

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

**ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA ENERGÍA ELÉCTRICA CONVENCIONAL
Y LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN HOGARES RESIDENCIALES DE LA
CIUDAD DE BOGOTÁ**

Juan Carlos Beltrán Moreno

Paula Constanza Manrique Ramírez

Guía 3. Seminario de investigación

Especialización Gerencia Gestión de Proyectos

Facultad de Estudios en Ambientes Virtuales

UNIVERSIDAD EAN, Ciudad de Bogotá

Septiembre 2019

Resumen

La demanda energética en Colombia y en el mundo cada vez es mayor, pues existe un gran crecimiento poblacional e industrial, necesitando consumo energético y trayendo consigo problemas económicos, sociales y ambientales. Una posible solución para suplir esta demanda y disminuir los problemas causados por la generación eléctrica actual es la energía solar fotovoltaica, dado que Colombia cuenta con un buen nivel de potencial de radiación solar en todo su territorio, pudiendo sacar provecho de esta fuente energética con diferentes tecnologías. El objetivo de esta investigación fue analizar la correlación existente entre el uso de la energía eléctrica convencional y la alternativa de emplear la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá mediante una encuesta de opinión realizada a 151 residentes, en una muestra contenida en los estratos socioeconómico 3 y 4 con una población de 1.048.028 usuarios. Los resultados más sobresalientes fueron: De 151 encuestados, un 58.7 % indicó tener conocimiento de los beneficios económicos al implementar otras fuentes de energía no convencionales, en contraste a un 41.3% y un 90.0% estaría dispuesto a instalar paneles solares en su hogar, a pesar de que un 29.1% desconoce empresas de servicios en Energías Solares Fotovoltaicas (ESF). Se concluye que la alternativa de emplear la energía solar fotovoltaica en instalaciones domiciliarias de la ciudad de Bogotá es altamente correlacional en contraste al uso de la energía eléctrica convencional, debido a que brinda beneficios económicos, es eficiente, limpia y amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Energía, energía renovable, energía solar fotovoltaica, energía eléctrica domiciliaria, radiación solar.

Introducción

La demanda de energía está aumentando en todo el mundo, y actualmente se busca la forma de adquirir algún tipo de energía para satisfacer las necesidades que cada vez son mayores. Mientras estas necesidades aumentan, los recursos energéticos más comunes (como el petróleo, carbón, gas natural y uranio), se hacen más escasos. La tendencia mundial de generación de energía eléctrica se está inclinando a emplear las energías renovables (ER) que permitan suplir estas necesidades, de manera que su transporte y precio sean asequibles para la sociedad de consumo (Austin, M. 2011). Así mismo las nuevas tecnologías con ER, garantizan la sostenibilidad de

nuestro planeta y por efecto directo los costos de las nuevas tecnologías han empezado a competir con las soluciones tradicionales. (Giraldo, 2017).

La energía solar fotovoltaica (ESF), se reconoció por primera vez en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel (Energiza, 2018). Desde finales del siglo XX, ha crecido la incorporación, de la tecnología fotovoltaica en aplicaciones terrestres (Cheremisinoff y Regino, 1978). pasando de algunas pequeñas instalaciones para la investigación, al desarrollo de las plantas de demostración y finalmente, a una fuerte implementación gracias a mecanismos de apoyo gubernamentales que han permitido alcanzar la madurez tecnológica en unos pocos años (Seguí, 2014). Algunos de los beneficios de la ESF, según Medina y Venegas, (2018) son: No contaminante, inagotable, evita el calentamiento global, reduce el uso de combustibles fósiles, reduce las importaciones energéticas, contribuye al desarrollo sostenible, es modular, versátil, permite aplicaciones para generación eléctrica a gran escala y también para pequeños núcleos aislados de la red.

