

Artículo Original

***DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO
INTEGRADO PARA UN BUNGALÓ HOTELERO
EN CAYO SANTA MARÍA***

***DESIGN OF AN INTEGRATED ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR A HOTEL
BUNGALOW IN CAYO SANTA MARÍA***

Adrian Bravo García^{1*} <https://orcid.org/0009-0002-4353-5892>

Daniel Yero Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0003-3000-9340>

Manuel Alejandro Rubio Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0001-7560-9775>

¹ Unidad de Desarrollo e Innovación, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI).
Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Sancti Spiritus, Cuba.

² Centro de Estudio Energéticos y Tecnologías Ambientales (CEETA). Facultad de Ingeniería Mecánica e
Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Octubre 8, 2025; Revisado: Octubre 24, 2025; Aceptado: Noviembre 22, 2025

RESUMEN

Introducción:

La situación energética mundial y de Cuba está marcada por la dependencia de los combustibles fósiles para generar energía eléctrica. El sistema energético aislado de Cayo Santa María presenta dificultades en la generación de energía eléctrica por su alto costo.

Objetivo:

Diseñar y evaluar un sistema energético integrado mediante el modelado y la simulación energética, que garantice la sustentabilidad energética de un bungaló del hotel Iberostar Selection Ensenacho, con generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico, el uso de sistemas centralizados por compresión de vapor para climatización y agua caliente sanitaria, y el almacenamiento de agua helada y agua caliente.

Materiales y Métodos:

Se modela y simula energéticamente el bungaló utilizando los softwares SketchUp, Open Studio, EnergyPlus. Se evalúa comparativamente el sistema actual con un sistema que combina las fuentes renovables de energía con sistemas térmicos eficientes almacenamiento energético.



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Adrian Bravo, Email: adrianbravo491@gmail.com



Resultados y Discusión:

Se obtiene que el bungalow consume actualmente 246 000 kWh/año. Con el sistema propuesto, se lograría ahorrar 203 000 kWh/año en el consumo de energía eléctrica de la red, además de generar 193 010 kWh/año como energía excedente producida por el sistema fotovoltaico. Se demuestra su viabilidad económica, recuperándose la inversión en 7,5 años, garantizando más de 10 años beneficio económico. El sistema propuesto evitaría la emisión de 3769 tCO₂-eq en 20 años.

Conclusiones:

Estos resultados evidencian que la integración de los sistemas propuestos garantiza la sustentabilidad energética en el sector hotelero; ofrece rentabilidad económica y reducciones significativas de emisiones.

Palabras clave: almacenamiento térmico; bombas de calor; *Open Studio*; sistema integrado; sistemas fotovoltaicos.

ABSTRACT

Introduction:

The current global and Cuban energy situation is marked by dependence on fossil fuels for electricity generation. The isolated energy system of Cayo Santa María faces difficulties in electricity generation due to its high cost.

Objective:

This work designs and evaluates an integrated energy system through energy modeling and simulation to guarantee the energy sustainability of a bungalow at the Iberostar Selection Ensenacho hotel. The system will generate electricity using a photovoltaic system, utilizes centralized vapor-compression systems for heating, cooling, and domestic hot water, and includes chilled- and hot-water storage.

Materials and Methods:

The bungalow's energy performance was modeled and simulated using SketchUp, Open Studio, and EnergyPlus software. The system was evaluated by comparing the current system with a system that combines renewable energy sources with efficient thermal systems and energy storage.

Results and Discussion:

The bungalow currently consumes 246 000 kWh/year. With the proposed system, the proposed system would save 203 000 kWh/year of grid electricity, in addition to generating 193 010 kWh/year of surplus energy produced by the photovoltaic system. Its economic viability is demonstrated, with the investment recovered in 7.5 years, and it guarantees more than 10 years of economic benefit. The proposed system would prevent the emission of 3,769 tCO₂-eq over 20 years.

Conclusions:

These results demonstrate that the integration of the proposed systems guarantees energy sustainability in the hotel sector and offers economical profitability and significant emission reductions.

Keywords: thermal storage; heat pumps; Open Studio; integrated system; photovoltaic systems.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto global y cubano de transición energética hacia fuentes renovables de energía (FRE), se tiene que, las energías renovables representaron 30% de la generación eléctrica mundial en 2022, lideradas por hidroeléctrica (15%), eólica (7,3%) y solar (4,5%) (IRENA, 2023). En 2020, el 95,1 % de la energía eléctrica generada en Cuba provino de recursos no renovables y el 4,9 % restante de fuentes renovables (3% biomasa, 0,8% solar, 0,6% hidráulica y 0,5% eólica) (OLADE, 2021).

