



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los
costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL
2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

Arcata Maquera, Heber Marcos (orcid.org/0009-0007-8932-8430)

Mamani Machaca, Omar John (orcid.org/0009-0006-6312-8636)

ASESOR:

Mg. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/0000-0001-6478-8130)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2024

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada especialmente a mi familia por el apoyo incondicional que me brindan, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Marcos

Esta tesis está dedicada especialmente a mis padres, por el amor, el apoyo incondicional que siempre me brindaron y que siempre fue y serán mis motivos para superarme cada día. A mis hermanos, que desde pequeño me dieron su apoyo en todo momento y nunca me dejaron solo, quienes siempre me han brindado su inmenso cariño y supieron sacarme una sonrisa para seguir adelante. A mis amigos, que siempre demostraron su confianza en mí.

Omar

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a nuestro creador, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas y a toda mi familia por estar presente.

A la Universidad César Vallejo, principalmente a la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, quienes ofrecieron el soporte y colaboración que permitieron el desarrollo de este trabajo.

A nuestro asesor Mg. Cuadros Camposano Edwin Huber por su inmenso tiempo, apoyo y enseñanzas dadas en cada instante de esta etapa de elaboración de tesis, para así lograr concluirlo satisfactoriamente.

Arcata Maquera, Heber Marcos

Mamani Machaca, Omar John

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL 2022", cuyos autores son ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS, MAMANI MACHACA OMAR JOHN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 03 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130	Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 30- 04-2024 16:19:11

Código documento Trilce: TRI- 0741599



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS, MAMANI MACHACA OMAR JOHN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
OMAR JOHN MAMANI MACHACA DNI: 48670548 ORCID: 0009-0006-6312-8636	Firmado electrónicamente por: OJMAMANI el 03-04- 2024 12:41:36
HEBER MARCOS ARCATA MAQUERA DNI: 72686023 ORCID: 0009-0007-8932-8430	Firmado electrónicamente por: HMARCATA el 03-04- 2024 12:21:39

Código documento Trilce: TRI - 0741598

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS.....	71

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas de Instrumentos	15
Tabla 2 Datos meteorológicos años 2021 – 2022, Ilo, Moquegua	22
Tabla 3 Demanda energética.....	28
Tabla 4 Dimensiones del panel fotovoltaico.....	40
Tabla 5 Resumen del Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	45
Tabla 6 Inversión	47
Tabla 7 Costo de capacitación del personal para la instalación del sistema fotovoltaico.	48
Tabla 8 Gastos anuales	48
Tabla 9 Depreciación de equipos.....	49
Tabla 10 Costos de Facturación	49
Tabla 11 Reducción de costos de consumo de energía eléctrica	51
Tabla 12 Estado de resultados	53
Tabla 13 Flujo de caja.....	53
Tabla 14 Indicadores de la viabilidad del proyecto.....	54
Tabla 15 Características del sistema fotovoltaico	55

Índice de figuras

Figura 1	Diagrama de bloques del Procedimiento	16
Figura 2	Mapa Ilo, Moquegua.....	19
Figura 3	Nasa Power.....	21
Figura 4	Acceso de descarga del programa Nasa Power.....	21
Figura 5	Data Access Viewer del Nasa Power	22
Figura 6	Niveles de irradiación año 2021 y 2022.....	23
Figura 7	Niveles de temperatura de los años 2021 y 2022.....	24
Figura 8	Área disponible para instalación.....	26
Figura 9	Panel solar seleccionado.....	32
Figura 10	Inversor seleccionado.....	34
Figura 11	Cable seleccionado	37
Figura 12	Fusible seleccionado	43
Figura 13	Portafusible seleccionado.....	43
Figura 14	Llave termomagnética DC.	44
Figura 15	Llave termomagnética AC.	45
Figura 16	Facturación Periodo 2022	50

Resumen

La presente tesis aborda como problemática elevados costos eléctricos del Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL, proponiendo la implementación de un sistema fotovoltaico para reducir estos costos de facturación. Tiene como objetivo optimizar los costos energéticos mediante el aprovechamiento de la energía solar, reduciendo emisiones de CO₂. La investigación, de tipo aplicada y no experimental, se basa en el análisis de datos existentes sobre la radiación solar en la zona a lo largo del tiempo. Los resultados indican la necesidad de un sistema fotovoltaico de 15,22 kW para cubrir el 15% de la demanda del taller. La propuesta incluye la instalación de 34 paneles solares de 550W Monocristalino, un inversor Huawei SUN2000-15KTL-M0 de 15 kW. Se proyecta un ahorro anual de S/ 14,570.19 y una reducción del 14.84% de CO₂. Según Palacio (2020), indica que la implementación de un sistema fotovoltaico reduce en un 16.58% el consumo de energía eléctrica. Finalmente se concluye que la opción del sistema fotovoltaico no solo mejora la eficiencia energética y reduce costos aumentando las utilidades de la empresa, sino que también demuestra un compromiso valioso hacia la sostenibilidad ambiental, beneficiando tanto a la empresa como al medio ambiente.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, energía solar, consumo de energía, demanda energética, paneles solares.

Abstract

This thesis addresses the high electrical costs of the Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL as a problem, proposing the implementation of a photovoltaic system to reduce these billing costs. Its objective is to optimize energy costs by taking advantage of solar energy, reducing CO₂ emissions. The research, applied and non-experimental, is based on the analysis of existing data on solar radiation in the area over time. The results indicate the need for a 15.22 kW photovoltaic system to cover 15% of the workshop demand. The proposal includes the installation of 34 550W Monocrystalline solar panels, a 15 kW Huawei SUN2000-15KTL-M0 inverter. An annual savings of S/ 14,570.19 and a reduction of 14.84% of CO₂ is projected. According to Palacio (2020), it indicates that the implementation of a photovoltaic system reduces electrical energy consumption by 16.58%. Finally, it is concluded that the photovoltaic system option not only improves energy efficiency and reduces costs, increasing the company's profits, but also demonstrates a valuable commitment to environmental sustainability, benefiting both the company and the environment.

Keywords: Photovoltaic system, solar energy, energy consumption, energy demand, solar panels.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, los países se han comprometido a reducir sus emisiones de GEI para cumplir con los objetivos establecidos en acuerdos internacionales como el Acuerdo de París. La adopción generalizada de paneles solares por parte de empresas contribuye directamente a estas metas al disminuir la demanda de energía proveniente de fuentes contaminantes. Según Catalán (2021), la utilización de paneles solares por las empresas ayuda a la reducción de la emisión de gases ocasionados por el efecto invernadero en un 13.7%, es decir que el empleo de paneles solares apoya no solo a reducir el consumo energético de una empresa sino también a reducir la contaminación del medio ambiente.

Nivel nacional, operan un aproximado de 78 000 talleres mecánicos, los cuales actualmente no cuentan con algún tipo de tecnología que les permita ahorrar el consumo de energía, ya que por ende al utilizar máquinas de alto consumo, al incrementar la demanda del servicio, trae como problema la elevación considerable de luz en dichos talleres mecánicos, esto hace que se reduzca la rentabilidad, ya que los costos aumentan, fomentando la no sostenibilidad del negocio, muy aparte de ello si el taller desea no elevar el consumo de luz debe limitarse en la utilización de los equipos lo que conlleva a una disminución de sus ingresos, este problema lo presentan casi el 87% de los talleres en Perú que desean ampliar su demanda, ya que el desconocimiento en la utilización de energías renovables es alto (Diario Gestión, 2021).

El Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL es una compañía peruana que cuenta con más de 15 años de trayectoria en este rubro o sector, la cual no es ajena a los problemas mencionados en el párrafo anterior. Esta empresa ofrece servicios relacionados con el mantenimiento mecánico, eléctrico y estructural a las industrias y mineras de la ciudad, así como producción metalmecánica a nivel nacional.

El taller de diseño de la empresa experimenta una creciente demanda de servicios y proyectos, lo que ha resultado en la realización de numerosos trabajos. Sin embargo, este aumento en la actividad también ha llevado a un consumo constante de equipos eléctricos en función de las tareas a realizar. Este alto consumo de energía eléctrica en las instalaciones del taller ha dado lugar a costos significativos que afectan la rentabilidad del negocio.

El uso frecuente de los equipos de trabajo ha llevado a un consumo excesivo de energía eléctrica y, como consecuencia, se ha generado una facturación elevada en los recibos de luz emitidos por la empresa Electrosur S.A. Este tema ha comenzado a preocupar al gerente general del Taller Mecánico y Transportes ILO SRL, ubicado en el Parque Industrial MZ. B Lote 2,3,4 ILO – Urb. Santa Rosa A-18, Provincia de Ilo – Región Moquegua, especialmente al realizar los pagos correspondientes por el servicio eléctrico. El gerente general está consciente de que estos costos inesperados están afectando la rentabilidad del negocio y busca soluciones que ayuden a disminuir el consumo de energía eléctrica. Esto incluye explorar métodos más eficientes de uso de los equipos eléctricos y evaluar posibles medidas de ahorro energético en las instalaciones del taller, pero incluso aplicando estos métodos las facturas de recibos de luz siguen siendo elevadas. Es por ello que para abordar esta problemática se realizará el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico tomar medidas y optimizar el consumo de energía eléctrica, el Taller Mecánico y Transportes ILO SRL mediante el uso de este sistema se espera reducir los costos asociados y optimizar la rentabilidad de la empresa, manteniendo así su posición en el mercado competitivo y ofreciendo servicios de calidad a sus clientes. Por lo anteriormente descrito se formula el problema de la presente investigación: ¿En qué medida el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico lograra la disminución de los costos del consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo?

El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico posibilitará determinar la capacidad y configuración óptimas de los paneles solares e inversores para satisfacer de manera parcial las necesidades energéticas del taller mecánico y de transporte de Ilo.

A continuación, se presenta la justificación del presente proyecto de investigación que tiene como objetivo principal el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico. Este sistema permitirá aprovechar la energía solar como una fuente renovable para satisfacer de manera parcial las necesidades energéticas del taller mecánico y de transporte Ilo.

La implementación de este sistema no solo posibilitó la disminución de los gastos relacionados con el consumo de energía eléctrica, los cuales se reflejaban en las facturas de luz emitidas por la empresa Electro Sur S.A., sino que también tuvo un

impacto y efecto beneficioso para el entorno natural. Al utilizar la energía solar, se redujo la necesidad de utilizar fuentes de energía no renovables, lo que se tradujo en una disminución sustancial de las emisiones de carbono. Estas emisiones eran uno de los factores principales que contribuían al cambio climático y contribuían al deterioro del medio ambiente. Al optar por energías limpias y sostenibles, se dio un paso importante hacia la conservación del entorno ambiental y se salvaguardaron los recursos naturales para las generaciones futuras. Además, el uso de energía solar como fuente renovable también fomentó la conciencia ambiental y promovió la adopción de prácticas sostenibles en otros sectores al convertirse en un ejemplo para otras empresas y comunidades. El taller mecánico y de transporte Ilo estuvo aportando a la lucha contra el cambio climático y a la construcción de un futuro más sostenible.

La presente tesis tiene como objetivo general dimensionar un sistema fotovoltaico que permita disminuir los costos del consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL, con el fin de utilizar la energía solar como una fuente renovable para satisfacer parcialmente las necesidades energéticas de dicha entidad. Asimismo, se muestran los objetivos específicos de la investigación a realizar para el desarrollo del dimensionamiento del sistema fotovoltaico: a) Desarrollar un análisis de los datos históricos de radiación solar en la zona de Ilo, con el fin de evaluar el potencial solar y determinar la cantidad de energía que puede ser captada por un sistema fotovoltaico, b) Desarrollar el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico, considerando la demanda energética del taller mecánico y de transporte de Ilo, la eficiencia de los paneles solares. c) Desarrollar un análisis detallado de los posibles ahorros en costos de consumo de energía eléctrica y los costos asociados con la implementación de un sistema fotovoltaico. Para el presente proyecto se propone como hipótesis general de investigación: El dimensionamiento adecuado de un sistema fotovoltaico para el taller mecánico y transportes Ilo permitirá reducir significativamente los costos asociados al consumo de energía eléctrica, al aprovechar de manera eficiente la energía solar para cubrir parte de las necesidades energéticas del establecimiento. Y como hipótesis específicas: a) Existe correlación positiva entre la radiación solar histórica en Ilo y la capacidad de captación de energía por el sistema fotovoltaico, b) El dimensionamiento óptimo del sistema fotovoltaico cumplirá eficientemente las

necesidades eléctricas del taller, c) La implementación del sistema fotovoltaico generará ahorros significativos en comparación con la energía convencional, reduciendo los gastos eléctricos del taller.