En la actualidad, Colombia busca suplir la demanda de energía eléctrica de manera eficiente en todas las regiones del país ya que se tienen dependencias de fuentes de energía que demandan el uso de recursos naturales, como: petróleo, carbón y agua (hidráulica). Las cuales contaminan gravemente al medio ambiente. Además, los sistemas fotovoltaicos son de fácil instalación y sus costos tienden a disminuir, es decir: necesitan poco mantenimiento, presentan larga vida útil y el costo de las celdas solares cada vez es menor. La capacidad instalada de generación de energía solar fotovoltaica en el mundo para el año 2014 fue de 177 GW, en el año 2015 se incrementaron 50 GW respecto al año anterior, logrando un valor histórico de 227 GW y un crecimiento del 25% de esta fuente renovable. En el año 2015 las energías renovables representaron el 23,7% de la capacidad de generación de energía del mundo, dentro de estas, la fotovoltaica representaba el 1,2%; Los países líderes en generación eléctrica fotovoltaica son: China, Alemania, Japón, Estados Unidos, Italia, Reino Unido, Francia, España, India y Australia. Se estima que la energía solar fotovoltaica ha generado alrededor de 2.772 empleos en el mundo y su mercado se aproxima a los USD 300 millones anuales (Gómez, et al. 2018).

Colombia cuenta con un recurso solar (radiación) promedio uniforme durante el año para todo el territorio del orden de 4,5 kWh/m² (Toledo, 2013), propicio para ser utilizado en generar y suplir las necesidades de energía eléctrica por medio de sistemas solares fotovoltaicos. En el 2005

existían aproximadamente 145 sistemas fotovoltaicos, cuya capacidad instalada era 208,06 kW (Anglés R, et al, 2008), en el año 2014 se tenía alrededor de 11,6 GW y en el 2015 se incrementó un 0,6 GW para un total aproximado de 12 GW. Con esto se ratifica que la generación de electricidad en el país a partir de fuentes renovables como la solar fotovoltaica es muy baja (Gómez, et al. 2018).

La implementación de los sistemas de energía fotovoltaicos en instalaciones domiciliarias en la ciudad de Bogotá es cada vez más frecuente. Los costos de la energía y un servicio colapsado en temporadas estivales generaron en distintos círculos sobre todo el científico y académico la necesidad de embarcarse en una transición hacia un mayor uso de las energías alternativas. Así mismo, los efectos al medioambiente que ocasiona la generación de energía convencional hacen necesario volcarse hacia un modelo que tenga a la vivienda sustentable como una opción más real de lo que hoy es (Diario Norte, 2017).

La ciudad de Bogotá recibe en promedio entre 3,5 y 4,5 kWh por metro cuadrado de radiación solar. Esto significa que, de manera constante, se generan las ondas solares que permiten que a diario se produzca energía solar. Por ende, se localiza en una importante posición geográfica y astronómica con respecto al Sol y se encuentra en ventaja con respecto a otras ciudades del país que emplean ESF (López, 2019). Según la resolución 030 de 2018, se puede inyectar energía a una red de fluido eléctrico en la ciudad, siempre y cuando este no supere los 1.000 kWh de capacidad eléctrica. Por tanto, el mercado de la energía solar en Colombia se vuelve cada vez más accesible, al permitir que cualquier persona natural se beneficie e instale en su casa ESF (López, 2019). Por lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es determinar la correlación existente entre el uso de la energía eléctrica convencional y la alternativa de emplear la energía solar fotovoltaica en instalaciones domiciliarias de la ciudad de Bogotá.

Metodología Identificar relación o n que existe entre dos o más variables

Participantes.

El alcance de este estudio es de tipo correlacional, con un diseño de investigación de tipo no experimental y enfoque cuantitativo. Se consideró el grado de asociación o relación existente entre dos variables de consumo energético (energía solar fotovoltaica y energía eléctrica convencional) en una población específica de residentes en la ciudad de Bogotá, ubicados en los estratos

socioeconómicos 3, 4, 5 y 6 (Secretaría Distrital de Planeación, 2019). Esta selección, se estimó debido a que residentes de un estrato socioeconómico más elevado, pueden llegar a ser un cliente potencial para la instalación de un sistema de ESF. El tamaño de la población total de los estratos 3, 4, 5 y 6 fue de 1.228.386 usuarios que emplean en sus hogares energía eléctrica con la empresa de Energía CODENSA. S.A (Tabla 1), con corte a julio del 2019. Posteriormente, a partir de este universo se aplicó una encuesta de opinión a 151 residentes a una muestra contenida en los estratos socioeconómico 3 y 4 con una población de 1.048.028 usuarios (SIU, 2019).