El sector hotelero en Cuba es uno de los mayores consumidores de energía eléctrica del país, por lo cual es necesario mejorar su eficiencia energética y emplear FRE (Valdivia, et al., 2015). El costo de la energía representa entre el 3% y el 10% de los gastos totales de un hotel, aunque puede incluso aumentar según el tipo y categoría (Espín et al., 2014). La producción de energía eléctrica en sistemas aislados, como el de Cayo Santa María, tiene costos operativos elevados debido a la dependencia de combustibles fósiles y a la ausencia de interconexión con redes nacionales (Gallego et al., 2017). Esta situación se agrava por el alto consumo energético asociado a sistemas de climatización, que representan hasta el 60% del gasto eléctrico anual en hoteles tropicales (Santos-González et al., 2025) y al suministro de agua caliente sanitaria (ACS) (Valdivia et al., 2015). La combinación de estos factores no solo encarece los servicios hoteleros, sino que también amenaza la sostenibilidad ambiental de ecosistemas frágiles, donde estos sistemas aumentan las emisiones de CO₂.

La instalación de paneles en cubiertas hoteleras se ha demostrado que es técnicamente viable (Agathokleous & Kalogirou, 2021). Estudios en Grecia confirman su eficacia con alta estacionalidad turística (Spiller et al., 2022), aunque omiten parámetros tales como humedad extrema y ocupación total. Investigaciones caribeñas (Iturralde et al., 2021; Rodríguez et al., 2022) validan su factibilidad técnica en climas tropicales.

Para ventaja de la eficiencia energética, cerca de 80% de los hoteles de alto estándar de calidad en Cuba utilizan sistemas de climatización centralizado (Montero et al., 2014). La mayoría de estos sistemas están compuestos por circuitos de agua helada, la cual es generada por una enfriadora que incorporan la recuperación de calor permitiendo calentar agua para mejorar la eficiencia del sistema (Valdivia et al., 2019). Dado que estas edificaciones son grandes consumidoras de energía térmica para servicios de climatización y ACS, el almacenamiento térmico (AT) se presenta como una alternativa más favorable, siendo en algunos casos más económica que el almacenamiento de energía eléctrica mediante baterías y otros equipos (Alquabeh et al., 2020). Sin embargo, es importante destacar que estos estudios relacionados con los sistemas de AT no contemplan su integración con la generación de energía eléctrica a partir de FRE.

Estudios recientes proponen mejoras técnicas para PV considerando el AT, pero omiten evaluaciones financieras tales como la tasa de retorno de la inversión (TIR) y el valor actual neto (VAN) para este tipo de sistemas (Roque_Díaz & Rubio_Rodríguez, 2023). Según Espín et al., (2014), el AT de agua helada puede reducir hasta un 30% la demanda máxima en sistemas de climatización hotelera tropical, aunque su implementación en Cuba reveló limitaciones relacionadas al desfase entre picos térmicos/nocturnos y tarifas eléctricas/diurnas que incrementaron costos entre un 28-58%.

La literatura evidencia que a pesar del potencial renovable de Cuba persisten barreras técnicas y regulatorias que limitan su adopción en el sector hotelero. Estudios previos han

analizado los PV o el AT de forma aislada, sin considerar su integración en sistemas autónomos con alta demanda térmica. Asimismo, existen limitaciones en los análisis económicos y en las adaptaciones a las condiciones energéticas y económicas específicas de Cuba.

El objetivo de este trabajo Diseñar y evaluar un sistema energético integrado mediante el modelado y la simulación energética, que garantice la sustentabilidad energética de un bungaló del hotel Iberostar Selection Ensenacho, con generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico, el uso de sistemas centralizados por compresión de vapor para climatización y agua caliente sanitaria, y el almacenamiento de agua helada y agua caliente.

Se utiliza Open Studio como software de simulación. Se diseña considerando parámetros técnicos, económicos y ambientales del Cayo Santa María. Para la evaluación se compara el sistema actual con un sistema que combine penetración de FRE con sistemas térmicos eficientes y almacenamiento energético, mediante indicadores como la TIR, el VAN, el periodo de retorno y las emisiones de CO₂. Los resultados de este trabajo permitirán evaluar la integración de los sistemas propuestos en cuanto a la sustentabilidad energética en el sector hotelero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El marco del estudio se muestra en el Figura 1. Este procedimiento, desarrollado por los autores, se basa en un modelo comparativo entre dos propuestas con el fin de evaluar su comportamiento técnico, económico y ambiental de un bungaló ubicado en el hotel Iberostar Selection Ensenacho en el Cayo Santa María.

