

Artículo de revisión.

Cómo citar: L. Hincapié, "Caracterización, impacto e implementación de las energías alternativas en Colombia en empresas públicas y privadas. Estudio preliminar", *Inventum*, vol. 13, no. 25, pp. 17-28, julio - diciembre, 2018. doi: 10.26620/uniminuto.inventum.13.25.2018. 17-28

Editorial: Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

Recibido: 30 de mayo de 2018

Aceptado: 28 de junio de 2018

Publicado: 3 de septiembre de 2018

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existen intereses en competencia.

CARACTERIZACIÓN, IMPACTO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA EN EMPRESAS PÚBLICAS Y PRIVADAS. ESTUDIO PRELIMINAR

CHARACTERIZATION, IMPACT AND IMPLEMENTATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN COLOMBIAN PUBLIC AND PRIVATE ORGANIZATIONS. AN INTRODUCTORY STUDY

CARACTERIZAÇÃO, IMPACTO E IMPLEMENTAÇÃO DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS NA COLÔMBIA NAS EMPRESAS PÚBLICAS E PRIVADAS. ESTUDO PRELIMINAR

Luisa Fernanda Hincapié Vigoya

Resumen

El presente manuscrito permite conocer la caracterización e impacto de las energías alternativas realizado por las instituciones públicas y privadas a lo largo de los últimos seis años en Colombia. Se realizó una revisión bibliográfica de los principales aportes hechos por diferentes investigadores presentados en diferentes artículos de revistas especializadas. En la misma medida, fueron utilizadas diversas fuentes tales como manuales, libros, artículos, folletos, catálogos y recursos académicos en revistas de opinión y especializadas. La fuente principal de consulta fue la página web del Ministerio de Minas y Energía en donde se presentan diferentes manuales con legislación vigente para la interpretación de resoluciones y leyes relacionadas con esta temática. Los resultados de la revisión muestran el crecimiento de cada tipo de energía de las entidades en Colombia y se deriva un análisis en cuanto a los beneficios y su capacidad instalada.

Palabras clave: Energías alternativas, crecimiento energético, impacto ambiental, Colombia, sector público, sector privado.

Abstract

This paper accounts for the characterization and impact of alternative energy sources carried out by public and private organizations during the last six years in Colombia. The authors reviewed literature on the main research contributions, as reported in journal articles. For that purpose, they turned to sources such as manuals, books, articles, booklets, catalogs and academic resources in specialized and opinion journals. The main source was the website of the Ministry of Mines and Energy, which contains a number of manuals on current law to understand the resolutions and

Luisa Fernanda Hincapié Vigoya

lfvigoya@gmail.com

Andali inversiones SAS.



norms concerning this issue. The results show the growth of each type of energy in different Colombian organizations, and the authors present an analysis in terms of benefits and installed capacity.

Keywords: Alternative energy sources, energy growth, environmental impact, Colombia, public sector, private sector.

Resumo

O presente escrito permite conhecer a caracterização e impacto das energias alternativas realizado pelas instituições públicas e privadas ao longo dos últimos seis anos na Colômbia. Realizou-se uma revisão bibliográfica dos principais contribuições feitas por diferentes pesquisadores apresentados em diferentes artigos de revistas especializadas. Na mesma medida, foram utilizadas diversas fontes tais como manuais, livros, artigos, brochuras, catálogos e recursos acadêmicos em revistas de opinião e especializadas. A fonte principal da consulta foi a página site do Ministério de Minas e Energia em onde se apresentam diferentes manuais com legislação vigente para a interpretação de resoluções e leis relacionadas com esta temática. Os resultados da revisão mostram o crescimento da cada tipo de energia das entidades na Colômbia e deriva-se uma análise quanto aos benefícios e sua capacidade instalada.

Palavras-chave: Energias alternativas, crescimento energético, impacto ambiental, Colômbia, setor público, setor privado.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de las materias primas para suplir la creciente demanda de energía para múltiples usos pone en riesgo constante la sostenibilidad del planeta. Uno de los principales factores que inciden en la contaminación y el deterioro de la capa de ozono es el uso de este tipo de recursos en grandes cantidades sin otorgarles el tiempo para su regeneración, por tal razón es necesario utilizar energías alternativas que sean capaces de satisfacer la demanda de energía sin provocar el agotamiento de los mismos. Alrededor del mundo países como China, EE.UU., Alemania, España y Brasil, entre otros [1], [2], se han posicionado entre los países con mayor implementación de energías alternativas, y si bien Colombia no figura en ningún listado, la energía del país es producto principalmente de centrales hidroeléctricas. WWF Colombia afirma: “El 70% de la electricidad del país se produce a partir de fuentes hídricas. Cerca del 30% de la energía restante proviene de termoeléctricas que usan gas, carbón y diésel para generar electricidad, mientras que apenas 0,13% proviene de fuentes de energía renovable como el viento” [3].