Tabla 1. Clientes en la ciudad de Bogotá que pueden aplicar sistemas fotovoltaicos.

Municipio	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total residencial
BOGOTA, D.C.	746.798	301.230	100.428	79.930	1.228.386

Fuente: (SUI, 2019)

Instrumentos.

Se consideró el grado de asociación entre la energía solar fotovoltaica y la energía eléctrica convencional, mediante una encuesta de opinión aplicada a 151 residentes de la ciudad de Bogotá a fin de determinar el tipo de energía con más beneficios para el usuario y el medio ambiente. A continuación, se explican los instrumentos de medición en las dos variables de estudio:

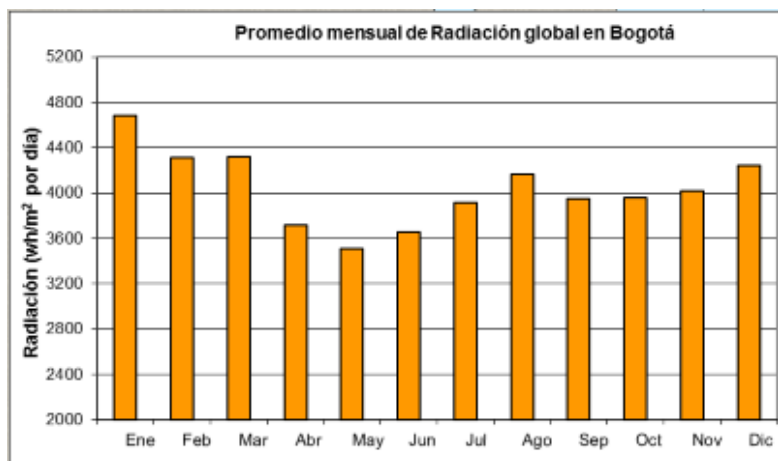
Energía convencional: Los elementos que permiten determinar la variable operacional para la energía convencional son los mismos empleados para cuantificar la electricidad y los empleados por la empresa de luz de Bogotá. Se contabiliza en Kilowatts (kWh)/día. Por tanto, para conocer cuanta electricidad consumió un hogar residencial se realiza el cálculo por mes, multiplicando por 31 días. (ENEL, 2019).

Energía solar fotovoltaica: Los elementos que permiten determinar la variable operacional para la energía solar fotovoltaica son: (1) La medida de la radiación solar, (2) La medición de la duración del brillo solar, (3) La Ubicación y exposición de los instrumentos de medición de la radiación solar y (4) La medida de las variables del ambiente (Beltrán J, 2017). Los datos suministrados por el IDEAM permiten tener una idea de los niveles de irradiación presentes para cada hora del año teniendo en cuenta también la variabilidad que hay entre los meses (IDEAM, 2019).

El IDEAM, suministra información precisa o aproximada de los datos de irradiación del lugar, tablas de radiación, promedios anuales, programas, métodos o equipos de medición que permitan

la estimación de esta información. Bajo esta metodología se considerarán los datos de irradiación solar (G_a) y temperatura de la ciudad de Bogotá, estos datos son importantes ya que con ellos se podrá estimar la generación de energía de un sistema solar fotovoltaico. Los datos de irradiación solar y temperatura fueron obtenidos de diferentes fuentes, una de ellas es el atlas de radiación solar (Figura 1), ultravioleta y ozono de Colombia proporcionado por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales de Colombia (IDEAM) (IDEAM, 2019), de este atlas se pudo obtener la irradiación solar horizontal promedio mensual histórica de la ciudad de Bogotá que se puede ver a continuación en la Figura 1. Para el caso de la energía solar fotovoltaica, se hace la conversión de Joules por segundo (J/s) a Watts totales (Tabla 2), luego se convierte a kilowatts (kW) dividiendo en 1000, (Beltrán J, 2017).

Figura 1. Promedio mensual de radiación global en Bogotá.



Fuente: (IDEAM, 2019)

Tabla 2. Conversión de energía solar fotovoltaica a energía convencional.

