

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN, PERÚ, 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR (ES): Bach. GIAN PIERRE RIOS FERNÁNDEZ

Bach. JHON DARWIN LOZADA CASTILLO

ASESOR: Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicón

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ENERGÍAS ALTERNATIVAS

JAÉN-PERÚ, 2024

Gian Pierre Rios Fernández Jhon Darwin Lozada Ca...

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3341422390

86 páginas

Fecha de entrega

16 sep 2025, 11:36 a.m. GMT-5

18.395 palabras

Fecha de descarga

16 sep 2025, 11:46 a.m. GMT-5

99.867 caracteres

Nombre del archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_GIAN_R_OS_Y_JHON_LOZADA.pdf

Tamaño del archivo

5.7 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello

Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de setiembre del año 2025, siendo las 17:35 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mtro. Marco Luis Pérez Silva.

Secretario: Mg. José Andrés Fernández Mera.

Vocal: Mg. Juan Antonio Labrin Romero.

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Informe Final de Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN, PERÚ, 2024, presentado por los Bachilleres **Gian Pierre Rios Fernández y Jhon Darwin Lozada Castillo**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

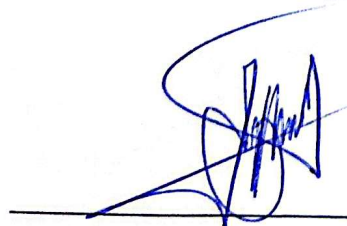
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

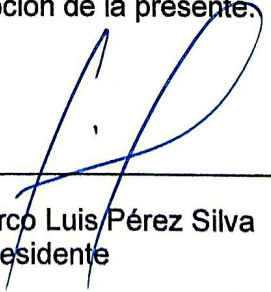
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (16) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 18:25 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. Ing. José Andrés Fernández Mera
Secretario



Mtro. Ing. Marco Luis Pérez Silva
Presidente



Mg. Ing. Juan Antonio Labrin Romero
Vocal

“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”

ANEXO N°6

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS (PREGRADO)

Nosotros, **Gian Pierre Rios Fernández**, con DNI N°:74750831, y **Jhon Darwin Lozada Castillo**, con DNI N°:75655419, bachilleres de la Carrera Profesional Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Declaramos bajo juramento que

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN-PERÚ, 2024”

Asesorado por el Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicón.

El mismo que presentamos bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Mecánico Electricista.

2. El texto de nuestro trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de nuestro trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuimos a nuestra autoría son veraces.
5. Declaramos que nuestro trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 27 de octubre de 2025



Gian Pierre Rios Fernández



Jhon Darwin Lozada Castillo

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
2.1	Ubicación del área de estudio	12
2.2	Metodología	14
2.2.1	Población y muestra.....	14
2.2.2	Materiales	14
2.2.3	Métodos	15
III.	RESULTADOS	19
3.1	OE1: Analizar el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyón para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico.	19
3.2	OE2: Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel.	24
3.2.1	Radiación Solar del Departamento de Cajamarca (ATLAS SOLAR).....	24
3.2.2	Radiación Solar de la ubicación del Hotel Suite Naylamp Zyón, Jaén-Perú (NASA).	26
3.3	OE3: Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del hotel.	28
3.3.1	Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico.....	28
3.3.2	Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos	29
3.3.3	Dimensionamiento del regulador.....	32
3.3.4	Dimensionamiento del inversor	34
3.3.5	Dimensionamiento del banco de baterías	36
3.3.6	Cálculo de conductores	38
3.3.7	Dispositivos de protección.....	41
3.3.8	Sistema de puesta a tierra.....	48
3.4	OE4: Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto.....	48
3.4.1	Presupuesto	48
3.4.2	Costo por mantenimiento del Sistema Fotovoltaico	50
3.4.3	Análisis de ahorro económico.....	50
3.4.4	Flujo de caja del proyecto	51
3.4.5	Rentabilidad del proyecto	53
IV.	DISCUSIÓN	54

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
	DEDICATORIA.....	65
	AGRADECIMIENTO	66
	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales	14
Tabla 2. Potencia Total Instalada.....	19
Tabla 3. Energía total consumida en Wh/día.....	22
Tabla 4. Mínimo grado de inclinación	26
Tabla 5. Irradiación solar diaria promedio por mes en kWh/(m ² .día) para un ángulo de 5° y 20°	26
Tabla 6. Irradiación solar diaria promedio por mes en kWh/(m ² .día) para un ángulo de 11°	27
Tabla 7. Velocidad del viento del lugar de estudio a 10m y 50m.....	28
Tabla 8. Especificaciones técnicas del Panel solar 550 W, Monocristalino, PERC Tensite	30
Tabla 9. Porcentaje admitido de caída de tensión por tramo.....	38
Tabla 10. Caída de tensión por tramo.....	38
Tabla 11. Cálculo de sección de conductores.....	40
Tabla 12. Presupuesto total del sistema fotovoltaico	48
Tabla 13. Costo por mantenimiento	50
Tabla 14. Flujo de caja del proyecto	52
Tabla 15. Indicadores de rentabilidad	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Hotel con coordenadas GPS.....	12
Figura 2. Ubicación Geográfica del Hotel Suite Naylamp Zyón en la provincia de Jaén	13
Figura 3. Mapa de irradiancia solar del Departamento de Cajamarca.....	25
Figura 4. Comportamiento de la irradiación solar en Jaén para un ángulo de 11°	27
Figura 5. Área del Hotel Suite Naylamp Zyón	31
Figura 6. Regulador de carga 150/100, 5800 W	33
Figura 7. Inversor cargador MultiPlus-II 48/10000.....	35
Figura 8. Batería TS-L5000/LV Tensite.....	37
Figura 9. Datos técnicos de conductor THW – 90 (mm ²), indeco	41
Figura 10. Fusible solar DC 10 x 38 ZTPV-25	42
Figura 11. Portafusible 10x38 25A 1P ZJ BENY	43
Figura 12. Interruptor termomagnético Schneider 100A 2P.....	44
Figura 13. Interruptor termomagnético DC Solar Energy, 125A, 2P	46
Figura 14. Interruptor termomagnético y diferencial biticino seleccionado de 40A	47
Figura 15. Pliego tarifario.....	51

RESUMEN

La provincia de Jaén experimenta una problemática energética caracterizada por el incremento exponencial de la demanda eléctrica, ocasionado por la expansión del sector industrial, comercial y turístico. Esta situación ha generado sobrecargas en la infraestructura eléctrica regional. Por otra parte, el Hotel Suite Naylamp Zyon enfrenta importantes desafíos como resultado de los elevados costos energéticos asociados a las tarifas de Electro Oriente, además de las constantes interrupciones del servicio eléctrico que comprometen la calidad del servicio hotelero. Por ello, se diseñó y dimensionó un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas del Hotel Suite Naylamp Zyon, Jaén, Perú, 2024; con el fin de mitigar los sobre costos en facturación eléctrica y alcanzar mayor autonomía energética respecto a la red de suministro público. En ese sentido se utilizó el método inductivo para recopilar información técnica y de campo para el diseño y dimensionamiento del sistema. Como resultado se obtuvo 64 paneles solares Tensite de 550W, 6 reguladores MPPT Victron SmartSolar 150/100, 3 inversores Victron MultiPlus II 48/10000 y 28 baterías de litio Tensite TS-L5000/LV de 48V. El análisis financiero demuestra la viabilidad económica del proyecto con un VAN de S/.29,808.44, un TIR de 11.7% y un período de recuperación de inversión de 8 años.

Palabras Clave: Demanda eléctrica, sistema fotovoltaico, viabilidad económica, autonomía energética.

ABSTRACT

The province of Jaén is experiencing an energy problem characterized by the exponential increase in electricity demand caused by the expansion of the industrial, commercial and tourism sectors. This situation has generated overloads in the regional electrical infrastructure. On the other hand, the Hotel Suite Naylamp Zyon faces important challenges as a result of the high energy costs associated with Electro Oriente's tariffs, in addition to the constant interruptions of the electric service that compromise the quality of the hotel service. Therefore, a photovoltaic system was designed and dimensioned for the electrical installations of the Hotel Suite Naylamp Zyon, Jaén, Perú, 2024; in order to mitigate the cost overruns in electricity billing and achieve greater energy autonomy with respect to the public supply network. In this sense, the inductive method was used to gather technical and field information for the design and sizing of the system. As a result, 64 Tensite 550W solar panels, 6 Victron SmartSolar 150/100 MPPT regulators, 3 Victron MultiPlus II 48/10000 inverters and 28 Tensite TS-L5000/LV 48V lithium batteries were obtained. The financial analysis demonstrates the economic viability of the project with an NPV of S/.29,808.44, an IRR of 11.7% and an investment recovery period of 8 years.

Keywords: Electricity demand, photovoltaic system, economic viability, energy autonomy.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda energética a nivel mundial está aumentando considerablemente debido al crecimiento poblacional y la implementación de modernas innovaciones y sistemas que hacen uso de la electricidad para funcionar. Sin embargo, la obtención de electricidad a nivel global está generada en su mayor parte por el uso de energías convencionales lo que genera un impacto ambiental negativo muy elevado provocando un deterioro progresivo de las condiciones atmosféricas del planeta. El uso de combustibles fósiles da cuenta todavía de más del 80 % de la producción de energía en el planeta, aunque las fuentes de energía renovables están en aumento y brindan cerca del 19 % de la electricidad mundial según un informe de las Naciones Unidas (2021); el uso de combustibles fósiles produce la mayor contaminación en el entorno, provocando el cambio climático y la degradación de la capa de ozono. Entre los gases contaminantes que se liberan al entorno se encuentran un 5% de dióxido de azufre (SO₂), un 25% de dióxido de carbono (CO₂), un 87% de monóxido de carbono (CO) y un 66% de óxido de nitrógeno (NOX), de acuerdo con lo señalado por (Ovando de Paz R. , 2010).

Por otra parte, un problema que sigue preocupando es el difícil acceso a la energía eléctrica de una gran parte de la población global, se calcula que solo el 91,4% de toda la humanidad tiene acceso a ella, mientras que el 8,6% restante aún no posee el servicio eléctrico de acuerdo a un reporte del Banco Mundial (2023). Las dificultades de accesibilidad nacen a partir de diversos motivos tales como zonas geográficas de difícil acceso, baja economía de las familias, altos costos para la producción eléctrica, etc. Estas situaciones problemáticas conllevan a la exploración urgente de alternativas energéticas haciendo énfasis en el uso de energías limpias, sin contaminantes como las energías renovables. No obstante, la última década ha sido testigo de un auge significativo en el ámbito de las energías alternativas, con un énfasis característico en la innovación solar fotovoltaica. Este crecimiento se fundamenta en la naturaleza inagotable de recursos como la radiación solar, diferenciándose de los hidrocarburos tradicionales. Aunque el potencial de la energía solar ha sido reconocido desde hace tiempo, su adopción generalizada se vio inicialmente obstaculizada por los altos costos asociados con la tecnología fotovoltaica, lo que resultaba en tarifas poco competitivas en comparación con las fuentes de energía convencionales. Aunque los progresos innovadores recientes han revolucionado la industria solar, mejorando drásticamente la eficiencia de los

paneles fotovoltaicos y reduciendo significativamente sus costos de producción. Esta evolución ha posicionado a la energía solar como una alternativa cada vez más viable y competitiva en el mercado energético global, augurando un futuro prometedor para la generación de electricidad limpia y sostenible. (Arredondo y Ramos, 2020)

En tanto, en el Perú el precio por generación, transmisión y distribución de energía eléctrica se ha ido incrementando en los últimos tiempos debido a factores como el precio de combustibles, precio del cobre y aluminio, tipo de cambio, etc. Esto se ve reflejado en el costo de kWh aplicado al usuario final, ubicando al Perú en la tercera posición en el pago de tarifas eléctricas más caras de Sudamérica pese a contar con una amplia disponibilidad de recursos para la generación de energía (Hernández, 2024). Asimismo, cabe señalar que el precio promedio de kWh en el país de acuerdo a Global Petrol Prices (2024) es de S/. 0.695 para usuarios domésticos y S/. 0.620 para usuarios comerciales e industriales, estos valores varían de acuerdo a la ubicación y nivel de consumo del usuario. Por otro lado, el acceso a la electricidad en el Perú también es una situación que requiere de atención inmediata, según un informe del INEI (2024) muestra que el 97.1 % de los hogares en el sector urbano tienen el servicio eléctrico, mientras que en el sector rural solo el 82.6 % son beneficiarios, evidenciando un gran porcentaje de hogares que carecen del servicio, lo que dificulta el desarrollo social y económico de la población.

Es por ello que resulta fundamental la búsqueda de soluciones para atender dicha problemática y reducir esas brechas significativas, en tal sentido OSINERGMIN (2014), menciona que, en mayo de 2008, el estado peruano aprobó la Orden Legislativa 1002, el cual fomenta, por medio de subastas, la inversión en la producción de energía con fuentes energéticas no convencionales, como la energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, biomasa y minihidráulicas con una capacidad instalada de hasta 20 MW. Estos medios se conocen como Recursos Energéticos Renovables (RER) en este marco legal. Asimismo, dicha Orden Legislativa declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación de energía eléctrica por medio de los RER, en las que, resalta la energía solar”(Valdiviezo, 2014). De igual modo, según OSINERGMIN (2017), para el año 2040 se espera que el Perú tenga una matriz energética variada y competitiva que abarque al menos un 20% de su energía de fuentes renovables no convencionales, como la energía solar. Los RER

no convencionales aprovechan el suministro continuo de recursos ecológicos como el sol, el viento, el agua, la expansión vegetal y las mareas, entre otros, para satisfacer la demanda de energía en constante aumento. Por otra parte, el Ministerio de Energía y Minas de Perú, a través de su Atlas de la Energía Solar, ha demostrado el excepcional potencial del país para la generación de energía solar. Los niveles de emisión solar generalmente son de 5.5 y 6.5 kWh/m²; 5.0 a 6.0 kWh/m² en la costa, y 4.5 a 5.0 kWh/m² en la selva, Perú se posiciona como un territorio adecuado para el uso de la energía solar. Estos niveles altos de emisión solar indican que la ejecución de paneles fotovoltaicos en el país podría generar cantidades significativas de electricidad limpia y renovable, contribuyendo así a la diversidad de la matriz energética y se reduce la dependencia de hidrocarburos. (Soto,2022)

Asimismo, la provincia de Jaén enfrenta una problemática creciente debido al notable aumento de la demanda eléctrica impulsada por el desarrollo de industrias, comercios, hoteles, centros de recreación, etc; lo que ha sobrecargado las infraestructuras energéticas existentes derivando en constantes cortes de suministro eléctrico afectando el correcto funcionamiento y operación de estos lugares, ocasionando gran incomodidad en la población. Específicamente en el Hotel Suite Naylamp Zyon se enfrenta un gran desafío por los elevados costos operativos debido al consumo energético necesario para alimentar sus instalaciones. Esta situación se agrava por las altas tarifas eléctricas establecidas por la empresa encargada de la distribución Electro Oriente, lo que resulta en facturaciones excesivamente elevadas. Esto sumado a las constantes interrupciones del servicio no solo afecta la rentabilidad del hotel y su óptimo funcionamiento, sino que también limita su capacidad para reinvertir en mejoras o en estrategias sostenibles. Ante este escenario, se torna como urgencia la implementación de energías alternativas que reduzcan los costos, mejoren la eficiencia operativa y contribuyan a la sostenibilidad ambiental del establecimiento. Dentro de las energías alternativas se da el enfoque especialmente en la energía solar, dada la presencia de las altas temperaturas que caracterizan la ciudad y de esta manera poder reemplazar las fuentes que se usan actualmente, que presentan alto costo y bajo rendimiento. Según SENAMHI-PERÚ (2022), “Las temperaturas en la provincia de Jaén generalmente oscilan entre 17 °C y 32 °C durante todo el año y rara vez caen por debajo de los 15 °C o por encima de los 35 °C”. De acuerdo a estos datos se observa que la radiación solar en esta ciudad es sumamente alta, lo que da cuenta de un enorme potencial solar disponible.

Con el fin de afrontar la problemática antes mencionada del Hotel Suite Naylamp Zion, se propone el desarrollo del diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para suministrar energía a sus instalaciones, con la intención de reducir los elevados costos de facturación por consumo eléctrico y disminuir la dependencia energética de la red eléctrica. En este contexto se planteó el siguiente problema: ¿El diseño y dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico permitirá disminuir la dependencia energética de la red eléctrica y reducir los costos de consumo eléctrico en el Hotel Suite Naylamp Zion, Jaén, Perú, 2024?

El presente proyecto de investigación se centró en el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, sustentándose en diversas justificaciones que resaltan su importancia y pertinencia. Desde una perspectiva ambiental, los problemas medioambientales que enfrentamos hoy en día exigen respuestas urgentes, posicionándose la energía solar fotovoltaica como una solución. En Jaén, el sector hotelero destaca por su alto consumo energético, lo que resulta en una considerable huella de carbono. Una investigación reciente de Inca et al., (2023) señala que la implementación de sistemas fotovoltaicos ofrece a los usuarios la posibilidad de producir electricidad de manera autónoma y ecológica. Esta tecnología no solo disminuye el impacto ecológico, sino que también fomenta el uso de fuentes renovables, alineándose con las metas internacionales de desarrollo sostenible. Así, la energía fotovoltaica se perfila como una alternativa responsable y eficaz para mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

De igual modo, el presente estudio genera importantes impactos sociales. La adopción de energías ecológicas como la solar está cada vez más vinculada a la mejora del bienestar integral, la comodidad social y el acrecentamiento de las comunidades. Las empresas que adoptan prácticas sostenibles y socialmente responsables experimentan un incremento en la lealtad de los clientes y el valor de su marca. Los hoteles que promueven el uso de energía solar fortalecen su reputación como líderes en sostenibilidad, atrayendo tanto a huéspedes como a inversores interesados en apoyar iniciativas responsables. Whelan (2016).

Con respecto a lo práctico; el consumo energético puede ejercer una presión excesiva sobre la red de distribución eléctrica, particularmente en verano. La implementación de tecnología fotovoltaica ofrece un suministro energético complementario, aliviando así la carga sobre las instalaciones eléctricas locales. En su estudio, Keirstead y Sivakumar (2012),

sostienen que "la producción descentralizada de energía, ejemplificada por los sistemas fotovoltaicos, tiene el potencial de incrementar la capacidad de adaptación y recuperación de las redes eléctricas en entornos urbanos". Esta observación resalta cómo la energía solar puede contribuir a fortalecer y estabilizar la infraestructura eléctrica de las ciudades.

Asimismo, la justificación teórica se realiza con el propósito de promover el uso de energías renovables como respuesta a la creciente demanda energética y el elevado costo de la misma. La ciudad de Jaén, caracterizada por su alta radiación solar, ofrece un entorno propicio para la implementación de un sistema fotovoltaico eficiente que permita generar electricidad de manera sostenible. Este proyecto busca aprovechar dichos recursos para cubrir las necesidades energéticas del hotel, reduciendo costos operativos, mientras se asegura un suministro eléctrico confiable. El diseño y dimensionamiento del sistema se basan en principios de ingeniería eléctrica, considerando aspectos técnicos, económicos y medioambientales, para garantizar su viabilidad y eficiencia a largo plazo, contribuyendo al desarrollo de infraestructura verde en la región.