Partiendo de la implementación de las mismas, en Colombia se hace pertinente identificar cuál sector económico aporta en mayor porción a esta práctica ecológica, con el fin de evidenciar su crecimiento en el país, a lo largo de tres semestres se ha llevado a cabo una investigación que permite caracterizar el crecimiento en la implementación de las energías alternativas en instituciones públicas y privadas teniendo en cuenta las que iniciaron su operación en los últimos seis años.

Se realizó una revisión en los últimos seis años acerca de proyectos de energías alternativas con mayor impacto en el país, con el fin de obtener datos cercanos a la actualidad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La implementación de energía solar en Colombia data desde la década de los 80, esto se debe a una aplicación masiva, ya que se instalaron miles de calentadores en residencias de dos sectores en la ciudad de Bogotá (Ciudad Salitre y Ciudad Tunal); en el Palacio de Nariño también instalaron uno de estos calentadores; además, en algunas viviendas en Villa Valle de Aburrá en Medellín, y, por la misma época, en el centro vacacional Las Gaviotas (Melgar, Tolima) se instalaron paneles solares para calentar agua [4].

De igual forma, a mediados de dicha década, surgieron varias compañías nacionales de fabricación e instalación de calentadores solares (compañías de Bogotá, Manizales y Medellín).

Por otra parte, las pequeñas centrales hidroeléctricas están presentes en el país desde hace más de un siglo, la primera central hidroeléctrica se construyó en el año 1891 y a partir 1920 se empezó a brindar el servicio a 27 municipios de Santander [45].

Entre tanto, en zonas rurales de Cundinamarca, en donde se produce panela, los pobladores han desarrollado el transporte de paneles solares en burro [5], [6], lo que demuestra que en Colombia las energías alternativas sí son una solución que se viene implementando, lo que no se conoce es en qué proporción, pues en el país se encuentran estudios de las diferentes implementaciones de energías alternativas y el potencial que se tiene para cada una [7], [8] y [9]. Sin embargo, estos son aislados y no se cuenta con ningún trabajo o investigación en modalidad de caracterización con respecto al tema en cuestión, por lo anterior se ha planteado la siguiente pregunta de investigación: ¿se hace oportuna la caracterización e implementación de las diferentes instituciones públicas y privadas que han implementado energías alternativas en Colombia?

REFERENTE TEÓRICO

Alrededor de las energías alternativas, existen entes, normas y tratados, de carácter nacional e internacional, que pretenden dar orden y normalizar el uso y funcionamiento de las energías con fuentes no convencionales.

Uno de los apartados fundamentales es la Agencia Internacional de las Energías Renovables (Irena) [10], tiene como objetivo la promoción de la energía renovable en todo el mundo con asesorías sobre políticas concretas que faciliten la capacidad y transferencia de tecnología para la implementación de dichas energías; en Colombia, la Corte Constitucional, mediante la sentencia C-332/14, genera el Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables, que se ajusta a la Constitución Política, tanto en su aspecto formal como en su contenido material.

De otra parte, dentro de los principales aportes generados en el contexto nacional se encuentra la Ley 1715 de 2014 [11] cuyo objetivo es promover la eficiencia y la implementación de energías no

convencionales o energías limpias, de igual forma busca reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) cumpliendo los tratados internacionales. Además de la ley mencionada anteriormente, el país cuenta con un marco normativo compuesto por diversas resoluciones y decretos.

Así mismo se encuentran documentos expedidos por el ministerio de minas y energía que cuentan con mapas aproximados del potencial por departamentos en Colombia, estos son: *Atlas de biomasa residual en Colombia* [8], *Atlas de radiación solar en Colombia* [12], *Atlas de viento y energía eólica de Colombia* [13]; además de estas publicaciones, existe un documento expedido por la empresa Isagen: *Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia* [14], cuyo objetivo es dar a conocer con claridad en qué consiste la energía geotérmica, además del potencial que tiene Colombia por su ubicación.

La Universidad del Atlántico en colaboración con UPME (Unidad de Planificación Minero Energética) desarrolló una cartilla titulada *Energía renovable* [9], donde se expone el potencial a grandes rasgos de Colombia frente a la implementación de las energías renovables.

