



SISTEMA SOLAR PARA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO LUIS TELLO

SOLAR SYSTEM FOR ENERGY SUSTAINABILITY IN THE ADMINISTRATIVE AREA OF LUIS TELLO TECHNOLOGICAL INSTITUTE

Jesús H. Méndez Duran

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello
jhmenendez@insluitello.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-0474-9161>

Rafael R. Aillon Ganchozo

Instituto Superior Tecnológico Luis Tello
aillon_romualdo@insluitello.edu.ec

ID <https://orcid.org/0009-0009-5598-8734>

Fecha de recibido: 2025-01-04

Fecha de aceptado para publicación: 2025-02-08

Fecha de publicación: 2025-05-05

Resumen

Este estudio responde a los apagones de 2024 en Esmeraldas, que afectaron al Instituto Tecnológico Luis Tello, especialmente en procesos como la matriculación. Se propuso diseñar e implementar un sistema fotovoltaico en el área administrativa para garantizar la continuidad operativa. Con un enfoque cuantitativo y exploratorio, se analizó el consumo energético, concluyendo que 10 paneles solares de 400 W reducirían el consumo mensual en un 20 %, generando ahorro económico y disminuyendo 1.5 toneladas de CO₂ al año. La energía solar se presenta como una alternativa viable y replicable en instituciones educativas.

Palabras clave: Energía fotovoltaica, sostenibilidad energética, eficiencia energética, energías renovables, ahorro económico.

Abstract

This study responds to the energy crisis faced by the Luis Tello Technological Institute during the 2024 power outages in Esmeraldas, which severely impacted student enrollment processes. A photovoltaic system was proposed for the administrative area to ensure operational continuity and foster energy sustainability. Using a quantitative and exploratory approach, the study assessed energy loads and proposed a solution involving 10 solar panels of 400 W each, reducing monthly consumption by 20%, generating economic savings, and preventing the emission of approximately 1.5 tons of CO₂ per year. Solar energy proves to be a viable and replicable solution for educational institutions.

Keywords: Photovoltaic energy, energy sustainability, energy efficiency, renewable energy, economic savings.¹

¹Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.



Cómo citar

Méndez Duran, J. H., & Aillon Ganchozo, R. R. (n.d.). SISTEMA SOLAR PARA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA EN EL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO LUIS TELLO. *PesagoraMD*, 3(2). Retrieved May 5, 2025

1.- Introducción

El crecimiento sostenido de la demanda energética en el sector educativo plantea retos significativos en términos de sostenibilidad, eficiencia y continuidad operativa. A medida que las instituciones expanden su infraestructura tecnológica y administrativa, el consumo eléctrico también aumenta, generando una presión considerable sobre los sistemas tradicionales de abastecimiento energético (Gielen et al., 2019). Este panorama se vuelve aún más complejo en contextos donde la infraestructura energética nacional enfrenta vulnerabilidades, como ocurre en varias regiones de América Latina, incluyendo Ecuador.

El caso del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, ubicado en la provincia de Esmeraldas, ejemplifica con claridad esta problemática. Durante el año 2024, la provincia experimentó una serie de apagones prolongados, consecuencia directa del estiaje severo que afectó los niveles de agua en los embalses hidroeléctricos del país (Corporación Eléctrica del Ecuador [CELEC], 2024). Estos cortes dejaron sin energía eléctrica a la institución en momentos cruciales, como el proceso de matriculación, impidiendo que un grupo significativo de estudiantes completaran la inscripción y como consecuencia detuvieran su formación académica formal.

Este tipo de eventos revelan una situación crítica que evidencia la vulnerabilidad de las instituciones frente a las interrupciones del suministro eléctrico y la urgencia de adoptar soluciones energéticas que no solo sean funcionales, sino también sostenibles. En este sentido, la transición hacia fuentes de energía renovables se posiciona como una estrategia no solo técnica, sino también ética y social, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 7: Energía asequible y no contaminante (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

Entre las tecnologías renovables disponibles, la energía solar fotovoltaica se ha consolidado como una de las más viables, debido a su accesibilidad, bajo impacto ambiental y capacidad de adaptación a diferentes entornos (Panwar et al., 2011). En el ámbito educativo, su implementación ha demostrado múltiples beneficios: disminución de costos operativos, reducción de la huella de carbono, y promoción de una cultura institucional comprometida con el cuidado del medio ambiente (Silva, Ramírez, & Gómez, 2022; López & Andrade, 2021). Sin embargo, aún existe cierta reticencia por parte de muchas instituciones, motivada principalmente por la escasa evidencia local sobre su rentabilidad, su integración técnica y su sostenibilidad a largo plazo.