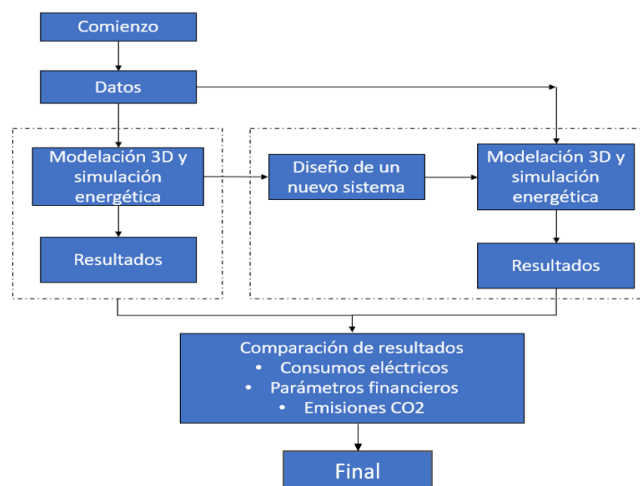


Figura 1. Marco de trabajo del estudio realizado

2.1 Parámetros de modelación

2.1.1 Datos de entrada para la modelización 3D

La modelación tridimensional del bungaló se realiza con el complemento de Open Studio del software SketchUp, a partir de los planos arquitectónicos originales de la edificación, lo cual permite identificar las propiedades térmicas de los elementos constructivos conforme a los estándares internacionales ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), el Código Técnico de la Edificación

(CTE) de España (CTE, 2008) y las normas cubanas vigentes (Norma Cubana 220-1. 2002). Se consideraron materiales representativos de Cuba, como hormigón con propiedades aislantes y vidrios de baja emisividad como garantía de la precisión en la simulación del comportamiento térmico.

2.1.2 Datos climáticos y condiciones de simulación

En el análisis energético se utilizan los datos climáticos disponibles en EnergyPlus para la localidad de Sagua la Grande en Cuba cuyas condiciones meteorológicas son similares a las de Cayo Santa María (INSMET, 2025). Esta información permite establecer las condiciones de contorno necesarias para evaluar el rendimiento térmico de un edificio en situaciones reales, un procedimiento que ha sido validado en estudios previos (Borodinecs et al., 2024).

2.1.3 Cargas térmicas y parámetros de ocupación

Las cargas térmicas se calculan considerando las ganancias de calor por habitación, desglosadas en los siguientes componentes:

- La ocupación máxima por habitación se establece como lo determina la normativa cubana en su anexo C (Norma Cubana 220-3, 2009). Para las cargas metabólicas se fija en 180 W/persona como valor promedio a lo largo del día. Este valor está asociado a las actividades de los ocupantes, conforme a los estándares en actividades hoteleras (Çengel & Ghajar, 2011).
- Se considera la potencia consumida por cada luminaria según lo establecido en la norma cubana en el anexo C (Norma Cubana 220-3, 2009). Las cargas eléctricas adicionales (equipos electrónicos, sistemas auxiliares, etc.) se estimaron según lo prescrito para habitaciones de hotel en la norma (ASHRAE, 2010).
- El consumo máximo de agua se estima en función de los límites normativos aplicados en establecimientos hoteleros en Cuba (Norma Cubana 127, 2001). Se considera que la ocupación máxima por habitación y el consumo máximo de ACS es 120 l/persona a una temperatura de 55°C (Martínez, 2021).

2.2 Descripción del sistema actual

El hotel está conectado a la red eléctrica, la cual es alimentada por el Sistema de Generación Distribuida de Cayo Santa María. Cada uno de los bungalós está vinculado a subestaciones compactas, sin contadores de energía individuales.

A partir de mediciones periódicas realizadas en la institución hotelera y el inventario de equipos se utiliza Open Studio, lo cual permite analizar los principales consumos de energía. En la Figura 2 se representan los sistemas instalados actualmente en el bungaló con los consumos y características de cada uno de los componentes. Una vez obtenidos los datos, se procede a modelar y simular el comportamiento energético del edificio en las condiciones del sistema actual.