Dentro de los aportes importantes, se encuentra el trabajo de grado de la Universidad Militar Nueva Granada titulado “Inventario documentado de represas en Colombia” [15] del año 2013, que contempla un inventario de las hidroeléctricas más influyentes del país.

Finalizando la revisión académica de artículos en revistas de las diferentes instituciones de educación superior, se evidencia la carencia de información respectiva al proceso de caracterización en instituciones públicas y privadas a nivel nacional.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar las instituciones públicas y privadas que implementan energías alternativas en Colombia.

Objetivos específicos

- Revisar diferentes fuentes bibliográficas que permitan caracterizar las instituciones tanto públicas como privadas según el tipo de energía alternativa que sea implementada.
- Analizar la información obtenida por los diferentes medios.

- Evaluar la información suministrada de entidades públicas y privadas sobre energías alternativas.

DISEÑO METODOLÓGICO

Para este apartado se presentan diversas etapas que permiten responder a la pregunta de investigación. Se describen de manera puntual cada una de ellas con la finalidad de clarificar aún más la información para el lector. Esta investigación tiene un enfoque de carácter descriptivo cualitativo, que permite conocer los diferentes sucesos establecidos para los hallazgos y respuestas de la pregunta planteada. Se dan a conocer a continuación cada una de las etapas del trabajo.

A. Fase I. Recolección de información

Se hizo revisión a diferentes fuentes de información tales como artículos científicos y periódicos o revistas de conocimiento popular, comunicados, leyes, entre otros, con el fin de encontrar hallazgos pertinentes para el desarrollo de la investigación. Se tomarán como referencia datos de los últimos seis años, teniendo en cuenta que reflejan la información actual.

B. Fase II. Análisis la información

La información recolectada fue tabulada en función del tipo de energía implementada (eólica, solar, marina, geotérmica, hidráulica o biomasa). Posteriormente, en cada tabla se identificó el origen de la institución (pública, privada o mixta), el año desde el cual se empezó a implementar la energía alternativa, la cantidad de energía generada y el número de paneles, en el caso de energía solar fotovoltaica o número de aerogeneradores en el caso de la energía eólica, y las toneladas de dióxido de carbono (CO₂) que se dejan de producir gracias a la instalación de los paneles.

C. Fase III. Evaluación de la información

Una vez se tuvo organizada la información, se procedió a determinar el crecimiento en cuanto al uso de energías renovables en los últimos seis años, el sector que genera mayor energía gracias a fuentes alternativas, departamentos en Colombia más representativos, el tipo de energía (eólica, solar, marina, geotérmica, hidráulica o biomasa) más implementada y la capacidad de generación de energía por cada una.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta parte de la investigación se tabuló la información, por sectores, identificando los aspectos importantes de cada implementación: nombre y/o lugar, fecha desde la cual inicia la operación, número de dispositivos implementados (paneles o aerogeneradores), capacidad instalada y las emisiones de CO₂ que se han dejado de emitir al medio

ambiente. Posteriormente, se realizaron las gráficas que permiten determinar de una forma visual el crecimiento de implementación por sectores, el aporte de cada sector y cuál ayuda más a la reducción de dióxido de carbono.

1. Listado general de las instituciones que implementan energías alternativas en el sector privado a nivel nacional.

Tabla 1. Resultados de energía solar (sector privado)