Otro punto es la justificación metodológica, ya que se basa en un enfoque técnico-científico que combina análisis teóricos y prácticos para garantizar la viabilidad del sistema fotovoltaico propuesto. Se aplicará una metodología cuantitativa que incluirá el análisis de datos de irradiancia solar de la región, la evaluación de la demanda energética del hotel y la selección óptima de componentes del sistema (paneles solares, inversores, baterías, entre otros). El dimensionamiento se realizará en base a los requerimientos necesarios establecidos. Asimismo, se llevarán a cabo estudios de factibilidad técnica y económica para evaluar el retorno de inversión. Esta metodología garantiza que el sistema fotovoltaico sea eficiente, rentable y acorde a las características específicas del hotel y la ubicación geográfica, asegurando su sostenibilidad y funcionalidad.

Ahora bien, la justificación científica para la puesta en funcionamiento de paneles fotovoltaicos en un hotel está basada en evidencias sólidas y en estudios recientes que destacan su eficiencia energética, su efectividad para disminuir los contaminantes climáticos y su contribución a la resiliencia energética. En regiones con alta radiación solar como en la ceja de Selva del Perú, la energía solar es particularmente efectiva. Duffie y Beckman (2013), destacan que el aprovechamiento de la radiación solar en hoteles situados en climas cálidos

puede cubrir entre el 50% y el 90% de las necesidades energéticas anuales, dependiendo del tamaño del sistema y de la configuración arquitectónica del edificio. Así mismo, los avances en almacenamiento de energía y la creciente aceptación de tecnologías sostenibles por parte de los consumidores refuerzan la viabilidad y el atractivo de los sistemas fotovoltaicos en el contexto hotelero.

En definitiva, la instalación de paneles fotovoltaicos también presenta una sólida justificación económica, puesto que ofrece beneficios financieros directos e indirectos que pueden transformar el modelo operativo de un hotel, haciéndolo más rentable y sostenible a largo plazo. Además, permite que el hotel acceda a un mercado creciente de consumidores conscientes del medio ambiente, todo mientras protege su operación de la inestabilidad de los costos de la electricidad. Según un estudio de la Agencia Internacional de Energía Renovable – IRENA (2019), el costo de la electricidad solar ha disminuido en un 82% desde 2010, lo que hace que sea una de las fuentes de energía más baratas disponibles. Esto significa que los hoteles que invierten en paneles solares hoy pueden beneficiarse de ahorros energéticos sostenidos durante los próximos 25 a 30 años, que es el periodo de funcionamiento de un sistema solar.

Para dar más énfasis a la investigación, se contó con la búsqueda de antecedentes Internacionales, Nacionales y Locales.

Antecedentes Internacionales

Según Acosta (2020) quien en su investigación titulada “Los paneles fotovoltaicos como alternativa de generación de electricidad en una zona residencial de Cartagena – Colombia” tuvo como principal propósito la implementación de paneles solares como alternativa para generación eléctrica en una edificación afectada por los constantes cortes de energía eléctrica en la zona y el alto costo de la misma. Como parte del desarrollo metodológico, como primer paso realizó un diagnóstico al estado del sistema eléctrico del lugar de estudio, luego se pasó a la evaluación del consumo energético del lugar (demanda eléctrica) para obtener el consumo promedio por mes el cual fue de 429 kWh por mes, posteriormente dimensionó y calculó los componentes del sistema de paneles a implementar; por último, realizó la evaluación económica del proyecto. Los resultados del estudio revelaron que adquirir e implementar un sistema fotovoltaico puede resultar un costo relativamente alto

para las familias colombianas de la zona por ende se propuso la compra de un solo kit solar para suministrar energía solo cuando se produzcan cortes de energía en la zona, dicho kit tendrá la capacidad de generar 1.19 kWh por 8 horas. La metodología y los datos obtenidos en esta investigación serán un modelo a tomar en cuenta para realizar el estudio del sistema fotovoltaico a diseñar de acuerdo al lugar, además brinda un enfoque detallado en el costo de la adquisición e implementación de sistemas fotovoltaicos en función de la demanda energética y la economía de cada familia.

Por otra parte, Rojas y Limón (2018) llevaron a cabo una investigación titulada: “Diseño, selección, instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico para el hotel Mesón San Sebastián con conexión a red de CFE” tuvieron como principal finalidad el dimensionamiento e implementación de un sistema de generación eléctrica mediante energía fotovoltaica interconectado a la red de Comisión Federal de Electricidad (CFE), con el fin de reducir el pago por concepto de facturación. Para desarrollar dicho proyecto realizaron un levantamiento de datos enfocado en el análisis de las cargas existentes en el hotel y evaluando los recibos de facturación obteniendo un valor de consumo de 34,030 watts-día. Posteriormente en la fase de selección de componentes, estimó el tipo, la capacidad y la cantidad de paneles fotovoltaicos, así como los inversores y los dispositivos de protección para corriente directa y alterna. Finalmente, eligió un medidor bidireccional con certificación de la CFE. En la etapa de instalación se colocó estructuras para el soporte de los paneles solares. La última fase fue la puesta en funcionamiento del sistema realizando la sincronización con la red con el permiso de la compañía. Como parte de los resultados de la investigación se calculó el uso de 24 paneles solares de 250 W cada uno con un funcionamiento de 6 h/día, generando un total de 1500 W/día, la configuración de la instalación fue de 4 hileras de 6 paneles con un inversor de 1500 W cada hilera debido al menor costo económico de otras configuraciones y la reducción de riesgos en caso de una falla en el sistema solo dejaría de funcionar una parte de él y no todo el sistema. El desarrollo de este proyecto muestra específicamente los parámetros para diseñar un sistema fotovoltaico, el dimensionamiento y la elección de los elementos a usar tales como paneles, inversores, elementos de protección y el tipo de configuraciones de instalación a usar de acuerdo al espacio del lugar y el costo económico de los mismos, lo que brinda una guía de dimensionamiento e implementación de un sistema fotovoltaico.

Asimismo, Iza (2024) en su tesis denominado: “Diseño de sistemas fotovoltaicos para las edificaciones de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur que permita mejorar los indicadores energéticos basados en la regulación 08/23” tuvo como objetivo principal la creación de un sistema de producción distribuida con un sistema fotovoltaico para eliminar los cortes de energía imprevistos, reducir el impacto en el medio ambiente y reducir el costo de la energía. En este trabajo se realizó un análisis exhaustivo de la demanda energética de la universidad en base a los 12 últimos recibos facturados de forma mensual para determinar el valor promedio anual de consumo, el cual fue de 717.762,42 KWh año. Posteriormente analizó los recursos solares disponibles en el lugar mediante información meteorológica lo que le permitió realizar el diseño teórico de los sistemas fotovoltaicos, luego se elaboró el diseño eléctrico (cálculo de conductores y elementos requeridos en un sistema eléctrico). Seguidamente, para comparar y validar los cálculos elaborados teóricamente se pasó al diseño del sistema fotovoltaico en el software PVsyst, finalmente realizó la evaluación del diseño y la verificación del cumplimiento de la normativa 008/23 para la implementación del sistema desarrollado. Dicho proyecto se manejó con el dimensionamiento de 3 sistemas fotovoltaicos para cubrir la demanda energética requerida debido a que la Universidad en mención tenía 3 transformadores que servían para realizar la distribución y repartición a todas sus instalaciones. Como resultados de esta investigación se calculó el uso de 692 paneles para el sistema fotovoltaico N°1 el cual brindará una potencia de 384.06 kWp, para el sistema N°2 se dimensionó el uso de 165 paneles con una potencia de 91.575 kWp, por último, para el sistema N°3 se tasó 128 paneles con una potencia de 71.040 kWp. Los 3 sistemas integrados tienen una capacidad de 713.381,00 KWh/año, cubriendo el 99.38 % de la demanda energética de la Universidad Politécnica Salesiana. Este proyecto proporciona una base sólida de conocimientos en diseño eficiente, selección de materiales, integración de los paneles solares de forma efectiva y cumplimiento con las normativas establecidas de cada territorio. Los cálculos realizados servirán para evaluar el dimensionamiento de un sistema de energía solar en función de la demanda energética del lugar de estudio.

Por su parte, Hernández et al. (2020) en su investigación titulada: “Anteproyecto de sistema solar fotovoltaico en Hotel Universitario de Posgrado en la Universidad de Cienfuegos” tuvo como objetivo principal dimensionar y analizar las ventajas de utilizar un sistema solar fotovoltaico que brinde energía eléctrica a las instalaciones del Hotel

Universitario Cienfuegos para reducir los altos costos de la energía brindada por los portadores energéticos y su difícil producción por métodos tradicionales en el territorio cubano. Como parte de la metodología primero realizó la evaluación de la demanda eléctrica del Hotel Universitario el cual fue de aproximadamente 133,57 MWh/año, además analizó las características dimensionales de la edificación calculando un área útil de 356.8 m². Posteriormente para realizar el dimensionamiento y simulación del sistema fotovoltaico utilizó el software PVsyst. Como resultados de su investigación, de acuerdo al área disponible (356.8 m²) y con la ayuda del software obtuvo un dimensionamiento del sistema fotovoltaico con una potencia de generación máxima de 69,52 MWh/año teniendo en cuenta las mejores opciones de ángulos de inclinación de los paneles solares. La potencia generada representa el 52.05 % de la energía consumida de la red nacional lo que representa una reducción de aproximadamente la mitad de los pagos por consumo eléctrico anual del Hotel. Por último, realizó la valoración financiera del proyecto consiguiendo un periodo de recuperación de la inversión en aproximadamente 8 años, es decir altamente beneficioso. El desarrollo de este proyecto muestra los altos costos por facturación de energía en una edificación hotelera y los beneficios de implantar un sistema fotovoltaico para reducir dichos costos, esto permitirá realizar una comparativa con el proyecto a implementar en cuanto a costos y beneficios.

Antecedentes Nacionales

Niño (2020), en su tesis denominada: “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir el consumo de energía eléctrica convencional en la empresa Exotic's Producers & Packers”, planteó dimensionar una instalación solar para disminuir la utilización de electricidad convencional en dicha empresa. El investigador consideró la muestra igual a la población siendo la misma empresa en estudio. Hizo uso de la entrevista y diarios de campo para la recolección de datos. Determinó la radiación solar mediante datos de la Nasa, Atlas Solar Del Perú y Senamhi, de los cuales obtuvieron el monto de electricidad por año que abastecerá dicha instalación. Concluyó que el sistema operará con 270 paneles de 370 w de la marca Bauer Energy el cual será controlado mediante un inversor sirio K100 y que contará con una potencia de 100 kV, ya que el sistema es de consumo instantáneo y con inyección 0 a la red.

Asimismo, Portugal (2020), en su investigación titulada: “Diseño técnico-económico de autogeneración de energía eléctrica para oficina administrativa en la ciudad de Arequipa, 2020”, tuvo como finalidad desarrollar un proyecto técnico y financiero para la generación propia de electricidad para dicha oficina. Utilizó los softwares Excel y Dialux para la adquisición de la energía disipada en kW/h. Obtuvo como resultado una radiación promedio 6.41 kWh/m²/día, del cual el sistema solar contribuirá anualmente 39.229.20 kWh, y su compensación por el abastecimiento de electricidad anual de S/. 22,635.25. Concluyó que para dicho proyecto se requiere una adquisición de S/. 45,718.75, con un VAN de S/. 118.530,17 y un TIR de 53%, dichos datos son favorables para la inversión.

Por otro lado, Chiroque et al. (2022), en su investigación titulada: “Diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022”. Su objetivo destacó en el diseño de energía renovable por medio de módulos solares para la mejora de producción de energía en una residencia rural de Cusco, Perú, 2022. Optaron por una muestra igual a la población de 50 pobladores del área rural de dicho lugar. Aplicaron el cuestionario pre test y post test, que fue avalado de tres experimentados en la materia. Emplearon prueba de hipótesis (prueba T) evidenciándose ($p\text{-valor} < 0.05$) que los costos de electricidad reducían después de llevar a cabo los módulos solares. Tras el análisis, concluyeron que hubo una mejora para los consumidores, puesto que las tarifas redujeron seguidamente de poner en marcha el sistema.

Por su parte, Jimenez (2023), en su tesis titulada: “Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para suministrar energía eléctrica en los túneles de secado de la empresa Promaca”, tuvo como objetivo determinar de qué forma impactará la producción de electricidad en los túneles de dicha empresa. Su población se enfocó en todos los sectores económicos del ámbito rural que no tienen acceso a la electricidad para el tratamiento de sus productos en derivados secundarios. Obtuvo para el proyecto una inversión de S/. 9839 y un VAN de S/. 40 018.85, TIR de 20% y un tiempo de recuperación de 5.19 años. De esta manera concluyó que con dicho estudio se logró diseñar el SFV, contando con 03 paneles solares de 165 Wp, 03 baterías tipo de Gel de 316 Ah de 12V, 01 regulador de carga y 01 inversor de 180 W, detallando así que podrá cubrir una demanda de 54.85 kW mensualmente durante el año.

Antecedente Local

Flores (2020), titulada: “Diseño de un sistema de respaldo fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan - Sallique” centró el propósito de la investigación Diseñar un sistema fotovoltaico y a través de ello suministrar energía eléctrica a la institución educativa antes mencionada como un sistema de respaldo. Para llevar a cabo el proyecto, como primera etapa realizó la toma y levantamiento de datos tanto del consumo energético del lugar registrando todas las cargas existentes en la institución educativa, así como los índices de la radiación solar para determinar la cantidad de energía fotovoltaica por unidad de área que emite el sol. Posteriormente realizó los cálculos para el dimensionamiento del sistema de respaldo fotovoltaico de acuerdo al requerimiento de energía. Como resultados de su investigación obtuvo una potencia total a suministrar de 3,732 kW, además se calculó el nivel de radiación del lugar obteniendo un promedio de 4.84 kWh/m². Se calculó también un total de 8 paneles a usar con una capacidad de 300 W, 4 reguladores de 70 A cada uno, con un banco de 16 baterías de 12 V 260 Ah y 1 inversor de 4 kW. Finalmente se realizó la evaluación económica y se determinó que el proyecto era ampliamente viable y beneficioso por su durabilidad y su bajo costo.

Esta investigación tuvo como objetivos:

Objetivo general

- Diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas del Hotel Suite Naylamp Zyón, Jaén, Perú, 2024.

Objetivos específicos

1. Analizar el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyón para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico.
2. Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel.
3. Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del Hotel.
4. Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el Hotel Suite Naylamp Zyón ubicado en el distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca. Específicamente en las coordenadas 17 M 0740436 9368257, con una latitud de -5.7072900° y longitud de -78.8078500° .

Figura 1

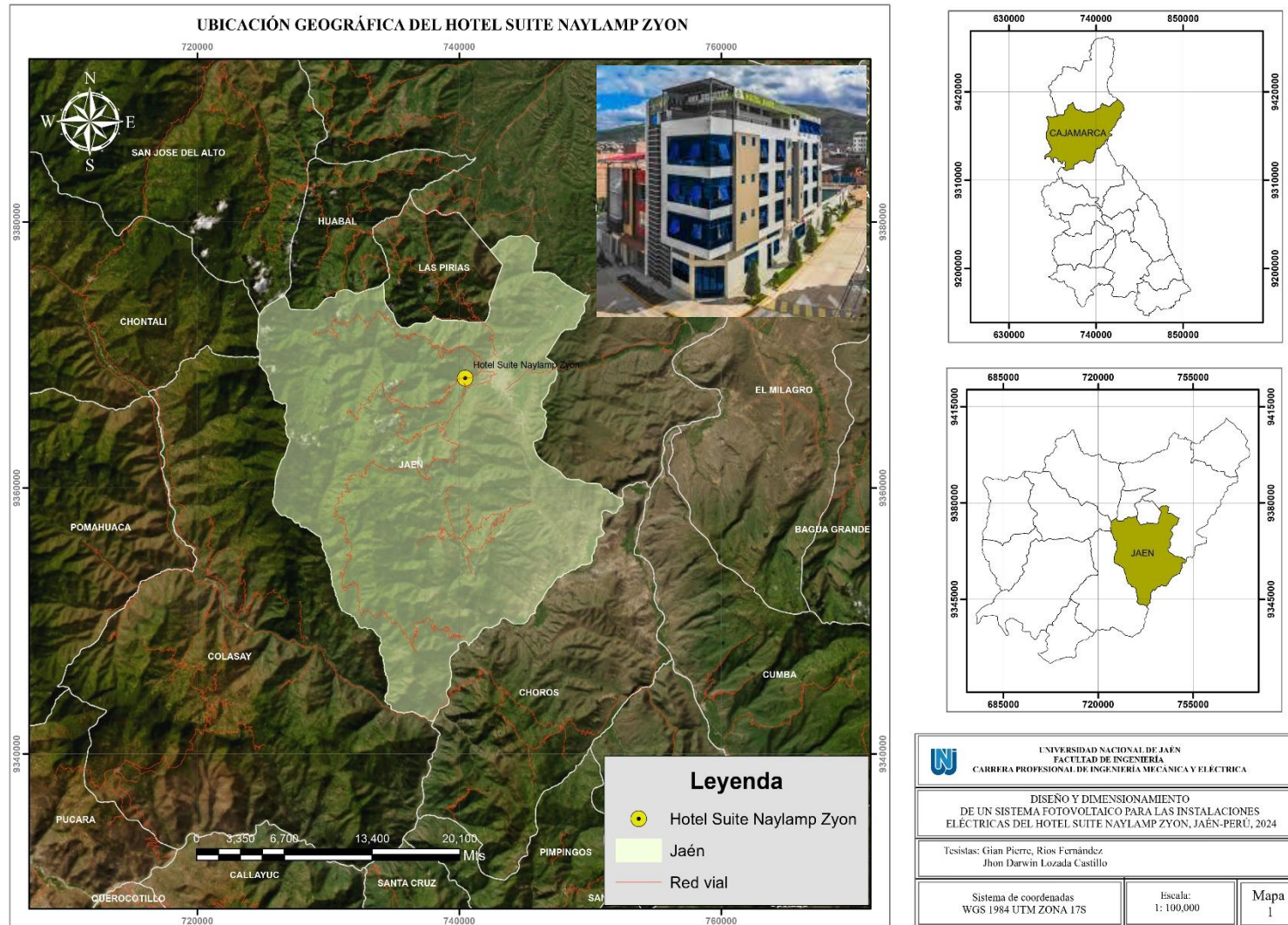
Ubicación del Hotel con coordenadas GPS



Nota. Las coordenadas indican la localización precisa del área de estudio.

Figura 2

Ubicación Geográfica del Hotel Suite Naylamp Zyon en la provincia de Jaén



Nota. Mapa de la ubicación del Hotel realizado en el programa ArcGIS. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Metodología

2.2.1 Población y muestra

La población y muestra está representado por las instalaciones eléctricas que comprende el Hotel Suite Naylamp Zyon, por lo tanto, no se utiliza ningún método de muestreo.