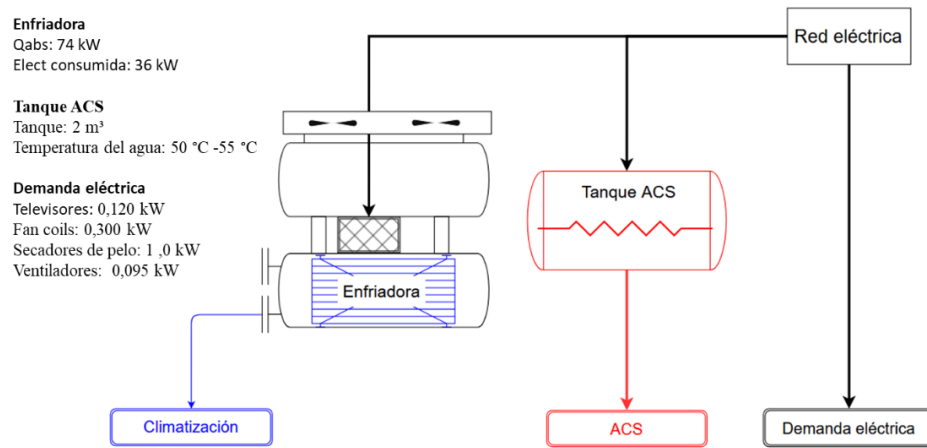


Figura 2. Esquema del Sistema energético actual en el bungaló

2.2.1 Descripción del Sistema propuesto

Con los resultados de la modelación del sistema actual, se diseña el sistema energético propuesto, el cual combina la generación con FRE, el AT y las tecnologías eficientes de climatización y ACS. El sistema energético propuesto incluye un PV instalado en la cubierta del bungaló, que suministra energía eléctrica a la enfriadora con recuperación de calor parcial, a una bomba de calor (BC) que reemplazará las resistencias eléctricas, y a la demanda eléctrica de las habitaciones. Durante el día, la enfriadora y el circuito de recuperación de calor de la enfriadora y la BC generarán agua helada y ACS, que se almacenan para su uso posterior. Se incorpora una BC de alta temperatura para asegurar la adecuada temperatura de almacenamiento. Además, las tecnologías y equipos seleccionados han sido validados para su operación en condiciones ambientales extremas, caracterizadas por alta salinidad y presencia de agentes corrosivos.

Como parte de las modificaciones en el sistema se incluye un acomodo de cargas para optimizar el aprovechamiento de la generación eléctrica del PV. La energía excedente producida por el PV será entregada a la red eléctrica del Cayo Santamaría. Para la instalación de los paneles solares se aprovecha el 70% del de cubierta, respetando la configuración de instalaciones ya existentes. Además, se incluye toda el área superior libre del entre patio del bungaló, donde se propone instalar PV traslucidos bifaciales para garantizar la iluminación por el día.

En la Figura 3 se representan los subsistemas que componen el sistema propuesto. El nuevo sistema se dimensiona considerando los perfiles de carga térmica, los perfiles de uso de ACS y el mayor potencial para generación con PV en la cubierta del bungaló. A partir de la demanda térmica para climatización calculada de 350 kWh en el horario nocturno se dimensiona el almacenamiento de agua helada.

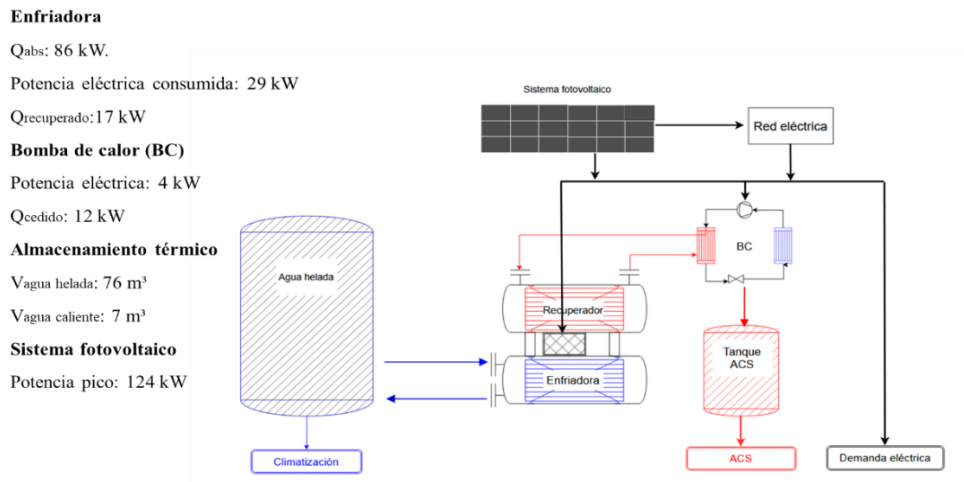


Figura 3. Configuración propuesta del Sistema energético en el bungaló

Una vez terminado el proceso de modelación se procede a simular el sistema propuesto, con lo cual se obtienen los perfiles de carga térmica y eléctrica, así como el consumo energético anual.