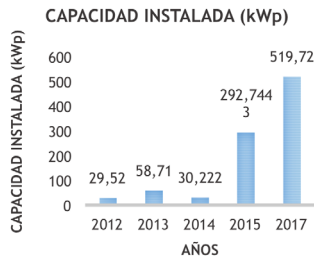
ENERGÍA SOLAR				
INSTITUCIÓN/LUGAR	FECHA	N.º PANELES	CAPACIDAD INSTALADA (KWP)	EMISIONES CO ₂ (TON/AÑO)
Autogermana	Diciembre, 2015	80	20	10
Colegio Ramón Jimeno	2015	148	0,0243	22
Granja solar Celsia Yumbo	Septiembre, 2017	3500	402	6600
C. C. La Reserva, Medellín, Antioquia	Marzo, 2017	96	30,72	2059
Universidad Autónoma de Occidente	2015	638	150	79,75
Universidad Jorge Tadeo Lozano	Octubre, 2014	24	6	3
EcoPark	Septiembre, 2014	24	3	3
Hotel Quibdó Plaza	2014	20	5	2,5
C. C. Plaza de las Américas, Bogotá, Cundinamarca	Octubre, 2015	1020 m ²	17,91	96,5
San Felipe, Guainía	Febrero, 2014	33	8,31	4,155
Timbiquí, Cauca, resguardo indígena	Julio, 2015	10	2,5	1,25
Buenaventura, Valle del Cauca	Junio, 2015	32	8	4
La Tebaida, Quindío, Mocawa Resort	Agosto, 2015	153	38,22	18,8
Bogotá, Cundinamarca	Diciembre, 2012	7	1,8	0,9
Tocancipa, Cundinamarca	Diciembre, 2015	51	12,69	6,345
Chía, Cundinamarca	Noviembre, 2012	79	19,74	9,87
Andes, Antioquia	Junio, 2013	2	0,54	0,27
Girardota, Antioquia, Incolmos Yamaha	Abril, 2013	144	35	11,95
Lorica, Córdoba	Marzo, 2012	9	2,34	1,17
Barranquilla, Atlántico, Residencia Jaime Amín	Noviembre, 2014	48	0,012	6,2
Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena	Abril, 2013	48	12	6
Guajira, Cerrejón	Noviembre, 2015	30	7,4	3,7
Riohacha, La Guajira	Agosto, 2012	23	5,64	2,82
Universidad Pontificia Bolivariana/EPM	Abril, 2013	25	6,27	3,135
Universidad Pontificia Bolivariana/EPM	Octubre, 2013	20	4,9	2,45
Medellín, Antioquia, pormotora Green S.A.S	Mayo, 2014	33	7,9	4,125
Isla de providencia, posada Indra	Mayo, 2015	24	6	3,35
Santa Catalina, Isla Santa Catalina	Mayo, 2015	8	2	1,05
Isla de providencia, posada Oceanview	Mayo, 2015	16	6	2,21
Pascual Bravo, Medellín	Junio, 2015	88	22	11
Planta BOSI, Itagüí, Antioquia	Marzo, 2017	348	87	38,31

Fuente: Elaboración propia.

Se encuentran un total de 31 casos de implementación de energía solar fotovoltaica.

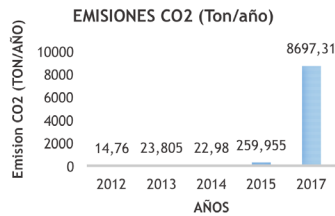
Se evidencia que el año con mayor capacidad instalada para el sector privado es el año 2017, con 519,72 kWp, y el año con menor implementación es el año 2012, con 29,52 kWp.

Figura 1. Capacidad instalada de energía solar en los últimos años (sector privado)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Toneladas de CO₂ que se han dejado de emitir en los últimos años (sector privado)



Fuente: Elaboración propia.

El año en el cual se dejó de emitir más toneladas de CO₂ en el sector privado de energía solar fotovoltaica fue el año 2017, como se observa en la figura 1, en este mismo año se evidenció la mayor capacidad instalada.

Tabla II. Resultados de energía solar térmica (sector privado)

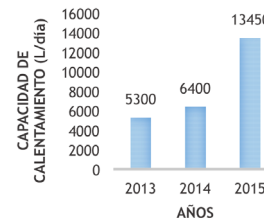
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		
INSTITUCIÓN / LUGAR	FECHA	CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO (L/DÍA)
Tenjo, Cundinamarca	Diciembre, 2013	3000
Cúcuta, Norte de Santander	Junio, 2014	2000
Santa Marta, Magdalena	Septiembre, 2013	2000
Albania, Guajira	Agosto, 2013	300
Lorica, Córdoba	Abril, 2014	400
San Cristóbal, Medellín	Mayo, 2014	4000

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		
INSTITUCIÓN / LUGAR	FECHA	CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO (L/DÍA)
Bogotá, Cundinamarca	Agosto, 2015	5000
Hotel Oxo 69, Bogotá, Cundinamarca	Febrero, 2015	8450

Fuente: Elaboración propia.

Se encuentran un total de ocho casos de implementación de energía solar térmica a nivel nacional en cuanto a instituciones privadas.

Figura 3. Capacidad instalada en paneles solares para el calentamiento de agua en los últimos años (sector privado)



Fuente: Elaboración propia.

El año que representa mayor capacidad de calentamiento en el sector privado es el año 2015.

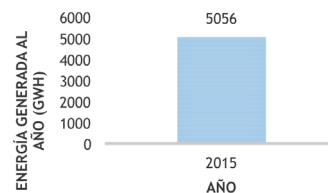
Tabla III. Resultados de Energía Hidráulica (Sector Privado)

ENERGÍA HIDRÁULICA (HIDROELÉCTRICAS)			
NOMBRE	ENERGÍA GENERADA AL AÑO (GWH)	UBICACIÓN	AÑO DE INAUGURACIÓN
Hidro Sogamoso	5056	Santander	2015

Fuente: Elaboración propia.

