

Estudio de factibilidad económica y potencial de irradiación solar en la Universidad Mariana

Jaime Andrés Estrada Gordillo¹

Juan Camilo Jaramillo Acosta²

Fabio Camilo Gómez Meneses³

Álvaro León Ibarra⁴

Resumen

Se evaluará la factibilidad técnica y económica de un sistema solar fotovoltaico *on-grid* para satisfacer las necesidades energéticas de la Universidad Mariana en su sede principal Maridíaz, ubicada en la ciudad de Pasto. Este proyecto se validará mediante un software llamado PVsol, que permite presentar simulaciones dinámicas en 3D y estudios detallados de viabilidad. Con este proyecto se pretende aprovechar los espacios con óptima irradiación solar para instalar paneles solares fotovoltaicos en las terrazas de los bloques Madre Caridad y Residenciales de la comunidad de Franciscanas de María Inmaculada; también, conocer y valorar las condiciones de consumo de energía eléctrica actuales. La Universidad Mariana sería la primera institución del departamento en generar energía limpia y renovable para su propio consumo y abastecimiento, proyectando así un apoyo institucional a la nueva era de la tecnología, donde el medio ambiente siempre estará primero.

Palabras clave: Irradiación; energía solar; panel solar; PVsol; medio ambiente.

Study of economic feasibility and potential of solar irradiation at the Mariana University

Abstract

The technical-economic feasibility of a solar photovoltaic system connected to the grid will be evaluated to meet the energy needs of the Mariana University, Maridíaz headquarters, located in the city of Pasto. This project will be validated using software called PVsol which allows the presentation of dynamic 3D simulations and detailed feasibility studies. The aim of this project is to take advantage of the spaces with optimal solar irradiation to install photovoltaic solar panels on the terraces of the Madre Caridad and Residential blocks of the FMI community, as well as to know and assess the current electricity consumption conditions. The Mariana University would be the first institution in the department to generate clean and renewable energy for its own consumption and supply, thus projecting institutional support for the new era of technology where the environment will always come first.

Keywords: Irradiation; solar energy; solar panel; PVsol; environment.

¹Correo electrónico: jaimestrada@umariana.edu.co

²Correo electrónico: juancjaramillo@umariana.edu.co

³Correo electrónico: fgomez@umariana.edu.co

⁴Correo electrónico: aibarra@umariana.edu.co

Estudo de viabilidade econômica e potencial de irradiação solar na Universidade de Mariana

Resumo

Será avaliada a viabilidade técnico-econômica de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica para atender às necessidades energéticas da Universidade Mariana, sede Maridiaz, localizada na cidade de Pasto. Este projeto será validado utilizando um software denominado PVsol que permite a apresentação de simulações 3D dinâmicas e estudos de viabilidade detalhados. O objetivo deste projeto é aproveitar os espaços com ótima irradiação solar para instalar painéis solares fotovoltaicos nos terraços dos blocos Madre Caridad e Residenciais da comunidade FMI, bem como conhecer e avaliar as condições atuais de consumo de energia elétrica. A Universidade Mariana seria a primeira instituição do departamento a gerar energia limpa e renovável para consumo e abastecimento próprio, projetando apoio institucional para a nova era da tecnologia, onde o meio ambiente sempre estará em primeiro lugar.

Palavras-chave: Irradiação; energia solar; painel solar; PVsol; meio ambiente.

1. Introducción

El impacto ambiental que produce la utilización de recursos fósiles (carbón, petróleo y derivados) para la generación de energía eléctrica en todo el mundo, causa contaminación atmosférica y aumenta la emisión de gases que favorecen el efecto invernadero. El manejo de recursos convencionales para la generación de energía eléctrica ha venido desatando problemas irreparables al medio ambiente; por esta razón, se ha buscado alternativas no convencionales, como la energía solar, que es un recurso natural renovable e inagotable y se puede aprovechar a través de la radiación de las ondas electromagnéticas (Martínez del Olmo, 2016).

Si bien Colombia es un país en vía de desarrollo que produce la mayor cantidad de energía a través de las hidroeléctricas, contribuyendo de manera positiva a la disminución de la producción de electricidad a partir de recursos fósiles, este proceso es vulnerable a efectos de cambio climático como las sequías, el fenómeno del niño, entre otros. Pese a que este tipo de eventos climáticos no se presenta en todas las temporadas del año, sí afectan significativamente en la generación de energía, razón por la cual se ha implementado como fuente alternativa de electricidad, la producción de energía a partir de gas natural, cuando las hidroeléctricas no tienen la capacidad suficiente para suplir la demanda energética del país.

