

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GRANJA
UBICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA AGROPECUARIA
BENJAMÍN HERRERA DEL MUNICIPIO DE ARIGUANI MAGDALENA**



OSNAYDER DE JESUS BLANCO ALVAREZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR FACULTAD
DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR, CESAR**

2025

1

www.unicesar.edu.co

Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GRANJA
UBICADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA AGROPECUARIA
BENJAMÍN HERRERA DEL MUNICIPIO DE ARIGUANI MAGDALENA**

OSNAYDER DE JESUS BLANCO ALVAREZ

**ANGÉLICA PATRICIA VANEGA PADILLA
MSC. DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
ESP. GESTIÓN AMBIENTAL
DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR / CESAR**

2025

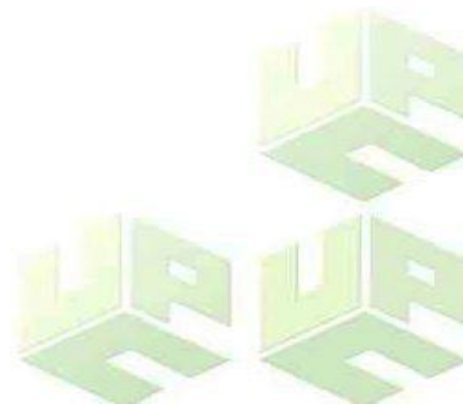


**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo Diseñar un sistema eléctrico fotovoltaico para la granja ubicada en la Institución Educativa Técnica Agropecuaria Benjamín Herrera del municipio de Ariguaní Magdalena, abordada desde el paradigma cuantitativo, siendo una investigación de campo, no experimental pues no se manipuló o controló alguna variable. Asimismo, se contó con una muestra poblacional de 1400 estudiantes pertenecientes a la institución educativa. Es importante mencionar que el estudio se desarrolló en cuatro (4) etapas, siendo estas: diagnóstico de las necesidades de consumo de energía eléctrica, determinación de alternativa de diseño, evaluación de costos y estudio de impacto ambiental. El cumplimiento de estas etapas permitió el logro del objetivo general, debido a que se conoció el consumo real de energía, siendo este un promedio de 10544 Watt/día, lo que permitió adaptar el diseño del sistema fotovoltaico a las necesidades de la granja, determinándose así el costo de los equipos a utilizar en el diseño y finalmente se pudo apreciar cual sería el impacto ambiental, donde se determinó que tres (3) serían los posibles impactos ambientales: la degradación de los recursos naturales, contaminación ambiental atmosférica y del suelo además de la alteración de la presión sonora.

Palabras clave: Diseño, generación eléctrica, sistema solar fotovoltaico aislado.

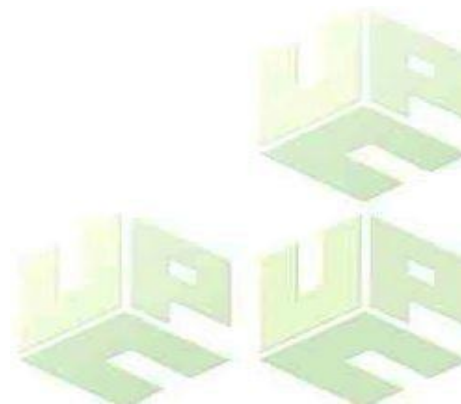


**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

ABSTRACT

The objective of this research is to design a photovoltaic electrical system for the farm located in the Benjamín Herrera Agricultural Technical Educational Institution of the municipality of Ariguaní Magdalena, approached from the quantitative paradigm, being a field investigation, not experimental since no manipulation or control was made. variable. Likewise, there was a population sample of 1400 students belonging to the educational institution. It is important to mention that the study was carried out in four (4) stages, these being: diagnosis of electrical energy consumption needs, determination of a design alternative, cost evaluation and environmental impact study. The fulfillment of these stages allowed the achievement of the general objective, because the real energy consumption was known, this being an average of 10544 Watt/day, which allowed adapting the design of the photovoltaic system to the needs of the farm, determining Thus, the cost of the equipment to be used in the design and finally it was possible to appreciate what the environmental impact would be, where it was determined that three (3) would be the possible environmental impacts: the degradation of natural resources, atmospheric and soil environmental contamination, as well of the change in sound pressure.