Unidad	Equivalencia
1 Watt (W)	1Joule/segundo (J/s)
1 W*h	3,600 J
1 KW*h	3.6 MJ
1 W*h	3.412 Btu
1 Caloría	0.001163 W*h
1 Caloría	4.187 Joule
1 cal/cm ²	11.63 W*h/m ²
1 MJ/m ²	0.27778 kW*h/m ²
1 MJ/m ²	277.78 W*h/m ²
1 MJ/m ²	23.88 cal/cm ²
1BTU	252 calorías
1BTU	1.05506 KJ
1 cal/(cm ² *min)	60.29 MJ/m ² por día

Fuente: (Beltrán J, 2017).

Procedimientos.

La investigación, es de tipo correlacional, con un diseño no experimental y enfoque cuantitativo, debido a que los datos de medición se obtuvieron a partir de una encuesta de opinión aleatoria.

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

Se efectuó una lluvia de ideas entre los investigadores, para la formulación de las 9 preguntas, a fin de estimar el alcance e impacto de la investigación. Seguidamente, se obtuvieron las respuestas y el análisis inferencial estadístico de las mismas.

Resultados

A partir de una población o universo de 1.048.028 usuarios que emplean en sus hogares energía eléctrica, se aplicó una encuesta de opinión aleatoriamente a una muestra comprendidas en los estratos socioeconómico 3 y 4, adultos y con niveles de educación, medio o profesional (SUI, 2019). Se encuestó a un total de 151 personas, donde se efectuaron 9 preguntas. Esta encuesta fue realizada entre el jueves 12 de septiembre hasta el sábado 14 de septiembre del 2019, en la ciudad de Bogotá y se estimó un error estimado del 5% y un intervalo de confianza del 95%. A partir de la cual se obtuvo los siguientes resultados:

En la primera pregunta, 125 personas (82.8%) de 151 personas encuestadas; consideran que la energía eléctrica es costosa. En la segunda pregunta 96 (63.6%) consideran que SI hacen un buen uso de la energía en contraste a 55(36.4%) que consideran que NO. En la tercera pregunta, 96 (63.6%) SI tiene conocimiento del efecto invernadero o cambio climático; en contraste a un 55 (36.4%) que desconoce del tema. En la cuarta pregunta, 120 (82.2%) considera que las energías fotovoltaicas Si reducirían los costos de su tarifa mensual de energía, en contraste a 26 (17.8%) que No considera que el uso de ESF reduciría los costos de su tarifa mensual. En la quinta pregunta, el 88 (58.7%) si tiene conocimiento de los beneficios económicos al implementar otras fuentes de energía no convencionales, en contraste a un 62 (41.3%) que los desconoce. En la sexta pregunta, 135 (90.0%) estaría dispuesto a instalar paneles solares en su hogar en contraste a 15(10%) que no estaría dispuesto a instalarlos. En la séptima pregunta, 107 (70.9%) tienen conocimiento de una empresa que ofrece servicios de ESF, frente a 44(29.1%) que desconoce empresas que ofrecen estos servicios. En la octava pregunta, en la cual se quería consultar al consumidor cual sería el periodo de recuperación económica (inversión) adecuado tras la adquisición de un sistema fotovoltaico se encontró que 54 (36.7%) consideran un año el tiempo apropiado, 73(49.7%) considerarían cinco años, 15 (10.2%) consideraron 10 años y finalmente 5 personas (3.4%) consideraron 15 años el tiempo estimado de recuperación de su inversión. En la novena y última pregunta, en la cual se quería conocer si el consumidor estaría dispuesto a un incremento en el servicio de energía mensual a fin de contar con un servicio de garantía de hasta 5 años en el servicio

de energía fotovoltaica, se encontró que 93 (62.0%) estaría dispuesto a un incremento por 5 años y 57 (38.0%) estaría dispuesto a 1 año.