La Universidad Mariana cuenta con instalaciones amplias y tecnológicas que pueden ser abastecidas en un gran porcentaje con energía solar fotovoltaica, ayudando al medio ambiente y disminuyendo de manera notable los costos por consumo de energía. El aprovechamiento de estos recursos contribuirá con el desarrollo tecnológico de la región, ya que se adoptará nuevas tecnologías en pro del medio ambiente, generando así una disminución del consumo energético convencional, lo cual se verá reflejado mes a mes en la recuperación de la inversión.

2. Desarrollo

Justificación

En Colombia la energía eléctrica consumida es generada principalmente por hidroeléctricas ubicadas estratégicamente por todo el territorio nacional. En 2019 se demostró que el 66 % de la producción de energía es a través de este recurso; el 29 % de energías fósiles y el 1 % de energías renovables; es decir, energía eólica y solar (Redacción Bibo, 2019).

Las energías renovables son necesarias para que Colombia pueda reducir su dependencia de las fuentes convencionales y, como consecuencia, disminuir impactos ambientales y costos de producción, cumpliendo así con el acuerdo realizado el 12 de diciembre de 2015 en la Conferencia 21 de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP21, Naciones Unidas, UN, 2015) de París, ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Climático (CMNUCC), el cual advierte sobre tomar las medidas necesarias para limitar el aumento de la temperatura mundial muy por debajo de los dos grados, combatiendo las emisiones de carbono hacia el medio ambiente (Arcos-Vargas, 2012).

Conscientes de esta problemática, el Ministerio de Minas y Energía pronostica que para el año 2030, cerca del 10 % del consumo energético en Colombia se generará con proyectos fotovoltaicos. En 2017 la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) evidenció que, de todos los proyectos enfocados en la generación de energía renovable, el 88,3 % tiene que ver con energía solar, lo que representa un crecimiento del 32 % de julio a noviembre del año en mención (Celcia, 2018).

La Universidad Nacional de Colombia (2018) implementó sistemas fotovoltaicos en dos de sus principales sedes; la primera, en el edificio de la Facultad de minas sede Medellín y la segunda en el edificio de la Facultad de medicina sede Bogotá, con una inversión más grande, con la implementación de 220 paneles solares, generando así desarrollo en la institución, contribución al impacto ambiental y reducción de costos por consumo energético.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM, 2015) manifiesta que la radiación que posee la ciudad de Pasto es de 4.0 a 4.5 , tomando como referencia a Alemania, categorizado como el país con mayor uso de energía solar fotovoltaica hasta 2018 a nivel mundial, con una radiación de 3.0 (World Energy Trade, 2019). Se puede deducir que la ciudad de Pasto tiene una capacidad destacable en producción de este tipo de energía, mayor aún, si consideramos las tecnologías que funcionan de manera eficiente con este nivel de radiación.

Una de las ventajas de implementar paneles solares fotovoltaicos es, reducir notablemente el costo que genera el consumo de energía eléctrica tradicional. González y Suárez (2014) demostraron que se obtiene una ganancia de 0.2668 pesos por cada peso invertido en la energización del edificio Guillermo de Ockham en la Universidad de San Buenaventura en Bogotá. Teniendo en cuenta el desarrollo de esta tecnología desde el año 2016 al presente, este ahorro puede ser superior. Así mismo, se logra reducir el impacto ambiental generado por el consumo de este tipo de electricidad, debido a que la energía solar fotovoltaica produce un 18,8 % menos de CO₂ que la energía fósil, aportando al desarrollo global y regional.

La implementación de sistemas solares fotovoltaicos en Colombia tiene incentivos tributarios estipulados en la Ley 1715 de 2014, que favorecen económicamente a cualquier entidad que adopte este tipo de proyectos. Los incentivos tributarios son los siguientes: i) Dedución especial en la determinación del impuesto sobre la renta; ii) Depreciación acelerada; iii) Exclusión de bienes y servicios de IVA; iv) Exención de gravámenes arancelarios (United States Agency International Development, USAID y UPME, 2016).

Con la Ley 1715 de 2014 se logró excluir del impuesto sobre la venta (IVA) los productos, maquinaria, servicios nacionales o importados que se utilice en fuentes de energía no convencionales. A partir del 25 de mayo de 2019, equipos como paneles solares, inversores y controladores no tienen que realizar el trámite de exclusión de IVA, ya que están exentos. La deducción especial del impuesto sobre la renta favorece a los contribuyentes declarantes de impuestos, ya que tendrán derecho a deducir hasta el 50 % del valor de la inversión y diferirlo a 15 años, teniendo en cuenta que el valor a deducir anualmente no puede ser superior al 50 % de la renta líquida del contribuyente. La depreciación acelerada puede ser aplicada para equipos, maquinaria y obra civil; esta depreciación acelerada solamente aplica hasta el 20 % anual de las inversiones que se realice. La exención del pago de los derechos arancelarios de importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos son exclusivamente para labores de preinversión y de inversión de proyectos con energías renovables (UPME, 2014) 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. Los interesados en realizar inversiones en proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía y Gestión Eficiente de la Energía, podrán acceder a los incentivos tributarios enunciados por la Ley, una vez se cumplan los requisitos y procedimientos establecidos por las

entidades pertinentes. Esta cartilla tiene por objeto presentar, en forma guiada, las acciones necesarias que se deben adelantar para la solicitud de dichos incentivos. El Ministerio de Minas y Energía, a través de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