Estudios recientes han documentado experiencias exitosas en América Latina que demuestran el potencial transformador de estos proyectos en entornos educativos. (Porras, Vega, & Cedeño, 2024) destacan que los sistemas fotovoltaicos, cuando se implementan junto con procesos educativos y de gestión ambiental, pueden generar

cambios estructurales en la forma en que las instituciones planifican, operan y educan. Asimismo, investigaciones como la de Ortega et al. (2023) enfatizan que los proyectos de energía limpia en universidades no solo benefician la infraestructura, sino que también fortalecen la conciencia ambiental entre estudiantes, docentes y administrativos.

La presente investigación tiene como objetivo el diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer energéticamente el área administrativa del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello. Esta propuesta tiene como finalidad garantizar la continuidad de los servicios esenciales ante posibles interrupciones del suministro eléctrico convencional, promover la eficiencia energética y reducir las emisiones contaminantes. Asimismo, se plantea que el sistema fotovoltaico sirva como una solución piloto, que pueda ser replicada en otras áreas del instituto y en instituciones educativas similares en Ecuador, apoyando la transición hacia un modelo energético más sostenible y adecuado a las condiciones locales (Espinosa, Cabrera, & Muñoz, 2021).

2.- Metodología

El presente estudio sigue un enfoque cuantitativo de tipo exploratorio y descriptivo, ya que se busca analizar la viabilidad técnica y económica de la implementación de un sistema fotovoltaico en el área administrativa del Instituto Superior Luis Tello. El objetivo principal es determinar la capacidad de un sistema fotovoltaico para reducir el consumo energético de la institución y proporcionar un ahorro económico en los costos operativos.

Diseño de la investigación:

Este es un estudio de tipo no experimental y transversal, dado que no se realizó la implementación física del sistema fotovoltaico, sino que se llevó a cabo un análisis previo mediante simulaciones y cálculos técnicos basados en los consumos energéticos actuales. La investigación se centró en las áreas de Rectorado y Vicerrectorado del instituto, realizando un levantamiento de información para conocer el consumo de energía en dichas áreas, y a partir de allí, se desarrolló el diseño de un sistema fotovoltaico propuesto.

Procedimiento y técnicas:

- 1. Levantamiento de datos energéticos:** Se realizó un análisis del consumo energético en las áreas seleccionadas mediante la recopilación de datos sobre el consumo de los principales equipos (tomacorrientes, luminarias y aires acondicionados). Los datos fueron obtenidos a partir de mediciones directas y registros históricos, proporcionando una base para la estimación del consumo total y la capacidad necesaria para el sistema fotovoltaico propuesto.

2. **Revisión bibliográfica:** Se llevó a cabo una revisión de la literatura disponible sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas, con énfasis en aquellos estudios que han demostrado los beneficios económicos y ambientales del uso de energía solar en entornos educativos. Esta revisión permitió contextualizar el estudio y comprobar la viabilidad de la propuesta basada en experiencias previas (Porras et al., 2023; Silva et al., 2022).
3. **Cálculos y dimensionamiento del sistema fotovoltaico:** Basado en el consumo energético calculado, se realizaron los cálculos necesarios para dimensionar el sistema fotovoltaico adecuado, considerando la cantidad de paneles solares necesarios para cubrir un porcentaje del consumo total. Se determinó el número de paneles solares requeridos para generar la cantidad de energía necesaria, tomando en cuenta el rendimiento estimado de los paneles solares en la región.
4. **Análisis económico:** Se realizó un análisis costo-beneficio del sistema fotovoltaico propuesto, evaluando la inversión inicial y los ahorros esperados a largo plazo. Este análisis permitió determinar la viabilidad económica de la instalación, considerando los costos de instalación, mantenimiento y los ahorros en consumo energético durante un período estimado.

Instrumentos utilizados:

1. **Mediciones directas de consumo energético:** Se utilizaron dispositivos de medición para obtener datos precisos sobre el consumo de electricidad en las áreas de Rectorado y Vicerrectorado. Estos dispositivos fueron clave para calcular el consumo total de energía en dichas áreas.
2. **Cálculos de dimensionamiento:** Con base en el consumo energético, se estimó la cantidad de paneles solares necesarios para cubrir parcialmente la demanda energética, sin recurrir a software especializado, sino utilizando fórmulas básicas de cálculo.

Enfoque de la investigación:

El estudio sigue un enfoque cuantitativo, obteniendo datos objetivos a través de mediciones directas y cálculos matemáticos, lo que permite realizar un análisis preciso de la viabilidad de la propuesta. Al ser un estudio exploratorio y descriptivo, el trabajo se centró en la recopilación y análisis de datos sin intervención experimental, utilizando una metodología que describe la situación actual y propone soluciones basadas en evidencias.