Keywords: *Design, power generation, isolated photovoltaic solar system.*



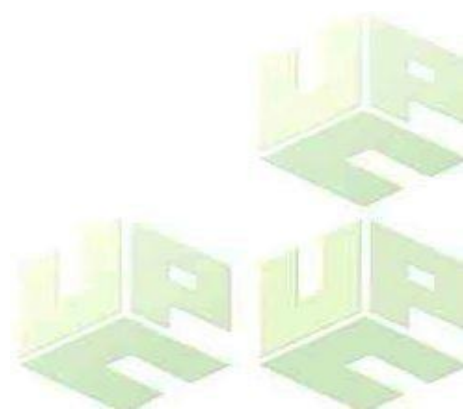
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Figura.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN O PROYECTO	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
4. OBJETIVOS.....	15
4.1 OBJETIVO GENERAL	15
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
5. MARCO REFERENCIAL	16
5.2 MARCO TEÓRICO	19
5.2.1 Geometría solar	19
5.1.1 Radiación solar	21
5.1.2 Asociación de dispositivos fotovoltaicos	21
5.1.3. Generador fotovoltaico	22
5.1.4 Energía solar fotovoltaica.....	23
5.1.4 Clasificación de sistemas fotovoltaicos.....	24
5.2 MARCO CONCEPTUAL	29
5.3 MARCO CONTEXTUAL.....	31
5.4. MARCO LEGAL	33
5.5 MARCO INSTITUCIONAL.....	47
5.1.2 Objetivos	48
5.1.3 Misión.....	48
5.1.4 Visión	49
5.1.5 Estructura organizacional	49
6. MARCO METODOLÓGICO	49
6.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	49
6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	50
6.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	50
6.4 MUESTRA POBLACIONAL.....	51

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

6.5 DESARROLLO METODOLÓGICO	51
Cronograma de actividades	¡Error! Marcador no definido.
6.5.1 Etapa 1: Diagnóstico de las necesidades de consumo de energía eléctrica	51
6.5.2. Etapa 2: Determinación de alternativa de diseño.	52
6.5.3. Etapa 3: Evaluación de Costos	52
6.5.4. Etapa 4: Estudio de impacto ambiental	53
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS	53
7.1. REALIZAR UN DIAGNÓSTICO DE LAS NECESIDADES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA INSTITUCIÓN, INVENTARIANDO TODOS LOS POSIBLES EQUIPOS Y DISPOSITIVOS QUE SE CONECTARÍAN A LA RED ELÉCTRICA Y SUS RESPECTIVOS CONSUMOS.....	53
7.2. DETERMINAR LOS ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SE DEBE CONSIDERAR PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO AISLADO.....	55
7.3. EVALUAR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE GENERE EL PROYECTO 7.3. 7.3 TENIENDO EN CUENTA LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA, LA MANO DE OBRA PARA LA INSTALACIÓN Y LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA A CORTO Y MEDIANO PLAZO.....	63
7.4. ESTABLECER EL IMPACTO AMBIENTAL QUE PUEDA GENERAR LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO AISLADO EN EL ENTORNO DE LA GRANJA	64
8. CONCLUSIONES.....	76
9. RECOMENDACIONES	78
ANEXOS.....	84
EVIDENCIA FOTOGRAFICA	84



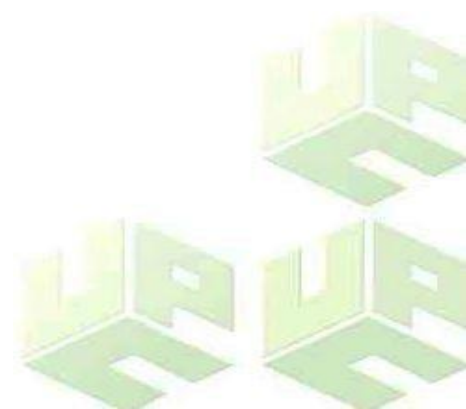
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Listado de Tablas