Este proyecto propone evaluar la factibilidad técnico-económica de un sistema de energía solar fotovoltaico, el cual estará ubicado en el edificio Madre Caridad en la Universidad Mariana de la ciudad de Pasto, donde se aprovechará la radiación de 4 a 4.5 de la zona para la generación de energía eléctrica, teniendo como soporte, el sistema eléctrico convencional. Este estudio será elaborado a través del software de gestión de energía limpia llamado PV SOL, utilizado según la página oficial, para el análisis de viabilidad de proyectos de eficiencia energética, simulación, energía renovable en general y cogeneración.

El hecho de implementar este proyecto en la Universidad Mariana se da para cumplir los objetivos planteados en la visión y misión institucional, en los cuales se enaltece el desarrollo, la tecnología y la innovación para la transformación social y cultural de la región.

Además, la universidad no se puede mostrar ajena a este tipo de iniciativas y beneficios tributarios, corriendo el riesgo de quedarse rezagada en la construcción de este nuevo paradigma que se está llevando a nivel mundial, el cual es la transición energética convencional hacia energías limpias y renovables, que es precisamente el que busca desde sus valores fundamentales que la constituyen como universidad con impacto social.

3. Metodología

La metodología que se ha estado desarrollando y se seguirá utilizando para el proceso de este proyecto es el método científico. El método científico es la estrategia para la investigación científica: este método afecta a cualquier tipo de investigación y es independiente del tema de estudio (Augusto, 2017). Este método posee varias fases para su completo desarrollo: observación, planteamiento del problema y de la hipótesis, solución del problema y conclusiones.

Para este tipo de proyectos en ingeniería, los aspectos metodológicos que se aplica son estudios mixtos; es decir, comprende factores cualitativos y cuantitativos y son de tipo descriptivo y explicativo; los métodos de investigación son de análisis y síntesis (Augusto, 2017).

Metodología de desarrollo

Para el desarrollo de un sistema solar fotovoltaico, Acevedo (2016) determina que existen cuatro pasos a seguir para el correcto desarrollo de la metodología:

- 1. Determinar las especificaciones técnicas de los equipos que conformarán el sistema solar fotovoltaico.** En esta etapa se procede a definir e identificar los parámetros técnicos que se debe tener en cuenta, como punto de partida, para el cálculo del diseño de la instalación solar fotovoltaica. Es quizás, el paso más importante del proyecto, debido que aquí quedarán registrados todos los datos de tipo topológicos, eléctricos, técnicos, la localización del sistema y las condiciones ambientales que hacen posible la realización del estudio. Para este proyecto no se realizará mediciones dada la información recolectada para que los datos sean ajustados a la realidad. En este paso se determina todas aquellas características que puedan afectar el comportamiento y el buen funcionamiento del sistema; éstas pueden ser: radiación solar de la zona de instalación, efecto de las sombras, geometría solar, carga eléctrica del bloque, entre otras.

El método por utilizar en este paso corresponde a la recolección de información de segundas fuentes, lectura de documentos relacionados con la investigación actual: libros técnicos, normas, manuales, planos eléctricos, planos arquitectónicos y catálogos de fabricantes.

- 2. Caracterizar y dimensionar cada uno de los equipos que conformarán el sistema solar fotovoltaico.** En este paso, una vez recolectada toda la información del paso anterior, se prosigue a definir todos los parámetros técnicos de cada uno de los

equipos que conformarán el sistema solar fotovoltaico. Se determinará capacidades y parámetros eléctricos que caracterizarán a los paneles solares, baterías, controlador de carga o regulador, inversor y el tablero de distribución eléctrica. El método utilizado en este paso corresponde a la recolección de información de segundas fuentes, libros técnicos y manuales para extraer y aplicar fórmulas que caracterizan cada componente del sistema solar fotovoltaico, para poder evaluar y escoger qué equipos son los óptimos para cumplir con el objetivo que se plantea en el presente trabajo y dar solución a la problemática desarrollada.