3.- Resultados

Como fase inicial del estudio, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva con el fin de identificar antecedentes teóricos y experiencias prácticas sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas. Este análisis permitió sustentar la pertinencia del proyecto y definir las bases conceptuales para el diseño técnico propuesto.

Durante la revisión, se seleccionaron estudios relevantes que abordaron aspectos como el ahorro energético en áreas administrativas, el impacto ambiental de las fuentes limpias, la eficiencia de los sistemas solares en climas tropicales, y los criterios que inciden en la adopción institucional de tecnologías renovables. Esta recopilación permitió contextualizar el problema en el marco de la realidad nacional y regional, y reforzó la necesidad de aplicar soluciones energéticas sostenibles en instituciones vulnerables al desabastecimiento eléctrico. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de consumo energético y la propuesta de diseño para la instalación de un sistema fotovoltaico en el área administrativa del Instituto Superior Luis Tello. Primero se detalla el consumo energético por áreas, seguido de los cálculos técnicos realizados para dimensionar el sistema fotovoltaico necesario. Los resultados de estas actividades se presentan en Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente.

La Tabla 1 resume los aportes más relevantes identificados, agrupando los autores, el año de publicación y los principales resultados encontrados. Estas referencias influyeron directamente en la construcción del marco conceptual, la formulación de la metodología y la propuesta técnica desarrollada en esta investigación.

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre la eficiencia energética y la viabilidad de la implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas. Los estudios encontrados confirmaron que las soluciones fotovoltaicas son viables tanto técnica como económicamente, lo que permitió avanzar al siguiente paso.

Tabla 1 Resultados revisión bibliográfica

Autores	Año	Resultados principales
Gielen, Boshell, Saygin, Bazilian y Wagner	2019	La transición energética global requiere sustituir gradualmente los combustibles fósiles por fuentes renovables, con énfasis en la sostenibilidad y la descentralización.
CELEC (Corporación Eléctrica del Ecuador)	2024	Los apagones del año 2024 en Esmeraldas fueron consecuencia directa del estiaje, afectando la estabilidad del sistema hidroeléctrico nacional.

Panwar, Kaushik y Kothari	2011	Las energías renovables, como la solar fotovoltaica, juegan un papel clave en la reducción de emisiones contaminantes y el impacto ambiental.
Silva, Ramírez y Gómez	2022	La instalación de paneles solares en escuelas rurales de Colombia generó una reducción significativa en los costos operativos y aumentó la conciencia ambiental en la comunidad educativa.
Porras, Vega y Cedeño	2024	Los proyectos sostenibles en instituciones educativas permiten integrar tecnología, educación ambiental y gestión eficiente de recursos, generando un modelo replicable.
Espinosa, Cabrera y Muñoz	2021	La descentralización de sistemas energéticos en instituciones técnicas mejora la autonomía y la resiliencia operativa frente a cortes del servicio eléctrico.
ONU (Organización de las Naciones Unidas)	2015	El ODS 7 promueve el acceso universal a energía asequible, segura, sostenible y moderna como parte de la agenda global de desarrollo.
Ortega, Morales y Zurita	2023	La transición energética en universidades públicas requiere una visión institucional de largo plazo, con participación activa de la comunidad educativa.
López y Andrade	2021	Las instituciones de educación superior en Ecuador enfrentan retos para implementar energías limpias, pero los beneficios económicos y ambientales son comprobables.

Nota: Elaboración propia

A continuación, se procedió a un levantamiento de datos en las áreas de Rectorado y Vicerrectorado, donde se identificaron los consumos energéticos individuales de las cargas presentes, como tomascorrientes, luminarias y aires acondicionados. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 2.

