, por decirlo de algún modo, a modernizar la gestión pública, en el sentido de buscar y adoptar el mejor “modelo” gracias al cual se optimizaran la función y funcionalidad del Estado. (Friedmann, 2003)

Así las cosas, el Estado colombiano, adoptó la Nueva Gestión Pública como paradigma de gestión y de organización, asumiendo una postura de “gran empresa política”, tomando e incluyendo los fundamentos y el *know how* empresarial al ámbito público, lo que se tradujo en que el gobierno de turno operara como catalizador y facultara a terceros para participar activamente en los asuntos públicos, estableciendo, por ende, competencia respecto del cumplimiento de unos objetivos y el logro de unas determinadas metas que colmaran las necesidades del ciudadano quien pasó a ser considerado como cliente, que persiguiera siempre ganar antes que gastar, se previera el futuro y se trabajara en equipo. (Arellano y Cabrero, 2005)

Por consiguiente, la tarea del gobierno de entonces, y de los que han seguido, se focalizó y se focaliza en el ciudadano-cliente y específicamente en el manejo eficaz y eficiente del dinero que paga en impuestos, retribuyéndolo a través de la prestación de servicios, tarea ésta que se ha delegado a terceros de manera que se optimice la calidad de la prestación de los mismos al estimular la competencia. No obstante, por lo menos en nuestro ámbito latinoamericano, está claro que esta delegación de funciones ha desembocado en una deficiente prestación de servicios, imperando la corrupción, el derroche y la pérdida del dinero de los contribuyentes con la manifiesta y continua insatisfacción de estos últimos. (Pineda, 2015)

En resumen, desde aquel entonces, hasta ahora, la acción de gobierno dejó de ser la de prestar servicios, para pasar a asegurar que éstos se presten de la mejor manera posible, ejerciendo la regulación, el control, la inspección y la vigilancia. (Amador, 2011)

Volviendo a la Constitución de 1991, ésta redefinió el esquema institucional modificando la forma de operar, es decir que consolidó el fenómeno de la privatización de los servicios públicos domiciliarios tales como agua y alcantarillado, energía, gas y teléfono, con el objeto de atraer la inversión del sector privado comprometiéndolo a asumir responsable, oportuna, eficiente y adecuadamente la prestación de los mismos. Esta ampliación de la oferta de prestadores de los servicios, de alguna manera entrañaría para los clientes-ciudadanos la posibilidad de escoger la empresa que más se ajustara a sus necesidades, expectativas y realidad. Sin embargo, actualmente esto no sucede pues no es permitido escoger entre las empresas prestadoras de servicios públicos existentes la que más atraiga o convenga al cliente, a no ser las que ofrecen el servicio de telefonía; asimismo la prestación del servicio se impone, es decir que no existe la posibilidad de optar, por ejemplo, por un tipo de energía diferente a la eléctrica, como lo son las derivadas de la energía solar.

De otra parte, en la Ley 142 del 11 de Julio de 1994, quedaron estipulados en el numeral 14.21. del artículo 14 como servicios públicos domiciliarios los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública básica conmutada, telefonía móvil rural, y distribución de gas combustible (Congreso de la República de Colombia, 1994) y la Ley 143 de 1994, alude al establecimiento del régimen, o dicho de otro modo, a la regulación de la

generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional y en su artículo 5 hace referencia a que:

La generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad están destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente; por esta razón, son consideradas servicios públicos de carácter esencial, obligatorio y solidario, y de utilidad pública.