II. MARCO TEÓRICO

Según Samaila, et al. (2022), en su artículo titulado “Solar Photovoltaic System Design and Cost Estimations for Electrification of selected Primary Health Centres in Maiyama Local Government, Kebbi State” tuvieron como finalidad realizar el diseño de sistemas solares fotovoltaicos y estimar el costo de electrificación de los centros de salud primaria elegidos por el gobierno local de Maiyama. La metodología de este estudio es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Los hallazgos fueron que los dispositivos eléctricos emplean 29 129.41 Wh/día, 13 647.05 Wh/día, 54 174.118 Wh/día y 14 738.82 Wh/día para Kawara, Maiyama, Andarai y Mayalo, respectivamente, además de ello se realizó el presupuesto para la compra de los paneles fotovoltaicos, los cuales costarán ₦ 1 264 000, ₦ 632 000, ₦ 2 370 000 y ₦ 395 000 para Kawara, Maiyama, Andarai y Mayalo, mientras que el inversor costó ₦ 280000 para los cuatro Centro de Atención Primaria de Salud (PHC), mientras que el costo de la batería se proyectó en ₦ 646 800, ₦ 1 176 000, ₦ 4 555 726 y ₦ 953 442 para Kawara. Maiyama y Andarai, respectivamente. Finalmente se concluyó que la utilización de paneles solares fotovoltaicos tiene un menor costo de operación y son más fiables, con una vida útil de 20 hasta 30 años.

Así mismo, Ioannou (2020) en su artículo titulado “Supplying Electricity to an off-grid hospital using solar PV” tuvo como propósito realizar el suministro de electricidad a través de energía solar PV para un hospital fuera de la red. La metodología del estudio fue de tipo aplicada, diseño no experimental y enfoque cuantitativo. Los hallazgos del estudio fueron que al realizar el cálculo de la potencia instalada se tuvo un valor de 10.74 kW, por otro lado, la energía requerida diaria es de 32.5 kW/día, con un índice de rendimiento del 0.75. Finalmente se concluye que el dimensionamiento del sistema solar se realizó con éxito, contemplando las normas y parámetros realizados en el cálculo para poder satisfacer correctamente al hospital.

De acuerdo con Puentes, et al. (2021), en su tesis titulada “Diseño de un sistema solar fotovoltaico para la comunidad indígena Pijao ubicada en el Resguardo Pocharco” tuvieron como propósito realizar el diseño de un sistema fotovoltaico para la comunidad indígena Pijao. La metodología fue de tipo aplicada, diseño no experimental y enfoque cuantitativo. Los hallazgos obtenidos fueron que los

dispositivos consumen una cantidad de energía de 1900 W, además de ello se calculó un total de consumo diario de 7.01 kW/día, ocasionando un consumo al mes de 210.15 kW y un consumo en un año de 2521.80 kW, el presupuesto por los componentes utilizados fue de \$ 337,896,636.00 para 29 casas. Finalmente se concluye que el sistema propuesto se llegó a dimensionar y a la vez se identificó los dispositivos a utilizar para este diseño.

Según (Vega, et al., 2019), en su artículo titulado “Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica” tuvieron como objetivo realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico a través de una interfaz gráfica. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Según los resultados de la base de datos de la interfaz, el panel utilizado fue de 100 W, la energía es de 4830 kWh/día dependiendo del número de paneles, su potencia y los HPS utilizados; siendo los rendimientos del generador fotovoltaico bastante similares, la configuración que da la interfaz es de 11 grupos en paralelo de 2 paneles en serie, lo siguiente fue realizar el cálculo para el mismo consumo energético, pero esta vez para un sistema conectado a la red, obteniendo 18 paneles de 100W y 18 inversores, estos conectados a cada uno de los paneles, al ignorarse las pérdidas producidas por el sistema de almacenamiento de energía, el número de paneles disminuye. Finalmente, se concluye que la interfaz sugerida estima adecuadamente el número de piezas necesarias y sus propiedades eléctricas clave para un sistema solar autónomo o conectado a la red, sin dejar de ser útil y fácil de usar.

Por otro lado, Palacios, et al. (2022), en su artículo titulado “Diseño de un sistema solar fotovoltaico para atender la demanda energética y reducir los gases de efecto invernadero en la población del corregimiento de Boca de León – Alto Baudó” tuvieron como propósito atender la demanda energética y reducir los gases de efecto invernadero mediante el diseño de un sistema solar fotovoltaico en la población del corregimiento de Boca de León – Alto Baudó. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Los hallazgos obtenidos fueron que los dispositivos como la nevera, televisor, equipo de sonido, cargador de celular e iluminarias arrojaron una potencia total de 500 W, con un consumo diario de 2300 Wh/día, esto calculo en un mes se tuvo un consumo de 69000 Wh/mes, para la simulación del diseño se utilizó el software RETScreen.

Finalmente se concluye que se llegó a realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, teniendo un menor costo en la operación y un sistema de suministro de energía más confiable.

De acuerdo con Ventura, et al. (2020), en tesis titulada “Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para la demanda eléctrica de la posta médica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas – Perú” tuvieron como objetivo suministrar energía a la posta médica Centro Poblado Urakusa mediante el diseño de un sistema fotovoltaico. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Las conclusiones fueron que el diseño cubre 3.47 kW de potencia, que los datos de radiación fueron recolectados de la NASA a través de su aplicación en línea de libre acceso para determinar la demanda de energía, que se registró la información de cada equipo eléctrico y que el sistema se dimensiona en base a la información de cada equipo eléctrico. Con los registros obtenidos se determinó que el sistema propuesto tiene una mayor demanda debido al no fraccionamiento de los componentes, teniendo una potencia de 5.94 kW, trabajando con una radiación mínima de 3.88 kWh/m²/día, y contando con energía solar. Campo de 18 paneles. Además, se realizó una evaluación económica, la cual determinó que la inversión se recuperará a una tasa del 10% en 7 años.

Según Llalla et al. (2020), en su investigación titulada “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Aislado para la Demanda Eléctrica de la Posta Médica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú” tuvieron como objetivo diseñar un sistema con energía solar fotovoltaica para la posta médica del Centro poblado Urakusa en la provincia Condorcanqui – Amazonas. La investigación es de tipo cuantitativa, de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental. Donde se obtuvieron como resultados que una hora solar pico en la zona de estudio de 4.16h, así mismo una potencia instalada de 5.94 kW que alimentará los sistemas eléctricos de la posta médica, con una rentabilidad del proyecto que se fundamenta en un periodo de retorno de 7 años a una tasa del 10%, con un VAN de S/ 97,567.61 y un TIR del 18%. Por lo que se concluye que el proyecto representa una solución viable y sostenible para el suministro de energía eléctrica a la posta médica de Urakusa, mejorando la calidad de los servicios médicos y reduciendo el impacto ambiental.

Así mismo, Espinoza (2020), en su investigación titulada “Implementación de un sistema fotovoltaico y su influencia en la eficiencia energética del alumbrado interno de la Universidad Ricardo Palma en el 2020”, tuvo como objetivo determinar en qué medida la implementación de un sistema fotovoltaico influye en la eficiencia energética del alumbrado del estacionamiento interno de la Universidad Ricardo Palma en el 2020. La investigación fue cuantitativa, de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental. Donde se obtuvieron como resultados, que, al implementar un sistema de iluminación alimentada por módulos fotovoltaicos, se llega a ahorrar un total de 16.280.00 kWh/año, así mismo un ahorro de emisiones de carbono anuales del 88 %, siendo este igual al 9,525.76 kgCO₂, así mismo se determinó una inversión estimada de S/ 40,000.00, con un VAN de S/ 54,647.26 y un TIR de 20%, con un periodo de retorno de 4.4 años. Por lo que se concluye que la implementación de un sistema fotovoltaico en el estacionamiento interno de la Universidad Ricardo Palma tiene un efecto sumamente positivo en términos de eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y ahorro económico.

De acuerdo con Peña y Acuña (2021), en su investigación “Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Suministrar Energía Eléctrica en el Caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos-Cajamarca, 2021”, tuvieron como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos- Cajamarca. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental. Donde se obtuvieron como resultados, un estudio de la irradiación en la zona que determina una hora solar pico de 3.71h, así mismo una demanda energética de 22.560 kWh para el abastecimiento del caserío Alvarado, por otro lado, el análisis económico del proyecto determina una inversión de S/ 154,210.08, un VAN de S/ -84,850.08 y un TIR del 1%. Por lo que se concluye que el proyecto no resulta económicamente viable en el corto plazo, sin embargo, su impacto positivo en el medio ambiente podría justificar su implementación en el futuro con la búsqueda de fuentes de financiamiento alternativas o incentivos para proyectos sostenibles.

Así mismo, Herrera (2023), en su investigación titulada “Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para mejorar el suministro eléctrico de la institución educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, Jaén, 2022”, tuvo como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico aislado para mejorar el suministro eléctrico de la institución

educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, Jaén. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental. Donde se obtuvieron como resultados, que se determinó de acuerdo a la ubicación de la institución educativa, la hora solar pico con un valor de 3.73h, una potencia requerida instalada de 11.92 kWh/día, así mismo, el presupuesto de la instalación de S/ 79,505.62, de igual manera se determinó un TIR de 15.79 %, un VAN positivo de S/ 18,707.39. Por lo que se concluye que esta investigación demuestra que la implementación del sistema fotovoltaico es una solución económicamente viable y sostenible para abastecer de energía a la institución educativa.

Las fuentes de energía renovable son esenciales para la ingeniería y la sociedad, ya que se obtienen de procesos naturales y pueden regenerarse en períodos relativamente cortos. Estas fuentes son cruciales para buscar soluciones sostenibles y respetuosas con el medio ambiente para satisfacer las necesidades energéticas (Baragán, et al., 2019).

La energía solar fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad usando paneles solares. Estos paneles están hechos de silicio y cuando la luz solar los golpea, generan corriente eléctrica. Es una fuente de energía limpia y renovable que reduce la dependencia de los combustibles fósiles y ayuda a combatir el cambio climático. Puede ser utilizada en diferentes escalas, desde casas hasta grandes plantas solares (Paraschiv, 2023).

Un sistema fotovoltaico convierte la luz solar en electricidad mediante paneles solares, compuestos por células fotovoltaicas. Estas células capturan la energía solar y la convierten en corriente eléctrica continua. El inversor transforma esta corriente continua en corriente alterna, utilizada en hogares y negocios (Tong, et al., 2023).

La estructura de montaje asegura la correcta orientación de los paneles solares para maximizar la captación de energía solar. Se requieren sistemas de montaje y protecciones para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema, incluyendo cableado, interruptores y fusibles. Los sistemas fotovoltaicos utilizan medidores y sistemas de monitoreo para optimizar el rendimiento. La tensión nominal es el voltaje específico para el funcionamiento óptimo y seguro del sistema, calibrando los componentes como paneles solares e inversores (Campaña, et al., 2023).

Aponte (2022), destaca la importancia de considerar la tensión nominal al diseñar y seleccionar equipos eléctricos. Los fabricantes especifican esta tensión para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente. En casos donde sea necesario adaptar la tensión de una fuente a la nominal del dispositivo, se utilizan transformadores o adaptadores para lograr la conversión adecuada.

El ángulo de inclinación de los paneles solares es crucial para maximizar la captación de energía solar. Se recomienda que este ángulo sea igual a la latitud de la zona (Aydin, et al., 2023). Además, ajustarlo dos veces al año optimiza la generación de energía durante todas las estaciones. Durante el invierno, aumentar la inclinación ayuda a capturar mejor la luz solar de ángulo bajo, mientras que, en verano, reducir la inclinación aprovecha la luz solar más alta en el cielo (Majewski, et al., 2023). Los sistemas de seguimiento solar pueden ser más eficientes, pero también más costosos y requieren más mantenimiento que los sistemas de montaje fijo (Govindasamy, et al., 2023). La elección del ángulo debe considerar la ubicación geográfica, condiciones locales y restricciones presupuestarias, consultando a expertos y siguiendo las regulaciones locales (Hancevic, et al., 2023).

Un inversor es un dispositivo que convierte la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) para alimentar dispositivos eléctricos (Shu et al., 2023). La corriente alterna es utilizada en redes eléctricas y dispositivos eléctricos, mientras que la corriente continua se encuentra en baterías y dispositivos electrónicos (Liu et al., 2021). Los sistemas fotovoltaicos se clasifican en conexión con red o sin red, autónomos y según la ubicación de la instalación. La radiación solar es esencial para la vida en la Tierra, pero puede tener efectos negativos si se expone en exceso (Garnacho, et al., 2020).

La radiación solar experimenta una disminución en su intensidad al atravesar la atmósfera terrestre debido a que la distribución espectral de la radiación solar también se ve afectada por esta atenuación, es posible medir varios espectros solares en la superficie de la Tierra. La cantidad de atenuación varía y el factor más relevante que determina la irradiación solar en condiciones de cielo despejado es la distancia que la luz solar debe recorrer a través de la atmósfera (Dong, et al., 2023). Esta distancia es mínima cuando el sol se encuentra en el cenit, es decir, directamente encima. La relación entre la longitud real del recorrido de la luz solar en esta distancia mínima se conoce como masa de aire óptica. Cuando el sol se

encuentra en el cenit, la masa de aire óptica es igual a uno y la radiación se denomina radiación de masa de aire uno (Macedo, et al., 2022).

La configuración básica de una célula solar orgánica consiste en dos electrodos con un semiconductor orgánico, como un polímero conjugado, situado entre ellos. Esta estructura se conoce como monocapa, donde el primer electrodo, llamado ánodo, es translúcido para posibilitar el paso de la luz y la absorción de fotones por parte de la capa activa del dispositivo (Tilmatine, et al., 2023). Por lo general, se utilizan materiales como ITO (óxido de indio y estaño), TO (óxido de estaño) o FTO (óxido de estaño dopado con flúor) para desempeñar esta función y garantizar la transparencia necesaria en el ánodo (Barrozo, et al., 2021).