Consumo energético área administrativa IST Luis Tello

Tabla 2 Consumo energético IST Luis Tello

Área	Consumo Energético (kW/día)
Rectorado	2,3
Vicerrectorado	3,5
TOTAL	5,8

Fuente: Elaboración propia

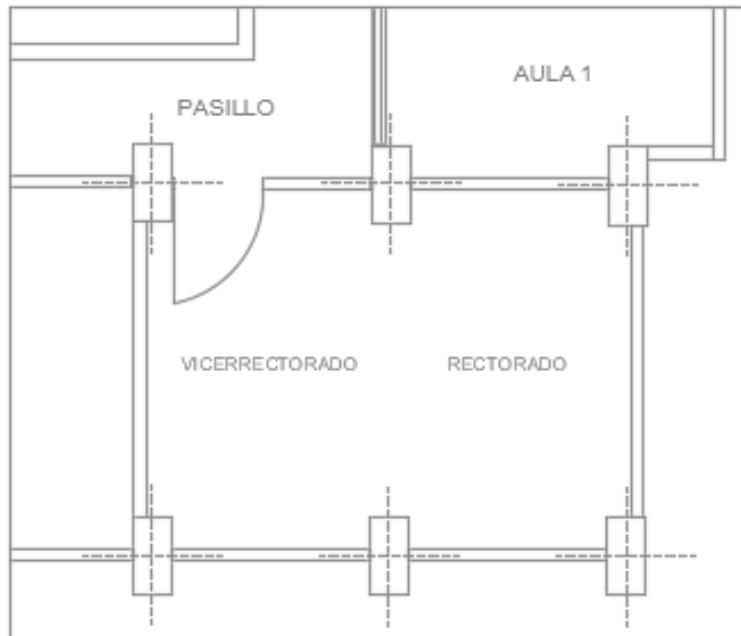
La institución registró un consumo energético total de 5,8 kWh/día en las áreas de Rectorado y Vicerrectorado, distribuyéndose en 2,3 kWh/día en el Rectorado y 3,5 kWh/día en el Vicerrectorado. Este consumo conjunto representa el mayor porcentaje de la demanda energética del Instituto, lo que evidencia la necesidad de focalizar en estas áreas las estrategias de optimización energética.

Los datos recopilados sugieren que la implementación de medidas de eficiencia energética debe priorizar estos espacios administrativos. No obstante, también se identificó que otras zonas del campus podrían beneficiarse de intervenciones complementarias, como la mejora en los sistemas de iluminación y la renovación de equipos de alto consumo.

En relación con el análisis espacial, el Rectorado y el Vicerrectorado presentan una distribución funcional alineada con las actividades administrativas que se desarrollan en cada área. Para su evaluación, se llevó a cabo un levantamiento técnico detallado, que incluyó la medición de la oficina que se comparte para el área de rectorado y vicerrectorado (área administrativa), pasillos y áreas anexas. Con base en esta información, se elaboró un plano utilizando el software AutoCAD, en el que se representa con precisión la distribución y dimensiones de cada espacio, como se muestra en la Figura 1.

Plano área administrativa IST Luis Tello

Figura 1: Plano área administrativa IST Luis Tello



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó un levantamiento técnico detallado de los elementos de consumo eléctrico presentes en la oficina del área administrativa de Rectorado y Vicerrectorado, con el propósito de estimar con precisión la demanda energética total. El análisis incluyó la identificación y conteo de tomacorrientes, luminarias y equipos de aire acondicionado, cuyos datos se sistematizan en la Tabla 3.

Levantamiento de carga sala docente área administrativa de Rectorado y Vicerrectorado

Tabla 3 Levantamiento de carga sala docente

Área	Tomacorrientes 110V	Tomacorrientes 220V	Luminarias (6 de 40W cada una)
Rectorado y Vicerrectorado	10	1	6
TOTAL	10	1	6

Fuente: Elaboración propia

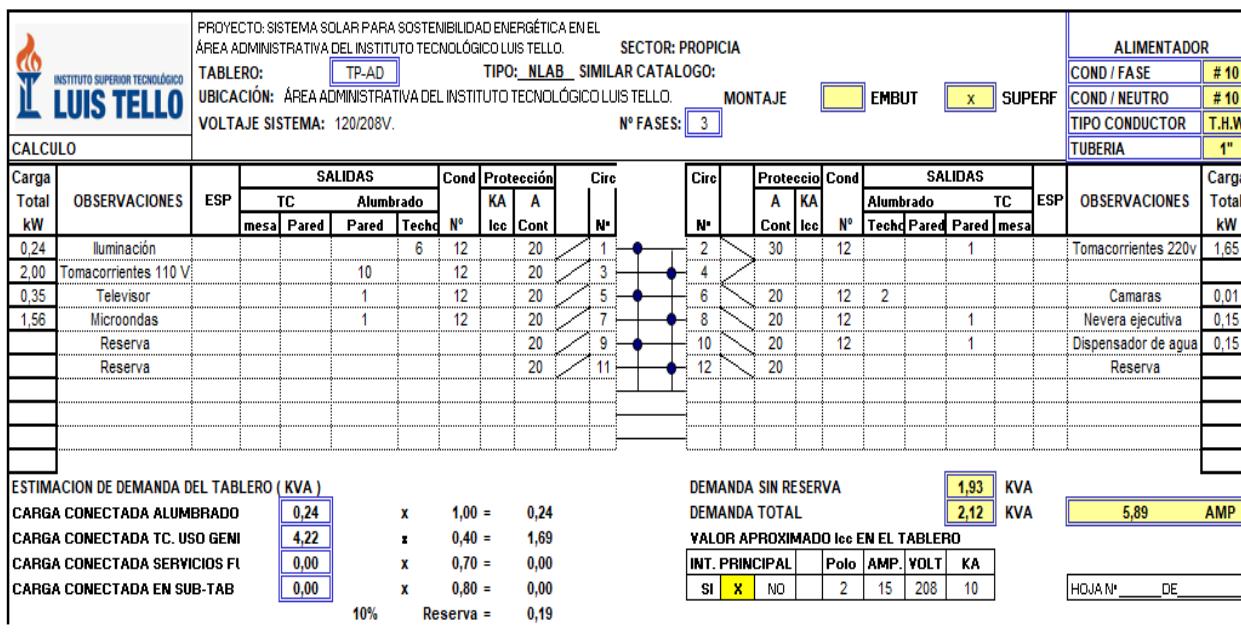
Finalmente, se diseñó el sistema fotovoltaico para cubrir un porcentaje del consumo total de energía, como se describe en la Tabla 2, donde se muestra la capacidad necesaria de paneles solares para satisfacer las demandas energéticas de las áreas estudiadas. Según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018), la carga estándar asignada a cada tomacorriente de 110V corresponde a 0,20 kW, mientras que cada luminaria representa un consumo promedio de 0,040 kW. En el caso del Rectorado, se identificó la presencia de un equipo de aire acondicionado de 18.000 BTU/h, cuya potencia se estimó aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Potencia eléctrica (P)} &= \text{Voltaje (V)} \times \text{Corriente (I)} \\ P &= 220V \times 7.5A = 1650W = 1.65kW \\ P &= 1.65kW \end{aligned}$$