En el sector privado se encuentra un solo caso de implementación de energía hidráulica.

Figura 4. Capacidad instalada en hidroeléctricas en los últimos años (sector privado)



Fuente: Elaboración propia.

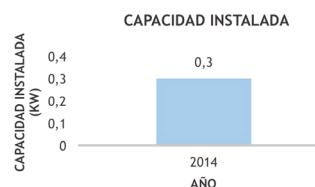
Tabla IV. Resultados de energía eólica (sector privado)

ENERGÍA EÓLICA			
INSTITUCIÓN	FECHA	N.º AERO GENERADOR	CAPACIDAD INSTALADA
U. Jorge Tadeo Lozano	octubre, 2014	1	0,3 kW

Fuente: Elaboración propia.

La energía eólica solo cuenta con una implementación en los últimos seis años, perteneciente al sector privado.

Figura 5. Capacidad instalada en energía eólica en los últimos años (sector privado)



Fuente: Elaboración propia.

El único año en el cual fue implementada la energía eólica fue el 2014.

2. Listado general de las instituciones que implementan energías alternativas en el sector público a nivel nacional.

Tabla V. Resultados de energía solar (sector público)

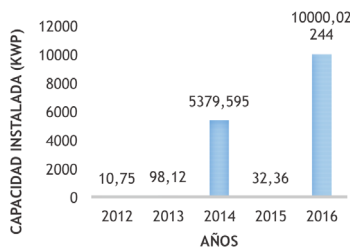
ENERGÍA SOLAR (ILUMINACIÓN)				
INSTITUCIÓN/LUGAR	FECHA	N.º PANELES	CAPACIDAD INSTALADA (KWP)	EMISIONES CO ₂ (TON/AÑO)
ITC	Enero, 2016	88	0,02244	11
Jardín Botánico José Celestino Mutis	Noviembre, 2014	39	9,55	3,379
U. Nacional de Colombia	2015	5450 m ²	0,61	0,22
Piamonte, Cauca	Abril, 2015	13	3,25	1,625
Alto Redondo, Cundinamarca	Noviembre, 2013	6	1,47	0,735
Titumate, Choco	Diciembre, 2012	6	1,5	0,75
Fonseca, La Guajira	Marzo, 2012	5	1,35	0,675
Laboratorio de Ciencias de la Energía, Ingeominas, Robledo	Abril, 2014	21442	5360,45	2680,225
El playón, Santander	Marzo, 2012	19	4,8	2,4
Isla Fuerte, Bolívar, Universidad Nacional	Septiembre, 2012	4	1	0,5
Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena	Junio, 2013	180	45	22,5
Aracataca, Magdalena	Mayo, 2013	31	7,63	3,815
Fundación, Magdalena	Abril, 2013	48	12	6
La Mercedes, Magdalena	Abril, 2013	27	6,67	3,335
Valledupar, Cesar	Mayo, 2013	13	3,28	1,64
Rongoy, Cesar	Mayo, 2013	6	1,45	0,725
Palominio, Guajira	Mayo, 2013	27	6,76	3,38
Pueblo Bello, Cesar	Mayo, 2013	28	7	3,5
Manizales, Caldas	Febrero, 2012	8	2,1	1,05
La Guajira	Mayo, 2014	8	1,96	0,98
Bejucales, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Yacopí, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Medina, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Paratebueno, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Palomas, Paratebueno, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Toquiza, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49
Las Virginias, Cundinamarca	Noviembre, 2013	4	0,98	0,49

ENERGÍA SOLAR (ILUMINACIÓN)				
INSTITUCIÓN/LUGAR	FECHA	N.º PANELES	CAPACIDAD INSTALADA (KWP)	EMISIONES CO ₂ (TON/AÑO)
Guayacán, Buenaventura	Octubre, 2014	31	7,635	3,8175
Jardín Botánico, UN, sede Caribe	Abril, 2015	114	28,5	14,25
UNA, sede Manizales	Febrero, 2016	40 000	10 000	0,22

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a energía solar fotovoltaica, en el sector público se encontraron 30 casos de implementación.

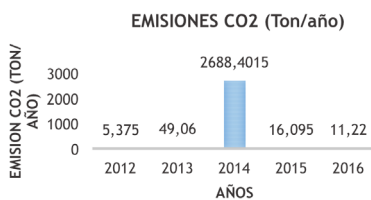
Figura 6. Capacidad instalada en energía solar en los últimos años (sector público)



Fuente: Elaboración propia.

En el sector privado, el año 2016 representa la mayor capacidad instalada con 10 000,02244 kWp.