2.3 Consideraciones para los indicadores seleccionados

Para evaluar la rentabilidad del proyecto de inversión se realiza un flujo de caja como paso previo al cálculo de los indicadores económicos. Se estima una inversión inicial de 285 600 USD considerando el equipamiento necesario a instalar para el sistema propuesto (García, 2024). El costo propuesto incluye bombas de calor, componente del PV y sistema de almacenamiento de agua. El costo de la energía eléctrica utilizado es 0,2 USD/kWh y 0,15 USD/kWh para la electricidad entregada al sistema a partir de FRE (Filgueiras & Korkeakoski, 2021). En los costos de operación se asume un 2% de la inversión, en la tasa de descuento un 12% y un 30% de impuestos sobre beneficios, para un periodo de 20 años, indicadores económicos similares a los descritos por la literatura consultada (Soto et al., 2021).

Para calcular el impacto ambiental del sistema actual y el sistema propuesto se utiliza el indicador emisiones de dióxido de carbono evitadas ($CO_2\text{evitado}$) se emplea la ecuación 1, el cual es un parámetro reconocido por la literatura para sistemas similares (Soto et al., 2021). Se considera la cantidad de kWh ahorrados ($E_{ahorrada}$) por el sistema propuesto (calculado durante la simulación), así como un factor de emisión (f) para Cuba de 0,000844 tCO₂-eq/kWh (Pérez-Pérez et al., 2024).

$$CO_2\text{evitado} = E_{ahorrada} * f \quad (1)$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis comparativo y evaluación de los perfiles de carga

La Figura 4 muestra el perfil de carga eléctrica del bungaló en sus condiciones actuales para el día de diseño (día de máxima demanda energética). Ocurriendo su pico de demanda en el horario del mediodía, lo cual corresponde al horario de mayor carga térmica del bungaló. Se obtiene un pico máximo de demanda de 43 400 W a las 21:00 horas y un pico mínimo de 29 320 W a las 6:00 horas. El consumo del bungaló alcanza

850 000Wh/día.

En la Figura 5 se muestra una comparación entre la curva de demanda de electricidad por el bungaló con el sistema propuesto y la generación de energía eléctrica para el día de máxima irradiancia del año simulado. Se observa que en el periodo nocturno tiene un consumo asociado a la demanda de equipos eléctricos en las habitaciones. Esta energía eléctrica será consumida de la red. Además, se muestra como en el horario donde el PV está conectado, existe un excedente de energía eléctrica generada. Se estima un consumo de 513 000 Wh al día y una generación diaria de 1 120 000 Wh.

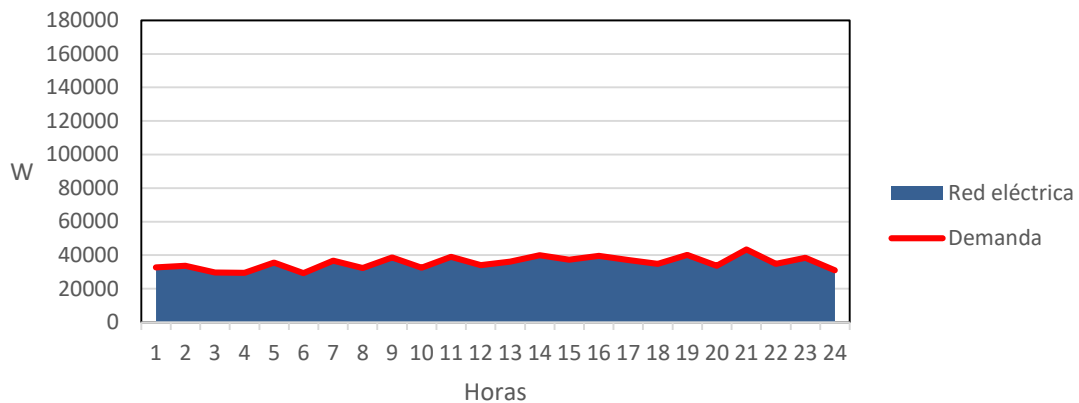


Figura 4. Perfil de carga del sistema actual

En la Figura 5 se muestra una mejora del sistema propuesto al sistema actual, reduciendo el consumo diario de 850 000 Wh a 513 000 Wh (39,6% menos). Además, con este sistema se genera un excedente de 607 000 Wh/día. Mientras el sistema actual depende totalmente de la red eléctrica con picos de consumo de 43 400 W en horario nocturno y el uso ineficiente de resistencias eléctricas, el sistema propuesto aprovecha la energía solar para cubrir la demanda en horas de sol y exportar el excedente. Además, se realiza un acomodo de cargas y se sustituyen las resistencias eléctricas por una bomba de calor para optimizar el uso de la energía eléctrica generada por el PV.