En un semiconductor, se produce la generación de corrientes eléctricas debido al movimiento de carga, que puede ser llevado a cabo por electrones y huecos. Los dos mecanismos fundamentales de transporte en un semiconductor son la deriva y la difusión, estos mecanismos permiten el desplazamiento de carga de un lugar a otro dentro del semiconductor (Palacio, 2020).

Los semiconductores tienen importantes propiedades ópticas debido a su estructura de bandas electrónicas. La absorción y emisión de luz por los semiconductores están relacionadas con la energía de banda prohibida y la estructura de la banda de electrones. Además, los semiconductores se pueden dopar para cambiar sus propiedades ópticas y hacerlos útiles en dispositivos optoelectrónicos como diodos emisores de luz (LED), células solares y divisores de ondas ópticas (Yaringaño, et al., 2021).

Las principales normativas eléctricas incluyen la Norma EM 010 para instalaciones eléctricas en edificaciones, que garantiza la seguridad y eficiencia de los sistemas eléctricos en construcciones. El Reglamento de Conexiones de Generación Distribuida regula la conexión de sistemas de energía distribuida, como los sistemas fotovoltaicos, a la red eléctrica. La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos establece requisitos de calidad para las compañías eléctricas y define las responsabilidades de estas y de los clientes para asegurar un servicio eléctrico confiable y de calidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente trabajo forma parte de una investigación aplicada, ya que se busca desarrollar una solución concreta para un problema específico impulsando la innovación y el desarrollo tecnológico (Mellado, et al., 2020); se aborda este tipo de investigación ya que se tiene como objetivo proporcionar una solución concreta y práctica para el taller mecánico y transportes ILO SRL, que enfrenta altos costos en el consumo de energía eléctrica. Para abordar este problema, se utilizará un enfoque cuantitativo, el cual permitirá realizar un análisis detallado de la radiación solar histórica en la zona de Ilo, así como evaluar el potencial solar para determinar la cantidad de energía que podría ser captada por un sistema fotovoltaico.

Al utilizar la investigación aplicada, se busca proporcionar al taller mecánico una respuesta efectiva y realista para enfrentar sus desafíos energéticos, promoviendo una gestión responsable y consciente de los recursos y una mayor rentabilidad en su operación.

3.1.2 Diseño de investigación

Para el presente trabajo de investigación se empleó un diseño no experimental transversal descriptivo ya que no se realizará la manipulación deliberada de la variable (Arias, 2021); sino que se llevará a cabo un análisis de los datos históricos de radiación solar en la zona de Ilo, con el objetivo de evaluar el potencial solar en la región y determinar cuánta energía puede ser captada por un sistema fotovoltaico.

En lugar de realizar experimentos en el terreno, se recopilaron y analizaron los datos existentes sobre la radiación solar en la zona a lo largo de un período de tiempo esto permitirá obtener una comprensión sólida del comportamiento de la radiación solar en Ilo y calcular la cantidad de energía solar disponible para ser aprovechada por sistemas fotovoltaicos.

3.2. Variables y operacionalización

La variable independiente es el Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, el cual es un sistema fotovoltaico implica calcular y elegir la cantidad y características adecuadas de paneles solares, baterías, inversores y otros elementos esenciales para satisfacer la demanda energética de una ubicación específica. Este proceso garantiza una configuración óptima y eficiente del sistema, asegurando así un suministro de energía confiable y sostenible (Rodríguez, 2019).

La variable dependiente son los Costos de Consumo de energía eléctrica, los cuales se refieren al importe económico que se paga por la electricidad consumida durante un período de tiempo, representan el importe económico desembolsado por la energía consumida (Rodríguez, 2019).

La operacionalización de variables consiste en un conjunto de pasos o instrucciones que permiten medir una variable definida conceptualmente, su objetivo es obtener la máxima información posible de la variable seleccionada, con el fin de comprender su significado y adecuación al contexto (Rodríguez, 2019). Para ello se realizará un cuadro de operacionalización de las variables redactadas de la presente investigación para evaluar de manera más significativa las mediciones de estas mismas mostrado en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según lo mencionado por Ruiz, et al. (2022).se entiende por población a un conjunto de elementos que comparten características similares, independientemente de si este conjunto es finito o infinito.

La población en el presente proyecto de investigación son los consumos de energía eléctrica del taller mecánico y transportes ILO SR en los años 2018 – 2023, la delimitación de estos años se efectúa para una evaluación energética anual, donde se observará el aumento gradual y constante del consumo de energía ayudando a identificar la tendencia del consumo de energía del taller por un periodo de cinco años.

Criterios de inclusión

- Tener recibos de luz emitidos por la empresa Electrosur S.A a nombre del taller mecánico y transportes ILO SRL.

- Ser propietario, empleado o cliente del taller mecánico y transportes ILO SRL.
- Utilizar la energía eléctrica suministrada por ElectroSur S.A en las instalaciones del taller los últimos 5 años.

Criterios de exclusión

- No tener recibos de luz emitidos por la empresa ElectroSur S.A a nombre del taller mecánico y transportes ILO SRL.
- No estar relacionado con el taller mecánico y transportes ILO SRL como propietario, empleado o cliente.
- No utilizar la energía eléctrica suministrada por ElectroSur S.A en las instalaciones del taller los últimos 5 años.

3.3.2 Muestra

Según lo mencionado por Arias, et al. (2022), la muestra se define como una porción particular seleccionada de la población en la cual se realizará la medición y observación de las variables específicas.

La muestra son los recibos emitidos por la empresa ElectroSur S.A para el taller mecánico y transportes ILO SRL desde enero 2022 hasta diciembre 2022, se tomó este rango en la muestra ya que abarca un periodo de tiempo significativo para capturar las variaciones estacionales del consumo de energía. Además, al incluir múltiples meses, se consideran los posibles cambios en los patrones de consumo a lo largo del año, lo que va a permitir obtener una visión general de los requerimientos de energía a largo plazo necesarios para calcular la capacidad adecuada en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

3.3.3 Muestreo

La técnica estadística para la obtención de la muestra es una técnica específica llamada muestreo no probabilístico, este método implica seleccionar elementos de la población que son convenientes o fácilmente accesibles para el investigador, sin seguir un proceso de selección aleatoria (Quincho, et al., 2022). La elección de esta técnica se basó en seleccionar la muestra por objetividad, es decir por conveniencia y para tener resultados referentes a un tiempo de proximidad cercano al actual lo que corresponde al año 2022.

3.3.4 Unidad de Análisis

La unidad de análisis en el presente proyecto de investigación se enfoca en los documentos denominados recibos de luz, emitidos por la empresa Electrosur S.A. para el taller mecánico y transportes ILO SRL, porque mediante el análisis de estos documentos se obtuvo información relevante como la cantidad de energía consumida, la diferencia de consumo en los periodos (meses), los montos facturados y los detalles del suministro eléctrico para realizar las comparaciones con todos los periodos (meses).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias, et al. (2022) las técnicas son procedimientos utilizados para obtener los datos necesarios en el proceso de investigación. Estos procedimientos se llevan a cabo de manera sistemática con el fin de representar la información de un documento, considerando las fuentes de información disponibles y están estrechamente relacionados con las circunstancias y ubicaciones en las que se recopilan los datos.

A continuación, se muestra la tabla 1 donde se detalla las técnicas e instrumentos que se utilizaran en la presente investigación para los logros de los objetivos planteados.

En la tabla 1 se visualiza las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

Tabla 1
Técnicas de Instrumentos

Técnica	Instrumento	Objetivo
Ficha de análisis de documentos	Ficha de registro de Radiación Solar	Determinación de la radiación Solar
Ficha de análisis de documentos	Ficha de Registro de Recibos de Luz de Electrosur S.A.	Determinar la potencia y el consumo energético
Ficha de análisis de documentos	Ficha de registro de la ubicación del S. F.	Determinar la ubicación del Sistema Fotovoltaico
Análisis de rendimiento energético	Ficha de registro de rendimiento energético	Simular y evaluar el rendimiento

Nota. Elaboración propia.

La tabla 1 presenta técnicas e instrumentos para analizar aspectos clave de la energía solar. La ficha de análisis de documentos se combina con la ficha de registro de radiación solar para medir la radiación, mientras que con la ficha de recibos de luz se evalúa la potencia y consumo. También se utiliza para determinar la ubicación del Sistema Fotovoltaico. Además, la técnica de análisis de rendimiento energético emplea el instrumento Ficha de registro de rendimiento energético para simular y evaluar el rendimiento general. En conjunto, estas herramientas ofrecen un enfoque completo para el análisis detallado de la radiación solar y el rendimiento energético.

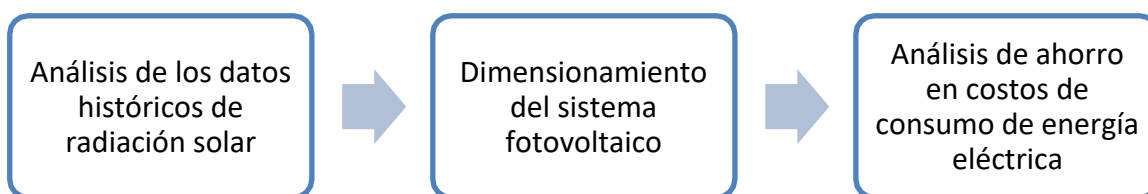
3.5. Procedimientos

Se realizaron los siguientes procedimientos.

La figura 1 especifica el diagrama de bloques del procedimiento.

Figura 1

Diagrama de bloques del Procedimiento



Nota. Elaboración propia.

La figura 1 muestra los tres pasos principales para instalar un sistema fotovoltaico: análisis de los datos históricos de radiación solar, dimensionamiento del sistema fotovoltaico y análisis de ahorro en costos de consumo de energía eléctrica.

Bloque 1, Análisis de los datos históricos de radiación solar: Para llevar a cabo el análisis de los datos históricos de radiación solar en la zona de Ilo, primero se recopiló registros históricos de radiación solar de fuentes confiables, como estaciones meteorológicas locales. Luego, se realizó un análisis estadístico para determinar patrones de radiación solar a lo largo del año. Con estos datos, se evaluó el potencial solar de la zona y se calculó la cantidad de energía que un

sistema fotovoltaico puede captar, considerando la inclinación y orientación óptimas de los paneles solares.

Bloque 2, Dimensionamiento del sistema fotovoltaico: Para dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico, primero se estimó la demanda energética del taller mecánico y de transporte de Ilo, teniendo en cuenta su consumo histórico. Luego, se consideró la eficiencia de los paneles solares disponibles en el mercado, teniendo en cuenta la variabilidad de la radiación solar. Además, se identificó la carga máxima esperada y se diseñó el sistema para satisfacerla de manera eficiente.

Bloque 3, Análisis de Datos Históricos de Radiación Solar: Para realizar un análisis detallado de los posibles ahorros en costos de consumo de energía eléctrica y los costos asociados con la implementación del sistema fotovoltaico, se compararon los gastos actuales en electricidad con los costos proyectados después de la instalación del sistema solar. Se consideraron los costos iniciales de adquisición e instalación de paneles solares, así como los ahorros a lo largo del tiempo debido a la generación de energía solar. También, se evaluó los incentivos fiscales y tarifas de alimentación a la red, si aplican, para determinar el retorno de la inversión y la viabilidad financiera del proyecto.

3.6. Método de análisis de datos

Se llevará a cabo un análisis descriptivo de los datos para obtener una visión general del consumo energético, un análisis descriptivo calculando las medidas de tendencia central, como la media y la mediana, así como medidas de dispersión, como la desviación estándar. El procesamiento de datos se realiza mediante el software Excel se generarán gráficos y visualizaciones para representar los datos de manera intuitiva.

Una vez completado el análisis descriptivo, se realizará un análisis inferencial para sacar conclusiones y realizar predicciones sobre el consumo energético futuro. Se utilizarán técnicas de inferencia estadística, para identificar relaciones y tendencias significativas en los datos, esto permitirá tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias para optimizar el consumo energético en el taller mecánico y transportes ILO SRL.

3.7. Aspectos éticos

La investigación garantiza su integridad ética al seguir los principios éticos esenciales, que incluyen la búsqueda de beneficios económicos y ambientales tanto para la empresa como para la comunidad, demostrando así su benevolencia. Estos principios se basan en los artículos del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, los cuales promueven el respeto, el bienestar, la justicia, la honestidad, el rigor científico, la competencia profesional y científica, la responsabilidad, entre otros.

Además, se respeta el contenido original de los autores y se evita cualquier alteración en los trabajos realizados por ellos en el contexto de esta investigación, manteniendo siempre la transparencia y la veracidad de los resultados obtenidos. También se preserva la privacidad y confidencialidad de los datos recopilados en el campo, evitando divulgar información que pueda comprometer al personal o a los procesos internos de la empresa Taller Mecánico y Transportes ILO SRL.

IV. RESULTADOS

En el proyecto de investigación, la población se define como los recibos de luz emitidos por Electrosur S.A para el taller mecánico y transportes ILO SRL en los años 2018 a 2023. La muestra se define como los recibos emitidos para el período de enero 2022 a diciembre 2022, seleccionado estratégicamente para capturar las variaciones estacionales y los cambios en los patrones de consumo a lo largo del año, lo que es coherente con el objetivo de obtener una visión general de los requerimientos de energía a largo plazo para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

4.1 Análisis de los datos históricos de radiación solar en la zona de Ilo, con el fin de evaluar el potencial solar y determinar la cantidad de energía que puede ser captada por un sistema fotovoltaico.