La energía solar como servicio público

Considerando que desde hace aproximadamente 50 años se ha utilizado y aprovechado, aunque no en la magnitud que se debería, la energía solar en el país con el fin de ofrecer bienestar y confort en viviendas, hoteles, empresas e instituciones públicas y privadas; sabiendo que hoy día éste recurso favorece a grupos poblacionales que habitan muy lejos del perímetro urbano; entendiendo que de algún modo la legislación colombiana se ha pronunciado a favor de emplear ésta energía como una alternativa para contener el actual desmedido uso de los combustibles fósiles y el irracional abuso del recurso hídrico generador de energía; observando que el Decreto 2811 de 1974 en el numeral 6 del artículo 3 señala como objeto de regulación el manejo de los recursos naturales renovables, dentro de los que están las fuentes primarias de energía no agotables que incluyen, como lo estipula el artículo 167, a la energía solar. (Presidencia de la República de Colombia, 1974); apreciando asimismo que la Honorable Corte Constitucional en Sentencias C-514-94 y C-339-02 se pronunció sobre el desarrollo sostenible, de lo que se colige una tácita y quizás tangencial alusión al uso y aprovechamiento de la energía solar; desde la presente monografía se considera necesario, primordial, oportuno, pertinente y conveniente tomar tres medidas inmediatas o en el menor plazo posible para hacer viable la

inclusión de las energías derivadas de la solar, dentro del marco de los servicios públicos domiciliarios.

En primera instancia, resultaría oportuno, por el mecanismo que resultara más adecuado, hacerle una modificación-ampliación a la Constitución de 1991, en el sentido de incluir un artículo que estipule cuáles actividades son consideradas como servicio público y cuál es la diferencia entre derecho y servicio, es decir que se clarifique, por ejemplo, si gozar de condiciones que aseguren un mínimo de calidad de vida mediante el disfrute de energía (en cualquiera de sus formas: eléctrica, termosolar, fotovoltaica, termoeléctrica, etc.), agua potable, acueducto y alcantarillado, sistemas de telecomunicación, educación, salud... son derechos o servicios, pues hoy día pareciera que lo que existen son servicios y no derechos, ya que los primeros tienen costos, muchas veces onerosos para un alto porcentaje de la población colombiana, pudiéndose reducir significativamente algunos como el de la energía si se acudiese a captar la solar y transformarla en termosolar, fotovoltaica y termoeléctrica según se requiera.

En segundo término es preciso modificar la Ley 1715 de 2014 (Congreso de la República de Colombia, 2014), en su artículo 5, numerales 13 y 17, donde se impone a la energía solar el rótulo de Fuente No Convencional de Energía Renovable (FNCER), ya que como se ha explicado, ésta nominación la reseña como un recurso de energía renovable disponible y ambientalmente sostenible que en el país es desaprovechado y/o subutilizado y, por ende, comercializado a pequeña, o mejor, insignificante escala en relación con la energía eléctrica, es decir que debe nominarse como Fuente Convencional de Energía para que así se aproveche al máximo en beneficio del país y sus habitantes.

En tercer lugar, resulta imprescindible incluir las energías derivadas de la energía solar, es decir la termosolar, la fotovoltaica y la termoeléctrica, en el numeral 14.21. del artículo 14 de la Ley 142 del 11 de Julio de 1994, de modo que con el apoyo del Estado se inicie su uso y aprovechamiento en beneficio de quienes habitamos este país y de la protección de los recursos de los que se está abusando.

Finalmente, las tres formas de energía derivadas de la energía solar, deben ser incluidas o consideradas dentro de la Ley 143 de 1994, haciendo una modificación o adición, puesto que esta norma hace referencia a la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, esto significa que hay que adicionar luego de “generación” el vocablo “captación”, ya que la energía solar no se genera, se capta y transforma en energía eléctrica. También debe precisarse que las energías derivadas de la solar, al ser contempladas dentro de la Ley en comento, adquieren el carácter de servicios públicos de carácter esencial, obligatorio, solidario y de utilidad pública, en razón a estar destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente.

Ahora bien, la plena justificación para que las energías derivadas de la energía solar sean consideradas como servicio público domiciliario se encuentra en los siguientes argumentos:

- Cuando la Asamblea Nacional Constituyente estaba en la fase de redacción de la Constitución del 91, estimó que se denominarían como servicios públicos domiciliarios a aquellos que satisfacen necesidades colectivas y presentan indivisibilidades y economías de

escala que conducen a la constitución de monopolios naturales, tales como los servicios de agua potable, energía eléctrica y gas domiciliario.

En la Sentencia T-064/94, la Corte Constitucional ha definido los servicios públicos domiciliarios como:

“.....aquellos que se prestan a través del sistema de redes físicas o humanas o con puntos terminales en las viviendas o sitios de trabajo de los usuarios y cumplen la finalidad específica de satisfacer las necesidades esenciales de las personas.”

