

Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica on-grid para el galpón avícola de la (Granja Mateus) ubicada en el sector la Garita Norte de Santander

Josue Abraham Sandoval Gaona

Código estudiantil: 202112822431

Estefanía Rico Hernández

Código estudiantil: 202113222409

Yurainy Daniela Carcamo Noreña

Código estudiantil: 202212824205

Jesús Orlando Martínez Gómez

Código estudiantil: 202212823695

Trabajo de Investigación del programa: **Ingeniería industrial**

Tutor:

Pedro Jesús Gómez Peñaloza

RESUMEN

La creciente demanda energética en el sector agroindustrial, especialmente en la industria avícola, ha generado una necesidad crítica de adoptar fuentes de energía alternativas y sostenibles. En el galpón avícola de la Granja Mateus, ubicado en el sector La Garita, Norte de Santander, la dependencia de la red eléctrica tradicional incrementa los costos operativos y contribuye a una huella de carbono significativa, limitando la sostenibilidad y competitividad del negocio. En respuesta a esta problemática, el presente trabajo de investigación se propuso diseñar una propuesta técnica y económica para la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica *on-grid*.

El Objetivo General fue proponer un sistema fotovoltaico conectado a la red que logre reducir en al menos un 30% el consumo mensual de energía eléctrica de la Granja Mateus, optimizando la eficiencia energética y evaluando rigurosamente el retorno de la inversión del proyecto. Para alcanzar esta meta, se formularon Objetivos Específicos que incluyeron realizar un diagnóstico energético detallado del galpón, analizar las condiciones de radiación solar de la zona para determinar

la factibilidad técnica, calcular la capacidad óptima instalada del sistema, y definir los indicadores financieros que demostraran su viabilidad económica. La justificación del proyecto se centró en la reducción de costos, la disminución de la huella de carbono y el fortalecimiento de la competitividad mediante un modelo energético sostenible.

Marco Metodológico:

La investigación se desarrolló bajo un paradigma aplicado y pragmático, enfocado en generar una solución tecnológica concreta a un problema real. Se adoptó un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. El componente cuantitativo se utilizó para el análisis de los consumos eléctricos, el cálculo de la potencia requerida y la proyección de indicadores financieros clave como la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y el periodo de retorno (payback). El componente cualitativo abordó la viabilidad normativa (revisión de la Ley 1715 de 2014, CREG 030 de 2018 y CREG 174 de 2021) y la evaluación de los impactos ambientales y sociales. El diseño de la investigación fue de tipo no experimental y proyectivo, utilizando como muestra el galpón avícola de la Granja Mateus, y empleando fuentes primarias como facturas eléctricas y mediciones de carga, y fuentes secundarias como bases de datos de irradiancia solar y normativas nacionales.

Análisis de Resultados y Dimensionamiento:

El diagnóstico energético inicial reveló que el galpón avícola presenta un consumo promedio mensual de 4.332 kWh. La inspección técnica en el sector La Garita confirmó que los equipos principales que demandan energía son la motobomba y el sistema de iluminación. Un hallazgo crítico fue la necesidad de adecuaciones eléctricas previas a la instalación, debido a deficiencias de seguridad como cableado expuesto y el estado precario de los breakers o interruptores principales, lo cual exige el cumplimiento de los requisitos del RETIE y la NTC 2050.

A nivel de factibilidad técnica, la zona presenta una excelente disponibilidad solar, con una irradiancia media de 5,335 kWh/m²·día. Además, las cubiertas metálicas de los galpones se identificaron como la superficie ideal para la instalación, gracias a su orientación y la ausencia de sombras significativas, garantizando condiciones óptimas para el aprovechamiento fotovoltaico.

El dimensionamiento del sistema, diseñado para desplazar el 30% del consumo total, determinó la necesidad de instalar 62 paneles solares monocristalinos de 500 Wp cada uno, resultando en una capacidad total de 12,2 kWp. La simulación de su producción energética confirmó que este sistema puede generar el ahorro esperado de 1.300 kWh/mes.