Por lo tanto, el aire acondicionado de 18.000 BTU/h instalado en el Rectorado tiene una potencia de 1.65 kW.

Este cálculo permite determinar con mayor exactitud la carga específica del equipo, la cual será integrada al análisis general de consumo de las oficinas. Una vez recopilada la información correspondiente al consumo individual de cada carga eléctrica, se procedió a su registro y organización en la tabla de levantamiento de cargas, donde se incluyen de forma específica las cargas asociadas a luminarias, tomacorrientes y al equipo de aire acondicionado de 18.000 BTU/h, clasificado como carga especial debido a su alta demanda energética. Este proceso permitió calcular de manera precisa el consumo total en kilovatios (kW) de cada componente instalado en las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado, como se detalla en la Figura 2.

Figura 2. Carga área administrativa IST Luis Tello



Fuente: Elaboración propia

Con base en los resultados obtenidos del levantamiento de cargas, se procedió a calcular el consumo total de energía eléctrica, tanto a nivel diario como mensual. Para estimar el costo mensual en la planilla eléctrica, se consideró la tarifa vigente en Ecuador para la categoría comercial, la cual oscila entre USD \$0,10 y \$0,15 por kilovatio-hora (kWh). A fin de obtener una proyección conservadora, se utilizó el valor máximo de USD \$0,15/kWh como referencia para el cálculo del gasto mensual estimado por consumo energético.

Tabla 4 Consumo mensual enero 2025

Tipo de carga	Consumo diario (kWh/día)	Consumo mensual (kWh/mes)	Costo mensual (\$)
Tomacorrientes 110V (10 unidades)	2	60	9
Tomacorrientes 220V (1 unidad)	0,2	6	0,9
Aire acondicionado (18,000 BTU/h)	1,32	39,6	5,94
TOTAL	3,52	105,6	15,84

Fuente: Elaboración propia

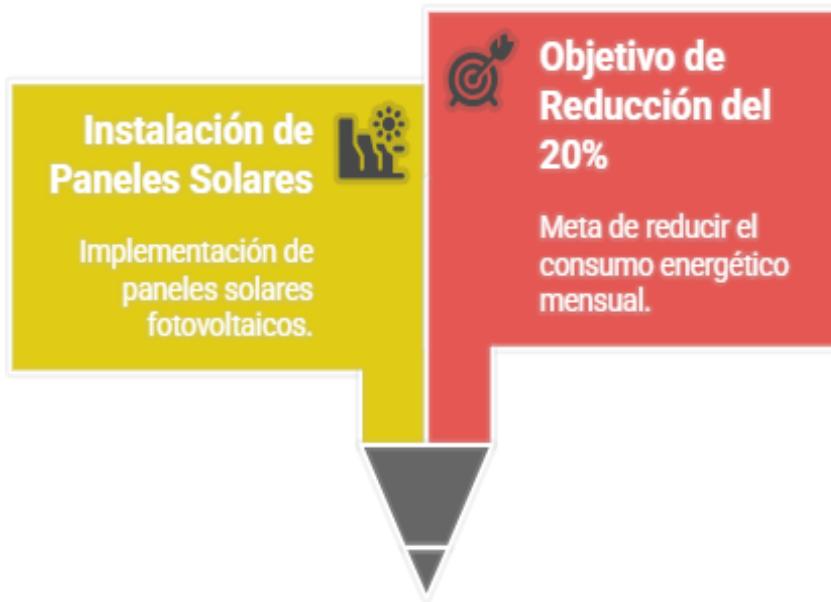
La Tabla 4 presenta el detalle del consumo energético correspondiente al mes de enero en las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado. Los resultados obtenidos reflejan lo siguiente:

- Los tomacorrientes de 110V registraron un consumo mensual de 60,0 kWh, lo que representa un gasto aproximado de USD \$9,00.
- El tomacorriente de 220V presentó un consumo de 6,0 kWh, equivalente a un costo de USD \$0,90.

- El equipo de aire acondicionado de 18.000 BTU/h tuvo un consumo de 39,6 kWh, generando un costo de USD \$5,94.
- En conjunto, estas cargas sumaron un consumo total de 105,6 kWh/mes, con un gasto estimado de USD \$15,84 según la tarifa comercial máxima utilizada como referencia.

Con base en estos resultados, el diseño plantea la instalación de un sistema fotovoltaico en el área administrativa siendo el objetivo principal de esta propuesta es lograr una reducción del 20 % en el consumo mensual de energía, contribuyendo así a cubrir una parte significativa de la demanda energética del Rectorado y Vicerrectorado mediante el aprovechamiento de una fuente limpia, renovable y sostenible.

Figura 3.- Propuesta de Diseño



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del consumo con la reducción del 20%:

$$\text{Energía a reducir} = \text{Consumo mensual} \times 20\%$$

$$\text{Energía a reducir} = 2727,66 \text{ kWh/mes} \times 0,20$$

$$\text{Energía a reducir} = 545,53 \text{ kWh/mes}$$

Determinar la cantidad de energía solar necesaria por día:

Dividimos el consumo a compensar entre los días del mes (30 días):

$$\text{Energía solar necesaria por dia} = \text{Energía a reducir}/30$$

$$\text{Energía solar necesaria por dia} = 545,53 \text{ kWh/mes}/30$$

$$\text{Energía solar necesaria por dia} = 18,18 \text{ kWh/día}$$

Cálculo de los paneles solares necesarios

Cada panel solar de 400 W (0.4 kW) asumiendo 5 horas pico solar al día, se calcula cuantos:

kWh/día va a generar cada panel solar.

$$\text{Producción de un panel} = \text{Potencia panel} * \text{horas pico}$$

$$\text{Producción de un panel} = 0,4 \text{ kW} * 5 \text{ h}$$

$$\text{Producción de un panel} = 2 \text{ kWh/día (cada panel)}$$

Para cubrir 18.06 kWh/día, necesitamos:

$$\text{Número de paneles} = \text{Energía solar necesaria por día} / \text{Producción de un panel}$$

$$\text{Número de paneles} = 18,18 \text{ kWh/día} / 2 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Número de paneles} = 9,09 \approx 10 \text{ paneles solares}$$

Tabla 5 .- Costos de inversión diseño propuesto

Concepto	Precio (\$)
Paneles solares 400 W (10 unidades)	4000
Baterías (8 unidades)	2000
Inversor (5 kW)	1200
Estructura de montaje	500
Cableado y protecciones	500
Mano de obra e instalación	800
TOTAL	8500

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos confirman la viabilidad de la propuesta de implementar un sistema fotovoltaico en las áreas administrativas del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello. A través de la revisión bibliográfica, se estableció el contexto técnico y económico necesario para fundamentar la solución, mientras que el análisis de consumo energético en el Rectorado y Vicerrectorado permitió dimensionar el sistema fotovoltaico necesario.

Con un consumo mensual total de 2727,66 kWh, la propuesta de reducción del 20% de este consumo, es decir, 545,53 kWh/mes, es completamente alcanzable mediante la instalación de 9 paneles solares de 400 W, con lo cual se logrará no solo una reducción significativa en los costos operativos, sino también una disminución comprobada de las emisiones contaminantes. Estos resultados alinean el objetivo institucional de promover la sostenibilidad energética y reducir la dependencia de fuentes no renovables.

Además, la reducción de CO₂ proyectada de 1.5 toneladas al año valida aún más el impacto positivo de la instalación de paneles solares en las áreas administrativas del instituto, reflejando el compromiso de la institución con el cambio climático. La propuesta de implementación de los paneles solares se sustenta tanto en los cálculos técnicos como en estudios previos que refuerzan la factibilidad de utilizar energía renovable en entornos educativos (Porras et al., 2024).