2.2.2 Materiales

Para llevar a cabo el estudio sobre el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al Hotel Suite Naylamp Zyon, se hizo uso de los siguientes materiales e instrumentos: Uso del softwares AutoCAD, para el diseño del sistema; herramientas de cálculo (EXCEL) para determinar la demanda energética del hotel y análisis estadístico; bases de datos como Atlas Solar del Perú y la NASA; catálogos de fabricantes de paneles solares, inversores, baterías y otros componentes para elegir los materiales adecuados y calcular costos estimados. Finalmente, como materiales de campo se utilizó cuaderno de apuntes y teléfono celular.

Tabla 1

Materiales

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Programas Informáticos de ingeniería	
1	Software AutoCAD
2	Paquete de Office (Excel)
3	Atlas Solar del Perú y la NASA
Equipos y/o instrumentos	
4	Catálogos de fabricantes
5	Cuaderno de apuntes
6	Teléfono celular

Nota. Elaboración propia

2.2.3 Métodos

Método Inductivo

Según Maya (2014) afirma que, el método inductivo es un argumento que, a partir de la indagación de casos particulares, se trata de lograr leyes generales. Esto significa partir del análisis de ejemplos concretos los cuales se desglosan en varias partes para luego llegar a una conclusión.

El método de investigación es inductivo porque permite recopilar y evaluar datos específicos del Hotel, como el tipo y cantidades de artefactos eléctricos y sus horas de uso, evaluar datos reales del consumo energético diario del hotel, examinar el nivel de radiación y espacio disponible en el lugar. Esto sirvió para poder diseñar y dimensionar el sistema de acorde a las condiciones reales del Hotel y poder evaluar la viabilidad técnica económica basada en evidencias concretas.

Diseño de la investigación

Para realizar esta investigación se llevó a cabo las siguientes estrategias:

- **OE1: Analizar el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyon para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico.**

Para determinar el perfil energético del hotel, se realizó una recopilación de todas las cargas eléctricas existentes del lugar como aire acondicionado, iluminación, electrodomésticos, entre otros, registrando su potencia nominal y tiempo de uso estimado para determinar la potencia instalada. Evaluando toda la información obtenida, finalmente se calculó el consumo promedio diario del hotel para determinar su demanda energética y proceder al dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- **OE2: Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel.**

Para llevar a cabo la evaluación solar promedio del lugar, se siguió una metodología que abarque varios aspectos clave. En primer lugar, se determinó las coordenadas GPS exactas del hotel. Seguidamente, se accedió a bases de datos como Atlas solar del Perú y la NASA para poder determinar la radiación solar promedio mensual y anual.

- **OE3: Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del hotel.**

Con el cálculo de la demanda energética y la irradiancia solar disponible en la ubicación del hotel, primero se calculó la potencia fotovoltaica necesaria a partir de la demanda energética diaria promedio. Con esa potencia, se seleccionó el tipo y la cantidad de paneles solares, considerando la eficiencia y la potencia nominal de cada panel, y se ajustó su disposición para maximizar la captación solar según la inclinación y orientación óptima del sitio. Posteriormente, se dimensionó el número y tipo de inversores, que deberán ser capaces de manejar la potencia total generada y adaptarse al perfil de consumo del hotel, además se evaluó el número de baterías en función de los días de autonomía requeridos y la capacidad de almacenamiento necesaria. Finalmente, se definió los conductores y protecciones eléctricas según los cálculos de corriente y las normativas vigentes, asegurando que el sistema sea seguro y eficiente, todo en función de la demanda y características específicas del hotel.

- **OE4: Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto.**

Para llevar a cabo el análisis técnico-económico, se desarrolló una metodología que incluya varios puntos cruciales. En primer lugar, se procedió a determinar la inversión para diseñar y dimensionar dicho sistema. Posteriormente, se calculó el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto. El VAN permitió estimar la rentabilidad del proyecto considerando los flujos de caja futuros reducidos a la tasa de descuento apropiada, mientras que la TIR determinó el nivel de efectividad de la inversión.

El proceso metodológico se basó en datos precisos y actualizados, análisis rigurosos de costos y beneficios, y la consideración de posibles escenarios y variables contingentes para ofrecer una evaluación sólida y fundamentada que respalde los acuerdos respecto al diseño y dimensionamiento del sistema.

Tipo de Investigación

Según su alcance:

- **Descriptiva**

La investigación es descriptiva, porque se centró en el estudio del fenómeno teniendo en cuenta cada uno de sus componentes, especificando sus características y estructura presentando una explicación minuciosa en cada capítulo del estudio, abordando de manera exhaustiva todos los elementos involucrados y centrándose en cada uno de sus parámetros.

Se entiende como el acto de describir, registrar, analizar y comprender las características y propiedades mediante un enfoque analítico. En este estudio, se observan y examinan estas características y propiedades con el propósito de que, con un análisis discernido, sea posible categorizarlas, agruparlas o resumirlas. Esto posteriormente permitió una exploración más detallada del tema. (Sanca, 2011)

Según su enfoque:

- **Cuantitativa**

El proyecto adoptó un enfoque cuantitativo, dado que se fijó un problema concreto donde los datos obtenidos son resultados mensurables representados por números basados en los parámetros considerados para diseñar y dimensionar un sistema solar. Cabe destacar que dichos parámetros fueron sometidos a un análisis detallado y meticuloso, con el objetivo de asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos. Para Guerrero y Guerrero (2014), La investigación cuantitativa se enfoca en comparar hipótesis desde la perspectiva de la probabilidad y, si son aceptadas y verificadas en diferentes circunstancias, crear teorías generales a partir de ellas (p. 48).

Según su finalidad:

- **Aplicada**

La investigación se adscribe a un enfoque de naturaleza aplicada, ya que se orientó hacia la resolución de un problema específico o enfoque particular. Su principal objetivo radicó en la búsqueda y consolidación del conocimiento requerido para llevar a cabo su

implementación, con el propósito de enriquecer de manera sustancial el desarrollo tanto social como científico. Conforme a la explicación de Murillo (2008), denominó investigación práctica o empírica a aquella cuyo propósito es poner en práctica o emplear los conocimientos previamente adquiridos. Esta forma de investigación guarda una estrecha relación con la investigación fundamental, dado que se basa en los resultados y mejoras logradas en este ámbito. Esta interdependencia se hace evidente cuando se reconoce que toda investigación aplicada necesita un fundamento teórico sólido.

Técnicas de investigación

- **Observación**

La observación se aplicó al proyecto analizando directamente las instalaciones eléctricas actuales del Hotel Suite Naylamp Zyon, el uso y tipo de equipos usados, la ubicación geográfica. Esto permitió recopilar datos precisos sobre la necesidad energética, fundamentales para el diseño y dimensionamiento óptimo del sistema fotovoltaico, asegurando su viabilidad técnica y eficiencia energética.

- **Análisis Documental**

En el análisis documental se evaluaron normativas vigentes, informes institucionales, investigaciones previas, además de fichas técnicas y planos arquitectónicos y eléctricos del hotel, con la finalidad de recopilar información precisa y confiable para definir los requerimientos para el diseño del sistema fotovoltaico.

III. RESULTADOS

3.1 OE1: Analizar el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyon para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico.

El cálculo de la potencia instalada y la energía consumida en un hotel es un paso fundamental para el diseño y dimensionamiento adecuado de un sistema fotovoltaico. Cabe mencionar que El Hotel Suite Naylamp Zyon posee un área de 197.8 m² y cuenta con una estructura arquitectónica de 4 pisos, cada área del hotel tiene características y demandas eléctricas particulares que fueron consideradas y analizadas en detalle para garantizar el diseño adecuado. En primera instancia se calculó la potencia total instalada, tomando en cuenta las potencias nominales de todos los equipos eléctricos, los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2

Potencia Total Instalada

HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON				
LUGAR	EQUIPOS ELÉCTRICOS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	P. TOTAL (W)
PRIMER PISO				
ALUMBRADO EXTERIOR	Foco LED dicroico	20	12	240
	Ventilador	1	50	50
	Lámpara Colgante	2	18	36
RECEPCIÓN	Congeladora Vertical	1	400	400
	Teléfono fijo	1	1.8	1.8
	Impresora	1	300	300
	TV 18"	1	120	120
	TV 42"	1	175	175
	Computadora escritorio	1	300	300
	Ventilador	1	50	50
	Lámpara de emergencia	1	15	15
	Lámpara	7	12	84
	Bombilla LED	1	18	18
	Refrigeradora	1	350	350
COCINA	Lámpara	2	18	36
	Bombilla LED	2	18	36
DORMITORIO	Lámparas	1	18	18
ALMACEN	Lámparas	2	18	36
GARAJE	Lámparas	6	12	72
PASILLO	Lámparas			
TOTAL				2337.8

SEGUNDO PISO (9 HABITACIONES)

3 HABITACIONES SIMPLES	Ventilador	3	50	150
	TV 32"	3	120	360
	Intercomunicador	3	2	6
	Lámparas	6	18	108
2 HABITACIONES EJECUTIVAS	Ventilador	2	50	100
	TV 40"	2	150	300
	Intercomunicador	2	2	4
	Lámparas	4	18	72
1 HABITACION EJECUTIVA PREMIUM	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	5	18	90
1 HABITACIÓN PREMIUM DOBLE	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	7	18	126
1 HABITACIÓN JUNIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Frigobar	1	90	90
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	5	18	90
1 HABITACIÓN SENIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Frigobar	1	90	90
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	7	18	126
PASILLO	Lámparas de emergencia	2	15	30
	Lámparas	7	12	84
TOTAL				6874

TERCER PISO (9 HABITACIONES)

2 HABITACIONES EJECUTIVAS	Ventilador	2	50	100
	TV 40"	2	150	300
	Intercomunicador	2	2	4
	Lámparas	4	18	72
1 HABITACIÓN EJECUTIVA VIP MATRIMONIAL ROMÁNTICA	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Frigobar	1	90	90
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	5	18	90
1 HABITACIÓN SENIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Frigobar	1	90	90
	Intercomunicador	1	2	2

3 HABITACIONES EJECUTIVAS PREMIUM	Lámparas	7	18	126
	Ventilador	3	50	150
	TV 42"	3	175	525
	Intercomunicador	3	2	6
2 HABITACIONES SIMPLES	Lámparas	15	18	270
	Ventilador	2	50	100
	TV 32"	2	120	240
	Intercomunicador	2	2	4
PASILLO	Lámparas	4	18	72
	Lámparas de emergencia	2	15	30
	Lámparas	7	12	84
	TOTAL			4877
CUARTO PISO (9 HABITACIONES)				
6 HABITACIONES SIMPLES	Ventilador	6	50	300
	TV 32"	6	120	720
	Intercomunicador	6	2	12
	Lámparas	12	18	216
2 HABITACIONES ESTÁNDAR DOBLE	Ventilador	2	50	100
	TV 42"	2	175	350
	Intercomunicador	2	2	4
	Lámparas	8	18	144
1 HABITACIÓN PREMIUM DOBLE	Aire acondicionado	1	1085	1085
	TV 42"	1	175	175
	Intercomunicador	1	2	2
	Lámparas	7	18	126
PASILLO	Lámparas de emergencia	2	15	30
	Lámparas	7	12	84
	TOTAL			3348
AZOTEA				
LAVANDERIA	Lavadora	2	500	1000
	Lámparas	2	18	36
	TOTAL			1036
POTENCIA INSTALADA (W)				18472.8
				kW
				18.4728

Nota: La potencia instalada en el Hotel es de 18.47 kW

Finalmente, el cálculo del consumo energético real se determinó analizando la potencia de equipos considerando las características técnicas según sus placas, la cantidad y las horas de operación. Los datos presentados en la tabla 3 muestran la estimación del consumo energético en kWh por día. y el tiempo de uso.

Tabla 3

Energía total consumida en Wh/día

HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON					
LUGAR	EQUIPOS ELÉCTRICOS	CANT.	POT. (W)	HORAS/DÍAS DE USO	ENERGÍA Wh
PRIMER PISO					
ALUMBRADO EXTERIOR	Lámparas	20	12	10	2400
CAFETIN	Ventilador	1	50	0.5	25
	Lámparas	2	18	12	432
RECEPCIÓN	Congeladora Vertical	1	400	4	1600
	Teléfono fijo	1	1.8	3	5.4
	Impresora	1	300	1	300
	TV 18"	1	120	15	1800
	TV 42"	1	175	24	4200
	Computadora escritorio	1	300	1	300
	Ventilador	1	50	10	500
	Lámpara de emergencia	1	15	3	45
	Lámparas	7	12	8	672
SS. HH	Bombilla LED	1	18	2	36
COCINA	Refrigeradora	1	350	4	1400
	Lámparas	2	18	6	216
DORMITORIO	Bombilla LED	2	18	3	108
ALMACEN	Lámparas	1	18	1	18
GARAJE	Lámparas	2	18	12	432
PASILLO	Lámparas	6	12	12	864
TOTAL					15353.4
SEGUNDO PISO (9 HABITACIONES)					
3 HABITACIONES SIMPLES	Ventilador	3	50	8	1200
	TV 32"	3	120	5	1800
	Intercomunicador	3	2	2	12
	Lámparas	6	18	8	864
2 HABITACIONES EJECUTIVAS	Ventilador	2	50	8	800
	TV 40"	2	150	4	1200
	Intercomunicador	2	2	2	8
	Lámparas	4	18	8	576
1 HABITACION EJECUTIVA PREMIUM	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	5	18	8	720

1 HABITACIÓN PREMIUM DOBLE	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	7	18	8	1008
1 HABITACIÓN JUNIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Frigobar	1	90	3	270
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	5	18	8	720
1 HABITACIÓN SENIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Frigobar	1	90	3	270
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	7	18	8	1008
PASILLO	Lámparas de emergencia	2	15	3	90
	Lámparas	7	12	3	252
TOTAL					43994
TERCER PISO (9 HABITACIONES)					
2 HABITACIONES EJECUTIVAS	Ventilador	2	50	8	800
	TV 40"	2	150	4	1200
	Intercomunicador	2	2	2	8
	Lámparas	4	18	8	576
1 HABITACIÓN EJECUTIVA VIP MATRIMONIAL ROMÁNTICA	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Frigobar	1	90	3	270
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	5	18	8	720
1 HABITACIÓN SENIOR SUITE	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Frigobar	1	90	3	270
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	7	18	8	1008
3 HABITACIONES EJECUTIVAS PREMIUM	Ventilador	3	50	8	1200
	TV 42"	3	175	4	2100
	Intercomunicador	3	2	2	12
	Lámparas	15	18	8	2160
2 HABITACIONES SIMPLES	Ventilador	2	50	8	800
	TV 32"	2	120	4	960
	Intercomunicador	2	2	2	8
	Lámparas	4	18	8	576
PASILLO	Lámparas de emergencia	2	15	3	90
	Lámparas	7	12	3	252

TOTAL					29608
CUARTO PISO (9 HABITACIONES)					
6 HABITACIONES SIMPLES	Ventilador	6	50	8	2400
	TV 32"	6	120	4	2880
	Intercomunicador	6	2	2	24
	Lámparas	12	18	8	1728
2 HABITACIONES ESTÁNDAR DOBLE	Ventilador	2	50	8	800
	TV 42"	2	175	4	1400
	Intercomunicador	2	2	2	8
	Lámparas	7	18	8	1008
1 HABITACIÓN PREMIUM DOBLE	Aire acondicionado	1	1085	7	7595
	TV 42"	1	175	4	700
	Intercomunicador	1	2	2	4
	Lámparas	7	18	8	1008
PASILLO	Lámparas de emergencia	2	15	3	90
	Lámparas	7	12	3	252
	TOTAL				19897
AZOTEA					
LAVANDERIA	Lavadora	2	500	3	3000
	Lámparas	2	18	2	72
	TOTAL				3072
TOTAL, CONSUMO Wh/día					111924.4
					kWh 111.9244

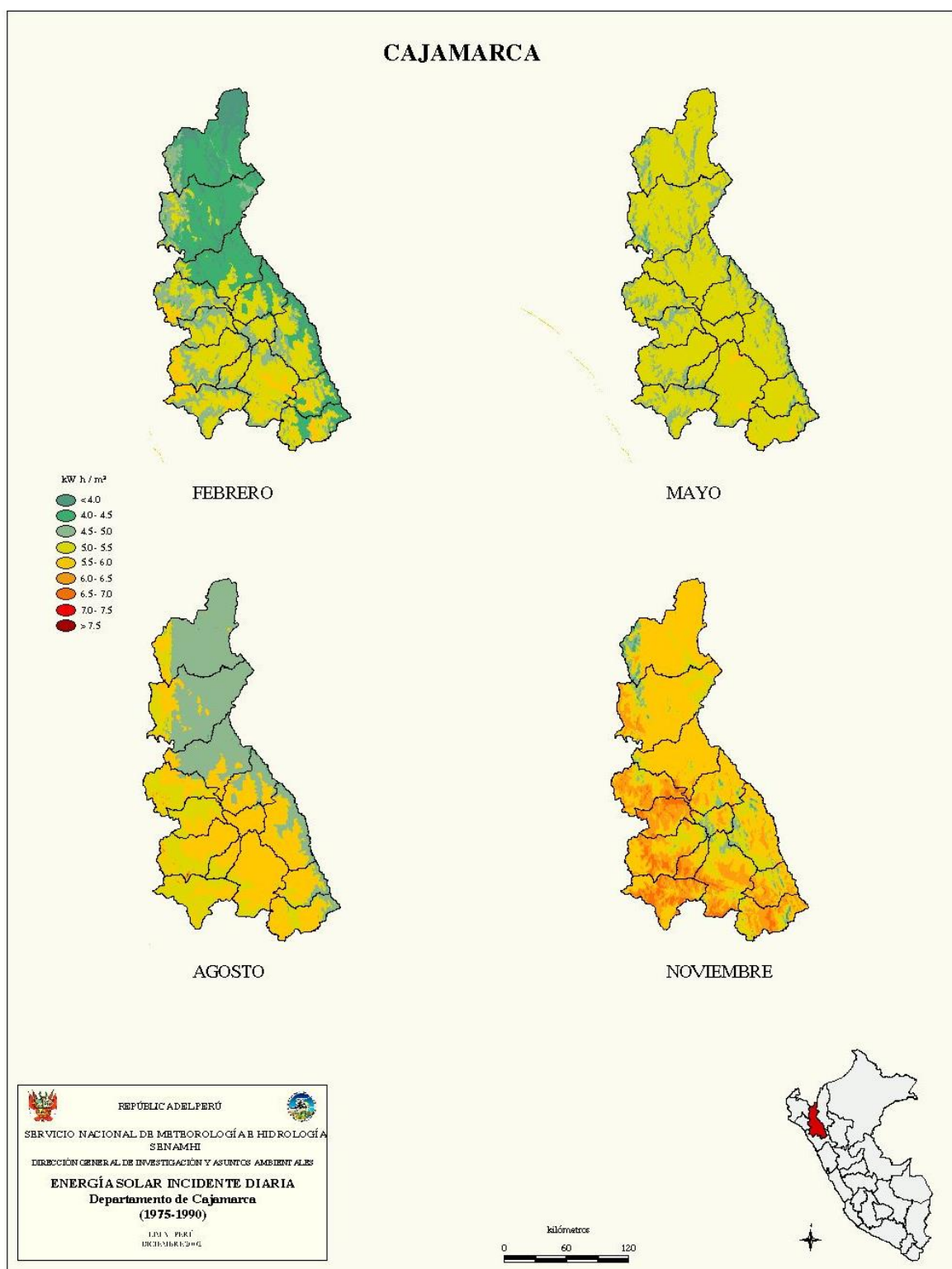
Nota: Las horas de uso se estimó de acuerdo a las visitas realizadas a campo con el apoyo del personal administrativo del hotel. El consumo energético total es de 111.92 kWh/día.