Viabilidad Económica e Impacto:

El análisis financiero demostró la viabilidad económica del proyecto. La inversión inicial total estimada (CAPEX) asciende a \$57.280.142 COP. Esta inversión genera un ahorro mensual proyectado de aproximadamente \$1.085.500 COP, lo que sitúa el periodo de recuperación de la inversión (payback) en un rango altamente competitivo de 4,4 a 4,6 años. Considerando una vida útil del sistema superior a 20

años, se estima que el ahorro acumulado durante 25 años podría superar los \$280 millones COP.

Desde la perspectiva ambiental, la implementación del sistema on-grid evitará la emisión anual de aproximadamente 3.120 kg de CO₂ a la atmósfera, lo que equivale a la captura de carbono de unos 140 árboles maduros. Esto refuerza el aporte del proyecto a la sostenibilidad, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7 y 13) y la transición energética nacional.

Conclusión:

El desarrollo del trabajo de investigación concluye que la propuesta de un sistema solar fotovoltaico on-grid de 12,2 kWp para la Granja Mateus es una solución técnica y económicamente viable. El sistema no solo cumple con el objetivo de reducir el consumo eléctrico en un 30% y ofrece un rápido retorno de la inversión.

sino que también posiciona a la granja como un referente regional en la adopción de tecnologías limpias, mejorando su eficiencia operativa y mitigando su impacto ambiental. Se recomienda enfáticamente realizar las adecuaciones eléctricas previas, implementar un plan de mantenimiento preventivo y considerar una futura ampliación del sistema para maximizar los beneficios energéticos y económicos.

Palabras Clave: Energía solar fotovoltaica, Sistemas on-grid, Sostenibilidad, operativa, Tasa interna de retorno, Valor presente neto.

ABSTRACT

The growing energy demand in the agro-industrial sector, especially in the poultry industry, has created a critical need to adopt alternative and sustainable energy sources. At the Mateus Farm poultry shed, located in the La Garita sector of Norte de Santander, dependence on the traditional power grid increases operating costs and contributes to a significant carbon footprint, limiting the sustainability and competitiveness of the business. In response to this problem, this research project set out to design a technical and economic proposal for the implementation of an on-grid photovoltaic solar energy system. The general objective was to propose a grid-connected photovoltaic system that would reduce Granja Mateus' monthly electricity consumption by at least 30%, optimizing energy efficiency and rigorously evaluating the project's return on investment. To achieve this goal, specific objectives were formulated, including conducting a detailed energy assessment of the warehouse and analyzing the solar radiation conditions in the area to determine

technical feasibility, calculate the optimal installed capacity of the system, and define the financial indicators that would demonstrate its economic viability. The justification for the project focused on reducing costs, decreasing the carbon footprint, and strengthening competitiveness through a sustainable energy model.

Methodological Framework:

The research was conducted under an applied and pragmatic paradigm, focused on generating a concrete technological solution to a real problem. A mixed methodological approach was adopted, combining quantitative and qualitative techniques. The quantitative component was used to analyze electricity consumption, calculate the power required, and project key financial indicators such as the Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV), and payback period. The qualitative component addressed regulatory feasibility (review of Law 1715 of 2014, CREG 030 of 2018, and CREG 174 of 2021) and the assessment of environmental and social impacts. The research design was non-experimental and projective, using the poultry shed at Granja Mateus as a sample and employing primary sources such as electricity bills and load measurements, and secondary sources such as solar irradiance databases and national regulations.

Analysis of Results and Sizing:

The initial energy diagnosis revealed that the poultry shed has an average monthly consumption of 4,332 kWh. The technical inspection in the La Garita sector confirmed that the main energy-consuming equipment is the motor pump and the lighting system. A critical finding was the need for electrical adjustments prior to installation, due to safety deficiencies such as exposed wiring and the poor condition of the breakers or main switches, which requires compliance with RETIE and NTC 2050 requirements.

In terms of technical feasibility, the area has excellent solar availability, with an average irradiance of 5.335 kWh/m²·day. In addition, the metal roofs of the warehouses were identified as the ideal surface for installation, thanks to their orientation and the absence of significant shadows, guaranteeing optimal conditions for photovoltaic use.