Además la Corte Constitucional ha dicho que el servicio público domiciliario está destinado a satisfacer las necesidades básicas de las personas en circunstancias fácticas, es decir en concreto y tienen directa relación con derechos fundamentales como el derecho a la salud y la vida (Sentencia T-055/11)

La Constitución de 1991 por su parte refiere que la prestación del servicio público depende de que exista una cobertura física. La constitución reconoce las limitaciones existentes en esta materia (Artículo 367 de la Constitución de 1991), y que los servicios públicos admiten controles objetivos de calidad y de eficiencia (Artículos 367 y 370 de la Constitución de 1991).

Capítulo 6. Conclusiones

Desafíos de la Ley 1715 de 2014

En Colombia se están comenzando a dar pasos importantes en la implementación de las energías renovables en especial la energía solar, como método viable y alternativo a los sistemas energéticos convencionales, la expedición de la Ley 1715 de 2014 es una prueba de esto, sin embargo la implementación de las energías renovables en especial la energía solar fotovoltaica, la energía solar térmica y la energía solar termoeléctrica, afrontan unos desafíos para que estos entren a dinamizar y complementar el sistema energético actual.

La reglamentación de la Ley 1715 de 2014 es el desafío más grande en el corto y mediano plazo para que las energías renovables sustituyan a un sector energético que con el pasar del tiempo va demostrando sus falencias y confirmando que el uso de la energía basada en recursos no renovables no es el camino para un futuro energético próspero y sostenible que garantice la supervivencia del ser humano en condiciones dignas.

La Ley 1715 de 2014 contempla la posibilidad de utilizar sistemas aislados, híbridos e interconectados, los dos primeros ya están funcionando en el país debido en gran parte a que no requieren una mayor reglamentación para su uso, lo que queda entonces en la Ley sin reglamentar es respecto a los sistemas interconectados al sistema interconectado nacional, conforme quedo establecido en el artículo 6, numeral 1, literal a):

Artículo 6. Competencias Administrativas. Corresponde al Gobierno Nacional, el ejercicio de las siguientes competencias administrativas con sujeción a lo dispuesto en la presente ley, del siguiente modo:

1. Ministerio de Minas y Energía.

a) Expedir dentro de los doce (12) meses siguientes a la entrada en vigencia de esta ley los lineamientos de política energética en materia de generación con FNCE en las Zonas No Interconectadas, la entrega de excedentes de autogeneración a pequeña y gran escala en el Sistema Interconectado Nacional, la conexión y operación de la generación distribuida, el funcionamiento del Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía y demás medidas para el uso eficiente de la energía. Estos lineamientos deberán corresponder a lo definido en esta ley y las Leyes 142 y 143 de 1994.

El artículo 8 de la Ley 1715 de 2014 en sus literales a, b y d dice que la entrega de excedentes por créditos de energía pueden ser negociables con terceros naturales o jurídicos a partir de una medición bidireccional sencilla que permita la medición residencial, para muchas empresas, entre ellas la empresa INGELCOR S.A.S surgen muchas dudas sobre cómo se va a reglamentar esto, como por ejemplo:

Se podría comercializar entre personas del mismo barrio, entre vecinos

Se podría comercializar entre algunas empresas que se encuentren en un mismo barrio

Se establecería un precio mínimo para el kw generado por las fuentes no convencionales de energía en este caso por los paneles solares.

Una reglamentación debe evitar que se den monopolios, manipulación de costos o aumento de costos en la manipulación de los excedentes.

Es claro que el éxito de esta ley depende del marco regulatorio que se desarrolle, se espera que este sea exitoso ya que se observa que en la reglamentación han venido trabajando conjuntamente la DIAN, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El éxito de la reglamentación y los estímulos tributarios que prevé la presente ley posicionaría a Colombia como un país Pionero en materia de energías renovables.

Se espera que para este año, se puede articular el trabajo que han venido haciendo los distintos ministerios, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la CREG para dar paso al desarrollo de esta Ley.