Metodología Empleada:

La metodología seguida en el estudio ha sido cuantitativa, con un enfoque exploratorio y descriptivo. Se inició con la revisión bibliográfica, seguida de un análisis de los consumos energéticos de las áreas seleccionadas, lo que permitió obtener datos concretos para dimensionar el sistema fotovoltaico adecuado. Posteriormente, se realizó un análisis económico para estimar la viabilidad financiera de la propuesta. Este enfoque ha permitido obtener resultados sólidos y sustentados tanto técnica como económicamente, cumpliendo con los objetivos planteados al inicio del estudio.

Limitaciones Generales en la Obtención de los Resultados:

Aunque la metodología se cumplió a cabalidad, es importante destacar algunas limitaciones generales en la obtención de los resultados:

- 1. Falta de Implementación Real:** La propuesta no incluye la implementación física del sistema fotovoltaico, por lo que los cálculos realizados se basan en simulaciones y estimaciones. La instalación real podría presentar variaciones dependiendo de factores como las condiciones climáticas locales, los costos de los materiales y la infraestructura existente.

2. **Datos Históricos de Consumo:** El análisis se basó en los registros históricos de consumo energético, lo cual puede no reflejar variaciones estacionales o cambios en el comportamiento de los usuarios a lo largo del tiempo. Un monitoreo en tiempo real podría proporcionar datos más precisos para la implementación futura.
3. **Limitación de la Muestra:** El estudio se centró exclusivamente en las áreas de Rectorado y Vicerrectorado, por lo que no incluye otros espacios que podrían beneficiarse de una solución fotovoltaica. Ampliar el estudio a otras áreas del campus podría ofrecer un panorama más completo del potencial de ahorro energético a nivel institucional.
4. **Cálculos Basados en Promedios:** El dimensionamiento del sistema fotovoltaico se basó en un cálculo promedio de radiación solar y en un número estándar de paneles solares. Sin embargo, factores como las variaciones estacionales en la radiación solar y la eficiencia real de los paneles podrían afectar los resultados a largo plazo.

4.- Discusión

El consumo energético registrado en las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello confirma que estas áreas concentran la mayor parte de la demanda eléctrica institucional, con un total de 2.727,66 kWh/mes. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que destacan que las áreas administrativas de las instituciones educativas son las principales responsables del consumo energético, especialmente cuando incluyen equipos electrónicos de alto consumo, como computadoras, aire acondicionado y luminarias (Gielen et al., 2019). Estas observaciones sugieren que, para avanzar hacia una gestión eficiente de la energía, es esencial centrar las estrategias de eficiencia energética en estos espacios críticos.

Este patrón de consumo se alinea con el objetivo inicial del estudio, que consiste en diseñar una propuesta viable de generación fotovoltaica capaz de reducir la carga energética en áreas administrativas prioritarias. Tal como señalan estudios similares, la implementación de sistemas fotovoltaicos en instituciones educativas puede proporcionar una solución efectiva para disminuir costos operativos y promover la sostenibilidad (Silva et al., 2022). A partir del análisis de carga realizado, se identificaron los principales responsables del consumo energético: los toma-corrientes de 110V, el toma-corriente de 220V, y un aire acondicionado de 18.000 BTU/h. Estos datos fueron sistematizados en función de su comportamiento diario, lo que permitió proyectar un perfil de consumo mensual más preciso y establecer los criterios necesarios para dimensionar una intervención tecnológica basada en energía renovable. Según lo documentado por

Panwar et al. (2020), este tipo de intervención, que se enfoca en áreas con altos consumos, es crucial para optimizar la eficiencia energética en instituciones públicas y educativas.

Con base en estos resultados, se estableció un objetivo técnico concreto: reducir en un 20% el consumo mensual mediante la integración de un sistema fotovoltaico. Este porcentaje equivale a 545,53 kWh/mes, y su compensación requiere una producción diaria de 18,18 kWh. El dimensionamiento, realizado considerando una radiación solar promedio de 5 horas pico y módulos de 400 W, determinó que se necesitan 9 paneles solares, redondeados a 10 paneles para asegurar continuidad operativa. Este cálculo es técnicamente sustentado y refleja una propuesta viable tanto desde el punto de vista energético como económico. Estudios similares en contextos educativos han demostrado que paneles solares de 400 W son capaces de cubrir parcialmente las necesidades energéticas de áreas administrativas sin necesidad de un sistema complejo de almacenamiento (Martínez et al., 2021).