The sizing of the system, designed to displace 30% of total consumption, determined the need to install 62 monocrystalline solar panels of 500 Wp each, resulting in a total capacity of 12.2 kWp. The simulation of its energy production confirmed that this system can generate the expected savings of 1,300 kWh/month.

Economic Feasibility and Impact:

The financial analysis demonstrated the economic feasibility of the project. The total estimated initial investment (CAPEX) amounts to \$57,280,142 COP. This investment generates projected monthly savings of approximately COP \$1,085,500, placing the payback period in a highly competitive range of 4.4 to 4.6 years. Considering a system lifespan of more than 20 years, it is estimated that the cumulative savings over 25 years could exceed COP \$280 million.

From an environmental perspective, the implementation of the on-grid system will prevent the annual emission of approximately 3,120 kg of CO₂ into the atmosphere, which is equivalent to the carbon capture of about 140 mature trees. This reinforces the project's contribution to sustainability, aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs 7 and 13) and the national energy transition.

Conclusion:

The research concludes that the proposal for a 12.2 kWp on-grid solar photovoltaic system for Granja Mateus is a technically and economically viable solution. The system

not only meets the objective of reducing electricity consumption by 30% and offers a rapid return on investment.

but also positions the farm as a regional benchmark in the adoption of clean technologies, improving its operational efficiency and mitigating its environmental impact. It is strongly recommended that the necessary electrical adjustments be made in advance, a preventive maintenance plan be implemented, and a future expansion of the system be considered in order to maximize the energy and economic benefits.

Keywords: Photovoltaic solar energy, On-grid systems, Sustainability, Operational, Internal rate of return, Net present value.

REFERENCIAS

1. Agencia Internacional de Energía (IEA). (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028*. París: IEA. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
2. Autosolar. (2025). *Panel solar monocristalino 500 W*. Recuperado de <https://www.majdsc.com/producto-p-743101.html>
3. Barron-Gafford, G. A., Pavao-Zuckerman, M. A., Minor, R. L., Sutter, L. F., Barnett-Moreno, I., Blackett, D. T., Thompson, M., Dimond, K., Gerlak, A. K., Nabhan, G. P., & Macknick, J. E. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus. *Nature Sustainability*, 2(9), 848–855. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>
4. Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2018). *Resolución 030 de 2018: Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña y gran escala*. Bogotá: CREG. Recuperado de <https://www.creg.gov.co>
5. Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. Diario Oficial No. 49.150. Bogotá.
6. Contreras, W., Galbán, M. G., & Sepúlveda, S. B. (2018). *Análisis estadístico de la radiación solar en la ciudad de Cúcuta*. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 16–22. https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672018000100016
7. Corporación Eléctrica del Norte de Santander (CENS). (2025). *Tarifa CENS*

2025. Recuperado de https://www.cens.com.co/Portals/cens/clientes-y-usuarios/Tarifas-de-energia/T2025/Tarifa_CENS_202501.pdf
8. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes* (4^a ed.). Nueva Jersey: Wiley.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). *Energy-Smart Food for People and Climate: Clean Energy for Agriculture in Developing Countries*. Roma: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/energy/en/>
10. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. (2020). *Photovoltaics Report*. Friburgo: Fraunhofer ISE. Recuperado de <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications.html>
11. Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2013). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050: Código Eléctrico Colombiano*. Bogotá: ICONTEC.
12. López, M., & Ramírez, J. (2021). Implementación de sistemas fotovoltaicos en granjas avícolas del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Energías Renovables*, 5(2), 45–58.
13. Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*. Bogotá: MinMinas.
14. National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2020). *Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic Systems*. Golden, Colorado: U.S. Department of Energy. Recuperado de <https://www.nrel.gov>
15. Pérez, C., & Gómez, J. (2020). *Análisis del potencial solar para aplicaciones agrícolas en Norte de Santander*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
16. REN21. (2022). *Renewables Global Status Report 2022*. París: REN21 Secretariat. Recuperado de <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
17. Santos, R., Ferreira, L., & Oliveira, C. (2020). Solar energy application for poultry houses in tropical climates. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122456. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122456>
18. Solargis. (2022). *Solar Resource Maps*. Recuperado de <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download>

19. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2021). *Atlas del Potencial Solar de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Recupe