Figura 7. Toneladas de CO₂ que se han dejado de emitir en los últimos años (sector público)



Fuente: Elaboración propia.

El año que en el cual se dejaron de emitir más toneladas de CO₂ en el sector público fue el año 2014.

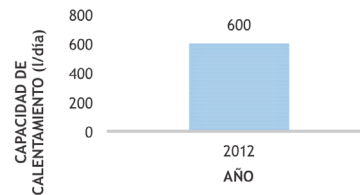
Tabla VI. Resultados de energía solar térmica (sector público)

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		
INSTITUCIÓN / LUGAR	FECHA	CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO (L/DÍA)
Manizales, Caldas	Febrero, 2012	300
El Playón, Santander	Marzo, 2012	300

Fuente: Elaboración propia.

Se encuentran un total de dos casos de implementación de energía solar térmica a nivel nacional en cuanto a instituciones públicas

Figura 8. Capacidad instalada en paneles solares para calentamiento de agua en los últimos años (sector público)



Fuente: Elaboración propia.

La implementación de energía solar térmica en el sector público se desarrolló en un solo año, el 2012.

3. Listado general de las instituciones que implementan energías alternativas en el sector mixto a nivel nacional.

Tabla VII. Resultados de energía solar (sector mixto)

ENERGÍA SOLAR				
INSTITUCIÓN/LUGAR	FECHA	N.º PANELES	CAPACIDAD INSTALADA (KWP)	EMISIONES CO ₂ (TON/AÑO)
Codensa	Junio, 2015	168	42	19
San Martín y Pto. Gaitán, Meta	Mayo, 2013	61	15,2	7,6
Ituango, Antioquia	Noviembre, 2012	50	12,5	6,25
El Salado, Carmen de Bolívar	Enero, 2014	3	0,83	0,415

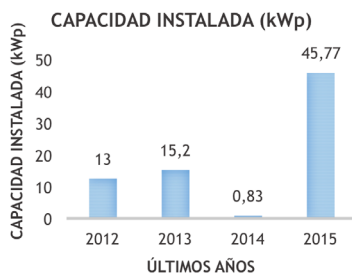
ENERGÍA SOLAR				
INSTITUCIÓN/LUGAR	FECHA	N.º PANELES	CAPACIDAD INSTALADA (KWP)	EMISIONES CO ₂ (TON/AÑO) ²
Codensa, Bogotá, Árbol Solar	Noviembre, 2015	2	0,52	0,26
El Cerrito, Piamonte, Cauca	Abril, 2015	13	3,25	1,625

Fuente: Elaboración propia.

En el sector mixto se encontraron seis casos de implementación de energía solar fotovoltaica.

Figura 11. Porcentaje actividad por sectores en la energía solar fotovoltaica en los últimos años

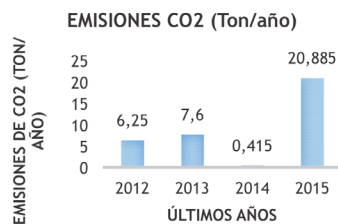
Figura 9. Capacidad instalada en energía solar en los últimos años (sector mixto)



Fuente: Elaboración propia.

El año con mayor capacidad instalada en el sector mixto fue el año 2015.

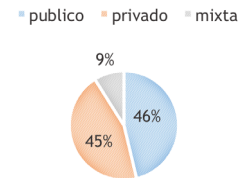
Figura 10. Toneladas de CO₂ que se han dejado de emitir en los últimos años (sector mixto)



Fuente: Elaboración propia.

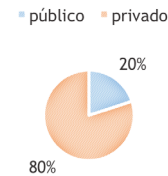
El año en el cual el sector mixto dejó de emitir más toneladas de CO₂ fue el año 2015.

4. Por otro lado, se realizó el análisis de la actividad por sectores de acuerdo con cada tipo de energía, obteniendo los siguientes resultados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Porcentaje actividad por sectores en la energía solar térmica en los últimos años



Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos en la tabla 1, y reflejados en la figura 1, se evidencia que el año con mayor capacidad instalada para el sector privado es el año 2017, con 519,72 kWp, comparado con el sector público, esta cifra es significativamente baja, ya que dicho sector representa en el año 2016 la mayor capacidad instalada con 10000,02244 kWp; en consecuencia, en cuanto a implementación de energía fotovoltaica, las instituciones públicas llevan la delantera. Contrario a la afirmación anterior, y como se refleja en la figura 9, el sector privado tiene el mayor porcentaje de casos implementados, con el 46% del total de casos estudiados (67), mientras que el sector público aporta el 45% de implementación de casos y, finalmente, el sector privado corresponde al 9% de implementación de energía solar fotovoltaica.