Con base en diversas fuentes de información, se realizó el cálculo del promedio de radiación en las proximidades de las instalaciones del Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

4.1.1. Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas son mostradas en la figura 2.

Figura 2

Mapa Ilo, Moquegua



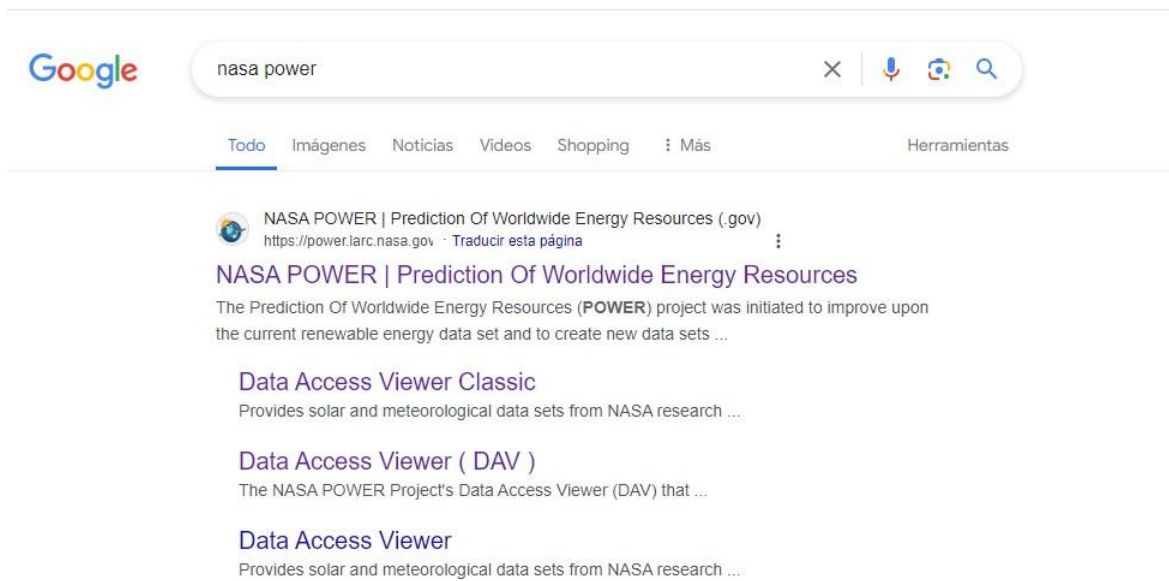
Nota. Obtenido de Google Earth (Google, 2023)

Con el propósito de llevar a cabo el estudio en cuestión, se identificó la ubicación geográfica del Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL, utilizando la aplicación Google Earth. Esta institución se encuentra en el Departamento de Moquegua, en el distrito de Ilo. Para lograrlo, se siguieron los siguientes pasos: En primer lugar, se realizó la localización de la zona de interés dentro de la herramienta Google Earth con el fin de obtener las coordenadas geográficas necesarias como se muestra en la figura 2. **Latitud:** -17.66. **Longitud:** -71.33.

4.1.2. Radiación solar

Una vez que se establecieron las coordenadas geográficas, se procedió a recopilar datos del software NASA POWER, desarrollado por la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio), es una herramienta invaluable en la industria de energías renovables debido a su capacidad para proporcionar datos precisos y confiables sobre recursos solares y eólicos a nivel global, obtenidos a partir de satélites y estaciones meteorológicas terrestres de alta calidad. Su utilidad radica en su cobertura global, la variedad de datos ofrecidos y su facilidad de acceso a través de una plataforma en línea gratuita. Esta disponibilidad libre de costo promueve la colaboración científica y facilita el diseño y la planificación de proyectos de energía renovable alrededor del mundo. Esta elección se basó en la confiabilidad y disponibilidad global de los datos meteorológicos que ofrece, así como en su amplia gama de parámetros, facilidad de acceso y capacidad para proporcionar información histórica y pronósticos climáticos. El objetivo de esta recopilación de datos es calcular la radiación solar promedio registrada en la zona durante los años 2021 y 2022.

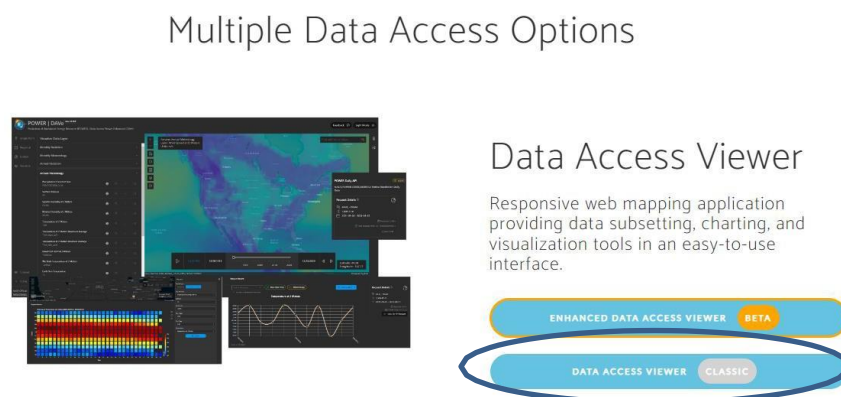
Figura 3
Nasa Power



Nota. Obtenido de Google (Google, 2024)

En la Figura 3 se observa que NASA POWER que es la plataforma que ofrece la NASA por sus siglas en inglés, National Aeronautics and Space Administration que a través del proyecto Predicción de los recursos energéticos mundiales (POWER), la NASA proporciona mapas interactivos, aplicaciones y servicios de datos que describen el clima y la radiación solar y muestran cómo estos recursos cambian con el tiempo.

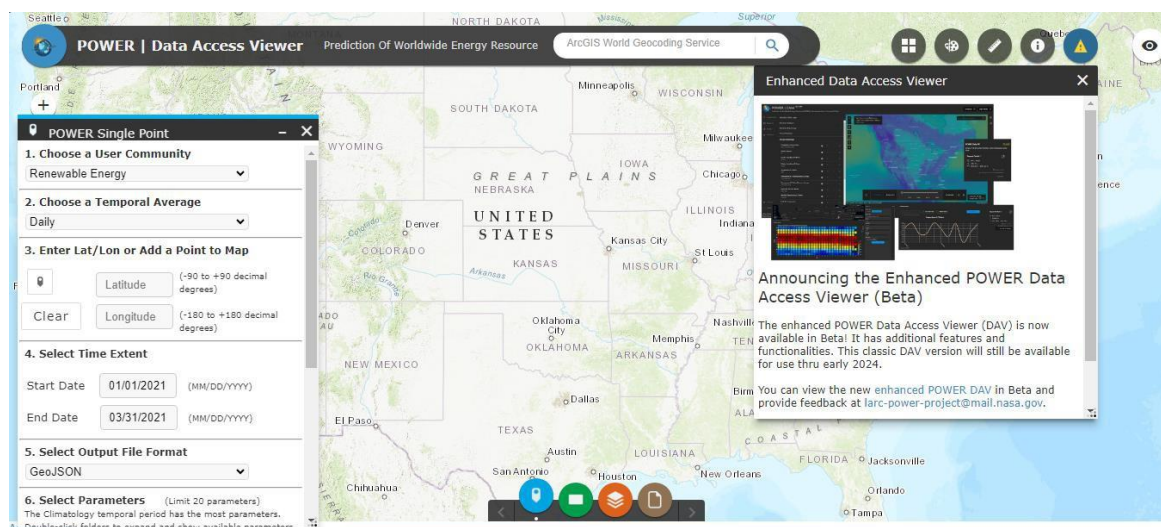
Figura 4
Acceso de descarga del programa Nasa Power



Nota. Obtenido de Nasa Power (Google, 2024)

En la Figura 4 se observa que NASA POWER tiene dos opciones y son: Enhanced Data Access Viewer y Data Access Viewer los dos son buenos, pero para la investigación se eligió el segundo que está en color azul.

Figura 5
Data Access Viewer del Nasa Power



Nota. Obtenido de Nasa Power (Google, 2024)

En la Figura 5 se observa el ingreso a Data Access Viewer se llenan los datos requeridos y son traducidos en un excel que se puede observar en el anexo 12.

La tabla 2 presenta los datos meteorológicos en el periodo 2021 – 2022 en Ilo obtenidos de los datos anterior y ordenándolos da la siguiente información:

Tabla 2
Datos meteorológicos años 2021 – 2022, Ilo, Moquegua

Año/Mes Dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	PROM	MAX	MIN
2022 Irrad. (kWh/m ²)	7.27	7.27	6.90	5.96	5.06	4.42	4.30	4.70	4.75	5.97	6.60	6.76	5.83	7.27	4.30
2021 Irrad. (kWh/m ²)	7.51	7.49	6.84	5.25	4.27	3.59	3.54	4.09	4.60	5.77	6.47	6.23	5.47	7.51	3.54
2022 Temp. Max °C	26.73	27.30	27.07	27.33	25.02	23.83	24.14	22.92	24.35	24.02	24.76	26.22	25.31	27.33	22.92
2021 Temp. Max °C	26.09	27.30	27.07	25.80	24.02	23.83	24.14	22.92	24.35	24.02	24.73	26.22	25.04	27.30	22.92
2022 Temp. Min °C	16.32	15.88	15.37	13.48	12.91	10.56	9.90	10.40	10.43	10.73	12.09	14.12	12.68	16.32	9.90

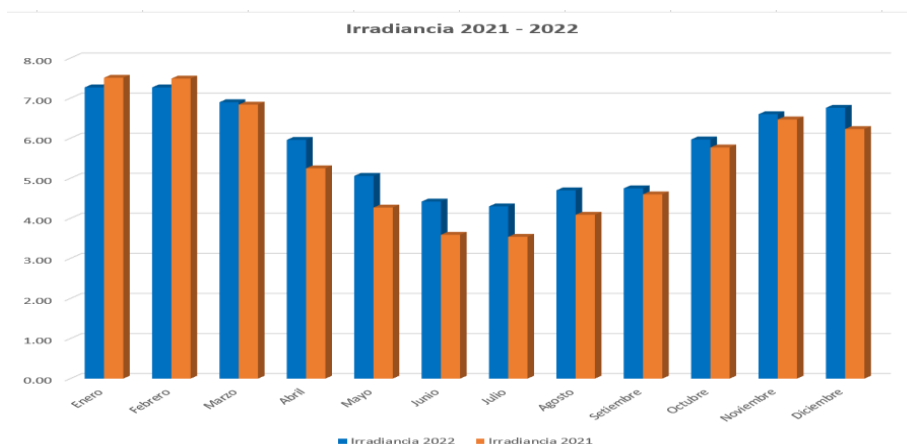
Nota. Obtenido de NASA Power (NASA POWER)

La tabla 2 presenta datos mensuales de irradiación solar y temperaturas máximas y mínimas para los años 2021 y 2022. La irradiación solar muestra variabilidad estacional, con valores más altos en verano. Las temperaturas también siguen patrones estacionales, con máximas más altas en verano y mínimas más bajas en invierno. Los datos ofrecen información clave sobre la disponibilidad de radiación solar y las condiciones térmicas a lo largo del tiempo.

Se seleccionó el dato de la irradiación, en este caso es la radiación promedio del periodo 2022, la cual tiene un valor de 5.83 kWh/m², se elige el nivel de irradiación promedio para el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico en situaciones donde se busca la fiabilidad a largo plazo, se quiere garantizar el rendimiento del sistema incluso en condiciones desfavorables.

Los datos muestran que el año 2022 experimentó un incremento en la irradiación solar promedio en comparación con 2021. Sin embargo, las temperaturas máximas promedio fueron ligeramente más altas en 2022, mientras que las temperaturas mínimas promedio fueron más bajas.

Figura 6
Niveles de irradiación año 2021 y 2022.