Tabla 1 Tabla de consumos	54
Tabla 2. Dimensionamiento de Sistema de Generación Eléctrica Fotovoltaico aislado acorde a las necesidades de la granja.....	57
Tabla 3. Producción anual.....	58
Tabla 4 Costos de equipos e instalación.....	64
Tabla 5 Impacto ambiental	72

Tabla de Figura

Figura 1. Trayectoria Sol-Tierra. Los nombres de los solsticios y equinoccios están particularizados para	20
Figura 2. Esquema de un generador fotovoltaico compuesto por 2 ramas de 3 módulos en serie.	23
Figura 3. Diagrama de clasificación de la instalación de los sistemas FV. Puede observar la clasificación de estos sistemas.....	25
Figura 4. Regulador de carga.....	27
Figura 5. Inversor DC/AC.	28
Figura 6. Ubicación satelital de la granja “Pachequín”	58
Figura 7. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino	60
Figura 8. Regulador/Inversor/Cargador.....	60
Figura 9. Batería estacionaria tipo gel.....	62



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

técnica Nacional para la calidad del agua potable, las instituciones educativas deben recibir ayuda en materia de educación ambiental. Apoyo a las comunidades del área de influencia en programas de reforestación.

8. CONCLUSIONES

Luego de planteados y analizados los resultados, se procede a plasmar las conclusiones mismas que serán presentadas relacionando los resultados esperados y los que realmente fueron obtenidos. Cabe señalar, que se establecen siguiendo el orden sistemático de los objetivos planteados, señalando las diferentes limitantes que surgieron a lo largo del recorrido investigativo.

- Realizar un diagnóstico de las necesidades de consumo de energía eléctrica de la Institución, inventariando todos los posibles equipos y dispositivos que se conectarían a la red eléctrica y sus respectivos consumos.

Para el cumplimiento de este objetivo, propuso como meta el inventario de las demandas de las necesidades de potencia de la granja “Pachequín”. Para este diagnóstico fue necesario emplear 10 días, pues una de las limitantes concurrentes fue la de la presencialidad de las autoridades correspondientes para el acompañamiento de los investigadores. Asimismo, la falta de inventario actualizado de la institución también influyó en la toma rápida de los datos. Sin embargo, se pudo determinar que la granja genera consumos elevados de energía eléctrica diarios dando como resultado un promedio de 10544 Watt/día (ver **Tabla 1**), consumo que sirvió para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- Determinar los elementos técnicos que se debe considerar para la instalación de un sistema eléctrico fotovoltaico aislado.

Para el diseño del sistema fotovoltaico se planteó una demanda de acuerdo a todos los componentes eléctricos que generen consumo. El diseño esbozado se caracterizó por contar con un inversor de potencia 300W, con un tamaño seleccionado de 80A, controladores de 70A,

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

tamaño DPS Tipo2-menor a 25m, tamaño fusible 12, con módulos fotovoltaicos No 6, barras de cobre No. 60A y con un grado de protección combiner box de IP66. Asimismo, con estos datos se determinó un total de 10 paneles monocristalinos conectados 02 en paralelo y 8 en serie de 200W. 10 baterías o acumuladores de 200Ah conectados en 2 paralelos y 8 en serie (ver **Tabla 2**).

- Evaluar el impacto económico que genere el proyecto teniendo en cuenta los elementos que integran el sistema, la mano de obra para la instalación y los costos de mantenimiento del sistema a corto y mediano plazo.

Para determinar el impacto económico fue necesario el diseño de una matriz de costos, la cual gracias a la dirección de expertos se pudo complementar, obteniendo así los costos de los equipos, instalación y transporte de los componentes del sistema fotovoltaico. (Ver Tabla 4). A pesar de que en un principio los costos pueden parecer elevados, si se analiza desde la actualidad energética del país, se puede comprender su viabilidad, debido a los altos costos de las tarifas de energía y su alza año tras año. Además, eventos climáticos como el fenómeno del niño, expone al consumidor final a alzas repentinas y a racionamiento de energía, que en el caso de la granja sería bastante sensible, debido al alto consumo.