Adicionalmente, se soportaron los datos de esta investigación a partir de la encuesta realizada por Panel de Hogares de Nielsen. Este estudio lo realizó la Asociación de Energías Renovables, SER Colombia, para indagar el conocimiento de los colombianos sobre las energías renovables no convencionales. El estudio fue realizado entre el 15 de julio y el tres de agosto de 2019 en 5 ciudades del país (Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Medellín). La muestra contó con la participación de 1.074 hogares, de 4.863 con que cuenta el Panel de Hogares de Nielsen, sobre un universo de 5'358.713 hogares en el país. Fueron encuestados hogares de Nivel Socio Económico uno, dos, tres y cuatro (Valora Analitik, 2019). A partir del cual, un 69.7% consideran que la energía eléctrica es costosa. Adicionalmente, también se determinó que un 36.1% si estaría dispuesto a pagar un incremento adicional a su proveedor de servicio de energía eléctrica, si la energía proviniera de una fuente de energía renovable no convencional como la ESF. Con esta información de ANDESCO, se observa un panorama de tendencia del mercado, donde el consumidor tiene claro que la producción de energía debe provenir de energías renovables (Valora Analitik, 2019).

Conclusiones y Discusión

Los diferentes fenómenos climáticos y ambientales que afronta el mundo en esta época han obligado a los países a buscar procesos más sostenibles, que disminuyan el impacto ambiental y social (Pinzón, 2016). Esta afirmación es consistente a los resultados obtenidos en esta investigación, donde un 63.6% de los encuestados conocen los efectos del cambio climático. Sin embargo, en Colombia, la generación de energía eléctrica aún no está abierta a las energías alternativas, su porcentaje de uso es todavía muy bajo con respecto a otros mecanismos de producción (Pinzón, 2016). Sin embargo, en un artículo publicado por la revista Dinero (4/9/2018), reportaron que acorde a estudios realizados por la Universidad Jorge Tadeo Lozano y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), se estima que, en el país, en el año 2030 se consumirá un 30% de energías limpias o renovables no convencionales y 70% de las fuentes tradicionales (hidroeléctrica y térmica) (Dinero, 2018).

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

Colombia debe poner en práctica el compromiso adquirido en el acuerdo de París en 2015, el cual busca disminuir los efectos del cambio climático producidos por la contaminación ambiental. Desarrollar nuevos proyectos con políticas y estrategias encaminadas a suplir la demanda de energía eléctrica, preservando un ambiente sano. Como los son mecanismos de desarrollo, entre estos: considerar impuestos o topes de las emisiones de carbono, permisos para emitir carbono, tarifas garantizadas, certificados de energía renovable para los generadores de energías limpias. Sin embargo, para esto es necesario realizar cambios en la industria de energía, consumo y tecnologías (Gómez et al, 2018). A partir de estos cambios en los últimos años en las políticas del país, se observa una tendencia en las personas donde quieren cambiarse a un sistema de ESF y quieren recibir beneficios económicos de la misma. En los datos de la encuesta se encontró que un 58.7 % indicó tener conocimiento de los beneficios económicos al implementar otras fuentes de energía no convencionales, en contraste a un 41.3% y un 90.0% estaría dispuesto a instalar paneles solares en su hogar, a pesar de que un 29.1% desconoce empresas de servicios en ESF. Equivalentemente, este cambio de tendencia en la población colombiana lo soporta la encuesta de Andesco, en la cual se determinó que un 36.1% estaría dispuesto a pagar un incremento adicional a su proveedor de servicio de energía eléctrica, si la energía proviniera de una fuente de energía renovable no convencional como la ESF (Valora Analitik, 2019).

En esta investigación se determinó que un 49.7% de los usuarios consideraría como apropiado un periodo de cinco años en la recuperación económica (inversión) tras la adquisición de un sistema fotovoltaico, lo cual se alinea a lo citado por Gomez y col (2018), donde mencionan que los incentivos y beneficios en el país se rigen por la Ley 1715 de 2014, promueven la implementación de estas tecnologías no convencionales. Sin embargo, se debería contar con más beneficios para las personas naturales o jurídicas que generen electricidad por medio de la energía solar FV, uno de estos sería que el precio por kWh generado por medio de este tipo de energía sea mayor que el de las demás fuentes de generación; Otro beneficio importante sería, recibir apoyos de financiación del estado del orden del 60 a 80 % en la inversión inicial como lo hacen algunos países (Alemania, Japón), Pues se está promoviendo una energía denominada limpia, la cual puede suplir deficiencias energéticas y ambientales (Gómez et al, 2018).