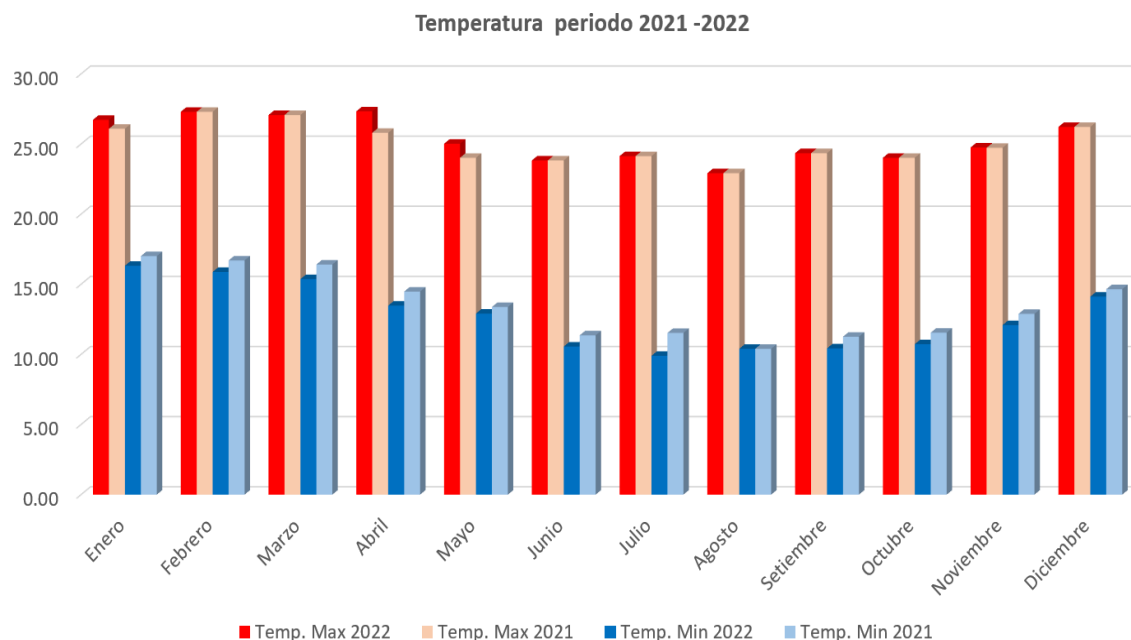


Nota. Adaptado de (NASA POWER)

La figura 6 muestra un gráfico de la irradiancia solar en Perú durante los años 2021 y 2022. La irradiancia solar es la cantidad de energía solar que llega a la superficie de la Tierra.

Los datos de irradiación solar para los años 2021 y 2022 revelan una marcada variabilidad estacional en la disponibilidad de radiación solar, siendo más elevada durante los meses de verano y disminuyendo durante los meses de invierno. Sin embargo, se destaca una diferencia significativa entre ambos años, con una disminución notable en los niveles de irradiación solar en 2022, especialmente durante la temporada de verano en comparación con 2021.

Figura 7
Niveles de temperatura de los años 2021 y 2022.



Nota. Adaptado de (NASA POWER)

La imagen muestra un gráfico de la temperatura promedio en Ilo, durante el período 2021-2022. El gráfico muestra que la temperatura promedio es alta, con valores máximos de alrededor de 28 °C en enero.

En los años 2022 y 2021, se evidenciaron notables disparidades en las condiciones de temperatura en una ubicación específica. Durante 2022, las temperaturas máximas exhibieron un promedio máximo de alrededor de 26.4°C, con momentos de máximas picos de 27.3°C, en contraste con 2021, donde el promedio máximo se situó en alrededor de 25.8°C, también con picos de 27.3°C. En cuanto a las

temperaturas mínimas, en 2022 se registraron valores ligeramente más bajos, con un promedio mínimo de alrededor de 11.9°C y un mínimo absoluto de 9.9°C. Por su parte, en 2021, el promedio mínimo fue de alrededor de 12.6°C, con un mínimo absoluto de 10.4°C. Estas diferencias indican que 2022 podría haber sido un año ligeramente más cálido en términos de temperaturas máximas, pero con temperaturas mínimas algo más frías en esta ubicación específica, subrayando la variabilidad climática y estacional entre ambos años.

4.1.3. Potencial solar

Se calcula la hora solar pico (HSP), empleando el valor seleccionado de la irradiación antes mencionada, mediante la siguiente fórmula (Cantos, 2016).

$$HPS = \frac{R}{I} \quad \text{Ecuación [1]}$$

Donde; HPS: hora solar pico, R: irradiación, I: irradiancia, la cual tiene un valor normalizado de 1000 W/m² (Cantos, 2016).

$$HSP = \frac{5.83 \text{ kWh/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2}$$

$$HSP = 5.83h$$

Hallar la hora solar pico es fundamental en el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico porque permite maximizar la generación de energía, optimizar el tamaño del sistema y mejorar el diseño del sistema para aprovechar al máximo la radiación solar disponible. Esto contribuye a la eficiencia y rentabilidad general del sistema fotovoltaico.

La cantidad de energía que debe captar el sistema fotovoltaico como mínimo es una radiación de 5.83 kWh/m², así mismo el HSP es de 5.83h.

4.2 Desarrollo del dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico, considerando la demanda energética del taller mecánico y de transporte de llo, la eficiencia de los paneles solares.

4.2.1. Justificación de cobertura según límite de área disponible

La justificación de la cobertura se basa en el límite del área disponible. Esta determinación se apoya en varios factores, como la selección de los paneles, el cálculo de la distancia de sombra y el tamaño total del sistema.

En la figura 8 se aprecia el área disponible para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Figura 8

Área disponible para instalación.



Nota. Obtenido de Google Earth (Google, 2023)

La imagen exhibe una perspectiva aérea del taller, con una delimitación en color rojo que señala la superficie destinada a la instalación de paneles solares. El espacio disponible para esta finalidad abarca una extensión de 102 metros cuadrados.

El área total disponible para la instalación del sistema fotovoltaico es aproximadamente de 102 metros cuadrados. Considerando las dimensiones de los módulos fotovoltaicos, que son de 2.28 metros de alto, 1.14 metros de largo y 0.035 metros de ancho, y tomando en cuenta una distancia de sombra de 1.16 metros, se utiliza la Ecuación 2 para calcular la cantidad de paneles que pueden ser instalados en el área disponible sin sombras en el taller.

Área sin sin sombras

$$= (h * l * Ds * N^{\circ} \text{ Paneles}) \quad \text{Ecuación [2]}$$

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \text{Área sin sin sombras} / (h * l * Ds)$$

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = 102m^2 / (2.28m * 1.13m * 1.16m)$$

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = 34.02$$

En el proceso de dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se calcula un abastecimiento de energía aproximado de 88,74 kWh por día. Este cálculo se basa en la HSP y toma en consideración la instalación de los 34 paneles solares que ocuparán la totalidad del área disponible. Es importante destacar que esta cantidad representa el 15% de la demanda total de energía eléctrica del taller.

4.2.2. Cálculo de la demanda energética

El taladro de columna, la compresora de aire, el horno eléctrico, la cizalla, la roladora, la máquina de soldar, las amoladoras se encuentran entre los elementos que consumen energía en el taller mecánico y transportes ILO SRL, en total hay 19 máquinas.

Se visualizará el consumo energético en la tabla 3.

Tabla 3
Demanda energética

TRIFÁSICA 380 v							
ITEM	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Potencia TOTAL (W)	Horas / día	Energía (Wh/día)	kWh/día
1	TALADRO DE COLUMNA	1	2200	2200	4.29	9428.54	9.43
2	COMPRESORA DE AIRE	1	55000	55000	6.00	330000	330.00
3	HORNO ELECTRICO	1	1000	1000	2.57	2571.4	2.57
4	CIZALLA	1	18500	18500	5.14	95141.8	95.14
5	ROLADORA	1	5000	5000	6.00	30000	30.00
6	MAQUINA DE SOLDAR XMT 50-S	1	11000	11000	5.14	56570.8	56.57
7	AMOLADORA 9"	3	2400	7200	3.43	24685.2	24.69
8	AMOLADORA 4.5"	7	700	4900	5.14	25199.72	25.20
9	AMOLADORA 7"	3	1400	4200	4.29	17999.94	18.00
POTENCIA INSTALADA (W)				109000			
ENERGÍA REQUERIDA POR DÍA (Wh/día)						591597.4	591.60

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 3 se detalla un consumo diario del suministro eléctrico de 591,60 kWh/día, siendo necesario cubrir el 15% de esta demanda, lo cual equivale a 88.74 kWh/día. Esta decisión se fundamentó en la restricción del área disponible en el taller mecánico, determinante en la cantidad de paneles fotovoltaicos a instalar, tal como se muestra en el Anexo 16. El análisis determinó que solo es posible instalar una posibilidad máxima de 34 paneles solares, representando la capacidad máxima para el área física del taller. Estos paneles, con las características detalladas en la Figura 6, generaron un equivalente al 15% de la demanda eléctrica diaria del taller, asegurando así su funcionalidad y eficiencia sin exceder los límites de espacio disponibles. Por consiguiente, la limitación del área disponible determinó que el sistema fotovoltaico abastecerá específicamente el 15% de la demanda eléctrica.

Además, la decisión de cubrir el 15% de la demanda total de energía en el taller mecánico y transportes ILO SRL se basa en un equilibrio estratégico entre aspectos de viabilidad a nivel económico y técnico. Esta elección busca alcanzar la sostenibilidad energética sin incurrir en inversiones desmesuradas, considerando

los aspectos de viabilidad mencionados. Asimismo, esta estrategia ofrece flexibilidad para adaptarse a cambios futuros, mitigando posibles riesgos económicos y permitiendo un progreso gradual y eficiente hacia fuentes de energía más sostenibles.

4.2.3. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

4.2.3.1. Potencia fotovoltaica

Se determinó la potencia fotovoltaica, la cual es la cantidad de energía eléctrica que puede generar un panel solar a partir de la radiación solar incidente. La cual se determina mediante la ecuación 1 (Cantos, 2016).

$$Potencia\ Fotovoltaica = \frac{\text{consumo diario}}{\text{hora solar pico}} \quad \text{Ecuación [3]}$$

$$Potencia\ Fotovoltaica = \frac{88.74 \frac{kWh}{\text{día}}}{5.83 \frac{h}{h}}$$

$$Potencia\ Fotovoltaica = 15.22\ kW$$

Una vez determinada la potencia fotovoltaica necesaria para cubrir la demanda energética, se realizó la estimación del número de módulos fotovoltaicos, empleando la ecuación 3 (Cantos, 2016).

4.2.3.2. Cálculo de número de paneles

Se evaluaron diversas propuestas de módulos fotovoltaicos con el fin de seleccionar la opción más factible para su implementación.

Propuesta 1: Panel Solar EM460-PH Monocristalino Tensite.

Para optimizar la generación de energía, se sugiere utilizar paneles solares monocristalinos de 460W, cuya ficha técnica está en el anexo 8, que, a pesar de tener una potencia ligeramente menor en comparación con las propuestas

anteriores, mantienen una eficiencia significativa para garantizar un buen rendimiento en la captación de energía solar, cuenta con una eficiencia del 21%. Considerando una potencia fotovoltaica requerida de 15.22 kW, se estima que se necesitarían aproximadamente 34 paneles para satisfacer los objetivos del proyecto, asegurando así una producción eficiente y óptima de energía solar.

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{\text{potencia fotovoltaica}}{\text{potencia del módulo}} \quad \text{Ecuación [4]}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{15.22 \text{ kW}}{460 \text{ W}}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = 33.08$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = 34 \text{ paneles}$$

Propuesta 2: Panel Solar EM500-PH Monocristalino Tensite.

Para optimizar la captación de energía solar, se propone emplear paneles solares monocristalinos de 500W con una eficiencia del 21%, cuya ficha técnica está en el anexo 9, los cuales, a pesar de tener una potencia ligeramente menor que los previamente considerados, garantizan una alta eficiencia en la conversión de energía solar. La configuración sugerida implica conectar los paneles en tres series para cumplir con el voltaje nominal del inversor, lo que puede aumentar la complejidad de la instalación, pero permite maximizar el voltaje del sistema. Considerando una potencia fotovoltaica requerida de 15.22 kW, se estiman aproximadamente 31 paneles como necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto, asegurando así un rendimiento óptimo y eficiente del sistema fotovoltaico.

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{\text{potencia fotovoltaica}}{\text{potencia del módulo}} \quad \text{Ecuación [4]}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{15.22 \text{ kW}}{500 \text{ W}}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = 30.44$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = 31 \text{ paneles}$$

Propuesta 3: Panel Solar EM550-PH Monocristalino Tensite.

El Panel Solar 550W Monocristalino Tensite, cuya ficha técnica se puede visualizar en el anexo 10, así mismo, su elección se debió a su combinación de alta eficiencia, potencia y calidad. Las células de silicio monocristalino PERC con una eficiencia del 21.3% lo hacen altamente eficiente en la captación de energía solar, lo que significa que puede generar más electricidad en menos espacio. Esto es especialmente valioso en instalaciones de gran tamaño, donde se busca maximizar la producción de energía en un espacio limitado.

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{\text{potencia fotovoltaica}}{\text{potencia del módulo}} \quad \text{Ecuación [4]}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = \frac{15.22 \text{ kW}}{550 \text{ W}}$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód} = 27.67$$

$$N^{\circ} \text{ estimado de mód.} = 28 \text{ paneles}$$

Selección del módulo fotovoltaico

El panel de 550W fue seleccionado debido a su combinación excepcional de alta eficiencia, potencia y calidad. Las células de silicio monocristalino PERC con una eficiencia del 21.3% ofrecían una excelente capacidad para captar energía solar,

permitiendo generar más electricidad en un espacio reducido. Esta característica resultó especialmente valiosa en instalaciones de gran tamaño, donde se buscaba maximizar la producción de energía en un área limitada. Además, la potencia significativamente alta del panel lo hizo adecuado para proyectos que requerían una generación de energía robusta y confiable. La elección se basó también en la calidad y reputación del fabricante, lo que garantizaba un rendimiento consistente y duradero a lo largo de la vida útil del panel. En conjunto, estas cualidades hicieron que el panel de 550W fuera la opción más adecuada para cumplir con los requisitos del proyecto y garantizar un rendimiento óptimo a largo plazo. La figura 9 presenta las características del módulo fotovoltaico.

Figura 9
Panel solar seleccionado.