El análisis detallado demuestra que, aunque los costos iniciales de instalación y la inversión en mano de obra pueden ser considerables, estos son contrarrestados por las reducciones significativas en los costos operativos y de mantenimiento a lo largo del tiempo. La capacidad del sistema para generar energía a un costo inferior al de las fuentes convencionales no solo reduce los gastos de energía en el corto plazo, sino que también garantiza una estabilidad económica en el mediano plazo, minimizando la exposición a fluctuaciones de precios y garantizando un retorno de inversión favorable.

- Establecer el impacto ambiental que pueda generar la instalación del sistema eléctrico fotovoltaico aislado en el entorno de la granja.

Finalmente, se ubicó la matriz de impactos ambientales donde se determinaron elementos de que pueden provocar impacto ambiental. El análisis del contexto permitió determinar 3

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

posibles impactos ambientales con la aplicación de este diseño los cuales serían la degradación de los recursos naturales, contaminación ambiental atmosférica y del suelo; y la alteración de la presión sonora. No obstante, como se pudo determinar anteriormente, los beneficios ambientales que tiene a mediano y largo plazo son notorios como la disminución de emisiones de Co₂ en la generación de energía, debido a que otra de las opciones más comunes para generar energía en entornos aislados son las de motores de combustibles fósiles.

9. RECOMENDACIONES

En nuestro país se ha hecho grandes esfuerzos en las últimas décadas para brindar energía a toda la población. La cobertura eléctrica ha advertido de 1990 a 2021 de un 89% a más del 97% como resultado de numerosas iniciativas públicas y privadas. Sin embargo, no ha sido suficiente pues aún se ubican comunidades que son difíciles de acceder, distantes de la red eléctrica. Por ello la importancia de dar a conocer este proyecto, pues brinda beneficios ya sea a través de soluciones domiciliarias o sistemas con una red de distribución. Los sistemas fotovoltaicos son una excelente solución para proporcionar energía en lugares donde aún no hay red eléctrica, como forma de reducir el costo de la energía que se paga al proveedor de la red.

Dar a conocer en la institución educativa cómo este sistema no solo se utiliza en hogares; sino que también se utilizan para proporcionar energía, es esencial porque permite generar condiciones de confort en este caso en la institución educativa objeto de esta investigación, en el aula, también la iluminación y la temperatura, que son claves para poder enseñar y aprender. Además, la energía brinda a los docentes y alumnos la oportunidad de utilizar la tecnología para el aprendizaje. Los sistemas fotovoltaicos son una excelente solución para este propósito, especialmente en lugares sin red eléctrica y donde la educación es fundamental para llegar a las poblaciones más vulnerables.

Se recomienda utilizar también otros tipos de sistemas para generar el tipo de energía renovable, como por ejemplo la hidráulica, con la finalidad de ayudar a la ausencia de energía

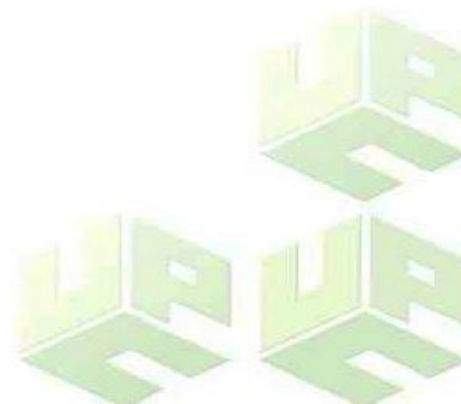
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

en los meses más difíciles donde el sol no aparece, de esta manera se lograría independencia del uso de combustibles fósiles para poder producir energía eléctrica.

Se recomienda divulgar por medios impresos y redes sociales este proyecto con la finalidad de impulsar la economía regional a través del mismo. Igualmente presentar este a empresas con la finalidad de que inviertan de esa manera estaría colaborando con la población más vulnerable.