3.2 OE2: Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel.

Para determinar la radiación Solar del lugar de investigación que es el Hotel Suite Naylamp Zyon, ubicado en la provincia de Jaén, en primer lugar, se evaluó la irradiancia solar a nivel del Departamento.

3.2.1 Radiación Solar del Departamento de Cajamarca (ATLAS SOLAR)

Del Atlas Solar del Perú (s.f.), tal como se muestra en la figura 3, se aprecia que el valor mínimo de radiación solar promedio oscila entre 4,0 kWh/m²/día a 5 kWh/m²/día, dando así un promedio de 4,5 kWh/m²/día.

Figura 3*Mapa de irradiancia solar del Departamento de Cajamarca**Nota.* Tomado de Atlas de radiación solar (s.f.)

3.2.2 Radiación Solar de la ubicación del Hotel Suite Naylamp Zyon, Jaén-Perú (NASA)

Según el Minem (2007), el Reglamento Técnico **RD 003-2007- EM/DGE** en la sección **SFV-CF-6** menciona que el soporte del generador fotovoltaico debe tener las siguientes características:

- Tener un ángulo de inclinación no menor a:

Tabla 4

Mínimo grado de inclinación

Latitud	Mínimo grado de inclinación
Mayor a 5°	Latitud del lugar más 5°

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a los datos que se obtuvo en la plataforma de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), los datos obtenidos se detallan a continuación en la Tabla 5, donde se obtuvo la irradiación diaria promedio mensual para ángulos de 5° y 20° de inclinación.

Tabla 5

Irradiación solar diaria promedio por mes en kWh/(m².día) para un ángulo de 5° y 20°

Lat -5.71 Lon -78.80	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Gdm (5°)	3.86	3.62	3.8	4.07	3.93	3.79	3.91	4.26	4.38	4.63	4.69	4.11	4.09
Gdm (20°)	3.57	3.43	3.68	4.05	4.02	3.94	4.06	4.33	4.3	4.4	4.33	3.77	3.99

Nota. Datos NASA (2025). Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, como menciona el reglamento técnico, para latitudes mayores a 5°: Lat.+5°, en nuestro caso contamos con una latitud de -5.71°, el mínimo grado de inclinación será:

$$\diamond \text{ Latitud del Lugar más } 5^\circ = |-5.71^\circ| + 5^\circ = 10.71^\circ = 11^\circ$$

Con los datos de la tabla 5, se ha determinado la irradiación diaria promedio por mes para un ángulo de 11°, para lo cual se realizó la interpolación de la irradiación entre los ángulos

5° y 20°. Los resultados de la irradiación diaria promedio mensual para un ángulo de 11° se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

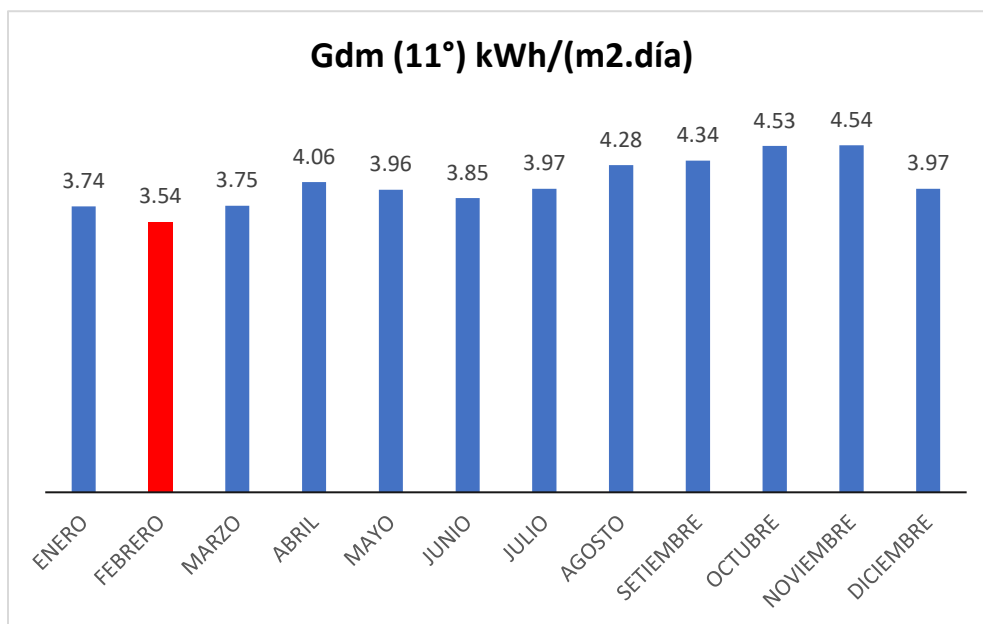
Irradiación solar diaria promedio por mes en kWh/(m².día) para un ángulo de 11°

Lat -5.71	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lon -78.80													
Gdm (11°)	3.74	3.54	3.75	4.06	3.96	3.85	3.97	4.28	4.34	4.53	4.54	3.97	4.05

Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Comportamiento de la irradiación solar en Jaén para un ángulo de 11°



Nota. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura, la irradiación más crítica en la provincia de Jaén se da en el mes de febrero con un valor de 3.54 kWh/(m².día), dicho valor se tomará en cuenta para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Según Mejía (2019) menciona que debido a que la radiación solar máxima es de 1 kW/m², las horas de radiación solar máxima son numéricamente iguales a la radiación solar media diaria. El Hotel Suite Naylamp Zyon recibe 3.54 kWh/(m².día) para un ángulo de

inclinación de 11° , en tal sentido se puede afirmar que obtuvo 3.54 horas de sol por día con una intensidad de 1 kW/m².

- Otra característica es resistir vientos de hasta 120 km/h (33.33 m/s)

Tabla 7

Velocidad del viento del lugar de estudio a 10m y 50m.

MES	V.V 10m	V.V 50m
ENERO	2.72	3.44
FEBRERO	2.57	3.25
MARZO	2.56	3.26
ABRIL	2.73	3.51
MAYO	3.03	3.90
JUNIO	3.55	4.57
JULIO	3.74	4.79
AGOSTO	3.84	4.93
SETIEMBRE	3.57	4.57
OCTUBRE	2.88	3.68
NOVIEMBRE	2.49	3.19
DICIEMBRE	2.62	3.34
ANUAL	3.03	3.87

Nota. Elaboración propia.

Los datos obtenidos cumplen con los requisitos para un Sistema Fotovoltaico según lo mencionado por el Reglamento técnico.

3.3 OE3: Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del hotel.

3.3.1 Cálculo de la potencia del generador fotovoltaico

- La energía consumida promedio (E_c) calculada del Hotel Suite Naylamp Zyon fue de 111.9244 kWh/día

- La irradiación solar diaria promedio por mes (febrero, mes más desfavorable) es de $3.54 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{día})$, este valor también corresponde a las horas solares pico (HSP) diarias, equivalentes a 3.54 horas para un ángulo de inclinación de 11° .

Determinamos la potencia de generación fotovoltaica (P_{GFV}) en función de la energía consumida, horas solar pico y el rendimiento energético del sistema (Performance Ratio) “PR”. Según Delgado, (2019) para determinar la potencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_{GFV} = \frac{E_c}{HSP * PR} \quad (1)$$

De acuerdo al Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento (2019), hace mención a la norma EM. 080 (Actualizada) donde para facilitar el cálculo de la potencia del generador, indica que el rendimiento energético del sistema usualmente se aplica entre 85% y 90%. Por tanto, para la eficiencia del sistema se consideró 90%.

$$P_{GFV} = \frac{111.92 \text{ kWh}}{3.54 \text{ h} * 0.9} = 35.13 \text{ kW}$$

3.3.2 Dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos

Para el desarrollo de este proyecto se optó por utilizar un voltaje de trabajo de 48 V en el diseño y dimensionamiento del sistema solar. Esta elección se fundamenta en que la mayoría de los equipos utilizados en sistemas fotovoltaicos aislados como reguladores MPPT, inversores y baterías están diseñados para operar de manera óptima a dicho nivel, lo que garantiza una mayor compatibilidad entre componentes y facilita su instalación. Además, operar a 48 V permite reducir la intensidad de corriente en los conductores, reduciendo considerablemente las pérdidas por calentamiento y mejorando el rendimiento general del sistema. Este nivel de tensión también se encuentra dentro de los parámetros de seguridad establecidos por normativas técnicas, lo que contribuye a mantener la seguridad eléctrica en la operación del sistema.

➤ Características del módulo fotovoltaico seleccionado

Para el cálculo de los módulos fotovoltaicos se consideró paneles de 550Wp, 24V, monocristalino de la marca Tensite (Autosolar, 2025), sus características se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 8

Especificaciones técnicas del Panel solar 550 W, Monocristalino, PERC Tensite

Parámetros	Valor
Potencia máxima (P _{MAX})	550 W
Voltaje a máxima potencia (V _{MPP})	41.95 V
Intensidad a máxima potencia (I _{MPP})	13.12 A
Voltaje en circuito abierto (V _{OC})	49.80 V
Corriente de cortocircuito (I _{SC})	13.98 A
Eficiencia del módulo	21.3 %
Dimensiones	2279 x 1134 mm (2.58 m ²)
Peso	27.2 kg

Nota. Ver catálogo en Anexo 3. Elaboración propia

➤ Cálculo del número de paneles y la superficie requerida para la instalación

Conforme a Negroni et al. (2013), para determinar el número de paneles se utiliza la siguiente fórmula:

$$N = \frac{P_{MAX}}{P_{PICO}} \quad (2)$$

Donde: Siendo N el número de módulos, P_{MAX} la potencia pico que se desea instalar (potencia del generador) y P_{PICO} la potencia pico de cada módulo.

$$N = \frac{35130 \text{ W}}{550 \text{ W}} = 63.87 \text{ Paneles (se consideró 64 módulos)}$$

Conocida las dimensiones del módulo y el número de éstas que serán utilizados, se procedió a calcular la superficie mínima que se requiere para la instalación.

$$S_T = N \times A \quad (3)$$

Donde: S_T es la superficie requerida para la instalación, N es el número de módulos a instalar y A es la superficie de un módulo.

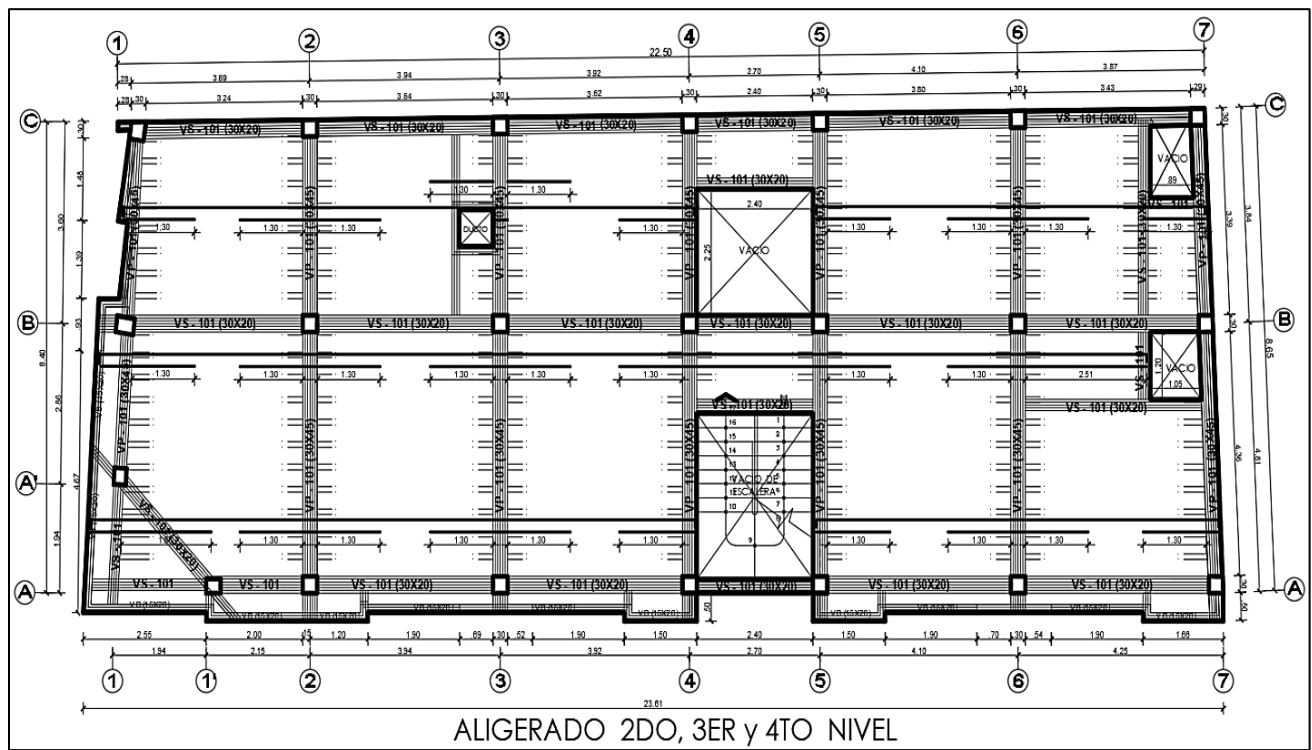
$$S_T = 64 \times 2.58 \text{ m}^2$$

$$S_T = 167.7 \text{ m}^2$$

➤ Área del Hotel Suite Naylamp Zyon

Figura 5

Área del Hotel Suite Naylamp Zyon



Nota. El plano mostrado en la figura fue proporcionado por el propietario del inmueble y corresponde al aligerado del segundo, tercer y cuarto nivel del hotel.

De acuerdo a las dimensiones observadas, Hotel Suite Naylamp Zyon posee un área de 197.8 m^2 , superficie apta y suficiente para albergar la totalidad de los módulos fotovoltaicos requeridos, asegurando una integración eficiente y segura del sistema propuesto.

➤ **Cálculo del número de paneles conectados en serie y paralelo**

Según Cieza (2018), para determinar el número de paneles conectados en serie se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_{Smf} = \frac{V_T}{V_{mf}} \quad (4)$$

Donde: N_{Smf} es el número de módulos fotovoltaicos conectados en serie, V_T tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (48 V) y V_{mf} tensión nominal de un módulo fotovoltaico (24 V)

$$N_{Smf} = \frac{48 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 2 \text{ módulos en serie}$$

Del mismo modo, para el cálculo del número de ramas conectadas en paralelo:

$$N_{Pmf} = \frac{N_{mf}}{N_{Smf}} \quad (5)$$

Donde: N_{Pmf} son el número de ramas conectadas en paralelo, N_{mf} número de módulos fotovoltaicos y N_{Smf} número de módulos fotovoltaicos conectados en serie.

$$N_{Pmf} = \frac{64}{2} = 32 \text{ ramas en paralelo}$$

3.3.3 Dimensionamiento del regulador

De acuerdo al mismo Cieza (2018), para el dimensionamiento se emplean las siguientes ecuaciones.

➤ **Cálculo de la corriente máxima del regulador**

La corriente máxima o corriente de entrada se determina con la siguiente ecuación:

$$I_{Max,R} = 1.25 \times I_{CCmf} \times N_{Pmf} \quad (6)$$

Donde: $I_{Max,R}$ es la corriente máxima del regulador (A), I_{CCmf} corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico, N_{Pmf} es el número de ramas conectadas en paralelo y 1.25 es el factor de seguridad por ampacidad y temperatura (cortocircuito).

$$I_{Max,R} = 1.25 \times 13.98 \text{ A} \times 32$$

$$I_{Max,R} = 559.2 \text{ A}$$

➤ **Voltaje máximo del regulador**

$$V_{R,m\acute{a}x} = V_{OCmf} \times N_{Smf} \quad (7)$$

Donde: $V_{R,m\acute{a}x}$ es el voltaje máximo o voltaje de entrada del regulador, V_{OCmf} voltaje de circuito abierto del módulo fotovoltaico y N_{Smf} es el número de módulos fotovoltaicos conectados en serie

$$V_{R,m\acute{a}x} = 49.8 \text{ V} \times 2$$

$$V_{R,m\acute{a}x} = 99.6 \text{ V}$$

➤ **Características del regulador seleccionado**

De acuerdo a los parámetros calculados anteriormente se seleccionó un regulador MPPT 150/100

Figura 6

Regulador de carga 150/100, 5800 W



Nota. (Autosolar,2025). Ver ficha técnica en Anexo 6.

➤ **Cálculo del número de reguladores**

$$N_{reg} = \frac{I_{Max,R}}{I_{reg}} \quad (8)$$

Donde: N_{reg} es el número de reguladores, $I_{Max,R}$ corriente máxima del regulador (A) y I_{reg} es la corriente del regulador seleccionado.

$$N_{reg} = \frac{559.2 \text{ A}}{100 \text{ A}}$$

$$N_{reg} = 5.59 \approx 6 \text{ reguladores}$$

Según Mejía (2019), la corriente del regulador debe ser mayor a la corriente máxima de entrada del regulador ($I_{Máx,R}$): $I_{regulador} > I_{Máx,R}$. Por tanto, la cantidad de reguladores de carga MPPT 150/100 es de 6 unidades, haciendo una corriente total de 600 A. Esta corriente es mayor al resultado obtenido de la corriente máxima del regulador (559.2 A).

➤ **Cálculo del número de ramas conectadas a cada regulador**

$$N_{ramas \text{ por regulador}} = \frac{N_{pmf}}{N_{reg}} \quad (9)$$

Donde: N_{pmf} es el número de ramas conectadas en paralelo y N_{reg} es el número de reguladores.

$$N_{ramas \text{ por regulador}} = \frac{32}{6}$$

$$N_{ramas \text{ por regulador}} = 5.33 \approx 6$$

Por lo tanto, para balancear la distribución se dividió en 6 grupos, cuatro grupos de 5 ramas y dos grupos con 6 ramas de módulos fotovoltaicos conectadas en paralelo.

3.3.4 Dimensionamiento del inversor

De acuerdo a Mejía (2019) para el dimensionamiento del inversor se utilizan las ecuaciones 10 y 11.

➤ **Cálculo de la potencia requerida del inversor**

$$P_{r,inv} = P_{CA} * F_S \quad (10)$$

Donde: P_{CA} es la potencia de las cargas en corriente alterna (potencia instalada) y F_S es el factor de simultaneidad, en este caso se consideró un factor de 100 % asumiendo el caso crítico a fin de evitar sobrecargas y cubrir los picos de arranques altos sin afectar el rendimiento del inversor.

$$P_{r,inv} = 18472.8 \text{ W} * 1$$

$$P_{r,inv} = 18.47 \text{ kW}$$

➤ Inversor seleccionado

Se seleccionó el inversor de la marca victron energy, MultiPlus-II (48/10000) de 48 V CD/230 V CA, 10000 VA, 7000 W (a 40 °C), 60 Hz y una eficacia del 96 %.