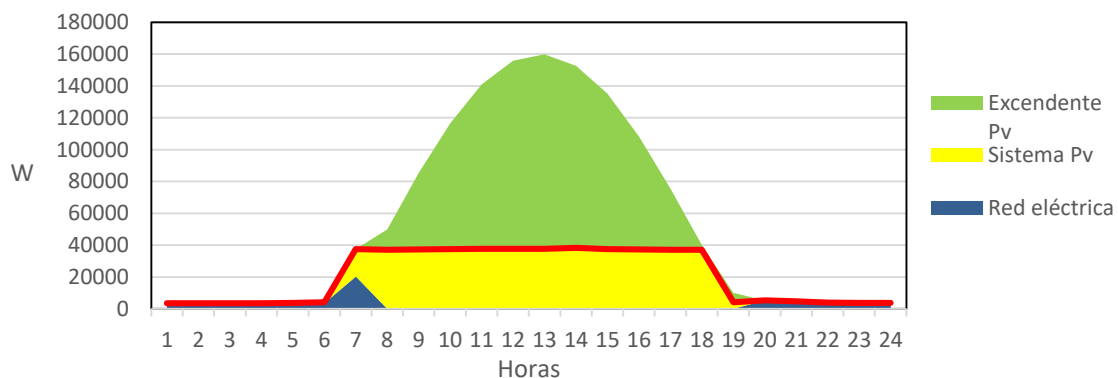


Figura 5. Perfil de carga y generación fotovoltaica del sistema propuesto

3.2 Evaluación técnico-económica

Como se muestra en la Tabla 1, el sistema propuesto permite un ahorro de 40 600 USD al año. Además, una vez cubierta la demanda del bungaló, se podría vender energía, generando ingresos adicionales de 29 000 USD al año. De este modo, el bungaló pasaría

de ser un consumidor de energía eléctrica a convertirse en un generador de energía eléctrica por el PV.

Tabla 1. Comparación energética y económica entre ambos sistemas

<i>Parámetro</i>	<i>Sistema actual</i>	<i>Sistema propuesto</i>
Consumo energético (kWh/año)	246 000	187 000
Consumo de energía eléctrica de la red (kWh/año)	246 000	43 010
Energía eléctrica producida (kWh/año)	0	337 000
Energía entregada a la red (kWh/año)	0	193 010
Costo de la energía eléctrica consumida de la red (USD/año)	49 200	40 600
Valor de la energía eléctrica entregada de la red (USD/año)	0	29 000

Los cálculos financieros muestran que, para el sistema propuesto, el VAN es de 125 000 USD, lo que indica que la inversión del proyecto genera un rendimiento superior a la tasa de interés de oportunidad. Además, se estima una TIR del 13%, lo que garantiza una rentabilidad mayor que la mínima requerida, y un período de recuperación de la inversión de 7,5 años, menor que el tiempo estimado del proyecto, los resultados demuestran la rentabilidad del proyecto (Figueredo et al., 2022).

3.3 Análisis ambiental

El sistema propuesto contribuiría de manera significativa a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera al lograr una disminución en el consumo eléctrico de la red eléctrica en 203 000 kWh/año. Al evaluarse esta reducción en la ecuación 1, se estima que se evitara la emisión de 171,3 toneladas anuales de CO₂ equivalente, lo que representaría 3769 toneladas de CO₂ equivalente durante el periodo de vida del proyecto (20 años) como muestra la Figura 6. Reducción acumulada de emisiones de CO₂ por año

Dicho resultado es comparable con las emisiones de 110 viviendas cubanas durante ese periodo de tiempo, teniendo en cuenta el consumo promedio de 2 220 kWh/año en una vivienda típica cubana (MINEM, 2024).

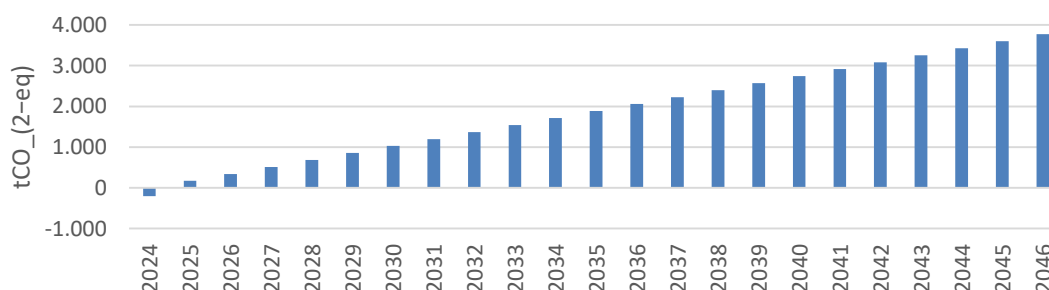


Figura 6. Reducción acumulada de emisiones de CO₂ por año

4. CONCLUSIONES

Mediante un enfoque comparativo, este estudio evalúa el desempeño de un sistema energético diseñado frente al sistema actual del hotel Iberostar Ensenacho (Cayo Santa