MARCA DEL MÓDULO:	550M Half cell Mono PERC	
TIPO DE MÓDULO:	Monocristalino	
MÁXIMA POTENCIA (WP)	550 Wp	
CORRIENTE DE POTENCIA MÁXIMA (IMP)	13,12 A	
VOLTAJE DE POTENCIA MÁXIMA (VMP)	41,95 V	
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (ISC)	13,98 A	
VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO (VOC)	48,80 V	
EFICIENCIA DEL MÓDULO	21%	
DIMENSIONES	2.279 x 1.134 x 35mm	
PESO	27,2 kg	

Nota. Elaboración propia

En la figura 9 se muestran las principales características del módulo fotovoltaico.

El cálculo de pérdidas en un sistema fotovoltaico, estimado en un rango del 20% al 30% con una elección específica del 24%, se justifica debido a múltiples factores que afectan la eficiencia de la generación de energía solar. Estas pérdidas incluyen la conversión de energía, sombreado, suciedad en los paneles, degradación con el tiempo y la variabilidad en la radiación solar. Al considerar estas variables, el valor del 24% se convierte en un punto razonable y ampliamente aceptado en la industria para realizar estimaciones realistas de la producción de energía de un sistema fotovoltaico y garantizar que las expectativas de rendimiento se cumplan a lo largo de la vida útil del sistema, como lo explica Cantos en su libro “Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas” (Cantos, 2016).

$$N^{\circ} \text{ de mod} = N^{\circ} \text{ de mod. est.} * \text{perd. del sist.}$$

Ecuación [5]

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = 28 + (28 * 24\%)$$

$$N^{\circ} \text{ de mod} = 34.32$$

Debido a que el inversor seleccionado sólo tiene dos entradas para conexión del módulo fotovoltaico, así mismo el dimensionamiento tiene un voltaje nominal de 48 V, siendo el voltaje de los paneles de 41.95 V, se instalan 2 series para cubrir más el voltaje requerido, sin embargo, el inversor soporta hasta 400 V no viéndose afectando así por el exceso, continuando con la instalación de los demás paneles en paralelo por cada serie.

4.2.3.3. Selección del inversor

La selección del inversor debe abastecer la potencia fotovoltaica requerida por el sistema fotovoltaico, en este caso de 15.22 kW (Cantos, 2016).

La elección del inversor Huawei SUN2000-15KTL-M0 de 15 kW trifásico se justifica por su idoneidad para sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, es decir, sistemas “on-grid”. Esta selección se basa en varios indicadores, como su potencia nominal de 15 kW, su diseño trifásico que se adapta a sistemas de tres fases, y su eficiencia en instalaciones fotovoltaicas residenciales trifásicas. Además, el inversor ofrece un amplio rango de tensión, lo que lo hace adecuado para gestionar

las variaciones de tensión típicas de la red eléctrica. En conjunto, estos atributos respaldan la elección de este inversor específico para aplicaciones en las que se busca la integración de la generación de energía solar en la red eléctrica existente, su ficha técnica se podrá visualizar en el anexo 9.

La figura 10 presenta las características del inversor.

Figura 10

Inversor seleccionado.

PICO DE POTENCIA EL INVERSOR:	15000W	
VOLTAJE DE TRABAJO DEL INVERSOR:	400V	
POTENCIA DE SALIDA CONTINUADA:	16,500 VA	
EFICIENCIA DEL INVERSOR:	Onda Senoidal Pura	

Nota. Elaboración propia

La figura 10 muestra el inversor Huawei SUN2000-10KTL-M1 HC es un inversor solar trifásico de alta potencia. Es un dispositivo eficiente y fiable que puede utilizarse para alimentar viviendas y empresas.

4.2.3.4. Cálculo de la corriente

Para calcular la corriente máxima (I_{max}) en un sistema fotovoltaico, se utiliza la siguiente ecuación (Cantos, 2016).

$$I_{max} = I_{sc} * \text{factor de corrección} \qquad \text{Ecuación [6]}$$

Ahora, detallando mejor la obtención de I_{sc} y el significado de los factores de corrección:

Corriente de cortocircuito (I_{sc}): Cuyo valor es 13.98 A como se visualiza en la ficha técnica del módulo fotovoltaico en el anexo 8. Es la corriente máxima

generada por un panel solar cuando se conecta a una carga de resistencia eléctrica cercana a cero. Se mide en amperios (A) y es una especificación clave para evaluar el rendimiento de un panel en condiciones ideales. I_{sc} se utiliza en el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos y es esencial para asegurar que los paneles generen la cantidad necesaria de energía eléctrica.

Factor de corrección: Con un valor de 1.25, este factor se utiliza para corregir la estimación de la corriente de cortocircuito para tener en cuenta variaciones en las condiciones del mundo real. Se aplica dos veces para considerar posibles fluctuaciones tanto en el voltaje de circuito abierto como en la corriente de cortocircuito.

El cálculo de la corriente máxima (I_{max}) del sistema fotovoltaico implica la aplicación de dos veces el factor de corrección del 125%. El primer 125% se aplica considerando el voltaje de circuito abierto (V_{oc}) para considerar las variaciones en la producción del módulo fotovoltaico que pueden surgir debido a condiciones ambientales como la temperatura y la radiación solar, factores que afectan el rendimiento real del sistema. El segundo 1.25% se aplica a la corriente de cortocircuito para tener en cuenta posibles fluctuaciones en la producción de energía a lo largo del tiempo debido a factores como la degradación natural del módulo solar y la acumulación de suciedad en su superficie. Multiplicando estos factores da como resultado un 156%, esta doble corrección garantiza que el cálculo de I_{sc} sea realista y refleje las condiciones reales de operación del sistema fotovoltaico, como es indicado en el libro de Cantos, "Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas" (Cantos, 2016) .

$$I_{max} = 13.98 A * 1.56$$

$$I_{max} = 22 A$$

4.2.3.5. Cálculo de la selección del cable.

La selección adecuada de conductores eléctricos es crucial para la seguridad, eficiencia, cumplimiento y longevidad de un sistema eléctrico. La elección de los conductores adecuados garantiza una transmisión eléctrica eficiente, el cumplimiento de las regulaciones, el soporte de las cargas requeridas, la

durabilidad, la compatibilidad de los equipos y la optimización de costos en el tiempo. Empleando la corriente máxima se procede a calcular la sección del cable (Cantos, 2016).

Se realiza el cálculo mediante la siguiente ecuación, donde:

S: Denota el tamaño de la sección transversal del conductor en milímetros cuadrados (mm^2),

L: Se refiere a la longitud del conductor en metros (m),

I: Representa la corriente eléctrica en amperios (A),

$\% \Delta V$: Representa el porcentaje de caída de voltaje,

k: Indica la conductividad eléctrica del material, la cual, según Rodríguez et al. (2022), señala que es de $56 \text{ m} / \Omega \text{ mm}^2$.

$$S = \frac{2 * L * I}{k * \Delta V} \quad \text{Ecuación [7]}$$

$$S_{\text{generador-inversor}} = \frac{2 * 20 * 26.24 \text{ A}}{56 * 1.44}$$

$$S_{\text{generador-inversor}} = 13.02 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{generador-inversor}} = \frac{2 * 20 * 21.84 \text{ A}}{56 * 1.44}$$


$$S_{\text{inversor-tablero}} = 10.84 \text{ mm}^2$$

Por ende, se realiza la conversión a AWG, teniendo AWG calibre 6 para ambos segmentos.

La figura 11 muestra el cable seleccionado.

Figura 11

Cable seleccionado.

Cable:	Cable 6 AWG INDECO	
Calibre:	6 AWG	
Métrica nominal:	16 mm ²	

Nota. Elaboración propia.

La figura 11 proporciona información detallada sobre el tipo de cable de la marca INDECO de calibre 6 AWG, con una métrica nominal de 16 mm².

4.2.3.6. Inclinación del panel fotovoltaico

La elección de las estaciones de invierno y verano para determinar la inclinación óptima de los paneles solares se basa en la variación de la posición del sol en el cielo a lo largo del año. Estas dos estaciones representan extremos en cuanto a la altura del sol en el cielo y, por lo tanto, son críticas para maximizar la captación de energía solar en un sistema fotovoltaico. Durante el invierno, el sol se encuentra en su punto más bajo en el cielo, lo que requiere que los paneles estén inclinados para captar la mayor cantidad de luz solar posible en ese ángulo. En contraste, en verano, el sol está en su punto más alto, por lo que los paneles deben inclinarse de manera que no se alejen demasiado del ángulo vertical y sigan recibiendo luz solar suficiente. Esta elección se hace para ajustar los ángulos de los paneles de manera que maximicen la captación de energía solar durante las épocas del año en las que la posición del sol varía más significativamente en el cielo, optimizando así la eficiencia del sistema fotovoltaico.

En este caso, se ha seleccionado como ángulo óptimo el mismo ángulo de la latitud, siendo este 18°.

La elección de mantener un ángulo de inclinación fijo igual a la latitud cuando ésta se encuentra en el rango de 15° a 25°, siguiendo la sugerencia de Rodríguez et al. (2022), es una decisión sólida y eficaz. Esto se debe a que esta estrategia permite una alineación efectiva de los paneles solares con el sol durante todo el año, maximizando la captación de energía solar al estar cerca de ser perpendiculares a los rayos solares. Además, proporciona una producción constante y equilibrada a

lo largo de todas las estaciones, sin necesidad de ajustes estacionales, lo que simplifica el mantenimiento y la gestión del sistema solar. Esta estrategia es particularmente eficiente en regiones con latitudes dentro del rango de 15° a 25°, donde los cambios estacionales en la posición del sol son menos extremos, lo que contribuye a la reducción de la dependencia de la red eléctrica y a posibles ahorros en las facturas de electricidad.

4.2.3.7. Cálculo de distancia de sombra

El cálculo de la distancia de sombra (D_s) desempeña un papel fundamental en diversas aplicaciones. Entre ellas se encuentran la optimización de la ubicación y orientación de paneles solares para maximizar la generación de energía, la prevención de sombreado no deseado entre paneles, el diseño de estructuras de sombra en arquitectura y paisajismo, así como la mejora de la eficiencia energética en entornos urbanos. Esta fórmula resulta esencial para una planificación y diseño efectivos, con el objetivo de minimizar la proyección de sombra y garantizar un uso eficiente de la luz solar. Esto, a su vez, tiene un impacto significativo en la producción de energía y en la comodidad de los espacios involucrados. Y se calcula mediante la siguiente ecuación, según menciona Rodríguez et al. (2022).

Se utiliza para calcular la distancia de sombra (D_s) de un panel solar en función de varios parámetros, incluyendo el ángulo de inclinación (β), la medida del largo del panel (L), la elevación solar (Y_s), el azimut solar (Y_s).

Ángulo de Inclinación (β): El valor dado es de 18 grados. Este ángulo representa la inclinación del panel solar con respecto al suelo. Se elige cuidadosamente para optimizar la captación de radiación solar a lo largo del año. En este caso, se ha fijado en 18 grados.

Medida del Largo del Panel (L): El valor dado es de 2.279 metros. Esta medida representa la longitud del panel solar. Es importante para calcular el área del panel, que es necesaria para determinar la cantidad de radiación solar que puede captar.

Elevación Solar (Y_s): El valor dado es de 25 grados, obtenido de NASA POWER, como se visualiza en el Anexo 11. En este ángulo, el sol se encuentra en una

posición que maximiza la exposición de los paneles solares a la radiación solar incidente durante gran parte del día. Una elevación solar de 25 grados es típicamente cercana al ángulo de inclinación óptimo para la mayoría de las regiones geográficas, lo que significa que los paneles están orientados de manera que puedan captar la mayor cantidad de radiación solar posible durante todo el año. Para determinar este valor utilizar herramientas de cálculo o software especializado de seguimiento solar, como Nasa Power.

Azimut Solar (Ys): El valor dado es de 40 grados, obtenido de NASA POWER, como se visualiza en el Anexo 11. La elección de un azimut solar de 40 grados para la dirección del sol en relación con el panel solar se basa en la optimización de la captura de radiación solar durante el día. Este valor se ajusta típicamente para reflejar la dirección hacia la cual el sol se encuentra con mayor frecuencia en una ubicación geográfica específica. En esta y otras regiones, un azimut de 40 grados puede ser adecuado, ya que suele coincidir con la dirección del sol durante momentos clave del día, como al mediodía solar. Para determinar este valor utilizar herramientas de cálculo o software especializado de seguimiento solar, como Nasa Power.

$$D_s = \frac{L \times \sin \beta_x \cos \Psi_s}{\tan y_s} \quad \text{Ecuación [8]}$$

$$D_s = \frac{2.279 (18)(\cos \cos 40)}{\tan 25}$$

$$D_s = 1.16 \text{ m}$$

En conclusión, el valor de la distancia de sombra que debe de existir entre la instalación de los módulos fotovoltaicos en el área a ocupar debe ser de 1.16 m, de este modo minimiza las sombras, asegura alta eficiencia en la generación solar, permite acceso y mantenimiento eficaces, favorece la circulación de aire para mejor rendimiento y vida útil, y contempla futuras expansiones, garantizando mayor capacidad de generación.