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

Un porcentaje significativo del 41.3 % de las personas desconocen los beneficios que existen actualmente y están por ley, donde promueven el la implementación y uso de las energías renovables. Este resultado se soporta a lo citado por Gómez y col (2018), quienes consideran que las principales barrera en los sistemas fotovoltaicos; son el poco conocimiento que tienen las personas acerca de los beneficios, cómo acceder a ellos y las aplicaciones de este recurso energético; a pesar de que en el país existen instituciones que brindan excelente información e incentivos, además se dispone de personal con formación en diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos, pero no todas las personas conocen acerca de ello (Gómez et al, 2018).

La energía Solar en Colombia es una gran alternativa de uso, es un país beneficiado por su posición geográfica, y en general por su cercanía a la línea del Ecuador. Este factor geográfico, hace que la energía solar, sobre el país llegue con unas características energéticas y de temporalidad más altas que en otras partes del mundo, una energía solar de 4,5 kWh/m²/día y brillo promedio de 6 horas/día, significan un factor determinante para la captación, transformación y uso de esa energía en el país, sabiendo que países como Alemania, lugar con el mayor uso de la energía solar fotovoltaica en el contexto mundial, con aproximadamente 36 GW de capacidad instalada, sólo cuenta con una irradiación promedio de 3,0 kWh/m²/día. (Pinzón, 2016). En nuestro caso particular para esta investigación, en la ciudad de Bogotá, se cuenta con un promedio entre 3,5 y 4,5 kWh por metro cuadrado de radiación solar. Esto significa que, de manera constante, se generan las ondas solares que permiten que a diario se produzca energía solar. Por ende, se localiza en una importante posición geográfica y astronómica con respecto al Sol y se encuentra en ventaja con respecto a otras ciudades del país que emplean ESF (López, 2019).

Se sugiere que en Colombia se deben de implementar más Sistemas Solares Fotovoltaicos de generación eléctrica a pequeña, mediana y grande escala en los sectores económicos, se podría minimizar la saturación de las redes de transporte de energía, disminuir la dependencia de fuentes energéticas como la hidráulica y los combustibles fósiles, disminuir la contaminación ambiental y emisiones de gases de efecto invernadero causadas por el petróleo y carbón, como también generar mayor empleo. Todo esto encaminado a beneficiar más colombianos y lograr una industria energética ambiental, social, eficiente, eficaz y económicamente sostenible en determinado plazo.

El uso de energía fotovoltaica en Colombia se ha venido implementando en lugares muy específicos, como lo son Universidades y Colegios (Giraldo y col, 2018), sin embargo, es necesario

iniciar con una expansión masiva que se traduzca en zonas o regiones teniendo en cuenta la disponibilidad del recurso de energía solar, así por ejemplo la Guajira sería el primer departamento a nivel Nacional en iniciar estudios de transformación y aprovechamiento, teniendo en cuenta que está incluido entre los Atlas de energía solar, cómo el lugar con mayor potencial energético solar en el país. (Pinzón, 2016).

El precio de la energía se convierte en un factor importante, para que los usuarios consideren el uso de energías renovables más eficientes y no tan costosas. El 82.8% de los encuestados consideran que la energía eléctrica es costosa a partir de 151 personas encuestadas. Así mismo, este resultado se soporta con los datos de la encuesta reportada por Andesco donde se determinó que un 69.7% considera la energía eléctrica como costosa en Colombia (Valora Analitik, 2019). Equivalentemente, Arancibia (2010), reporta que la energía convencional proveniente de fuentes de energía como los combustibles fósiles, depende de recursos limitados y acarrear un importante impacto ambiental, en contraste a la opción de emplear la energía solar, la cual procede de manera natural en todo el globo terráqueo, y su utilización no implica la destrucción del entorno (Arancibia, 2010).

Finalmente, y con los soportes mencionados anteriormente, se concluye que la alternativa de emplear la energía solar fotovoltaica es una fuente de energía más económica y confiable en correlación a la alternativa de emplear energía convencional en instalaciones domiciliarias de la ciudad de Bogotá. Por tanto, se concluye que la energía solar fotovoltaica brinda un mayor beneficio económico, es más eficiente, limpia y su utilización no implica la destrucción del medio ambiente.