María). Utilizando herramientas de simulación como Open Studio, se modelaron y analizaron los datos mediante indicadores técnico-económicos y ambientales, obteniendo como resultado que:

1. El bungaló actualmente consume 246 000 kWh/año, mientras que con el sistema propuesto se lograría un ahorro de 203 000 kWh/año en el consumo de energía eléctrica de la red. Además, se generaría 193 010 kWh/año como energía excedente producida por el PV.
2. Demuestra su viabilidad económica del sistema propuesto, ya que la inversión se recupera en 7,5 años, lo que permite garantizar de más de 10 años de ganancias derivadas del ahorro y la venta de energía eléctrica.
3. Se estima que el sistema propuesto evitaría la emisión de 171,3 tCO₂-eq/año y un total de 3769 tCO₂-eq en 20 años.
4. Los resultados de este trabajo demuestran que la implementación de un PV combinado con AT de agua helada y ACS en el bungaló permite una reducción significativa en la demanda energética. Se propone para futuras investigaciones incorporar variabilidad de ocupación y condiciones críticas y optimizar el dimensionamiento FV, horarios de operación de enfriadoras y tamaño de AT.

REFERENCIAS

- Agathokleous, R. A., & Kalogirou, S. A. (2021). PV roofs as the first step towards 100% RES electricity production for Mediterranean islands: The case of Cyprus. *Smart Energy*, 4, 100053. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100053>
- Alquabeh, H., Saab, R., & Hassan, M. (2020). Chilled water storage feasibility with district cooling chiller in tropical environment. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 8(1), 134-144. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d7.0259>
- ASHRAE, (2010). Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. https://www.usalighting.com/stuff/contentmgr/files/1/b90ce247855d0f17438484c003877338/misc/ashrae_90_1_2010.pdf
- Borodinecs, A., Palcikovskis, A., Krumins, A., & Lebedeva, K. (2024). Optimizing office building operations: a framework for continuous dynamic energy simulations in decision-making for efficiency [Methods]. *Frontiers in Built Environment*, (10), 1405182. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1405182>
- CTE. (2008). Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. https://www.codigotecnico.org/pdf/Programas/CEC/CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf
- Çengel, Y.A. & Ghajar, A.J. (2011). *Transferencia de calor y masa: Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill Interamericana. https://drive.google.com/file/d/1HhKnZmHRp_JhsCkmscnHOYs4s7Z8Dgc1/vie_w
- Espín, M., Vega, B., Monteagudo, J., & Montelier, S. (2014). Estudio sobre el almacenamiento de agua helada en los sistemas de climatización centralizados. *Ingeniería Energética*, 35(3), 252-262. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012014000300010&nrm=iso
-

- Figueredo, C., Cisneros, C., Morales, J., Piloto, R., Oliva, D., Leyva, L.V., Hernández, J., Pereda, I., Stolik, D., & González, D. (2022). *Fuentes renovables de energías*. Editorial Cubasolar, pp 280. <https://isbncuba.ccl.cerlalc.org/catalogo.php?mode=detalle&nt=44955>
- Filgueiras, M.L. & Korkeakoski, M. (2021). Panorama de la política energética cubana: del pasado al futuro, En: Futuro energético de Cuba. *La transición hacia un Sistema Renovable de Energía – Factores Políticos, Económicos, Sociales y Medioambientales*, pp. 134-144. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-249-572-3>
- Gallego, Y. A., Garcia, Z., Casas, L., & Rivas, Y. (2017). Impacto de la implementación de paneles fotovoltaicos en el sistema eléctrico Cayo Santa María. *Ingeniería Energética*, 38(2), 76-87. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012017000200002&nrm=iso
- García, A. B. (2024). *Diseño de un sistema de suministro energético integrado, que permita la independencia energética de la red, de un bungalow en el hotel Iberostar Selection Ensenacho*. [Trabajo de Diploma, Especialidad Ingeniería Mecánica en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba].
- INSMET. (2025). El Clima de Cuba. Características generales. <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=INICIAL>
- IRENA. (2023). Renewable Capacity Statistics. <https://www.irena.org/publications/2023/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2023>
- Iturralde, L. A., Perdomo, N. A., & Bambi, E. (2021). La energía fotovoltaica y sus particularidades en Cuba. *Revista Mapa*, 5(23), 132-150. <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/282>
- Martínez, M. I. (2021). Propuesta de calentadores solares para generar agua caliente sanitaria en el Hotel Starfish Cuatro Palmas. [Trabajo de Diploma, Especialidad Ingeniería Mecánica en la Universidad De Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”, Cuba]. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/1853?show=full>
- MINEM. (2024). Ministerio de Energía y Minas. *Preguntas y Respuestas sobre nueva tarifa Eléctrica*. <https://www.minem.gob.cu/es/actividades/electricidad/preguntas-y-respuestas-sobre-nueva-tarifa-electrica>
- Montero, R., Rodríguez, A. & Góngora, E. (2014). Agua Caliente Sanitaria en hoteles con Climatización Centralizada Todo-Agua: comportamientos operacionales. *Retos Turísticos*, 2(2), 10. <https://ninive.ismm.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2619/MonteroAgua.pdf>
- Norma Cubana 127. (2001). Industria turística. Requisitos para la clasificación por categorías de los establecimientos de alojamiento turístico., La Habana, pp. 1-5. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-multidisciplinaria-ricardo-morales-aviles/tecnicas-de-atencion-al-paciente/libro-de-normas-para-hoteles/105432300>
- Norma Cubana 220-1. (2002). Edificaciones. Requisitos de diseño para la eficiencia energética. Parte 1: Envolvente del edificio., La Habana, pp. 1-7.
- Norma Cubana 220-3. (2009). Edificaciones-requisitos de diseño para la eficiencia-Parte 3: Sistemas de equipamientos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. La Habana.