Se evidencia en el sector una inversión grande en zonas rurales e instituciones educativas, ya que el Estado ha implementado diferentes programas para zonas que no se encuentran interconectadas al servicio de la energía, dentro de este programa se encuentra la iniciativa Luces para Aprender [16], implementada en escuelas de zonas rurales, principalmente en el departamento de Cundinamarca, y planes de energización rural sostenible (PERS), que tienen estudios e implementaciones en: La Guajira, Choco y Tolima.

PERS inició en el 2016 y se planea que esté totalmente implementado para el año 2018.

Si bien el año que representa la mayor capacidad instalada en cuanto al sector público es el año 2016 (figura 7), se puede concluir que el año en el que dicho sector emitió menos toneladas de CO₂ es el año 2014, contrario al sector privado, donde el año con mayor capacidad instalada es el año 2017 (figura 1); de igual forma el año en el que se emitieron menos toneladas de CO₂ es el año 2017 (figura 2), esto significa que la capacidad instalada no es directamente proporcional con la producción de CO₂.

Estudiando las figuras 2 y 7, las instalaciones del sector público representan menos impacto para el ambiente, contrario a lo que podría esperarse, ya que el sector privado tiene mayores casos de implementación.

En cuanto a la energía solar térmica, en la figura 10, se encontró que el 80% de la implementación de este sistema corresponde al sector privado y el sector público corresponde al 20% del total de casos estudiados [10].

Con respecto a la capacidad de calentamiento instalada medida en l/día, el sector privado supera al sector público en más del doble, con 13450 y 600 (figuras 3 y 8 respectivamente), además, el sector público solo muestra un año de actividad, año 2012.

Por otra parte, la energía eólica corresponde el 100% al sector privado con una sola implementación, como puede observarse en la tabla IV y posteriormente en la figura 5, con una capacidad instalada de 0,3 kW, correspondiente al sector privado.

Finalmente, con respecto a las centrales hidroeléctricas, la fuente ecológica más antigua en el país [17, 18], en los últimos cinco años se han inaugurado solo dos centrales correspondientes al sector

privado, el crecimiento es poco ya que estas centrales son grandes construcciones que conllevan grandes gastos, tanto en su instalación y adecuación como en su mantenimiento, además de depender su construcción del caudal de la fuente hídrica y de las condiciones topográficas del terreno; a pesar de lo anterior, generan gran cantidad de fluido eléctrico, el 70% del fluido eléctrico del país proviene de estas centrales. Por otra parte, el mantenimiento de los paneles solares no representa mayor trabajo, además de que su instalación en instituciones de pequeño y mediano tamaño son sencillas [18, 19, 20].

CONCLUSIONES

- Los resultados de la revisión muestran el crecimiento de cada tipo de energía de las entidades en Colombia de carácter público, privado y mixto que son casos de implementación de energías alternativas desde el año 2012 hasta el 2017.
- El potencial de energía limpia del país se concentra en las centrales hidroeléctricas, y aunque en los últimos seis años solo se inauguró una de estas centrales, este tipo de energía alternativa es el que mayor recurso energético genera en el país.
- La energía solar representa el mayor número de implementaciones a nivel nacional en los últimos seis años, debido, quizá, a la facilidad de instalación (ya que no requiere espacio adicional) y mantenimiento, además del bajo costo en comparación con los otros tipos de energía alternativa.
- Del total de los casos estudiados, la energía solar representa una solución para pequeñas instituciones, mientras que la energía hidráulica es una opción representativa para poblaciones.
- El sector con mayor implementación de energías alternativas, en general, es el de carácter privado.
- Energía solar: Este tipo se destaca en 31 casos; el 2017 es el año que evidencia mayor capacidad instalada. El sector público presenta 30 casos, el 2016 es el año que evidencia mayor capacidad instalada, y 6 casos para el sector mixto, con mayor capacidad instalada en el 2015.
- Energía solar térmica: Se destaca en 8 casos, el 2015 es el año que evidencia mayor capacidad instalada. El sector público presenta 2 casos durante el año 2012 de capacidad instalada.
- Energía hidráulica: Este sector presenta un caso en el 2015.
- Energía eólica: Este sector presenta un caso en el 2014.

- A pesar de que la implementación de energías alternativas ha presentado un continuo crecimiento en pro de la eficiencia energética a lo largo de los últimos seis años, esto no se ve directamente reflejado en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que en el año 2016 aumentó la concentración de CO₂, alcanzó 403,3 partes por millón (ppm), por encima de los 400 registrados en el 2015, pero debe tenerse en cuenta que la generación de energía no es la única actividad que genera este tipo de emisiones.