Referencias

- Arancibia Camilo y Best Roberto. 2010. Energía del Sol. Revista Ciencia. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf
- Austin, M. 2011. "Battery and energy trends and the driving forces behind them", in IEEE Technology Time Machine Symposium on Technologies Beyond 2020 (TTM), Hong Kong. *En*: Berrío, Luis Humberto; Zuluaga, Carlos. 2014. Smart Grid y la energía solar fotovoltaica para la generación distribuida: unarevisión en el contexto energético mundial Ingeniería y Desarrollo, Vol. 32, No. 2, pp. 369-396. Universidad del Norte Barranquilla, Colombia.

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

- Beltrán J (2017). Metodología de diseño para instalaciones solares residenciales en la ciudad de Medellín. (Tesis de Magister). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Cheremisinoff, P y Regino, T. 1978. "Principles & Applications of Solar Energy," Ann Arbor Science, ISBN: 0-250-40247-5, pp. 9-15, Michigan, USA.
- DANE (2019). DANE información para todos. Colombia. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Diario norte. (17 de abril, 2017). Difunden estudio sobre la conveniencia del uso de la energía solar domiciliaria. Recuperado de: <file:///C:/Users/Lenovo/Documents/Especializacion%20gestión%20proyectos/II%20Ciclo%20Agosto%202019/Seminario%20Investigación%20I/Guia%201/Articulos%20energia%20renovable/energia%20domiciliar/D.htm>
- Dinero. (4/9/2018). Informe de la revista Dinero, Medio Ambiente. Colombia da sus primeros pasos para implementar energías renovables. Recuperado de: <https://www.dinero.com/pais/articulo/colombia-avanza-en-generacion-de-energias-renovables/257078>
- Encuesta efectuada por el grupo de investigación, para conocer la tendencia y percepción de los usuarios sobre la utilización de energía renovable "energía Fotovoltaica" Recuperado de: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeNqxM4yFW4DFuzFX9t_BOqfBHwiCd1wLOG9c5R_d51Gloy1Q/viewform?vc=0&c=0&w=1
- ENEL (2019). Grupo ENEL. Colombia. Recuperado de: <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/grupo-enel.html>.
- energética en COLOMBIA. (Tesis postgrado). Universidad militar nueva granada, Bogotá, Colombia.
- Energiza. 2018. Historia de la energía solar fotovoltaica. Recuperado de: https://www.energiza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=624&catid=22&Itemid=111
- Giraldo, M; Vacca, R y Urrego, A. 2017. Las energías alternativas ¿Una oportunidad para Colombia?. (Tesis de postgrado). Universidad Politécnico Gran Colombiano, Bogotá, Colombia.
- Gómez, J; Murcia, J y Cabeza, I. 2018. La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. (Tesis Pregrado). Universidad Santo Tomas. Bogotá, Colombia
- IDEAM, 2019. Atlas de radiación solar ultravioleta y ozono en Colombia. Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>.
- Lisperguer, R. (2017). Presentación Latin America and The Caribbean. IRENA.

Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares residenciales de la ciudad de Bogotá

- López, D. (03 de marzo 2019). “La energía solar en casa deja de ser una utopía”. Periódico El tiempo. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/como-implementar-un-sistema-de-energia-solar-en-bogota-333390>.
- Medina, S y Venegas, A, (2018) Energías renovables, un futuro óptimo para Colombia. Revista Punto de Vista, Universidad Politecnico Gran Colombiano. Vol 9, Num 13. Disponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.15765/pdv.v9i13.1120>.
- Pinzón lady. 2016. Alternativa en el aprovechamiento de energía solar ante crisis
- Secretaria Distrital de Planeación, (2019). Alcaldía Mayor de Bogotá. Colombia. Recuperado de: <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudiosestrategicos/estratificacion/estratificacion-por-localidad>
- Seguí, S; Orts, S; Gimeno, F. 2014. “Módulos Fotovoltaicos.” Centro De Formación Permanente, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Servicio Único de información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI), (2019). Colombia. Recuperado de: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_096
- Valora Analitik - Encuesta. (09-04-2019). Colombianos están dispuestos a pagar más si la energía viene de fuentes renovables no convencionales. Asociación de Energías Renovables, SER Colombia. Recuperado de: <https://www.andesco.org.co/2019/09/04/encuesta-colombianos-dispuestos-a-pagar-mas-si-energia-viene-de-fuentes-renovables-no-convencionales/>