4.2.3.8. Cálculo de distancia entre módulos del sistema fotovoltaico

El cálculo del área de un sistema fotovoltaico es esencial para determinar el espacio necesario para instalar los paneles solares y garantizar que el sistema funcione de

manera efectiva, para ello, Rodríguez et al. (2022), menciona que se emplea la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} \text{Área sin sin sombras} \\ = (h * l * Ds * N^{\circ} \text{ Paneles}) \end{aligned} \qquad \text{Ecuación [9]}$$

En la tabla 4 se presentan las dimensiones del módulo fotovoltaico.

Tabla 4
Dimensiones del panel fotovoltaico

Largo	2279 mm
Ancho	1134 mm
Espesor	35 mm

Nota. Elaboración propia

Ds: La distancia a la que están separados los paneles solares para evitar sombras mutuas es de 1.16 metros.

N° Paneles: Los paneles se han conectado en paralelo, y hay 17 paneles en cada conjunto.

Área sin sombras: Se refiere al espacio libre de sombras donde los paneles solares pueden recibir luz solar directa y es crucial para optimizar la eficiencia y la producción de energía de un sistema solar.

El cálculo es el siguiente:

$$\text{Área sin sin sombras} = (h * l * Ds * N^{\circ} \text{ Paneles})$$

$$\text{Área sin sin sombras} = (2.279m * 1.134m * 1.16m * 34)$$

$$\text{Área sin sin sombras} = 101.93 \text{ m}^2$$

Entonces, el área sin sombras destinada al sistema de paneles solares es aproximadamente de 102.00 metros cuadrados. Esto significa que, cuando los

paneles se disponen con una distancia de sombra de 1.16 metros entre ellos, el área ocupada por los módulos fotovoltaicos es de aproximadamente 101.93 metros cuadrados, lo que permite una captura efectiva de la luz solar para la generación de energía.

4.2.3.9. Cálculo de dispositivos de control y protección

Para llevar a cabo el cálculo, es imprescindible configurar el sistema adecuadamente. En este contexto, el inversor tiene la capacidad de manejar un amperaje inferior a 30 A y un voltaje por debajo de 1000V. Por lo tanto, la disposición óptima consiste en 9 conjuntos de 2 paneles conectados en paralelo y 8 conjuntos de 2 paneles conectados en paralelo, estos 17 conjuntos se conectan en serie, por lo que se obtuvo como resultado final un circuito 26.24 A y 377.55 V, un circuito 26.24 A y 335.60 V respectivamente (Cantos, 2016). Como se muestra en la ecuación 10 y 11.

Donde:

I = Intensidad del módulo fotovoltaico

V = Voltaje del módulo fotovoltaico

Amperaje de circuito

$$= N^{\circ} \text{ paneles paralelo} * I \quad \text{Ecuación [10]}$$

$$\text{Amperaje} = 2 * 13.12$$

$$\text{Amperaje} = 26.24$$

Voltaje de circuito

$$= N^{\circ} \text{ conjuntos en serie} * V \quad \text{Ecuación [11]}$$

Para la serie de 9 conjunto de paneles.

$$\text{Voltaje} = 9 * 41.95$$

$$\text{Voltaje} = 377.55$$

Para la serie de 8 conjunto de paneles.

$$\text{Voltaje} = 8 * 41.95$$

$$\text{Voltaje} = 335.60$$

El cálculo de los dispositivos de protección como fusible, porta fusible y llave termomagnética DC, se realiza teniendo con los valores del circuito y el factor de corrección, que para amperaje es 1.25 y para voltaje es 1.20 (Cantos, 2016). Como se expresa en las ecuaciones 12 y 13.

$$\text{Amperaje dispositivos} = \text{Amperaje de circuito} * \text{factor de corrección} \quad \text{Ecuación [12]}$$

$$\begin{aligned} \text{Amperaje dispositivos} &= 26.24 * 1.25 \\ \text{Amperaje dispositivos} &= 32.80 \end{aligned}$$

$$\text{Voltaje dispositivos} = \text{voltaje de circuito} * \text{factor de corrección} \quad \text{Ecuación [13]}$$

Para la serie de 9 conjunto de paneles.

$$\begin{aligned} \text{Voltaje dispositivos} &= 377.55 * 1.20 \\ \text{Voltaje dispositivos} &= 453.06 \end{aligned}$$

Para la serie de 9 conjunto de paneles.

$$\begin{aligned} \text{Voltaje dispositivos} &= 335.60 * 1.20 \\ \text{Voltaje dispositivos} &= 402.72 \end{aligned}$$

Por lo que, se obtuvo como resultado que los dispositivos de protección deben tener valores aproximados a 32.80 A, para la serie de 9 paneles en conjunto 453.06 V y para la serie de 8 paneles en conjunto 402.72 V. los cuales irán conectados a cada entrada del inversor respectivamente.

Fusible

El fusible seleccionado se muestra en la figura 12.

Figura 12

Fusible seleccionado.

VOLTAJE	500	
AMPERAJE	35	

Nota. Elaboración propia

El fusible seleccionado tiene capacidad de soportar hasta 500 V y 35 A.

Porta fusible

La portafusible seleccionada se muestra en la figura 10.

Figura 13

Portafusible seleccionado.

VOLTAJE	500	
AMPERAJE	35	

Nota. Elaboración propia

Este portafusible es compatible con 500 V y 35 A.

Llave termomagnética DC

La llave termomagnética de corriente continua seleccionada se muestra en la figura 14.

Figura 14

Llave termomagnética DC.

VOLTAJE	500	
AMPERAJE	40	

Nota. Elaboración propia

Esta llave termomagnética es para corriente continua, así mismo, tiene capacidad de hasta 500 V y 40 A

Llave termomagnética AC

En este caso, se realiza mediante la ley de ohm, donde se tuvo una potencia de 15kW y un voltaje de 380v, qué son las características de salida del inversor en corriente alterna trifásica (Cantos, 2016).

$$I = P/V$$

Ecuación [14]

$$I = \frac{15kW}{380V}$$


$$I = 39.47A$$

Por lo que se ha seleccionado una llave termomagnética de 50 A.

En la figura 15 se presentan las características de la llave termomagnética seleccionada.

Figura 15

Llave termomagnética AC.

Marca:	Bticino	
Amperaje:	50 A	
Voltaje:	400 V	

Nota. Elaboración propia

El interruptor termomagnético Bticino es una buena opción para aplicaciones que requieren una corriente de hasta 50 amperios a una tensión de 400 voltios.

En resumen, se ha dimensionado un sistema fotovoltaico que cubrirá el 15% de la demanda energética del taller mecánico y de transporte, considerando la eficiencia de los paneles solares, la capacidad del inversor y otros factores. Se ha calculado el número de paneles, la corriente, la sección del cable y la distancia de sombra necesaria para asegurar un funcionamiento eficiente del sistema. Este enfoque equilibrado busca alcanzar la sostenibilidad energética sin inversiones desmesuradas y considera la capacidad técnica y financiera de la empresa. Como se visualiza a continuación.

Se presenta un resumen del dimensionamiento del sistema fotovoltaico en la tabla 5.

Tabla 5

Resumen del Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Aspecto	Valor/resultado
Demanda energética total	591.60 kWh/día
Demanda energética a cubrir con el dimensionamiento	88.74 kWh/día
Potencia fotovoltaica	15.22 kW
Número de paneles	34 paneles
Inversor	Huawei sun2000-15ktl-m0 15 kW trifásico
Corriente de cortocircuito (Imax)	32.80 A
Sección del cable	6 AWG

Inclinación del panel fotovoltaico	18°
Distancia de sombra	1.16 m
Área del sistema fotovoltaico	102 m ²

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 5 se resume el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, en el cual se destaca una demanda energética total diaria de 591,60 kWh, de la cual se busca cubrir 88,74 kWh mediante la instalación de 34 paneles solares con una potencia total de 15.221 kW, respaldada por un inversor trifásico Huawei sun2000-15kTL-M0 de 15 kW. La corriente de cortocircuito máxima es de 32.80 A, y se utiliza cable 6 AWG para la conexión. La inclinación de los paneles es de 18°, con una distancia de sombra de 1,16 metros y un área total del sistema fotovoltaico de 102 metros cuadrados. Estos datos esenciales brindan información crucial para la planificación, instalación y operación eficiente de dicho sistema de energía solar. En el anexo 11 se puede observar una imagen referencial del arreglo del sistema fotovoltaico.

4.3 Análisis detallado de los posibles ahorros en costos de consumo de energía eléctrica y los costos asociados con la implementación de un sistema fotovoltaico.

4.3.1. Análisis Económico

Se procede a realizar el análisis económico del flujo de caja.

Como se muestra en la tabla 6, un desglose completo de los costos asociados con la inversión en un sistema de energía solar, detallando los precios unitarios y cantidades necesarias para cada componente, desde paneles solares e inversores hasta elementos como el termomagnético y el cableado. Destaca que los paneles solares representan la mayor parte de la inversión, seguidos por el inversor y la puesta a tierra. El costo total de la inversión asciende a S/ 44,079.58, lo que proporciona una visión precisa de los gastos necesarios para implementar este sistema.

En la tabla 6 se presentan los costos por inversión.

Tabla 6
Inversión

INVERSIÓN					
ITEM	PRECIO	CANTIDAD		TOTAL	
Panel Solar	S/ 720.30	34	S/		24,701.71
Inversor	S/ 14,776.87	1	S/		14,776.87
Termomagnético	S/ 115.00	1	S/		115.00
Caja combinadora	S/ 160.00	1	S/		160.00
Cableados	S/ 80.00	3	S/		240.00
Conectores y protecciones	S/ 326.00	1	S/		326.00
Estructura hierro galvanizado	S/ 440.00	4	S/		1,760.00
Puesta a tierra	S/ 2,000.00	1	S/		2,000.00
TOTAL	S/ 18,618.17		S/		44,079.58

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 6, la potencia total del sistema se encuentra en el “ITEM” del “Inversor”, que tiene una capacidad de 15 kW. Al dividir la inversión total de S/ 44,079.58 entre la potencia del inversor (15 kW), se obtiene un valor de aproximadamente S/ 2,938.64 por kilovatio (kW) de potencia instalada. Esta métrica es fundamental para evaluar el costo de la inversión por unidad de potencia generada, lo que permite una mejor comprensión de la eficiencia del sistema económico fotovoltaico en cuestión.

Se determinan los costos de instalación, la cual será desarrollada por personal de la empresa.

La Tabla 7 proporciona información esencial sobre los costos de capacitación del personal de la empresa para la instalación del sistema fotovoltaico. La capacitación del personal es crucial para garantizar la correcta instalación y funcionamiento del sistema fotovoltaico. Proporciona a los empleados las habilidades necesarias para abordar tareas específicas relacionadas con la instalación y el mantenimiento del sistema, lo que mejora la eficiencia operativa, reduce los riesgos de errores y aumenta la seguridad en el lugar de trabajo. En última instancia, la capacitación del personal es una inversión que garantiza que el proyecto de energía solar se ejecute de manera exitosa y sostenible a largo plazo.

En la tabla 7 se presentan los costos por capacitación para el personal que realizará la instalación del sistema fotovoltaico.

Tabla 7*Costo de capacitación del personal para la instalación del sistema fotovoltaico.*

COSTOS DE CAPACITACIÓN PARA INSTALACIÓN						
ITEM	PRECIO		CANTIDAD		TOTAL	
Personal	S/	230.00	S/	4.00	S/	920.00
TOTAL					S/	920.00

Nota. Elaboración propia.

Se definen los gastos anuales, en este caso mantenimiento.

La Tabla 8 detalla los gastos anuales de mantenimiento del sistema fotovoltaico, con un presupuesto de S/ 1,020.00 por año. Este mantenimiento abarca el cuidado de cada panel solar, incluyendo inspecciones, limpieza y reparaciones menores para asegurar su óptimo funcionamiento. La frecuencia de mantenimiento implica inspecciones trimestrales y limpieza profunda anual. Esta inversión contribuye a prolongar la vida útil de los componentes, evitando fallos imprevistos y garantizando un rendimiento óptimo del sistema, protegiendo la inversión inicial y asegurando beneficios continuos para la empresa.

Tabla 8*Gastos anuales*

ITEM	GASTOS ANUALES				
	PRECIO	FRECUENCIA	CANTIDAD	TOTAL	
Mantenimiento por panel	S/ 30.00	Anual	34	S/ 1,020.00	
TOTAL				S/ 1,020.00	

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 9, se visualiza el cálculo de la depreciación del sistema fotovoltaico, la cual para dispositivos eléctricos es de 10 años según la tabla de tiempos de vida útil de los equipos determinada por la SUNAT, la cual se toma como referencia para contribuir a determinar la viabilidad del proyecto, así mismo, esta se encuentra en el anexo 13.

En la tabla 9 se visualizan los costos por depreciación de equipos.

Tabla 9
Depreciación de equipos

DEPRECIACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO						
ITEM	PRECIO	CANTIDAD	VALOR A DEPRECIAR	AÑOS POR DEPRECIAR	DEPRECIACIÓN ANUAL	
Panel Solar	S/ 720.30	34	S/ 24,701.71	10	S/ 2,470.17	
Inversor	S/ 14,776.87	1	S/ 14,776.87	10	S/ 1,477.69	
Termomagnético	S/ 115.00	1	S/ 115.00	10	S/ 11.50	
Caja combinadora	S/ 160.00	1	S/ 160.00	10	S/ 16.00	
Cableados	S/ 80.00	3	S/ 240.00	10	S/ 24.00	
Conectores y protecciones	S/ 326.00	2	S/ 326.00	10	S/ 32.60	
Estructura hierro galvanizado	S/ 440.00	4	S/ 1760.00	10	S/ 176.00	
TOTAL			S/ 42,079.58		S/ 4,207.96	

Nota. Elaboración propia.