Figura 7

Inversor cargador MultiPlus-II 48/10000



Nota. Ver ficha técnica en Anexo 5.

➤ **Número de inversores**

$$N_{inv} = \frac{P_{CA}}{P_{inv}} \quad (11)$$

Donde: N_{inv} es el número de inversores y P_{inv} es la potencia del inversor seleccionado.

$$N_{inv} = \frac{18472.8 \text{ W}}{7000 \text{ W}}$$

$$N_{inv} = 2.64 \approx 3 \text{ inversores}$$

Por tanto, la cantidad de inversores (48/10000) de 7000 W es de 3 unidades, haciendo una potencia total de 21000 W. Esta potencia es mayor a la potencia mínima requerida. Los 3 inversores serán conectados en paralelo para montar una red trifásica.

3.3.5 Dimensionamiento del banco de baterías

Como señala Mejía (2019), para el dimensionamiento del banco de baterías se utilizan las ecuaciones 12 y 13

➤ **Capacidad nominal del banco de baterías**

$$C_{B,baterías} = \frac{Q * N_{d,aut}}{(FP_{DB,máx,d}) * F_{CT}} \quad (12)$$

Donde: Q es la energía total diaria consumida, $N_{d,aut}$ es el número de días de autonomía del banco de baterías, $FP_{DB,máx,d}$ es factor de profundidad de descarga máxima diaria (batería de litio 0.95) y F_{CT} es el factor de corrección por temperatura (0.9)

$$C_{B,baterías} = \frac{111924.4 \text{ Wh} * 1}{0.95 * 0.9}$$

$$C_{B,baterías} = 130905.7 \text{ Wh}$$

➤ **Batería seleccionada**

Para el banco de baterías se consideró baterías de la marca Tensite, TS-L5000/LV de 48 V, capacidad nominal 4800 Wh.

Figura 8*Batería TS-L5000/LV Tensite*

Nota. (Autosolar, 2025). Ver ficha técnica en Anexo 4.

➤ Cálculo del número de baterías

Dado que el voltaje nominal de operación de la batería seleccionada es igual al voltaje del sistema (48 V), no es posible realizar una conexión en serie. En consecuencia, todas las baterías deberán conectarse en paralelo, por lo que el número total de baterías será igual al número de baterías en paralelo.

$$N_{b,paralelo} = \frac{C_{B,baterías}}{C_{n,batería}} \quad (13)$$

$$N_{b,paralelo} = N_{b,totales}$$

Donde: $N_{b,paralelo}$ es el número de baterías en paralelo, $C_{B,baterías}$ es la capacidad nominal del banco de baterías, $C_{n,batería}$ es la capacidad nominal de la batería seleccionada y $N_{b,totales}$ es el número de baterías totales.

$$N_{b,totales} = \frac{130905.7 \text{ Wh}}{4800 \text{ Wh}}$$

$$N_{b,totales} = 27.27 \text{ (se consideró 28 baterías)}$$

Según la ficha técnica, la batería seleccionada TS-L5000/LV Tensite permite un máximo de 16 baterías en conexión paralela, por lo que se consideró el uso de 28 baterías, distribuidas equitativamente en dos grupos de 14 baterías, con el fin de optimizar la configuración del sistema y garantizar un adecuado rendimiento energético.

3.3.6 Cálculo de conductores

Para el dimensionamiento de los conductores, se realizó el cálculo por tramos teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permitida para cada segmento, conforme a Cieza (2018).

Tabla 9

Porcentaje admitido de caída de tensión por tramo

Tramo	Caída de tensión máxima (%V)
Paneles - Regulador	3 %
Regulador - Batería	1 %
Batería - Inversor	1 %
Inversor – Tablero general	3 %

Nota. Los valores mostrados corresponden a la caída de tensión máxima permitida para cada tramo.

La caída de tensión para cada tramo se determinó con la ecuación 14

$$\Delta V = V_T \times \frac{V_{caída\%}}{100} \quad (14)$$

Donde ΔV es la caída de tensión máxima permitida para cada tramo, V_T es el voltaje del sistema (48 V) y $V_{caída\%}$ es la caída de tensión en tanto por ciento por tramo.

Tabla 10

Caída de tensión por tramo

Fórmula	Caída de tensión (ΔV)	
$\Delta V = V_T \times \frac{V_{caída\%}}{100}$	Paneles - Regulador	1.44
	Regulador - Batería	0.48
	Batería - Inversor	0.48
	Inversor - Tablero	6.9

Nota. Los valores mostrados se determinaron aplicando la ecuación 14, además para el tramo Inversor – Tablero se consideró el voltaje de salida del inversor (230 V).

La sección de los conductores se determinó con la ecuación 15:

$$S = \frac{2 * L * I_{MAX}}{\sigma * \Delta V} \quad (15)$$

Donde: L es la longitud de cada tramo, I_{max} es la corriente máxima de circulación para cada tramo, σ : conductividad del cobre para una temperatura de 20 °C es 56 m/mm² Ω y ΔV es la caída de tensión máxima permitida para cada tramo.

Para ello, determinamos la corriente máxima para cada tramo.

➤ **Corriente máxima para el tramo Paneles - Regulador**

$$I_{MAX} = 1.25 * I_{CCmf} * N_{ramas \text{ por regulador}} \quad (16)$$

Donde: 1.25 (factor de sobredimensionamiento del 25% para cubrir el exceso de corriente de cortocircuito debido al aumento de la irradiancia y temperatura), I_{CCmf} corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico y $N_{ramas \text{ por regulador}}$ es el número de ramas conectadas a cada regulador.

$$I_{MAX} = 1.25 * 13.98 \text{ A} * 6$$

$$I_{MAX} = 104.85 \text{ A}$$

➤ **Corriente máxima para el tramo Regulador - Batería**

Se consideró la corriente de carga nominal del regulador seleccionado (100 A)

$$I_{MAX} = 100 \text{ A}$$

➤ **Corriente máxima para el tramo Batería - Inversor**

Tal como indica Gamarra et al. (2022) la corriente máxima se determina en base a la potencia máxima del inversor.

$$I_{MAX} = \frac{P_{inv} * 1.25}{V_T} \quad (17)$$

Donde: P_{inv} es la potencia del inversor y V_T es el voltaje de trabajo (48 V)

$$I_{MAX} = \frac{7000 \text{ W} * 1.25}{48 \text{ V}}$$

$$I_{MAX} = 182.29 \text{ A}$$

➤ **Corriente máxima para el tramo Inversor – Tablero**

De igual manera, la corriente se determina en base a la potencia máxima del inversor teniendo en cuenta el voltaje de salida.

$$I_{MAX} = \frac{P_{inv} * 1.25}{V_S} \quad (18)$$

Donde: V_S es el voltaje de salida del inversor en AC (230 V).

$$I_{MAX} = \frac{7000 \text{ W} * 1.25}{230 \text{ V}}$$

$$I_{MAX} = 38.04 \text{ A}$$

Finalmente, con las corrientes máximas obtenidas, se determinó la sección de los conductores para cada tramo aplicando la ecuación 15. En ese sentido se estableció las longitudes de los cables para los tramos mencionados.

- Paneles – Regulador: 10 m
- Regulador – Batería: 2 m
- Batería – Inversor: 2.5 m
- Inversor – Tablero: 22 m

Por último, aplicando la fórmula se obtuvo las siguientes secciones:

Tabla 11

Cálculo de sección de conductores

Fórmula	Tramos	Sección del conductor (mm ²)
$S = \frac{2 * L * I_{MAX}}{\sigma * \Delta V}$	Paneles - Regulador	26 mm ²
	Regulador - Batería	14.88 mm ²
	Batería - Inversor	33.90 mm ²
	Inversor - Tablero	4.33 mm ²

Nota. La sección de los conductores corresponde a la aplicación por fórmula por lo que para la elección de sección se tomó el inmediato superior a cada valor.

Se tomó en cuenta el catálogo de fabricante de indeco, **THW – 90 (mm²)**, sus características técnicas se presentan a continuación.

Figura 9

Datos técnicos de conductor THW – 90 (mm²), indeco

CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Nota. Tomado de indeco (2025)

De esa manera, los valores finales de sección de los conductores para cada tramo, seleccionando el inmediato superior son:

- Paneles – Regulador: 35 mm²
- Regulador – Batería: 16 mm²
- Batería – Inversor: 35 mm²
- Inversor – Tablero: 6 mm²

3.3.7 Dispositivos de protección

Los dispositivos de protección eléctrica como interruptores termomagnéticos, diferenciales y fusibles en el sistema fotovoltaico serán esenciales para garantizar la seguridad, prevenir daños en los equipos y minimizar riesgos eléctricos. Los fusibles y disyuntores protegen contra sobrecorrientes y cortocircuitos, evitando daños en los conductores y equipos críticos como reguladores, inversores y baterías. Los interruptores diferenciales detectan fugas de corriente, previniendo riesgos de electrocución y fallas a tierra.

➤ **Cálculo del fusible, portafusible e interruptor general (Tramo: Paneles – Regulador)**

Según Castejón & Santamaría (s. f.) menciona que el calibre del fusible debe estar entre 1.5 y 2 veces la corriente de cortocircuito de un módulo (I_{SC}).

$$1.5I_{SC} \leq I_F \leq 2I_{SC} \quad (19)$$

Donde: I_F es la corriente del fusible a seleccionar

Se tiene que, la corriente de cortocircuito del módulo seleccionado es de 13.98 A, por lo tanto:

$$20.97 \text{ A} \leq I_F \leq 27.96 \text{ A}$$

El fusible seleccionado es de 25 A de 10 x 38 mm, la marca DC Solar Energy.

Figura 10

Fusible solar DC 10 x 38 ZTPV-25

MODELO	ZTPV 25
Imagen	
Tamaño (mm)	10x38
Tensión nominal U_e (V)	DC1000
Corriente nominal I_n (A)	1 2 3 4 5 6 8 10 12 15 16 20 25 30 32
Capacidad de ruptura nominal (33)	33
Clase de operación	gPV
Temperatura de trabajo	-50-105
Altitud (m)	≤ 2000
Peso (g)	10
Estándar	IEC60269.6

Nota. Tomado de Autosolar (2025).

Los fusibles suelen ir junto a las bases portafusibles seccionables que permitirá alojar el fusible y facilitar su instalación, sustitución y desconexión de manera segura. Las bases portafusibles son bipolares y tendrán las mismas características que el fusible seleccionado.

Figura 11

Portafusible 10x38 25A 1P ZJ BENY



Nota. Tomado de Autosolar (2025).

Este sistema de desconexión se situará en cada rama en paralelo de los paneles fotovoltaicos lo que permitirá su aislamiento. Es importante destacar que el arreglo de módulos fotovoltaicos está compuesto por 32 ramas conectadas en paralelo, cada una de las cuales contará con su respectivo fusible y portafusible, sumando un total de 32 dispositivos de protección.

Además de las protecciones mencionadas, las ramas en paralelo del generador fotovoltaico tienen que disponer de un dispositivo de maniobra que permita la desconexión del resto de la instalación, para ello se utilizó un interruptor general para cada grupo de ramas por regulador.

$$I_n \geq I_{SC} * N_{ramas \text{ por regulador}} \quad (20)$$

Donde I_n es la corriente nominal del interruptor.

$$I_n \geq 13.98 \text{ A} * 6$$

$I_n \geq 83.88\text{ A}$

Por tanto, el interruptor seleccionado es de 100 A.

Figura 12

Interruptor termomagnético Schneider 100A 2P



Interruptor termomagnético
Easypact EZC 2P 100A TMD

EZC100H2100

Principal

Gama de producto	EasyPact ((*))
Tipo de Producto o Componente	Interruptor automático
Nombre Corto del Dispositivo	Easypact EZC100H
nombre del interruptor automático	Easypact EZC100H
Aplicación del Dispositivo	Distribución Eléctrica Residencial y Comercial
Número de Polos	2P
descripción de polos protegidos	2t
tipo de red	CA DC
Frecuencia de Red	50/60 Hz
corriente nominal (In)	100 A en 40 °C
[Ui] tensión asignada de aislamiento	690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV acorde a IEC 60947-2
[Ue] tensión asignada de empleo	550 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 250 V DC acorde a IEC 60947-2
código de poder de corte	H

Nota. Tomado de Schneider Electric (2025).

Dado que las 32 ramas en paralelo están distribuidas en 6 grupos conectados cada uno a un regulador se acoplará 6 interruptores termomagnéticos (ITM) de 100 A situados junto a cada regulador de carga para permitir la desconexión del generador fotovoltaico.

➤ **Cálculo interruptor termomagnético (Tramo: Regulador - Batería)**

Para el tramo Regulador – Batería se consideró la corriente que transmite el regulador seleccionado 100 A y se aplicó el mismo criterio de la ecuación (20).

$$I_n \geq I_{reg} \quad (21)$$

Donde I_{reg} es la corriente del regulador seleccionado.

$$I_n \geq 100 \text{ A}$$

Por tanto, se eligió un interruptor para cada circuito de regulador (6 reguladores) que a su vez serían 6 interruptores termomagnéticos de la marca Schneider 100A 2P que lleva las mismas características técnicas que el interruptor seleccionado Panel – Regulador. (Ver figura 11).

➤ **Cálculo interruptor termomagnético (Tramo: Batería - Inversor)**

El sistema de protección entre las baterías y el inversor es fundamental para garantizar la seguridad y correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico. De acuerdo a las especificaciones técnicas, las baterías Tensite TS-L5000/LV, tienen una corriente constante de descarga de 100 A y una corriente nominal de 60 A, por lo tanto, se aplicó el mismo criterio de la ecuación 20

$$I_n \geq I_{batería} \quad (22)$$

Donde $I_{batería}$ es la corriente de descarga de la batería.

$$I_n \geq 100 \text{ A}$$

En consecuencia, se seleccionó un ITM de 125 A en corriente continua (CC) como dispositivo de desconexión y protección. Dado que el sistema cuenta con dos grupos de baterías, se instalarán dos ITM de 125 A (uno por grupo) asegurando una protección adecuada frente a sobrecorrientes y la capacidad de aislar cada grupo de forma independiente en caso de mantenimiento o fallas, optimizando así la seguridad y operatividad del sistema.

Figura 13*Interruptor termomagnético DC Solar Energy, 125A, 2P***ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Magnetotérmico		125A 2P DC
Rango del grado corriente nominal (A)		125A
Tensión nominal de funcionamiento (VDC)		24-1000 VDC
Número de polos		2P
Tensión nominal de aislamiento		1200VDC
Tensión de descarga nominal Uimp (kV)		4kV
Capacidad máxima de corte Icu (kA)		10kA
Capacidad de corte en funcionamiento Ics (% Icu)		75%
Tipo de curva		D
Tipo de protección		Térmico-Magnético
Endurancia Mecánica	Valor Medio Real	20000
	Valor Estándar	8500
Endurancia Eléctrica	Valor Medio Real	2500
	Valor Estándar	1500
Capacidad de cableado (mm²)		1 - 25mm²
Temperatura ambiente (°C)		-20°C~+70°C
Altitud		≤ 2.000
Húmedad Relativa		≤ 95%
Grado de contaminación		3
Entorno de instalación		Sin golpes ni vibraciones
Tipo de instalación		Clase III
Instalación		Rail DIN estándar 35mm
Peso		0.26Kg

Nota. Tomado de autosolar (2025)**➤ Cálculo interruptor termomagnético (Tramo: Inversor - Tablero)**

Para este tramo son circuitos de CA y las protecciones son contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos termomagnéticos y contra contactos directos e indirectos mediante interruptor diferencial.

Para la elección de interruptor termomagnético y diferencial se tomó en cuenta la corriente máxima en el tramo Inversor – Tablero, determinada con la ecuación (18)

$$I_{MAX} = 35.33A$$

$$I_n \geq I_{MAX} \quad (23)$$

Por tal razón se seleccionó un interruptor termomagnético y diferencial de 40 A con sensibilidad de 30 mA para cada inversor.

Figura 14

Interruptor termomagnético y diferencial bticino seleccionado de 40A

INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS BT DIN^{NEW} INTERRUPTORES DIFERENCIALES BT DIN



Poder de corte: 6000A IEC 60898-1:92 / 10 000 A a 220 V
Conexión por bornes protegidas contra los contactos directos (IP20)
Tornillos imperdibles
Portaetiquetas incorporado
Capacidad de embornamiento:
25mm² flexible / 35 mm² rígido

Artículo	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS	
	Bipolar - 230/400 Va.c.	
	In (A)	Nº de módulos
FN820YC6	6	2
FN820YC10	10	2
FN820YC16	16	2
FN820YC20	20	2
FN820YC25	25	2
FN820YC32	32	2
FN820YC40	40	2
FN820YC50	50	2
FN820YC63	63	2



Conforme a la norma IEC 61008-1:96
Tornillos imperdibles
Portaetiquetas incorporado
Capacidad de embornamiento:
25mm² flexible / 35 mm² rígido

Artículo	INTERRUPTORES DIFERENCIALES	
	Bipolar - 230/400 Va.c. IΔN=0.03A	
	In (A)	Nº de módulos
G7230AC25	25	2
G7230AC40	40	2
G7230AC63	63	2

Nota. Tomado de catálogo general bticino (Legrand, s. f.)

3.3.8 Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra (SPT) es un elemento fundamental en las instalaciones eléctricas. Según el Código Nacional de Electricidad - Utilización (2006), el SPT protege y cuida la vida e integridad física de las personas de las consecuencias que puede ocasionar una descarga eléctrica, y evitar daños a la propiedad, enlazando a tierra las partes metálicas normalmente no energizadas de las instalaciones, equipos, artefactos, etc. Por otra parte, establece que el conductor de puesta a tierra debe cumplir con requisitos mínimos de sección, siendo de al menos 16 mm² para cobre. Además, la resistencia de la puesta a tierra en instalaciones residenciales no debe superar los 25 ohmios, asegurando una adecuada conexión equipotencial y un camino de baja impedancia para la corriente de falla.

En el dimensionamiento del sistema fotovoltaico no se contempló el cálculo de un nuevo sistema de puesta a tierra, debido a que el Hotel cuenta con un pozo a tierra previamente implementado. No obstante, se previó la conexión del sistema fotovoltaico a dicho pozo, considerando conductores de cobre de 16 mm² para garantizar la adecuada interconexión entre los marcos de los paneles, reguladores, baterías, inversores y estructuras de soporte, con el propósito de minimizar riesgos eléctricos y optimizar la eficiencia del sistema de protección.

3.4 OE4: Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto.

La evaluación técnico-económica del sistema fotovoltaico constituye una herramienta fundamental para determinar la viabilidad financiera y operativa del proyecto. Para determinar dicho análisis se consideró factores clave como la inversión total del sistema, los costos de operación y mantenimiento y el ahorro generado por la sustitución del consumo eléctrico convencional.