Otro desafío en su implementación es la ausencia de una política clara con metas concretas que permita que el Estado llegue a las zonas no interconectadas con mayor celeridad para garantizarle los servicios públicos esenciales a poblaciones que habitan en zonas de difícil acceso; es por ello que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía deben trabajar conjuntamente en la tarea de establecer unas metas para los próximos años en para llegar a las zonas no interconectadas y sobre todo, a incorporar un presupuesto determinado para este sector en los planes energéticos nacionales.

También se reitera el interés de esta monografía por proponer que las energías derivadas de la energía solar sean contempladas como servicios públicos, de manera que se regule su captación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización, lo que significa estimular su explotación y, en consecuencia, empiecen a operar empresas prestadoras del servicio cuyo carácter sea público, privado o mixto, de modo que se establezca una sana competencia que permita el desarrollo de la tecnología necesaria en razón de la cual se amplíe la cobertura, se haga un uso adecuado y racional, y se proporcione beneficio y confort a la mayoría de quienes

habitamos este país, se protejan los recursos no renovables y se mengüe lo más posible la contaminación.

De otra parte, es preciso, las energías derivadas de la solar, además de entrar a formas parte de los servicios públicos domiciliarios, adquieran el carácter de servicio público esencial, obligatorio, solidario, y de utilidad pública, ya que están destinadas a satisfacer necesidades colectivas primordiales en forma permanente.

Por último hay que insistir en que las grandes ventajas de la masificación del uso y aprovechamiento de las energías provenientes del recurso energético solar radica en que a diferencia de las derivadas de recursos no renovables, aportan beneficios de orden medioambiental, económico, social y pedagógico que redundan en el cuidado del ser humano y su entorno, optimizando por ende la calidad de vida.

Referencias

Agencia Andaluza de la Energía. (s.f.). *Energía solar*. Recuperado de:
<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/ciudadania/energia-solar>

Alcaldía de Montería. (2015). *Primer colegio con energía solar en el país*. Recuperado de:
<http://www.monteria-cordoba.gov.co/noticias/individual/?cod=892>

Amador, L. E. (2011). *Los servicios públicos frente a las reformas económicas en Colombia*.
Bogotá, D.C.: Universidad Externado de Colombia.

Arellano, D. y Cabrero, C. (2005). La Nueva Gestión Pública y su teoría de la organización.
Gestión & Política Pública, Vol. 14, N°3, pp. 599-618

Asociación Nacional de Industriales. (2014). *Boletín Novedades Tributarias*. Recuperado de:
<http://www.andi.com.co/trib/Documentos%202014/Novedades%20Tributarias-5-2014-1.pdf>

Bridgewater, A. & Bridgewater, G. (2009). *Energías Alternativas*. Madrid: Paraninfo.

Casas, J. M. y otros. (2007). *Educación medioambiental*. San Vicente, Alicante, España:
Editorial Club Universitario.

Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014, “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”*. Bogotá: Diario Oficial No. 49150 de 13 de mayo de 2014

_____. (2001). Ley 697 de 2001, “*Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*” Bogotá: Registro Distrital No. 44573 del 5 de octubre de 2001.

_____. (1994). Ley 142, “*por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones*”. Bogotá: Diario Oficial 41433 del 11 de Julio de 1994

_____. (1994a). Ley 143, “*por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética*. Bogotá: Diario Oficial 41434 del 12 de Julio de 1994.

_____. (1993). Ley 99 de Diciembre 22 de 1993, “*por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Diario Oficial 41146 de Diciembre 22 de 1993

Consejo de Estado. Sala de Consulta y Servicio Civil. (2007). *Pronunciamiento respecto de EMPRESAS DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS. EMPOPASTO S.A. E.S.P.: 1) Naturaleza jurídica. 2) Régimen jurídico de sus empleados. 3) Régimen disciplinario aplicable.* Recuperado de:
http://portal.uexternado.edu.co/pdf/Derecho/Revista%20Digital%20de%20Derecho%20Administrativo/edicion_3/jurisprudencia/teoriaGeneral/Consejo%20de%20Estado-Rad%201799+31%20enero-2007.pdf

Consortio Energético CORPOEMA. (2010). Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE). Bogotá, D.C.: CORPOEMA

Corte Constitucional de la República de Colombia. (2002). *Sentencia C-339-02*. Recuperado de:
<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2002/C-339-02.htm>

_____. (1994). *Sentencia C-519-94*. Recuperado de:
www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1994/C-519-94.htm

D'Addario, M. (2014). *Manual de Energía Solar Fotovoltaica*. Comunidad Europea: Lulu-Safe Creative.