Se recomienda que los estudiantes de la institución tengan capacitación en cuanto al conocimiento de todo lo relacionado con un sistema eléctrico fotovoltaico, además de conocer las ventajas ambientales y su respectivo impacto en el agua, suelo, aire, flora y fauna.

Que toda la población del municipio tenga conocimiento de este proyecto y de esta manera que comprendan que es una excelente solución para suplir las necesidades energéticas de la comunidad, donde brindan ahorro y menos contaminación en el ambiente.



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

10. BIBLIOGRAFÍA

- Ancízar, A (2016). Diseño de vivienda ecosostenible en el Alto Magdalena de Colombia: Proyecto innovador para el Desarrollo Sustentable.
<https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/1728>
- Arias, F (2012). El Proyecto de Investigación. 6ta Edición. Editorial Episteme. Caracas Venezuela.
- Ariel Mesa, L., Sanabria, C. A., & Javier Pérez, W. (2016). *Diseño de un Sistema solar fotovoltaico autónomo para una institución educativa rural en el municipio de Páez Boyacá*. Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Sogamoso:
http://cici.unillanos.edu.co/media2016/memorias/CICI_2016_paper_148.pdf
- Asociación Española de Normalización. (2018). *Normas UNE-EN*. Obtenido de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
- Boylestad, R. L. (2013). *Electronic devices and circuit theory* (11th ed.). Prentice Hall.
- Calefacción solar y energías renovables. (2018). *Cómo elegir baterías para paneles solares*. Obtenido de <http://calefaccion-solar.com/como-elegir-baterias-para-paneles-solares.html>
- Congreso de la República de Colombia. (2001). *Ley 697*. Obtenido de “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”: <https://minciencias.gov.co/node/288>
- Congreso de la República de Colombia. (27 de 12 de 2002). *Ley 788*. Obtenido de Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones.: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=7260>
- Congreso de la República de Colombia. (03 de 05 de 2014). *LEY 1715*. Obtenido de Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html
- Congreso de la República de Colombia. (09 de 06 de 2015). *Ley 1753*. Obtenido de “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país””: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933>

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- Correa Flórez, C. A., Marulanda García, G. A., & Panesso Hernández, A. H. (10 de 09 de 2016). *Impacto de la penetración de la energía solar fotovoltaica en sistemas*. Obtenido de Revista Tecnura - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a06>: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/issue/view/799>
- De Miguel, A., Bilbao, J., Aguiar, R., Kambezidis, H., & Negro, E. (2001). «*Diffuse solar irradiation model evaluation in the north mediterranean belt area*». Obtenido de Solar Energy, 70(2)
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar engineering of thermal processes. John Wiley & Sons.
- Energía solar. (05 de 2015). *Definición de regulador de carga*. Obtenido de <https://solar-energia.net/definiciones/regulador-de-carga.html>
- Energiza.(2019). *Fotovoltaicos: Concepto y tipos*. Obtenido de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>
- Figueroa-Cuello, A. N., Pardo-García, A., & Díaz-Rodríguez, J. L. (2017). *Sistema control supervisor de clientes con acceso remoto para sistemas solares*. Obtenido de Rev.investig.desarro.innov, 7(2), 367-378. doi: 10.19053/20278306.v7.n2.2017.6104: <http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v7n2/2389-9417-ridi-7-02-367.pdf>
- Gómez Ramírez, J. (2018). *La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas*. Obtenido de Universidad Santo Tomás - Pregrado Ingeniería Mecánica: <http://hdl.handle.net/11634/10312>
- Gutierrez, M (2002). Manual de instalación y mantenimiento de sistemas solares fotovoltaicos. <https://hdl.handle.net/10669/11163>.
- Green, M. A. (2016). Solar cells: operating principles, technology, and system applications. Prentice Hall.
- Hernández Rueda, N. E., & Ramírez Contreras, A. X. (2015). *Estudio Sobre la Sustitución por Energías Renovables (Solar Fotovoltaica) en las Instituciones Educativas de Básica Primaria y Secundaria en Colombia: Análisis y Posibilidades*. Obtenido de Universidad Santo Tomás, Bucaramanga - División Ciencias Económicas y Administrativas - Facultad de Economía: https://www.researchgate.net/profile/Nicolas-Hernandez-Rueda/publication/305959084_Estudio_Sobre_la_Sustitucion_por_Energias_Renovables_Solar_Fotovoltaica_en_las_Instituciones_Educativas_de_Basica_Primaria_y_Secundaria