3. Esquemas y planos de la instalación solar fotovoltaico, además de elaborar esquemas y planos de acuerdo con la geometría del lugar, los parámetros técnicos de cada equipo, la relación que existe entre ellos y, que permitan la adecuada ejecución de la instalación diseñada. Entre los dibujos que se desarrolla en este paso están los siguientes:

- Diagrama esquemático de la instalación.
- Diagrama unifilar.
- Localización general de equipos.
- Esquema de conexión de los paneles.
- Esquema de conexión de las baterías.
- Esquema de conexión del regulador controlador de carga.
- Esquema de conexión del inversor.

4. Estudio económico del sistema solar fotovoltaico. En este último paso, de acuerdo con la información recolectada en los tres pasos anteriores, se realizará el estudio de factibilidad económica, utilizando el software PVSOL que mostrará datos importantes como la estimación más exacta de la generación de energía eléctrica, selección del módulo o inversor a utilizar, tipos de materiales y estudios económicos para comprobar si los costos de instalación del sistema solar fotovoltaico son favorables como inversión para la Universidad Mariana, teniendo en cuenta el tiempo de duración del sistema y el presupuesto inicial para la adquisición de esta tecnología.

4. Conclusiones

Con el presente trabajo y según los datos consultados en las bases de datos de irradiación solar, se puede determinar que Pasto posee una cantidad suficiente de radiación para poder trabajar con proyectos donde intervengan paneles solares fotovoltaicos.

Colombia genera beneficios tributarios a proyectos que tengan que ver con energías renovables; por eso, al utilizar paneles solares, la Universidad Mariana sería acreedora de estos beneficios para poder financiar y fortalecer la importancia del uso de esta tecnología.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que brinda innumerables beneficios al tratarse de costo por consumo e innovación. La Universidad Mariana, al implementar este tipo de sistemas fotovoltaicos, impulsará gradualmente la implementación de proyectos fotovoltaicos en la región.

La Universidad Mariana, por ser la primera institución universitaria que se beneficia por la implementación de sistemas fotovoltaicos, dará inicio para que proyectos de energías limpias no convencionales sigan postulándose para el mejoramiento y desarrollo.

La estructuración de este proyecto demuestra las capacidades y alcances de los estudiantes y docentes de Ingeniería Mecatrónica al darle solución a una problemática ambiental global en gran escala.

Referencias

- Acevedo, F.J. (2016). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios* (Trabajo de Grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/11352>
- Arcos-Vargas, Á. (2012). After the Paris agreement. *Dyna, Ingeniería e Industria*, 92(1), 1-8. <https://doi.org/10.6036/8229>
- Augusto, M. (2017). El planteamiento científico. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(3), 470-498.
- Celcia. (2018). Energía solar en Colombia: así es el panorama en cifras. <https://blog.celsia.com/new/energia-solar-en-colombia-panorama-en-cifras/>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1715 del 13 de mayo “por la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”. http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf
- González, G.R. y Suárez, H.L. (2014). *Estudio técnico-financiero de factibilidad para implementar un sistema de energía solar que supla el consumo de las luminarias para el edificio Guillermo de Ockham de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá* (Trabajo de Grado). Universidad de San Buenaventura. <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/7652>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales (IDEAM). (2015). Atlas de Radiación. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Martínez del Olmo, W. (2016). Energía y desarrollo sostenible: El impacto de la energía. <https://www2.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/impacto.htm>
- Naciones Unidas (UN). (2015). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. https://es.wikipedia.org/wiki/Conferencia_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico_de_2015
- Redacción Bibo. (22 de agosto de 2019). Costa Rica representa un caso exitoso. ¿Colombia tiene potencial en fuentes de energía renovables? *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/ambiente/colombia-tiene-potencial-en-fuentes-de-energia-renovables-article-877125/>
- Secretaría General de las Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Clim%C3%A1tico+%&cd=11&hl=es&ct=clnk&gl=co&client=firefox-b-d
- United States Agency International Development (USAID) y Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2016). Programa de Energía Limpia para Colombia de USAID. <https://www1.upme.gov.co/Documents/2016-11-01-Presentaci%C3%B3n%20Incentivos%20-UPME%20USAID.PDF>
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). En funcionamiento 220 paneles solares instalados en Facultad de Medicina. <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/noticias/item/150-en-funcionamiento-220-paneles-solares-instalados-en-facultad-de-medicina.html>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2014). Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. <https://www.ccenergia.org.co/guia-practica-para-la-aplicacion-de-los-incentivos-tributarios-de-la-ley-1715-de-2014/>
- World Energy Trade. (2019). Países que lideran el camino hacia la energía solar. <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-solar/paises-que-lideran-el-camino-hacia-la-energia-solar>