Deleage, J. P. & Souchon, Ch. (2006). *La energía como tema interdisciplinar en la educación*. Bilbao: Los libros de la Catarata

Fernández, J. M. (2011). *Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica*. Madrid: AMV Ediciones

Friedmann, R. (2003). *La Gestión Pública en el siglo XXI. Anticipando los cambios que vienen. Hacia un Sector Público Inteligente y en constante aprendizaje*. Chile: Universidad Central

García de Enterría, E. y Fernández, T. M. (2002). *Curso de derecho administrativo*. Madrid: Civitas

Henry, J. G. & Heinke, G. W. (2009). *Ingeniería ambiental*. México: Prentice Hall

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas. (2015). *Proyectos Investigación Aplicada*. Recuperado de: <http://www.ipse.gov.co/>

Jutglar, Ll. (2004). *Energía Solar*. Barcelona: Ediciones Ceac.

Lucio, J. y otros (2014). *Observando el Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Meisel, A. (2008). *Las economías departamentales del Caribe continental colombiano*. Bogotá: Banco de la República.

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Colombia una potencia en energías alternativas*.

Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>

Ministerio de Minas y Energía. (2010). *Resolución 180919 de Junio 1 de 2010, “Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE, se definen sus objetivos, subprogramas y se adoptan otras disposiciones al respecto”*. Bogotá: Diario Oficial No. 47728 de junio 2 de 2010.

_____. (2006). *Resolución 180609 de 26 de mayo de 2006, “Por la cual se definen los subprogramas que hacen parte del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales, PROURE, y se adoptan otras disposiciones”*. Recuperado de:

<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/normas/R180609.pdf>

Organización de las Naciones Unidas. (1997). *Cumbre para la Tierra + 5*. Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>

_____. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado de:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

_____. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano*. Estocolmo: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Recuperado de: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/estocolmo01.pdf>

Presidencia de la República de Colombia. (2007). *Decreto 2501 de julio 4 de 2007, "Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica"*. Bogotá: Diario Oficial No. 46.679 de 4 de julio de 2007

_____. (1974). *Decreto 2811 de Diciembre 18 de 1974, "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente"*. Bogotá: Diario Oficial No. 34243.

Quintanilla, R. (2013). *Replanteo de Instalaciones solares térmicas*. Madrid: IC Editorial

Revista Semana. (2010, 07, 22). *Colombia ingresó la Agencia Internacional de Energías Renovables*. Bogotá

Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, Noviembre, Bogotá

Roldán, J. (2008). *Fuentes de energía*. Madrid: Paraninfo.

Ruiz, M. C. (2014). *Intervención en el Foro “Energía sostenible para todos”*. Nueva York, 6 de junio. Recuperado de: http://www.se4all.org/wp-content/uploads/2014/06/se4all-forum_statement_colombia.pdf

Solen Technology. (2015). *Productos de energías renovables*. Recuperado de: <http://www.solentechnology.com/>

Telleria, C. E. (2014). *Cincuentécnicos años*. Buenos Aires: Dunken

The Worldwatch Institute. (2007). *La situación del mundo*. Barcelona: Icaria Editorial, S.A.

Twenergy (2013). *La Energía Solar en Colombia*. Recuperado de: <http://twenergy.com/a/la-energia-solar-en-colombia-916>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2014). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogotá, D.C.: La Imprenta Editores S.A.

Valera, J. P. (2005). *Apuntes de Física General*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México

Apéndice A

Algunos ejemplos de calentadores solares instalados en Colombia en la década de 1980



Figura 1. Vista parcial de los 1250 calentadores solares instalados por el Centro Las Gaviotas a mediados de los ochenta en Ciudad Salitre, Bogotá.