3.4.1 Presupuesto

El presupuesto total del sistema fotovoltaico se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12

Presupuesto total del sistema fotovoltaico

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (S/.)	Subtotal (S/.)
1	Generador Fotovoltaico				
1.1	Panel Solar Tensite 550W	Unidad	64	713.4	45657.6
1.2	Regulador MPPT 150/100 Victron energy	Unidad	6	2123.96	12743.76
1.3	Inversor cargador MultiPlus-II 48/10000 Victron energy	Unidad	3	3923.16	11769.48
1.4	Batería Tensite TS-L5000/LV	Unidad	28	4945.51	138474.28
1.5	Estructura de soporte para paneles solares	Glb	1	10000	10000
2	Dispositivos de protección				
2.1	Fusible Solar ZTPV-25 10X38	Unidad	32	9.56	305.92
2.2	Portafusible DC 10x38 25A 1000V 1P ZI BENY	Unidad	32	41.04	1313.28
2.3	Interruptor termomagnético DC Easypact EZC 2P 100A TMD	Unidad	12	233.89	2806.68
2.4	Interruptor termomagnético DC 125A 2P 1000V	Unidad	2	68.32	136.64
2.5	Interruptor termomagnético AC BTDIN 40A 2P	Unidad	3	60	180
2.6	Interruptor Diferencial AC BTDIN 40A 2P	Unidad	3	172.35	517.05
2.7	Elementos adicionales	Glb	1	1000	1000
3	Cableado				
3.1	Conductor de cobre Indeco THW-90/35mm ²	Rollo	2	2109.79	4219.58
3.2	Conductor de cobre Indeco THW-90/16mm ²	Rollo	1/2	1064.9	532.45
3.3	Conductor de cobre Indeco THW-90/6mm ²	Rollo	1 1/2	679.9	1019.85
3.4	Conductor de cobre Indeco THW-90/16mm ² (Aterramiento)	Rollo	1	1064.9	1064.9
4	Mano de Obra				
4.1	Costo de montaje electromecánico	Glb	1	12000	12000
5	Transporte				
5.1	Costo de transporte de materiales	Glb	1	1000	1000
6	Otros gastos				
6.1	Gastos administrativos	Glb	1	1000	1000
				TOTAL	245741.47

Nota. Los costos mostrados fueron verificados en las páginas de empresas ofertantes de los productos incluyendo IGV. En el ítem 2.7 se agrupa los gastos por tablero de control, tuberías PVC y metálicas, terminales, empalmes, barras colectoras, rieles DIN y elementos de fijación.

3.4.2 Costo por mantenimiento del Sistema Fotovoltaico

Los costos de operación y mantenimiento en un sistema fotovoltaico son relativamente bajos, no obstante, desempeñan un papel fundamental en la sostenibilidad y eficiencia del proyecto, garantizando el óptimo desempeño del sistema y prolongando la vida útil de sus componentes, previniendo fallas que podrían comprometer la generación de energía, generando así posibles pérdidas económicas y mayores gastos a largo plazo. Los costos establecidos por operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico se presentan enseguida en la tabla N°13.

Tabla 13

Costo por mantenimiento

Ítem	Descripción	Precio (S/.)	Frecuencia Anual	Subtotal (S/.)
1	Limpieza de módulos fotovoltaicos	640	3	1920
2	Revisión de conexiones, cableado y dispositivos de protección	150	1	150
3	Medidas de parámetros eléctricos (P,V,I,R)	150	1	150
4	Inspección de estructura de soporte	80	1	80
TOTAL				2300

Nota. La medición de parámetros eléctricos corresponde a la potencia, voltaje, corriente y resistencia de los equipos del sistema fotovoltaico. Se estimó un costo anual por mantenimiento de 2300 soles.

3.4.3 Análisis de ahorro económico

El ahorro económico anual está representado por el consumo promedio de energía al día del Hotel Suite Naylamp Zyon calculado en la tabla N°3, cuyo valor se multiplicó por el costo del kWh establecido por la empresa Electro Oriente de acuerdo al pliego tarifario para la provincia de Jaén.

Figura 15

Pliego tarifario

 AJUSTE DE PLIEGOS TARIFARIOS ELOR Para Electro Oriente S.A.				
DEPARTAMENTO		CAJAMARCA NORTE		
SECTOR TÍPICO		ST-2	ST-3	ST-4
		SEIN	SEIN	SEIN
SISTEMA ELÉCTRICO		Bagua-Jaen	Bagua-Jaen Rural Pomahuaca Pucara San Ignacio	Tabaconas
OPCIÓN Tarifaria	CARGO DE FACTURACIÓN MEDIA TENSION	UNIDAD	TARIFA	TARIFA
BT5B	SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E			
No Residencial	c) Para clientes con consumos igual o mayor 0 kW.h por mes			
	Cargo fijo mensual - Lectura Mensual	S./mes	5.24	5.24
	Cargo fijo mensual - Lectura Semestra	S./mes	0.00	0.00
	Cargo por energía activa	ctm. S./kW.h	84.86	84.86

Nota. El hotel cuenta con un suministro trifásico con tarifa BT5B, No residencial. La tarifa eléctrica según Electro Oriente (2024) es de S/. 0.8486 por kWh.

De acuerdo a Pérez (2019), el ahorro económico anual por consumo de energía se determina con la siguiente ecuación:

$$CE_a = E_c * CP_{kWh} \quad (24)$$

Donde: CE_a es el costo de energía anual, E_c es el consumo promedio de energía al día del hotel y CP_{kWh} es el precio de energía de acuerdo al pliego tarifario. Para calcular el costo anual se multiplicó por un año calendario (365 días).

$$CE_a = 111.92 \frac{kWh}{día} * 0.8486 \frac{S/}{kWh} * 365 \text{ días}$$

$$CE_a = S/. 34665.99$$

El resultado obtenido corresponde al pago promedio anual por consumo de energía eléctrica convencional del hotel, el cual se traduce en ahorro económico ya que dicho monto dejará de ser facturado anualmente con la implementación del sistema fotovoltaico propuesto.

3.4.4 Flujo de caja del proyecto

Con los datos calculados anteriormente se realizó el flujo de caja del proyecto, con un horizonte de evaluación de 20 años, donde los ingresos están representados por el ahorro

económico anual, los egresos por el costo de mantenimiento anual y el costo fijo por la inversión total del sistema fotovoltaico.

Tabla 14

Flujo de caja del proyecto

Flujo de caja del proyecto					
Años	Ingresos	Egresos	Costo fijo	Flujo de caja	Flujo neto de efectivo
0	0	0	-245741.47	-245741.47	-245741.47
1	34665.99	2300		32365.99	-213375.48
2	34665.99	2300		32365.99	-181009.49
3	34665.99	2300		32365.99	-148643.50
4	34665.99	2300		32365.99	-116277.51
5	34665.99	2300		32365.99	-83911.53
6	34665.99	2300		32365.99	-51545.54
7	34665.99	2300		32365.99	-19179.55
8	34665.99	2300		32365.99	13186.44
9	34665.99	2300		32365.99	45552.43
10	34665.99	2300		32365.99	77918.42
11	34665.99	2300		32365.99	110284.41
12	34665.99	2300		32365.99	142650.40
13	34665.99	2300		32365.99	175016.39
14	34665.99	2300		32365.99	207382.37
15	34665.99	2300		32365.99	239748.36
16	34665.99	2300		32365.99	272114.35
17	34665.99	2300		32365.99	304480.34
18	34665.99	2300		32365.99	336846.33
19	34665.99	2300		32365.99	369212.32
20	34665.99	2300		32365.99	401578.31

Nota. Los valores económicos del flujo de caja están expresados en soles (S/) y fueron calculados utilizando Microsoft Excel. El horizonte de evaluación de 20 años, fue proyectado considerando la vida útil estimada del sistema fotovoltaico y su capacidad de generación constante durante dicho periodo.

3.4.5 Rentabilidad del proyecto

Con los valores obtenidos en la tabla 14 se estimó los indicadores de rentabilidad para evaluar la viabilidad económica del sistema fotovoltaico dimensionado, tales como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación costo beneficio (C/B) y el periodo de recuperación de la inversión. Se consideró una tasa de descuento del 10%.

Tabla 15

Indicadores de rentabilidad

Indicadores de rentabilidad	
Tasa de descuento (i)	10%
VAN	29808.44
TIR	11.7%
Análisis Costo/Beneficio (C/B)	1.12
Año de recuperación	AÑO 8

Nota. Para el procesamiento y análisis de los indicadores de rentabilidad se utilizó el software Microsoft Excel, lo que permitió una mayor precisión en los cálculos y la automatización de los indicadores económicos del proyecto.

A partir del análisis realizado, se concluye que el sistema fotovoltaico propuesto es económicamente viable y representa una alternativa rentable frente al suministro convencional de energía. Los resultados obtenidos en los indicadores de rentabilidad, como el Valor Actual Neto (VAN) positivo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) superior a la tasa de descuento del 10 % y una relación Beneficio/Costo (B/C) mayor a uno, demuestran que la inversión realizada se recupera de manera eficiente y genera beneficios económicos sostenibles a lo largo de la vida útil del proyecto.

IV. DISCUSIÓN

OE1: Analizar el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyón para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico.

La determinación del perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyón constituyó un paso fundamental en el desarrollo del presente proyecto, ya que permitió conocer con precisión la demanda eléctrica diaria. Para ello, se aplicó una metodología basada en el levantamiento de información eléctrica en campo, evaluando la potencia de los equipos, sus horarios de operación y la frecuencia de uso. Este enfoque permitió establecer un consumo promedio diario de 111.92 kWh, lo que representa un valor confiable de la carga energética del hotel en condiciones reales de operación conforme a lo realizado por Rojas y Limón (2018), quienes también aplicaron un levantamiento de datos centrado en la evaluación de las cargas existentes en un hotel, donde la metodología empleada es similar, particularmente en la observación directa de los equipos y el análisis de facturación. Sin embargo, a diferencia de dicho trabajo, en el cual se obtuvo un consumo promedio diario de 34,030 watts-día (equivalente a 34.03 kWh/día), el presente estudio revela una demanda considerablemente mayor. Esta diferencia puede atribuirse al tamaño de las instalaciones evaluadas, al equipamiento disponible y al tipo de servicios que ofrece cada establecimiento.

Asimismo, en el estudio de Hernández et al. (2020), se determinó una demanda de aproximadamente 133.57 MWh/año para un hotel universitario en Cuba, valor que guarda una relación comparable con el consumo anual estimado para el Hotel Suite Naylamp Zyón. Sin embargo, en dicho caso el sistema fotovoltaico propuesto solo fue dimensionado para cubrir el 52 % de la demanda energética, buscando reducir parcialmente el costo de facturación. En contraste, el presente estudio plantea una solución más integral, orientada a satisfacer la totalidad de la demanda diaria mediante un sistema aislado, lo cual representa una propuesta más ambiciosa desde el punto de vista técnico y de autosuficiencia energética.

OE2: Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel.

La evaluación de la radiación solar promedio disponible en la ciudad de Jaén fue un aspecto clave en el proceso de dimensionamiento del sistema fotovoltaico, ya que determina el potencial energético aprovechable en la zona. Para ello, se utilizó la plataforma NASA POWER, una herramienta de acceso libre proporcionada por la National Aeronautics and

Space Administration, que ofrece datos históricos y confiables sobre parámetros atmosféricos y solares, coincidiendo con Niño (2020) e Iza (2024) quienes también adoptaron enfoques metodológicos similares empleando fuentes como la NASA, el Atlas Solar del Perú y SENAMHI para determinar la disponibilidad del recurso solar y, con ello, dimensionar sus sistemas fotovoltaicos. En el caso de Iza (2020) se consideró la irradiancia media promedio ($4.19 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$) a diferencia del presente proyecto donde se usó el mes con la radiación más desfavorable siendo febrero con $3.54 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$, lo cual permitió establecer un criterio conservador que garantiza el funcionamiento del sistema aun en condiciones menos óptimas. Esta coincidencia en el uso de bases de datos internacionales y nacionales respalda la validez del procedimiento adoptado en esta investigación.

Por otro lado, Flores (2020) adoptó una metodología experimental mediante el uso de un solarímetro y protocolos de medición en campo, obteniendo una irradiancia promedio de $4.48 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$. Si bien este enfoque proporciona datos empíricos del lugar, está limitado a las condiciones climáticas específicas del periodo de medición, los cuales fueron en los meses de junio y julio. En ese sentido, el uso de bases de datos satelitales permite un análisis a largo plazo y con mayor representatividad estacional, lo cual se considera más apropiado para proyectos de largo plazo.

OE3: Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del hotel.

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el Hotel Suite Naylamp Zyon se realizó en función de la demanda energética total del inmueble y las condiciones del recurso solar disponible en la zona. El sistema dimensionado tuvo una capacidad $35,130 \text{ W}$ y fue diseñado para cubrir el consumo eléctrico total del hotel, asegurando su correcta integración con las instalaciones existentes y garantizando una operación continua, efectiva y segura del establecimiento, tal como lo desarrollado por Iza (2024) quien en su investigación propuso el dimensionamiento de tres sistemas fotovoltaicos independientes para abastecer su demanda energética, esta estrategia le permitió alcanzar una cobertura del 99.38% de la demanda energética anual. En ambos proyectos se logra la independencia energética y la supresión de los altos costos por facturación eléctrica. Caso contrario al de Hernández et al. (2020) quien

propuso un sistema que solo abastecía el 52.05 % de la demanda energética de un hotel universitario, lo cual, si bien permitió una reducción importante en los costos de facturación, no logró la autosuficiencia energética.

OE4: Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto

Los resultados obtenidos en la evaluación técnico-económica del proyecto permitieron determinar su viabilidad financiera a través del análisis de los indicadores de rentabilidad los cuales fueron positivos, como el $VAN > 0$, $TIR > i$, $C/B > 1$ y un periodo de recuperación de 8 años. Estos valores evidencian que la inversión inicial será recuperada en un periodo razonable y que el proyecto generará beneficios económicos sostenibles a lo largo de su vida útil, coincidiendo con lo obtenido por Flores (2020), Iza (2024) y Portugal (2020) quienes también concluyeron que sus respectivas propuestas de generación fotovoltaica eran rentables y factibles desde el punto de vista económico. Incluso en el caso de Acosta (2020), a pesar de que la rentabilidad obtenida fue mínima, los indicadores demostraron un retorno positivo de la inversión. Estos hallazgos respaldan la afirmación de que la implementación de sistemas fotovoltaicos representa una estrategia efectiva para reducir costos operativos en el sector eléctrico, especialmente en lugares con alta radiación solar, como Jaén, constituyendo una alternativa energéticamente eficiente, ambientalmente sostenible y económicamente favorable para el usuario final.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se diseñó y dimensionó un sistema fotovoltaico que satisface las necesidades energéticas del Hotel Suite Naylamp Zyon, ubicado en la provincia de Jaén, basándose en el estudio exhaustivo de la demanda eléctrica del establecimiento, las condiciones solares locales y criterios técnicos, determinando la cantidad óptima de equipos para garantizar un suministro eficiente.
- Se concluye que la radiación solar disponible en la ubicación del Hotel Suite Naylamp Zyon en la provincia de Jaén, para un ángulo óptimo de inclinación de Gdm (11°) oscila entre 3.54 kWh/(m²·día) en el mes de febrero, y 4.54 kWh/(m²·día) en el mes de noviembre. Para efectos de dimensionamiento se adoptó el valor más desfavorable de 3.54 kWh/(m²·día), para asegurar que el sistema fotovoltaico pueda cubrir la demanda energética del hotel incluso en las condiciones solares más críticas del año.
- El dimensionamiento del sistema fotovoltaico se realizó en base a la demanda energética del Hotel Suite Naylamp Zyon y las condiciones del recurso solar disponible. La solución propuesta contempla un generador fotovoltaico de 35,130 W de potencia con una tensión de 48 V, conformado por 64 paneles solares Tensite de 550 W, 6 reguladores MPPT Victron SmartSolar modelo 150/100 y 3 inversores Victron MultiPlus II 48/10000. Asimismo, se incluyó un banco de almacenamiento compuesto por 28 baterías de litio Tensite TS-L5000/LV de 48 V, permitiendo una operación confiable y continua del sistema.
- Se analizó el perfil energético del Hotel Suite Naylamp Zyon, identificando y registrando las potencias nominales de cada uno de los equipos eléctricos y el tiempo de uso, determinándose una potencia instalada de 18.47 kW y un consumo energético diario de 111.92 kWh/día.
- Se concluye que el proyecto es económicamente rentable, dado que en el análisis técnico-económico del sistema fotovoltaico se determinó una inversión total de S/ 245,741.47, un ahorro anual de S/ 34,665.99 por sustitución de energía convencional y un costo de

mantenimiento de S/ 2,300 anuales, obteniéndose indicadores de rentabilidad positivos y un periodo de recuperación de la inversión de 8 años.

Recomendaciones

- Implementar los sistemas fotovoltaicos en áreas libres de sombras, en el caso de la ciudad de Jaén se recomienda utilizar estructuras de soporte elevadas o instalar los módulos en la parte superior de las edificaciones más elevadas a fin de permitir un mayor aprovechamiento del recurso solar a lo largo del día.
- Se recomienda reservar un margen adicional para posibles ampliaciones del sistema fotovoltaico en caso que la demanda energética del hotel incremente, como sucede en temporadas de alta demanda o en futuras remodelaciones que incluyan más equipos eléctricos.
- Emplear este tipo de proyectos resulta de especial importancia en zonas remotas o áreas rurales donde no hay acceso al sistema eléctrico para los usuarios. Diversas regiones, como Cajamarca, registran índices elevados de irradiación solar creando condiciones favorables para optimizar la producción de energía fotovoltaica a nivel regional.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta J, J. (2020). *Los paneles fotovoltaicos como alternativa de generación de electricidad en una zona residencial de Cartagena-Colombia* [Tesis de Mestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6324/Los%20paneles%20fotovoltaicos%20de%20generaci%3%b3n%20de%20electricidad%20en%20una%20zona%20residencial%20de%20Cartagena%20-%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arredondo, J., y Ramos, M., (2020). Subastas en plantas de energía solar fotovoltaica y la paridad de red en el Perú. Scielo. 30 (2). <https://doi.org/10.21754/tecnia.v30i2.567>
- ATLAS SOLAR. (s.f.). *Radiación solar por departamento*. <https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento/>
- Autosolar. (2025). *Panel Solar 550W Monocristalino PERC Tensite*. <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-550w-monocristalino-perc-tensite>
- Banco Mundial. (2023). *Banco Mundial*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS?end=2022&start=2011&view=chart>
- Castejón, A., & Santamaría, G. (s. f.). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas—Castejón & Santamaría*. Recuperado 10 de enero de 2025, de https://www.academia.edu/32308301/Instalaciones_Solares_Fotovoltaicas_Castej%C3%B3n_and_Santamar%C3%ADa
- Chiroque V, W., Ricaldi A, I. y Romero M, B. (2022). *Diseño de un Sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao] Repositorio Institucional UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/>
- Cieza, J. (2018). *Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico para las Instalaciones Eléctricas de Alumbrado en el Hostal Lancelot Ubicado En Chiclayo-Chiclayo-*

- Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] Repositorio Institucional UNPRG.
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1919>
- Código *Nacional de Electricidad Utilización* (2006). Recuperado 28 de febrero de 2025, de
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf
- Delgado, M. (2019). *Energía fotovoltaica para suministrar electricidad a Villa Hermosa, Yambrasbamba, Bongara, Amazonas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] Repositorio Institucional UNPRG
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3846>
- Duffie, J.A., & Beckman, W.A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons.
- Electro Oriente. (2024). *Pliego tarifario, Cajamarca Norte*. <http://www.elor.com.pe>
- Flores S, W. (2020). *Diseño de un sistema de respaldo fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan - Sallique* [Tesis de titulación, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. Retrieved 25 de Septiembre de 2024, from
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50750/Flores_SW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gamarra, A., Godiño, F., Huaihua, E., Huaman, D., & Villavicencio, J. (2022). *Incorporación de paneles fotovoltaicos al circuito de instalaciones eléctricas*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio Institucional de la PUCP.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/21569>
- Global Petrol Prices. (2024). *Perú precios de la electricidad, marzo 2024*. GlobalPetrolPrices.com.
https://es.globalpetrolprices.com/Peru/electricity_prices/?utm_source=chatgpt.com
- Guerrero, G., y Guerrero, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (M. D. Patria, Ed.)