- OLADE, (2021). Panorame energetico de América Latina y el Caribe. <https://www.olade.org/publicaciones/panorama-energetico-de-america-latina-y-el-caribe-2021/>
- Pérez-Pérez, M., Pérez-Rodríguez, Á. T., & Maspoch-Rulduà, M. L. (2024). Determinación de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero en fábricas de plásticos. *Tecnología Química*, 44(2), 403-421. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852024000200403&lng=es&tlng=es
- Roque_Díaz, P.R., & Rubio_Rodríguez, M.A. (2023). *Algunas opciones para elevar la eficiencia del uso final de la energía solar fotovoltaica*. III Conferencia Internacional de Desarrollo Energético Sostenible. <https://convencion.uclv.cu/es/event/iii-conferencia-internacional-de-desarrollo-energetico-sostenible-cides-2023-204/track/algunas-opciones-para-elevar-la-eficiencia-del-uso-final-de-la-energia-solar-fotovoltaica-8259/>
- Santos-González, I. F., Gutiérrez-Trashorras, A. J., Pérez-Bello, A. M., & Alonso-García, A. (2025). Energy optimization gaps in hotel retrofits for subtropical and tropical climates. *Sustainability*, 17(11), 5167. <https://doi.org/10.3390/su17115167>
- Rodríguez, D., Iturralde, L. & Molina, E., & Jiménez, R. (2022). Nuevas condiciones para el emplazamiento de los sistemas solares fotovoltaicos en cubiertas del hotel Pasacaballos Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 7(3), 88-94. https://www.researchgate.net/publication/365941748_Nuevas_condiciones_para_el_emplazamiento_de_los_sistemas_solares_fotovoltaicos_en_cubiertas_del_hotel_Pasacaballos_Cienfuegos
- Soto, M. A., Vilaragut, M., & Castro, M. (2021). Diseño de microrred eléctrica para la comunidad Cocodrilo de la Isla de la Juventud, Cuba. *Ingeniería Energética*, 42(3), 25-34. <https://www.redalyc.org/journal/3291/329160723007/>
- Spiller, M., Müller, C., Mulholland, Z., Louizidou, P., Küpper, F. C., Knosala, K. & Stenzel, P. (2022). Reducing Carbon Emissions from the Tourist Accommodation Sector on Non-Interconnected Islands: A Case Study of a Medium-Sized Hotel in Rhodes, Greece., *Energies*, 15(10), 3801. <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/10/3801>
- Valdivia, Y., Álvarez, M., Gómez, J., Hens, L., & Vandecasteele, C. (2019). Producción de agua caliente sanitaria a partir de recuperación de calor en hoteles de Cuba. *Ingeniería Energética*, XL(3), 234-244. <https://www.redalyc.org/journal/3291/329160723007/>
- Valdivia, Y., Díaz, Y., & Lapido, M. (2015). Alternativas de producción de agua caliente sanitaria en instalaciones hoteleras con climatización centralizada. *Revista Universidad y Sociedad*, 7(3), 88-94. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000300013&lng=es&tlng=es

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Ing. Adrian Bravo García. Redacción - primera redacción, investigación.
- M.Sc. Daniel Yero Gómez. Redacción - revisión y edición.
- Dr.C. Manuel Alejandro Rubio Rodríguez. Gestión de proyectos, supervisión.