Fuente: Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, Noviembre, Bogotá



Figura 2. Calentador de la cafetería de la antigua Empresa de Energía de Bogotá (EEB), construido en 1983 por el Centro Las Gaviotas (140 m² de colectores, tanque de 12 000 litros) y desde entonces en operación.

Fuente: Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, Noviembre, Bogotá



Figura 3. Colectores solares del Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, en operación desde mediados de los ochenta (240 m² de colectores, tanque de 20 m³, no visible)

Fuente: Rodríguez, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, Noviembre, Bogotá

Apéndice B
Planta de energía solar en la Central de Gas de Pacífic-Rubiales
ubicada en San Mateo (Sucre)



Apéndice C

Paneles solares del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas



Paneles solares en Isla Fuerte (Bolívar)

Fuente: <http://www.ipse.gov.co/>



Panel solar en Isla Fuerte (Bolívar)

Fuente: <http://www.ipse.gov.co/>



Panel solar en Parque Nacional Natural Utría

Fuente: <http://www.ipse.gov.co/>



Paneles solares en Titumate (Chocó)

Fuente: <http://www.ipse.gov.co/>

Apéndice D

Primer colegio con energía solar en el país



La Institución Educativa Leticia, Sede Martinica en la zona rural de Montería se convirtió en la primera en contar con un sistema autónomo de energía solar que le permitirá abastecerse a cero costo. La instalación de los 16 paneles solares que garantizan energía 24 horas al establecimiento educativo estuvo a cargo de la Alcaldía de Montería en una apuesta por incentivar el uso de energía limpia.

El alcalde de la ciudad, Carlos Eduardo Correa Escaf, inauguró en la mañana de este jueves 12 de marzo el sistema que beneficia a los 120 niños y niñas de la sede, al igual que el centro de salud y la estación de policía que recibe energía solar en horas de la tarde cuando culmina la jornada académica.

“Es un piloto de energía solar que estamos entregando hoy y la idea es seguir expandiéndonos. Los niños que estudian acá tendrán energía e internet 24 horas.

En el año 2014 esta institución estuvo 413 horas sin servicio de energía y esta es una opción amigable con el medio ambiente que estamos poniendo al servicio de la comunidad” expresó el alcalde.

Dijo que 400 kilogramos de CO₂ (dióxido de carbono) se dejarán emitir al medio ambiente

y que el mayor impacto será en la calidad educativa.

“No podemos compararlos solo con el costo de la energía que se está ahorrando sino con el impacto social que tiene. Imagínese un colegio con 412 horas sin luz al año, la calidad educativa que puede tener, hoy esas 412 horas tienen un costo social enorme que se los va a



reemplazar estos paneles”, afirmó Correa Escaf.

Rafael Ahumada, rector del colegio dijo que “nos beneficiamos enormemente con este proyecto, porque aquí se va la luz fácilmente, con estos paneles solares se nos facilita la actividad académica y los niños pueden aprovechar las instalaciones que tiene la institución porque ahora tenemos energía 24 horas”.

Osmanis Rodríguez, docente de la institución manifestó que “antes sufríamos mucho por calor cuando se iba la luz, ahora con la luz solar hemos tenido excelente beneficio, ojalá que se masifique en toda la comunidad”.

Jorge Luis Hernández, padre de familia dijo que “cuantas horas no duramos sin energía el año anterior, ahora vamos a tener luz siempre. Gracias al alcalde por habernos tenido en cuenta”.



La inversión en el sistema de energía solar fue de 86 millones y cuenta también con baterías de carga que soportan 12 horas, acometidas internas y externas. Es un sistema robusto con 3200 vatios de potencia, que permite que el colegio funcione con todos los elementos que tiene.

La primera iniciativa con energía renovable la puso en marcha la Alcaldía de Montería con la instalación de paneles solares en un planchón en noviembre del año anterior. La meta este año es instalar el mismo sistema en otros planchones para que pueda prestar el servicio de transporte nocturno y activar una ruta turística.

Fuente: Alcaldía de Montería. (2015). *Primer colegio con energía solar en el país*. Recuperado de: <http://www.monteria-cordoba.gov.co/noticias/individual/?cod=892>