- Hernández, C., Monteagudo, J., Edmilson, H., y Jiménez, R. (2020). Anteproyecto de sistema solar fotovoltaico en Hotel Universitario de Posgrado en la Universidad de Cienfuegos. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 163-169. Retrieved 25 de Septiembre de 2024, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000600163
- Hernández, G. (2024, octubre 7). *Perú paga tercera tarifa eléctrica más alta en la región | RPP Noticias*. <https://rpp.pe/economia/economia/peru-paga-tercera-tarifa-electrica-mas-alta-en-la-region-noticia-1589699>
- INEI. (s. f.). Recuperado 4 de diciembre de 2024, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1863/cap04.pdf
- Inca, G. S., Cabrera, D. F., Villalta, D. F., Bautista, R. C., y Cabrera, H. D. (2023). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 9493-9509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6835
- Indeco THW-90. *Empresa nexans*. Recuperado 17 de febrero de 2025, de <https://tienda.sonepar.pe/recursos/fichas/12123WP0014.pdf>
- International Renewable Energy Agency [IRENA]. (2024, 24 de septiembre) <https://www.irena.org/News/pressreleases/2024/Sep/Record-Growth-Drives-Cost-Advantage-of-Renewable-Power>
- Iza S, D. (2024). *Diseño de sistemas fotovoltaicos para las edificaciones de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur que permita mejorar los indicadores energéticos basados en la regulación 08/23* [Tesis de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28641/1/TTS2017.pdf>
- Jiménez Ch, J. (2023). *Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para suministrar energía eléctrica en los tuneles de secado de la Empresa Promaca* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú] Repositorio Institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10802>

- Keirstead, J., & Sivakumar, A. (2012). *Uso de modelos basados en actividades para simular demandas de recursos urbanos a altas resoluciones espaciales y temporales*. *Revista de Ecología Industrial*, 16(6), 889-900.
- Legrand. (s. f.). *Catalogos y Brochures | Bticino*. Recuperado 27 de febrero de 2025, de <https://www.bticino.com.pe/es/herramientas/catalogos-y-brochures>
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México. *Universidad Nacional de México*.
- Mejía, E. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. *Revista Científica Pakamuros*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.37787/9psac759>
- Minem. (2007). *Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE*. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/4775421-003-2007-em-dge>
- Ministerio de vivienda, Construcción y saneamiento. (2019). *NORMA TECNICA PERUANA EM.080 Instalaciones con Energía Solar (2019)*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/505934822/BORRADOR-NORMA-TECNICA-PERUANA-EM080-Actualizacion-2019>
- Murillo, W. (2008). *La investigación científica*.
- NASA. (2025). *POWER NASA*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Naciones Unidas. (2021). *Energías renovables: energías para un futuro más seguro*. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- Negroni, J., Canales, L., & Yáñez, C. (2013). *Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos*. (1a ed.) Corporación de Desarrollo Tecnológico.
- Niño R, J. (2020). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir el consumo de energía eléctrica convencional en la empresa Exotic's Producers & Packers* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo] Repositorio Institucional UNPRG. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8373>

- Osinerghmin (octubre del 2014). Generación Eléctrica con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales en el Perú. *Plataforma del estado Peruano*. Obtenido de https://www.osinerghmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Oct_2014_Generacion_Electrica_RER_No_Convencionales_Peru.pdf
- Osinerghmin (febrero, 2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Obtenido de <https://www.osinerghmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos>
- Ovando de Paz, R. (2010). *Contaminación atmosférica por bióxido de carbono (CO₂) emitido por vehículos automotores en la Ciudad de Torreón* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/7691/RENE%20OVANDO%20DE%20PAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, J. (2019). *Diseño de un Sistema de Iluminación Fotovoltaico Mediante Tecnología Led para el Parque Central de la Provincia de Jaén-Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén] Repositorio Institucional UNJ. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/32/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=P%C3%A9rez+Zulueta%2C+Jes%C3%BAs+Alberto>
- Portugal Ch, I. (2020). *Diseño técnico-económico de autogeneración de energía eléctrica para oficina administrativa en la ciudad de Arequipa, 2020* [Tesis de grado, Universidad Continental] Repositorio Institucional Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9767>
- Rojas H, R., y Limón M, J. (2018). *Diseño, selección, instalación y puesta en marcha de un sistema fotovoltaico para el Hotel Mesón San Sebastián con conexión a red CFE* [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C.]. Repositorio institucional. <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1932/1/TESIS.pdf>
- Sanca, M. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 12, 621-624. Retrieved 26 de septiembre de 2024, from

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000900011&script=sci_arttext

SENAMHI-PERÚ. (Octubre de 2022). *Cajamarca - SENAMHI*. <http://www.senamhi.gop.pe>

Schneider Electric. (2025). *Interruptor termomagnético Easypact EZC 2P 100A TMD | Schneider Electric Perú*.
<https://www.se.com/pe/es/product/EZC100H2100/interruptor-termomagn%C3%A9tico-easypact-ezc-2p-100a-tmd/>

Soto, M. (13 de mayo del 2022). La energía solar: Un avance lento en la Amazonía peruana. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). Obtenido de <https://dar.org.pe/la-energia-solar-un-avance-lento-en-la-amazonia-peruana/>

Supo, J. (2017). Portafolio de aprendizaje para la docencia en investigación científica. *Arequipa: Bioestadístico EEDU*.

Valdiviezo S, P. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú] Repositorio Institucional de la PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/>

Whelan, T. y Fink, C. (2016). El caso empresarial integral de la sostenibilidad. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/10/the-comprehensive-business-case-for-sustainability>

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres Hernán Ríos Linares y Luz Marileth Fernández Pérez, por ser mi guía, mi fuerza y mi mayor inspiración.

Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo.

A mi familia, por estar presente en cada etapa de este camino.

Y en especial a mi familia paterna, cuyo respaldo constante han sido fundamental en mi formación personal y profesional.

Gian Pierre Rios Fernández

A Dios, por guiarme en cada paso de mi vida, por brindarme sabiduría, fortaleza y la oportunidad de culminar esta etapa con perseverancia y fe.

A mis padres, Abad Lozada y Soledad Castillo por ser el ejemplo de dedicación, esfuerzo y entrega incansable. Sus enseñanzas, consejos y sacrificios han sido el cimiento sobre el cual se ha construido este logro.

A mis hermanos, por su compañía, confianza y apoyo constante, que han sido fuente de inspiración y ánimo a lo largo de este proceso.

A todos ustedes, dedico con profundo agradecimiento y cariño este logro académico, como muestra del esfuerzo compartido y del compromiso con los valores que me han formado.

Jhon Darwin Lozada Castillo

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, por estar siempre, sin condiciones. Gracias por su apoyo constante, por su amor incondicional y sacrificio. Sin ustedes este logro no habría sido posible.

A nuestro asesor, el Dr. Edwin Carlos Lenin Félix Poicón, por su invaluable guía lo largo de este trabajo.

Por último, a nuestros familiares, amigos y demás personas que nos ayudaron a lo largo de esta investigación. Cada gesto, por pequeño que haya parecido, fue parte de este camino que hoy celebramos con gratitud.

ANEXOS

ANEXO 1

Operacionalización de las variables independiente y dependiente

Variables	Indicador	Valor Final	Tipos de Variable
Independiente	Determinación de la radiación solar promedio	kWh/m ² /día	Cuantitativa Continua
Diseño y dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico	Características de los componentes del sistema fotovoltaico.	W, W_p , HP, V, A, I, mm ²	Cualitativa y Cuantitativa Continua
Dependiente	Índice de eficiencia energética y Capacidad instalada de Energía Renovable	Kwh/unidad, kW	Cuantitativas continuas
Disminución de la dependencia energética y de los costos eléctricos	Porcentaje de reducción en la factura eléctrica y Costo de producción de electricidad	S//kWh	Cuantitativa Continua

Nota. Operacionalización de las variables independiente y dependiente según Supo (2017)

ANEXO 2

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿El diseño y dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico permitirá disminuir la dependencia energética de la red eléctrica y reducir los costos de consumo eléctrico en el Hotel Suite Naylamp Zyón, Jaén-Perú, 2024?	Objetivo General Diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas del Hotel Suite Naylamp Zyón en la provincia de Jaén-Perú, 2024. Objetivos específicos • Analizar el perfil energético del Hotel Naylamp Zyón para determinar los requerimientos energéticos diarios y su consumo eléctrico. • Evaluar la radiación solar promedio disponible en la zona de ubicación del Hotel. • Dimensionar el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección de componentes como paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento, asegurando su integración con las instalaciones eléctricas existentes del Hotel. • Realizar un análisis técnico-económico del Sistema Fotovoltaico propuesto.	Hipótesis General Un sistema fotovoltaico adecuadamente diseñado y dimensionado permitirá al Hotel Suite Naylamp Zyón reducir su dependencia energética de la red y sus costos energéticos por consumo.	Independiente Diseño y dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico Dependiente Disminución de la dependencia energética y del costo eléctrico	Tipo de estudio • Según su alcance: Descriptiva. • Según su enfoque: Cuantitativa. • Según su finalidad: Aplicada. Población-Muestra La población y muestra está representado por las instalaciones eléctricas que comprende el Hotel Suite Naylamp Zyón, por lo tanto, no se utiliza ningún método de muestreo.

Nota. Elaboración propia

ANEXO 3

Ficha técnica del panel solar 550 W, Monocristalino, PERC Tensite

Tensite

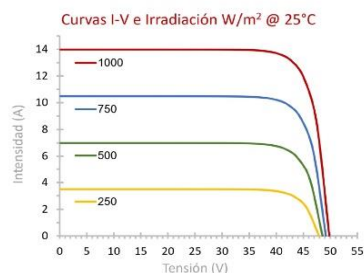
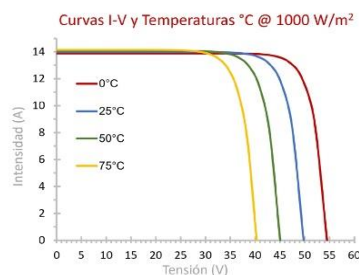
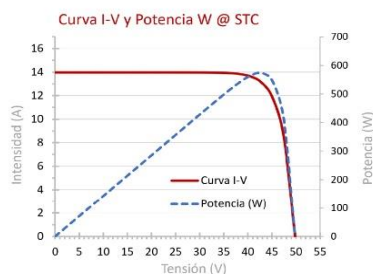
EM550-PH

Datos Eléctricos STC

EM550-PH

Tipo de módulo	550M Half cell Mono PERC
Máxima potencia (Wp)	550 Wp
Corriente de potencia máxima (I _{mp})	13,12 A
Voltaje de potencia máxima (V _{mp})	41,95 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	13,98 A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc})	49,80 V
Eficiencia del módulo	21%
Fusible de serie máxima	25 A
Número de Diodos	3
Tolerancia positiva de potencia	0+3%
Condiciones de prueba estándar	1.000 W/m ² , 25 °C, AM 1.5
Voltaje máximo del sistema DC	1.500 V
Coefficiente de temperatura I _{sc}	0,048% / °C
Coefficiente de temperatura V _{oc}	-0,270% / °C
Coefficiente de temperatura P _{mp}	-0,350% / °C
Rango temperatura funcionamiento	-40°C / +85°C
Temperatura operación célula (TONC)	45°C ±2
Capacidad carga frontal del módulo	5.400 Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga trasera del módulo	2.400 Pa IEC61215 (viento)

*Condiciones Estandar de Medida STC: Irradiación 1.000 W/m², espectro AM1.5, célula a 25°C.



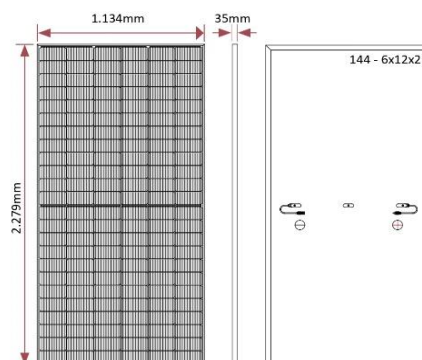
Valores en condiciones TONC**

Potencia máxima TONC (P _{max})	416 W
Voltaje de potencia máxima (V _{mp} TONC)	39,65 V
Corriente de potencia máxima (I _{mp} TONC)	10,51 A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc} TONC)	46,80 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc} TONC)	11,11 A

**Condiciones TONC: Irradiación de 800 W/m², AM1.5, temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s.

Características mecánicas

Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3.2mm
Peso del módulo	27,2 kg
Dimensiones del módulo (L / W / H)	2.279 x 1.134 x 35mm
Lámina de protección posterior	TPT en blanco
Células (cantidad/material)	144 (6x12x2) / Silicio mono
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata
Grado protección caja de conexiones	≥ IP68
Cables y conectores	4mm ² , long. 1.400mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	Clase C



Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com



Patrocinador oficial de

ANEXO 4

Ficha técnica de la Batería TS-L5000/LV Tensite

Tensite

TS-L5000/LV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de batería	Litio LiFePO4
Energía total*	4,8 kWh
Energía utilizable (DC)*	4,3 kWh
Potencia nominal de carga/descarga	3,0 kW
Potencia máxima (solo descarga)	6 kW por 3s
Voltaje	42~54Vdc
Corriente constante (solo descarga)	100 A
Voltaje nominal	48 Vdc
Corriente nominal	60 A
Voltaje de carga máxima	54,75 Vd.c
Peso	43kg
Dimensiones (mm)	442*133*520mm
DOD máximo recomendado	97%
Condición de uso	Interior
Temperatura de carga	de 0~50°C
Temperatura de descarga	de -10~55°C
Rango de frecuencia WiFi	2400MHz~2483MHz
Humedad	< 60% (sin agua condensada)
Categoría de sobrevoltaje	II
Tipo de enfriamiento	Enfriamiento natural
Material de caja	Metal
Color	Blanco o negro
Instalación	Montaje en pared / Instalación en suelo
Clasificación del IP	IP 20
Clase protectora	I
Máx. Número de conexiones en paralelo	16P
Garantía	5 años
Tiempo de vida	> 15 años
Comunicación	CAN / RS485
Modo de protección	Doble protección de hardware
Protección de la batería	Sobrecorriente/Sobrevoltaje/Cortocircuito/Bajo voltaje/Sobrettemperatura
Seguridad	Cell UL 1973 CE/ TUV
Clasificación de material peligroso	9
Transporte	UN 38.3
Certificado	UL CE TUV

Condiciones de prueba basadas en una temperatura de 25°C al comienzo de su vida útil.
*Energía total/Energía utilizable medida en condiciones específicas de Tensite 0.2 CC-VC

Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com



V-ES-1
Patrocinador oficial de

aspar
TEAM
RACING

ANEXO 5

Ficha técnica del Inversor cargador MultiPlus-II 48/10000



Inversor/cargador MultiPlus-II

[▶ Página del producto en línea](https://ve3.nl/6H)



GX Touch 50 y Cerbo GX
Facilita un control y un seguimiento intuitivos del sistema. Además del control y seguimiento del sistema, el Cerbo GX permite acceder a nuestra web de seguimiento remoto gratuita: el portal en línea VRM.



Portal VRM
Nuestra web gratuita de seguimiento remoto (VRM) mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Los ajustes del sistema pueden modificarse a distancia a través del portal. Se pueden recibir alarmas por email.



App VRM
Controle y gestione su sistema Victron Energy desde su *smartphone* o tableta. Disponible tanto para iOS como para Android.



Mochila VE.Bus Smart
Mide la tensión y temperatura de la batería y permite el seguimiento y control mediante *smartphone* u otro dispositivo bluetooth.



Área de conexión

MultiPlus-II	12/3000/120-32 24/3000/70-32 48/3000/35-32	24/5000/120-50 48/5000/70-50	48/8000/110-100	48/10000/140-100
PowerControl y PowerAssist	Sí			
Conmutador de transferencia	32 A	50 A	100 A	50 A
Corriente máxima de entrada CA	32 A	50 A	100 A	50 A
INVERSOR				
Rango de tensión de entrada CC	12V - 9,5-17 V	24 V - 19-33 V	48 V - 38-66 V	
Salida	Tensión de salida: 230 V CA ± 2 % Frecuencia: 50 Hz ± 0,1 % (1)			
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Potencia cont. de salida a 25 °C	2400 W	4000 W	6400 W	8000 W
Potencia cont. de salida a 40 °C	2200 W	3700 W	5500 W	7000 W
Potencia cont. de salida a 65 °C	1700 W	3000 W	4000 W	6000 W
Balance neto máximo aparente (corriente retornada a la red)	3000 VA	5000 VA	8000 VA	10000 VA
Pico de potencia	5500 W	9000 W	15000 W	18000 W
Eficiencia máxima	93 % / 94 % / 95 %	96 %	95 %	96 %
Consumo en vacío	13 / 13 / 11 W	18 W	29 W	38 W
Consumo en vacío en modo AES	9 / 9 / 7 W	12 W	19 W	27 W
Consumo en vacío en modo búsqueda	3 / 3 / 2 W	2 W	3 W	4 W
CARGADOR				
Entrada de CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA Frecuencia de entrada: 45 - 65 Hz			
Tensión de carga de "absorción"	28,8 V		57,6 V	
Tensión de carga de "flotación"	27,6 V		55,2 V	
Modo de almacenamiento	26,4 V		52,8 V	
Máxima corriente de carga de la batería (4)	120 / 70 / 35 A	120 / 70 A	110 A	140 A
Sensor de temperatura de la batería	Sí			
GENERAL				
Salida auxiliar	Sí (32 A)		Sí (50 A)	
Sensor de CA externa (opcional)	50 A		100 A	
Relé programable (5)	Sí			
Protección (2)	a - g			
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo (no para los modelos de 8k y 10k) y trifásico, control remoto e integración del sistema			
Puerto de comunicaciones de uso general	Sí, 2 puertos			
On/Off remoto	Sí			
Temperatura de trabajo	-40 a +65 °C (refrigerado por ventilador)			
Humedad (sin condensación)	máx. 95 %			
CARCASA				
Material y color	acero, azul RAL 5012			
Grado de protección	IP22			
Conexión de la batería	Pernos M8		Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)	
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)		Pernos M6	Pernos M6
Peso	19 kg	30 kg	42 kg	49 kg
Dimensiones (al x an x p)	546 x 275 x 147 499 x 268 x 141 499 x 268 x 141	565 x 328 x 240 560 x 320 x 141	642 x 363 x 206	677 x 363 x 206
NORMAS				
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2			
Emisiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2 EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3 IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3			
Sistema de alimentación ininterrumpida	Puede consultar los certificados en nuestro sitio web			
Antisía	Puede consultar los certificados en nuestro sitio web			
1) Puede ajustarse a 60 Hz	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1			
2) Claves de protección:	4) A 25 °C de temperatura ambiente			
a) cortocircuito de salida	5) Relé programable que puede configurarse para las funciones de alarma general, subtenensión CC o señal de arranque para el generador. Capacidad nominal CA: 230 V/4 A, Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 60 VCC			
b) sobrecarga				
c) tensión de la batería demasiado alta				
d) tensión de la batería demasiado baja				
e) temperatura demasiado alta				
f) 230 VCA en la salida del inversor				
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Sensor de corriente de 100 A: 50 mA
Para implementar PowerControl y PowerAssist y optimizar el autoconsumo con sensor de corriente externo. Corriente máxima: 50 A y 100 A resp. Longitud del cable de conexión 1 m



Panel Digital Multi Control
Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.