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Secundaria_en_Colombia_Analisis_y_Posibilidades

Ministerio de Minas y Energía. (23 de 03 de 2018). *DECRETO NÚMERO 0570*. Obtenido de Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica:

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%200570%20DEL%2023%20DE%20MARZO%20DE%202018.pdf>

Monsolar. (2018). *Tipos de sistema solares fotovoltaicos*. Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/tipos-sistemas-solares-fotovoltaicos/>

Perpiñán Lamigueiro, O. (03 de 2013). *Energía Solar Fotovoltaica*. Obtenido de <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>

Perpiñán, O. (2012). «*solaR: Solar Radiation and Photovoltaic Systems with R*». Obtenido de Journal of Statistical Software 50(9), pp. 1–32: <http://www.jstatsoft.org/v50/i09/>

Portafolio. (2016). *Energías renovables, la apuesta que debe hacer el país*. Obtenido de Por su ubicación en la línea ecuatorial, sus climas y ecosistemas diversos, el país cuenta con un gran potencial para implementar energías limpias: <https://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>

Presidencia de la República de Colombia. (19 de 12 de 2003). *Decreto 3683*. Obtenido de Por el cual se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una Comisión Intersectorial: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=11032>

Revista de urbanismo. (12 de 06 de 2005). *Sistemas fotovoltaicos en Arquitectura y Urbanismo*. Obtenido de Revista Electrónica del Departamento de Urbanismo. N°12. ISSN 0717-5051:

https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb_simple/0,1310,SCID%253D14982%2526ISID%253D530%2526IDG%253D2%2526ACT%253D0%2526PRT%253D14974,00.html

Salamanca-Ávila, S. (01 de 09 de 2017). *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá*. Obtenido de Revista Científica • Universidad Distrital - ISSN 0124-2253 • e-ISSN 2344-2350 • Septiembre-Diciembre • Bogotá-Colombia • No. 30 (3) • pp. 263-277: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/index>

Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta Edición. Editorial Mc Graw- Hill. México, DF.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Secretaría de energía. (2008). *Energías Renovables - Energía solar fotovoltaica*. Obtenido de Coordinación de Energías Renovables - Dirección Nacional de Promoción - Subsecretaría de Energía Eléctrica:

https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf

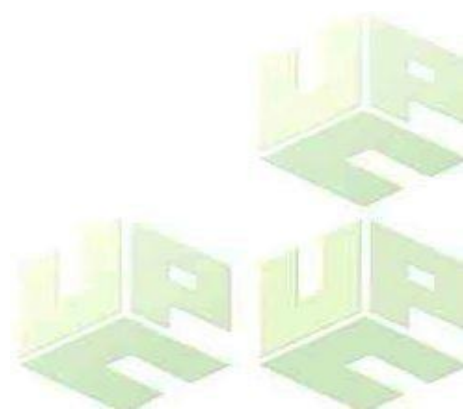
Sistema Fotovoltaico. (2010). *Elementos de un sistema básico de energía fotovoltaica*.

Obtenido de http://antusol.webcindario.com/sistema_fotovoltaico.html

UPME. (2012). *Resolución 0563*. Obtenido de Por la cual se establece el procedimiento y los requisitos para evaluar y conceptuar sobre las solicitudes presentadas ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

<https://www1.upme.gov.co/Paginas/resolucion-0563-de-2012.aspx>

Wenham, S. R., Green, M. A., & Watt, M. E. (2000). *Applied Photovoltaics*. Centre for Photovolt



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

ANEXOS

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