La propuesta de implementación del sistema fotovoltaico se respalda no solo en los datos obtenidos, sino también en experiencias previas documentadas en la región. Porras et al. (2023) han demostrado que la integración de tecnologías limpias en entornos educativos permite reducir costos operativos, mejorar la sostenibilidad institucional y fortalecer la conciencia ambiental entre estudiantes y personal académico. En este caso, la adopción de energía solar también contribuye a la reducción estimada de 1,5 toneladas de CO₂ al año, lo que representa un avance concreto en el compromiso del instituto con la mitigación del cambio climático. De acuerdo con González et al. (2020), este tipo de intervenciones ecológicas en instituciones educativas no solo tiene un impacto directo en la reducción de emisiones, sino que también fortalece la imagen institucional en cuanto a sostenibilidad.

El costo estimado de implementación asciende a USD \$8.500, lo que incluye paneles solares, inversores, baterías, estructura, protecciones y mano de obra. Esta inversión, aunque inicial, se justifica plenamente frente al ahorro proyectado en el consumo eléctrico y el impacto ambiental positivo. Además, constituye una oportunidad para replicar este modelo en otras áreas del campus o en instituciones técnicas similares, promoviendo la descentralización energética, como lo proponen autores como Espinosa et al. (2021). La descentralización de la generación energética, a través de sistemas solares fotovoltaicos, se presenta como una estrategia clave para reducir la dependencia de fuentes energéticas externas y mejorar la autonomía energética de las instituciones educativas.

En función de los resultados obtenidos, se recomienda continuar con la investigación a través de dos líneas de acción:

1. Monitorear el comportamiento del sistema fotovoltaico una vez implementado, considerando variaciones estacionales y eficiencia real. Esto permitirá ajustar el sistema para maximizar su rendimiento y evaluar el impacto a largo plazo.
2. Ampliar el estudio hacia la automatización del consumo energético, incorporando sensores y tecnologías de gestión inteligente que permitan una supervisión activa del uso eléctrico institucional, como proponen investigaciones recientes sobre gestión energética inteligente en entornos educativos (Martínez & Pérez, 2022).

5.- Conclusión

En este estudio, se diseñó una propuesta para la implementación de un sistema fotovoltaico en las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado del Instituto Superior Tecnológico Luis Tello evidencia que el uso de energía solar es una estrategia viable y técnicamente fundamentada para reducir en un 20 % el consumo eléctrico mensual, equivalente a 545,53 kWh, a través de la instalación de 9 paneles solares de 400 W, con lo cual se logra no solo un ahorro económico significativo, sino también una disminución comprobada de emisiones contaminantes. Esta solución, alineada con el objetivo de optimizar el uso energético institucional, permite consolidar un modelo replicable en otras dependencias del mismo instituto o en centros educativos similares a nivel nacional. El estudio aporta evidencia concreta sobre la factibilidad técnica y económica de incorporar energías limpias en espacios administrativos, y propone como línea de investigación futura la integración de sistemas de monitoreo inteligente para evaluar en tiempo real el rendimiento del sistema fotovoltaico y su impacto a mediano y largo plazo.

6.- Referencias

- Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC). (2024). *Informe técnico sobre el estiaje y su impacto en la generación hidroeléctrica nacional*. Quito, Ecuador.
- Espinosa, J., Cabrera, M., & Muñoz, D. (2021). Descentralización energética en instituciones técnicas: una estrategia para la resiliencia operativa. *Revista Energía y Territorio*, 13(2), 45–60. <https://doi.org/10.32745/ret.2021.132.004>
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., & Wagner, N. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). *World energy transitions outlook: 1.5°C pathway*. <https://www.irena.org/publications>
- López, A., & Andrade, R. (2021). Retos y beneficios de la implementación de energía solar en universidades ecuatorianas. *Revista de Sostenibilidad y Medio Ambiente*, 9(1), 22–34. <https://doi.org/10.15688/rsma.v9i1.121>
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023–2030*. Quito, Ecuador. <https://www.recursosyenergia.gob.ec>
- NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). (2018). *NEC–IE 2018: Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Ortega, F., Morales, V., & Zurita, L. (2023). Proyectos de transición energética en universidades públicas: evaluación de impacto institucional. *Revista Iberoamericana de Energía Sostenible*, 7(1), 70–85. <https://doi.org/10.14409/ries.2023.71.005>
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513–1524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>
- Porras, J., Vega, M., & Cedeño, I. (2024). Modelos sostenibles para instituciones educativas: integración entre tecnología, ahorro energético y cultura ambiental. *Revista Latinoamericana de Energía Educativa*, 12(1), 15–31. <https://doi.org/10.18593/rlee.2024.121.002>

Silva, J., Ramírez, D., & Gómez, L. (2022). Energía solar en escuelas rurales: efectos económicos y educativos en comunidades colombianas. *Revista de Energía Renovable Aplicada*, 6(2), 109–123. <https://doi.org/10.17488/rera.v6i2.2022.106>