ANEXO 6

Ficha técnica del Regulador de carga 150/100, 5800 W



Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100

Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "equalización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST	Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A		Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC	
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)			35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de la batería	35mm ² / AWG2				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3 kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	
NORMAS					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de generadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.					

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares

ANEXO 7

Orden de salida y/o reingreso de GPS de la Universidad Nacional de Jaén

Sistema Integrado de Gestión Administrativa Módulo de Patrimonio Versión 24.02.02.U1.MCMN		Fecha : 13/12/2024 Hora : 12:37:38 Página : 1 de 1	
ORDEN DE SALIDA Y/O REINGRESO DE BIENES PATRIMONIALES N° : 000043			
UNIDAD EJECUTORA : 001 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN			
NRO. IDENTIFICACIÓN : 001364			
Responsable Solicitante : GIL RAMIREZ LUIS ARTURO Sede : UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN C. de Costo : DEPARTAMENTO ACADEMICO DE INGENIERIA FORESTAL Y AMBIENTAL		 DR. LUIS ARTURO GIL RAMÍREZ Responsable (e) del Departamento Académico de Ingeniería Forestal y Ambiental	
Tipo Salida : SALIDA DIVERSA (Otros)		Fecha : 11/12/2024 Salida	
Nro Doc Interno : OFICIO N°354-2024-UNJ/FI/DAIFA		Firma y Sello del Solicitante	

N°	Cod. Patrim. / Cód Barra	Descripción	Marca	Modelo	Nro. Serie	Fecha reingreso
1	952231860028	EQUIPO DE POSICIONAMIENTO - GPS	GARMIN	65S	6QD008453	13/12/2024

MOTIVO : SALIDA DE GPS DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE INVE RETORNO ☒	
DESTINO : JAEN DIRECCIÓN : JAEN	TELÉFONOS: -
RESPONSABLE DE TRASLADO: EDWIN CARLOS LENIN FELIX POICON	DOC. IDENTIDAD: 21870431

 ENTREGUE CONFORME (PROVEEDOR)	 RESPONSABLE CONTROL PATRIMONIAL Jefe (U) CRISTIAN OCHOA	RECIBI CONFORME (USUARIO FINAL)
--	---	--

CONTROL DE PORTERIA				
	FECHA	HORA	GUARDIAN DE TURNO	FIRMA
ENTRADA	13/12/2024	16:13	Edwin Charrry Carles	

ANEXO 8

Carta de autorización formal del propietario del Hotel

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	CARGO	FACULTAD DE INGENIERÍA
		EXP. N°: 00831590	
"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"			
Jaén, 18 de diciembre de 2024			
OFICIO N° 1013-2024-UNJ/VPA/FI			
Señor Adriano Castillo Mejía Propietario del Hotel Suite Naylamp Zyon <u>Presente.-</u>		 Adriano Castillo Mejía GERENTE	
ASUNTO	: SOLICITO BRINDAR FACILIDADES A EGRESADOS PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS		
REF.	: OFICIO N° 605-2024/UNJ/FI/EPIME		
Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y en virtud al documento de la referencia, manifestarle que los egresados Gian Pierre Rios Fernández y Jhon Darwin Lozada Castillo de la CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA de esta Casa Superior de Estudios, están ejecutando su proyecto de tesis denominado: "DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON EN LA PROVINCIA DE JAÉN-PERÚ, 2024", y para ello, solicitan el acceso a sus instalaciones para obtener la información requerida para su proyecto.			
En ese contexto, se solicita tenga a bien brindar las facilidades para que puedan continuar con la investigación que vienen realizando, ya que forma parte del procedimiento para la obtención del título profesional.			
Sin otro particular, es propicia la ocasión para renovar le las muestras de mi especial consideración y estima personal.			
Atentamente,			
 Dr. Segundo Sánchez Tello Coordinador de la Facultad de Ingeniería			
C.C.: Archivo			

ANEXO 9

Levantamiento de coordenadas geográficas con GPS

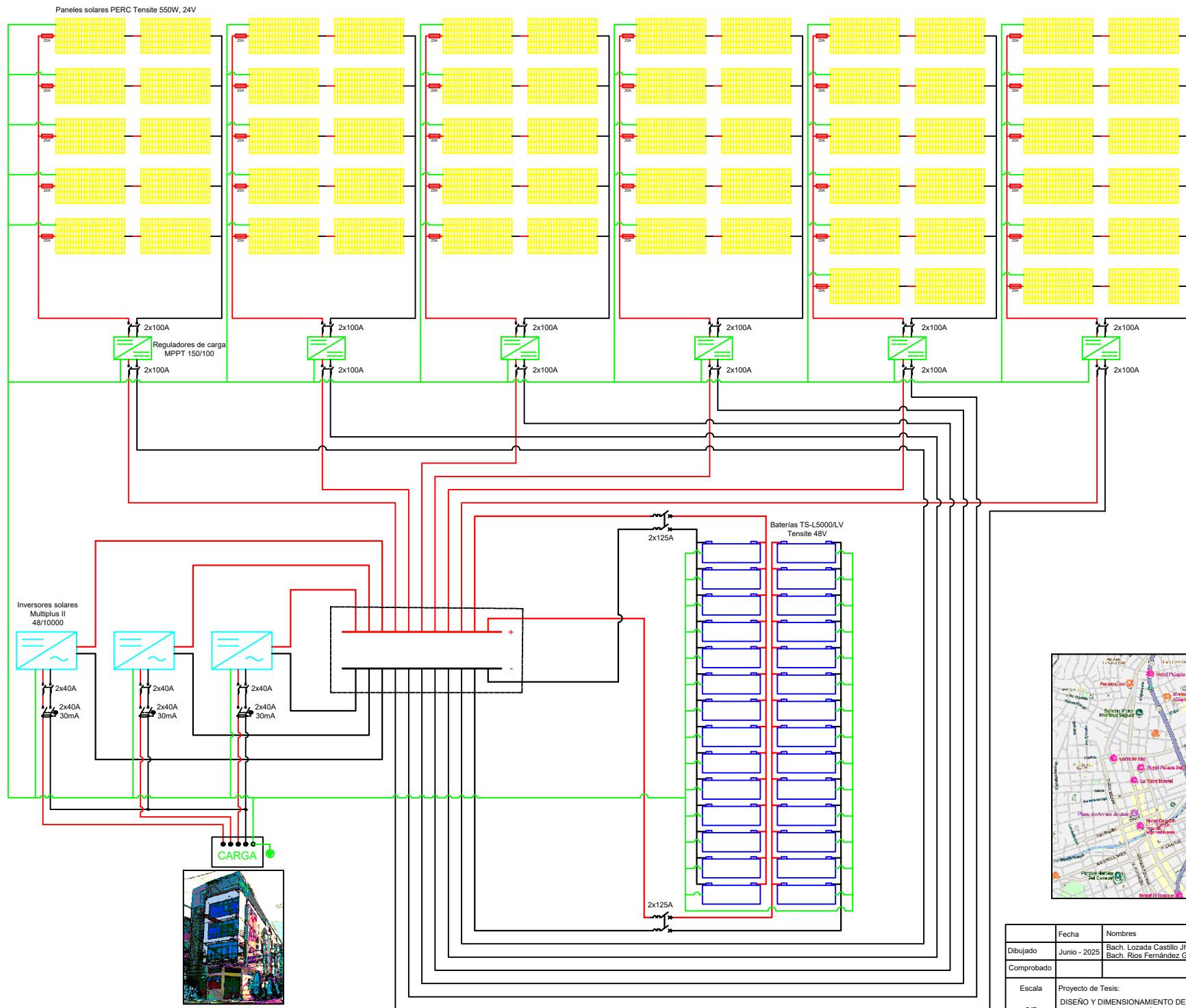


ANEXO 10

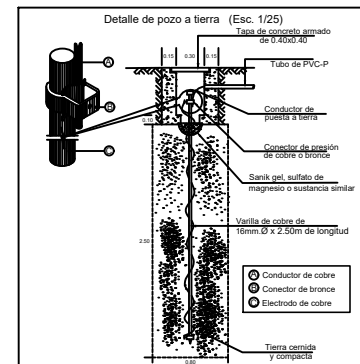
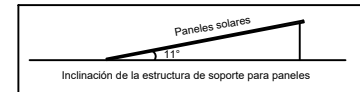
Levantamiento de información eléctrica en instalaciones del hotel



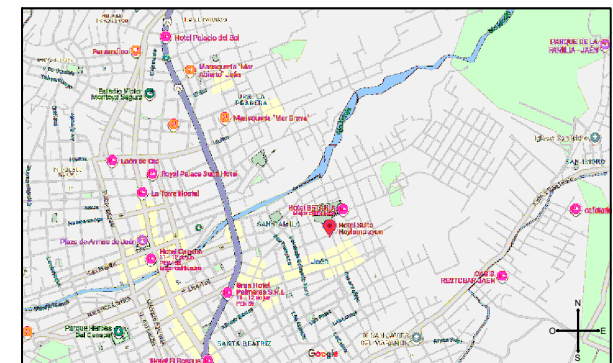
ANEXO 12. Esquema de detalle del Sistema Fotovoltaico



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Interruptor termomagnético
	Interruptor diferencial
	Regulador de carga
	Panel solar
	Fusible
	Batería
	Inversor solar
	Línea positiva
	Línea negativa
	Línea a tierra
	Pozo a tierra

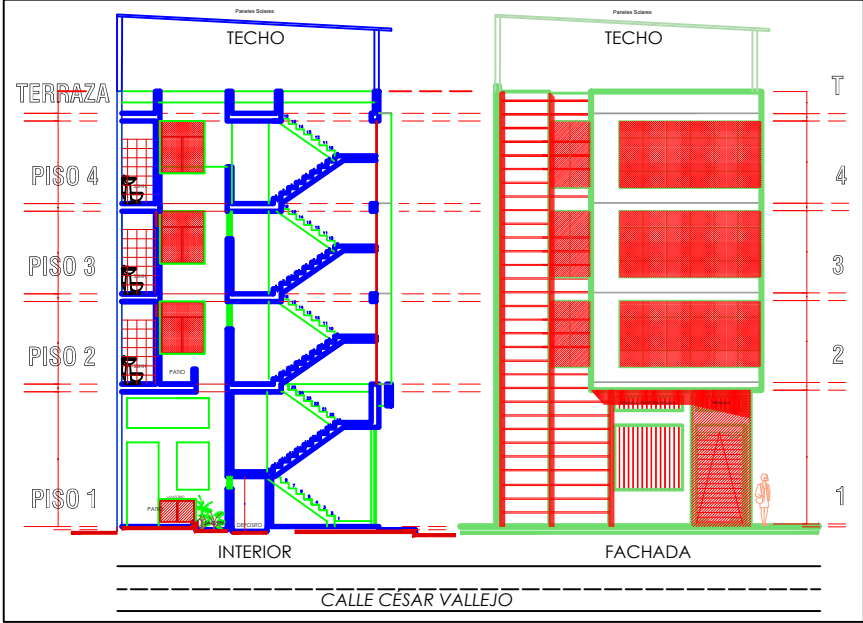


NOTA:
El sistema fotovoltaico se conectará al pozo a tierra existente del Hotel. Se considera conductor de cobre de 16 mm² para la derivación a tierra de los equipos, según CNE-U.



	Fecha	Nombres	Firma	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA 	
Dibujado	Junio - 2025	Bach. Lozada Castillo Jhon D. Bach. Ríos Fernández Gian P.			
Comprobado					
Escala	Proyecto de Tesis:				N° de plano: 02
S/E	DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN-PERÚ, 2024				Título: Esquema de detalle del sistema fotovoltaico Ubicación: Jaén, Cajamarca - Perú

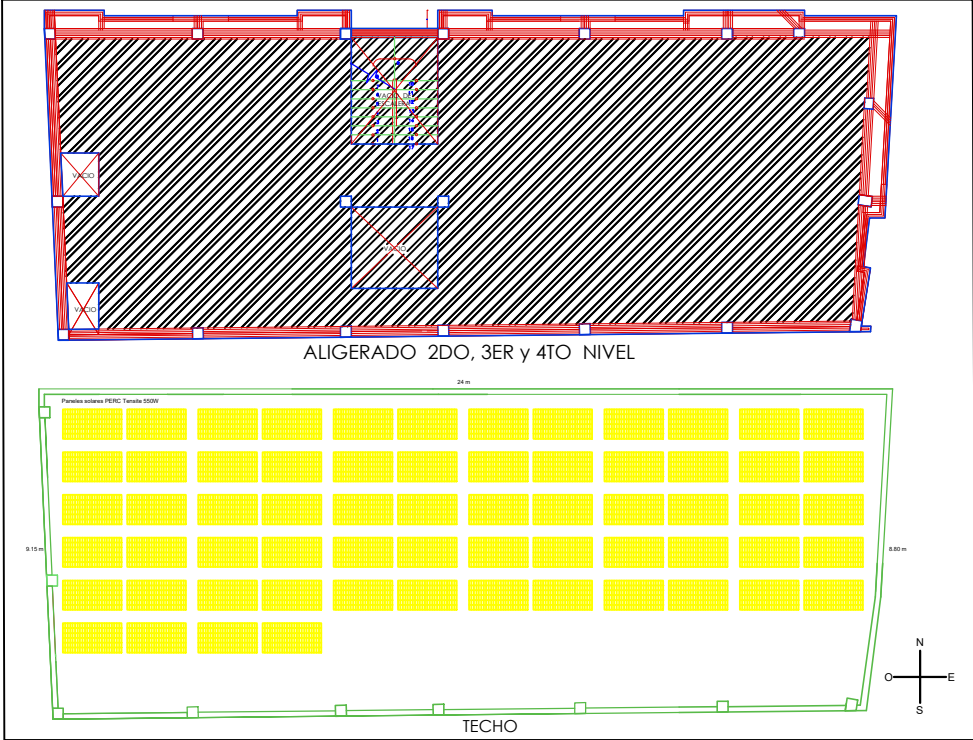
VISTA DE PERFIL DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON



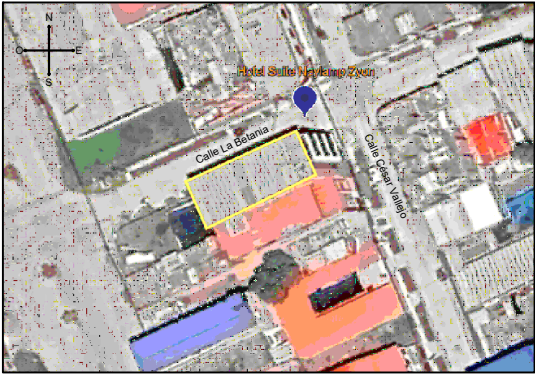
VISTA FRONTAL DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON



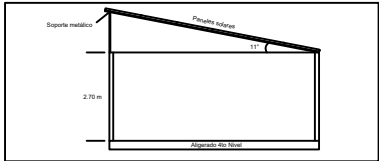
TERRAZA - INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO



PLANO DE UBICACIÓN

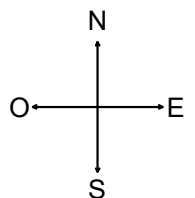
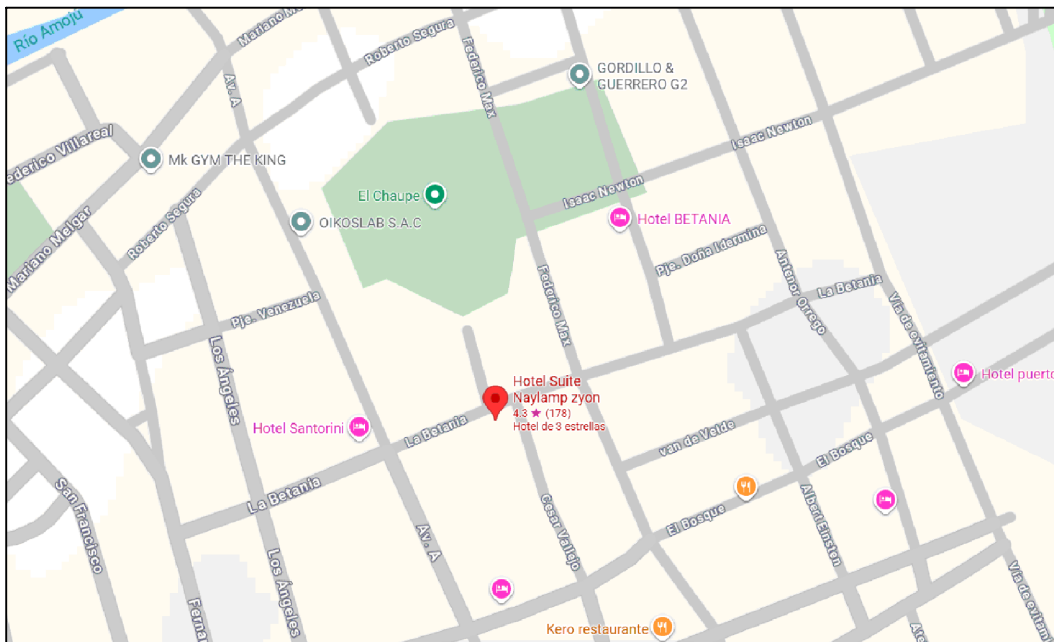


INCLINACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE LOS PANELES



	Fecha	Nombres	Firma		UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA	
Dibujado	Junio - 2025	Bach. Lozada Castillo Jhon D. Bach. Ríos Fernández Gian P.				
Comprobado						
Escala	Proyecto de Tesis:				N° de plano: 03	
S/E	DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN-PERÚ, 2024				Título: Plano de ubicación del sistema fotovoltaico	
					Ubicación: Jaén, Cajamarca - Perú	

ANEXO 14. Mapa de localización del Hotel Suite Naylamp Zyon



	Fecha	Nombres	Firma	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA 
Dibujado	Junio - 2025	Bach. Lozada Castillo Jhon D. Bach. Ríos Fernández Gian P.		
Comprobado				

Escala S/E	Proyecto de Tesis: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL HOTEL SUITE NAYLAMP ZYON, JAÉN-PERÚ, 2024	N° de plano: 04 Título: Plano de localización Ubicación: Jaén, Cajamarca - Perú
---------------------------------------	--	---