RECOMENDACIONES

- A partir de este tema se pueden hacer diferentes tipos de trabajo, bien sea de pregrado o posgrado.
- Abrir una nueva línea de investigación que abarque a fondo y con más detalles la caracterización de las energías renovables, de igual forma el presente artículo puede ser base para futuros comparativos económicos, aunque no es el objeto del presente manuscrito.

REFERENCIAS

- [1] Corporación para la Energía y el Medio Ambiente (Corpoema) y Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (Nov., 2012) *Inversiones y gastos de AOM para la actividad de generación en zonas no interconectadas utilizando recursos renovables*. Disponible en: http://www.creg.gov.co/phocadownload/presentaciones/corpoema_zni_aom.pdf
- [2] Grupo EPM, ESSA. (s. f.) Reseña histórica [En línea]. Disponible en: <https://www.essa.com.co/site/accionistas/es-es/perfilcorporativo/rese%C3%B1ahist%C3%B3rica.aspx>
- [3] Isagen (s. f.) Nuestras centrales [En línea]. Disponible en: <https://www.isagen.com.co/SitioWeb/es/nuestro-negocio/generamos-energia/nuestras-centrales>
- [4] Portafolio, (Septiembre, 2017), *La planta de energía solar, Celsia Solar Yumbo, inició operaciones*. Lugar: Periódico El Portafolio. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/infraestructura/celsia-solar-yumbo-inicio-operaciones-509308>
- [5] Vargas, K. “Energía solar para municipios de Cundinamarca”, *El Campesino*, (may., 2015). Disponible en: <http://www.elcampesino.co/energia-solar-para-municipios-de-cundinamarca/>
- [6] “Al hombro y en burro llegó la energía solar”, *El Espectador*, (may., 2015). Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/al-hombro-y-burro-llego-energia-solar-articulo-563309>
- [7] Hybrytec, (Marzo, 2016), *Soluciones energía solar*. Disponible en: <http://www.hybrytec.com/soluciones-energia-solar>
- [8] (2005) *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. Disponible en: http://www.upme.gov.co/atlas_radiacion.htm
- [9] R. Palacios, “Inventario documentado de represas en Colombia”, Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil, Universidad Militar Nueva Granada, 2013. Disponible en: <http://www.umng.edu.co/>
- [10] (S. f.). Irena (International Renewable Energy Agency). Disponible en: <http://www.irena.org/>
- [11] Ojea L. (Octubre, 2017) *El extraño caso de que cuando más renovables y eficiencia hay, se registran los mayores datos de CO₂ en el planeta*. Disponible en: <http://elperiodicode-laenergia.com/el-extrano-caso-de-que-cuando-mas-renovables-y-eficiencia-hay-se-registran-los-mayores-datos-de-co2-en-el-planeta/>
- [12] (2006). *Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia*. Disponible en: http://www.upme.gov.co/atlas_viento.htm
- [13] N. Marzolf, *Emprendimiento de la energía geotérmica en Colombia*. Medellín: BID, Isagen, 2014. Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6558/Energia%20Geotermica%20Colombia%207-1-14finalweb.pdf?sequence=1>
- [14] V. M. Chamorro, *Cartilla energía renovable*. Ciudad: UPME, oct. 2014. Disponible en: <http://www.upme.gov.co:81/sgic/sites/default/files/cartilla%20energia%20renovable.pdf>

- [15] Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación y el Desarrollo (OEI). (s. f.) *Luces para aprender*. Disponible en: <http://lucspa-raaprender.org/web/>
- [16] Sistema de Información Minero Energético Colombiano (Simec). (s. f.) *Planes de Energización Rural Sostenible departamentales o regionales*. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/zni/>
- [17] Ministerio de educación nacional. (Noviembre, 2017) *Colombia una potencia en energías alternativas*. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>
- [18] Sistema de Información Minero Energético Colombiano (Simec). (s. f.) Fuentes no convencionales de energía. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Home/Biomasa/tabid/76/language/en-US/Default.aspx>
- [19] (S. f.) *Guía para el mantenimiento de una planta fotovoltaica*. Sun Fields Europe. Disponible en: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/instalaciones-fotovoltaicas-tipos-de-mantenimiento/>
- [20] *Colombia ya construye su planta más grande de energía solar moderna*. (Febrero, 2017) Lugar: Energía Limpia XXI Disponible en: <https://energialimpiaparatodos.com/2017/02/26/26124/>