La tabla 10 donde se muestra la facturación de los costos mensuales durante el año 2022, lo que proporciona una visión clara de los gastos en cada mes. Es evidente que hay variaciones significativas en los costos a lo largo del año. Por ejemplo, los meses de octubre y noviembre registran los costos más altos, con S/ 9,668.76 y S/ 10,855.58 respectivamente, lo que sugiere que estos meses pueden ser particularmente costosos en comparación con otros. Por otro lado, el mes de setiembre tiene el costo más bajo, con S/ 6,041.98

En la tabla 10 se presentan los costos por facturación del periodo 2022.

Tabla 10
Costos de Facturación

Periodo 2022	Costo
Enero	S/ 8,126.91
Febrero	S/ 7,787.18
Marzo	S/ 8,443.05
Abril	S/ 7,861.21
Mayo	S/ 8,100.21
Junio	S/ 6,929.48
Julio	S/ 7,099.19
Agosto	S/ 7,323.81
Setiembre	S/ 6,041.98

Octubre	S/	9,668.76
Noviembre	S/	10,855.58
Diciembre	S/	8,897.27
ANUAL	S/	97,134.63

Nota. Elaboración propia

Se visualiza la figura 16 con los costos de facturación del periodo 2022

Figura 16

Facturación Periodo 2022.



Nota. Elaboración propia.

La visualización de la figura 16 proporcionada presenta la facturación de la empresa a lo largo de 2022, revelando una estabilidad mensual con un promedio de S/ 10,000. Los picos en enero y diciembre, coincidentes con las festividades de fin de año, indican un aumento en la demanda. Por otro lado, los meses de abril y mayo, asociados con la Semana Santa y el Día del Trabajador, muestran una disminución en la facturación. La interpretación varía según el contexto del negocio; para minoristas, refleja mayor demanda festiva, mientras que, para servicios, sugiere una menor actividad durante eventos como Semana Santa. En conjunto, el gráfico evidencia un desempeño positivo con ingresos estables y un crecimiento durante períodos de mayor demanda.

4.3.2. Cálculos de ahorro

Por último, el beneficio anual del sistema fotovoltaico, El sistema fotovoltaico implementado en la empresa genera un beneficio anual notable, al ahorrar un 15% en la facturación eléctrica anual al cubrir el 15% de la demanda energética total de la organización. Este ahorro se traduce en un ahorro financiero significativo y contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la dependencia de la red eléctrica convencional. La Tabla 17 muestra claramente que el ahorro asciende a S/ 14,570.19, siendo este monto el 15% de la facturación anual de S/ 97,134.63, respaldando la rentabilidad y el retorno de la inversión del sistema fotovoltaico.

La tabla 17 proporciona una visión detallada de los costos mensuales de consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL durante el año 2022, tanto antes como después de la implementación del sistema fotovoltaico. Es evidente que la adopción del sistema fotovoltaico ha tenido un impacto significativo en la reducción de los costos de consumo de energía eléctrica. Antes de la implementación, la facturación promedio mensual era de S/ 8,094.55. Donde se observa el consumo eléctrico mensual de los equipos según el diagrama de carga es de 17,747.92 kWh, para luego realizar el cálculo de la demanda energética, donde la energía a cubrir es de 2,662.19 kWh mensuales equivalente al 15% de la demanda total del consumo eléctrico del taller, así mismo, se puede observar que la estimación del costo del kWh de la empresa que brinda el servicio eléctrico es de S/ 0.46, calculado de manera general debido a que ElectroSur toma en cuenta ciertos criterios para calcular los costos por consumo hora fuera de punta, hora punta, potencia de generador, así como también potencia por distribuidor; resultando así en un ahorro mensual promedio de S/ 1,214.18, así mismo teniendo el mismo porcentaje de ahorro en kWh como en soles.

En la tabla 17 se presentan los ahorros en el costo de facturación de suministro eléctrico.

Tabla 11

Reducción de costos de consumo de energía eléctrica

PERIODO 2022	Costos pre D.F.	KWh pre D.F.	cálculo del Precio de KWh	KWh post D.F.	Ahorro KWh	Costos post D.F.	Ahorro S/
Enero	S/ 8,126.91	17747.92	S/ 0.46	15085.73	2662.19	S/ 6,907.87	S/ 1,219.04

Febrero	S/ 7,787.18	17747.92	S/ 0.44	15085.73	2662.19	S/ 6,619.10	S/ 1,168.08
Marzo	S/ 8,443.05	17747.92	S/ 0.48	15085.73	2662.19	S/ 7,176.59	S/ 1,266.46
Abril	S/ 7,861.21	17747.92	S/ 0.44	15085.73	2662.19	S/ 6,682.03	S/ 1,179.18
Mayo	S/ 8,100.21	17747.92	S/ 0.46	15085.73	2662.19	S/ 6,885.18	S/ 1,215.03
Junio	S/ 6,929.48	17747.92	S/ 0.39	15085.73	2662.19	S/ 5,890.06	S/ 1,039.42
Julio	S/ 7,099.19	17747.92	S/ 0.40	15085.73	2662.19	S/ 6,034.31	S/ 1,064.88
Agosto	S/ 7,323.81	17747.92	S/ 0.41	15085.73	2662.19	S/ 6,225.24	S/ 1,098.57
Septiembre	S/ 6,041.98	17747.92	S/ 0.34	15085.73	2662.19	S/ 5,135.68	S/ 906.30
Octubre	S/ 9,668.76	17747.92	S/ 0.54	15085.73	2662.19	S/ 8,218.45	S/ 1,450.31
Noviembre	S/ 10,855.58	17747.92	S/ 0.61	15085.73	2662.19	S/ 9,227.24	S/ 1,628.34
Diciembre	S/ 8,897.27	17747.92	S/ 0.50	15085.73	2662.19	S/ 7,562.68	S/ 1,334.59
ANUAL	S/ 97,134.63	212,975.06	S/ 0.46	181,028.80	31,946.26	S/82,564.44	S/ 14,570.19

Nota. Elaboración Propia

La Tabla 11 presenta una evaluación detallada de la reducción de costos en el consumo de energía eléctrica durante el año 2022. Se observa una variación mensual en los costos pre dimensionamiento fotovoltaico y en los kilovatios hora (kWh) consumidos. La implementación del sistema fotovoltaico resulta en ahorros consistentes, alcanzando un total anual de 31,946.26 kWh y un ahorro financiero de S/14,570.19. Se destacan los meses de noviembre y diciembre como periodos con los mayores costos y ahorros, sugiriendo la efectividad de la estrategia implementada. La información detallada proporciona una visión completa de la gestión de costos a lo largo del año.

En total, el ahorro anual asciende a S/ 14,570.19, equivalente al 15% de la facturación anual, lo que demuestra el impacto positivo y la eficiencia económica de la implementación de la energía solar en el taller mecánico y transportes Ilo SRL.

4.3.3. Costos asociados con la implementación de un sistema fotovoltaico

Con los beneficios obtenidos por la reducción de los costos de facturación de consumo de energía, se desarrolló el estado de resultado en la tabla 12 dado por el ingreso y/o beneficio anual de S/14,570.19, costos operativos de S/1,020.00, la depreciación de los activos tangibles de S/4,207.96 generando así una utilidad positiva desde el primer año de S/ 9,342.24.

Tabla 12*Estado de resultados*

Año	Ingresos	Costos operativos	Depreciación	Utilidad
1	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
2	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
3	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
4	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
5	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
6	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
7	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
8	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
9	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24
10	S/14,570.19	S/1,020.00	S/4,207.96	S/9,342.24

Nota. Elaboración propia.

Con ello, se determinó el flujo de caja en la tabla 13, conformado por la utilidad anual, la depreciación y la inversión del dimensionamiento fotovoltaico, teniendo así un flujo neto económico positivo desde el primer año equivalente a S/13,550.19 además, en base al flujo acumulado se observa que a partir del cuarto año se tiene una utilidad positiva.

Tabla 13*Flujo de caja*

Año	Utilidad	Depreciación	Inversión	FNE	ACUMULADO
0			S/44,999.58	-S/44,999.58	-S/44,999.58
1	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	-S/31,449.39
2	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	-S/17,899.19
3	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	-S/4,349.00
4	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/9,201.20
5	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/22,751.39
6	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/36,301.59
7	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/49,851.78
8	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/63,401.98
9	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/76,952.17
10	S/9,342.24	S/4,207.96		S/13,550.19	S/90,502.36

Nota: Elaboración propia.

Donde se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 9,182.42, el cual es una medida que se utiliza para calcular la rentabilidad de una inversión o proyecto al considerar el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por ese proyecto, así mismo, un Tasa Interna de Retorno (TIR) positivo de 27.45% mayor al TMAR, siendo una medida que se utiliza para calcular la tasa de rendimiento de un proyecto o inversión. De igual manera una relación beneficio costo de 1.19 indicando una ganancia de 0.19 soles por cada sol invertido. Por último, el periodo de retorno de 3 años, 3 meses y 26 días, esta medida es utilizada en la evaluación de proyectos de inversión para determinar el tiempo que se tardará en recuperar la inversión inicial realizada en un proyecto a través de los flujos de efectivo generados por ese proyecto.

En la tabla 14 se presentan los indicadores del análisis económico del proyecto

Tabla 14

Indicadores de la viabilidad del proyecto

VAN	S/9,182.42
TIR	27.45%
B/C	1.19
PR	3 años, 3 meses y 26 días

Nota. Elaboración propia.

En el análisis económico detallado del proyecto de implementación de un sistema fotovoltaico, se observa una inversión inicial de S/ 44,999.58, con costos adicionales de capacitación de personal de S/ 920.00, gastos anuales de mantenimiento S/ 1,020.00. Se establece una depreciación anual de activos tangibles de S/ 4,207.96. Sin embargo, el sistema genera un beneficio anual de S/ 14,570.19 al ahorrar un 15% en la facturación eléctrica anual, lo que resulta en una utilidad positiva desde el primer año de S/ 9,342.24. El flujo de caja neto económico es positivo desde el primer año, con un VAN de S/ 9,182.42, una TIR del 27.45%, una relación B/C de 1.19, y un periodo de retorno de 3 años, 3 meses y 26 días, lo que indica que el proyecto es viable y rentable.

4.4 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico que permita disminuir los costos del consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL.

La tabla 15 proporciona información clave sobre el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico. La potencia del sistema es de 15kW. A lo largo del día, el sistema puede producir un promedio de 88,74 kWh de electricidad, mientras que, a lo largo del mes, la producción mensual asciende a 2.662,19 kWh. En un período de un año, el sistema fotovoltaico es capaz de generar un total de 31.946,26 kWh de energía limpia y renovable.

Tabla 15
Características del sistema fotovoltaico

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	
POTENCIA	15kW
ENERGÍA kWh	
DÍA	88.74
MES	2,662.19
AÑO	31,946.26

Nota. Elaboración propia.

4.4.1. Cálculo de reducción de CO₂

El sistema fotovoltaico tendrá una producción anual de 31,946.26 kWh. La empresa TMT ILO SRL tiene un consumo anual de 212,975.06 kWh de energía, asimismo empresa emite 116.49 TCO₂. Según, Herrera (2023) indica que cada 1 kWh consumida de energía eléctrica es equivalente a 0.547 KgCO₂, de acuerdo a ello se procede a calcular cuánto GEI se dejará de emitir con el direccionamiento fotovoltaico realizado. Considerando la producción anual del sistema fotovoltaico. Donde GEI es gas de efecto invernadero, Fe es factor emisión y Ea es energía producida anual.

$$GEI = Fe * E \text{ anual} \qquad \text{Ecuación [15]}$$

$$GEI = 0.542 \text{ Kg} * 31,946.26 \text{ kwh}$$

$$GEI = 17.31 \text{ TCO}_2$$

Según el cálculo realizado se dejará de emitir 17.31 TCO₂, lo que significa al año la empresa dejará de emitir 14.84% menos, del 116.49 TCO₂ de emisión anual por la empresa. Con la implantación del sistema fotovoltaico la empresa TMT ILO SRL tendrá una emisión anual de GEI 99.18 TCO₂, que es la reducción al 85.16% del total CO₂ que emitía la empresa sin la implementación del sistema fotovoltaico.

V. DISCUSIÓN

Es evidente que la adopción del sistema fotovoltaico ha tenido un impacto significativo en la reducción de los costos de consumo de energía eléctrica. Antes de la implementación, la facturación promedio mensual era de S/ 8,094.55 ya que el consumo eléctrico mensual de los equipos es de 17,747.92 kWh, con una energía cubierta de 2,662.19 kWh mensuales equivalente al 15% de la demanda total del consumo eléctrico del taller, así mismo, la estimación del costo del kWh de la empresa que brinda el servicio eléctrico es de S/ 0.46, resultando así en un ahorro mensual promedio de S/ 1,214.18, así mismo teniendo el mismo porcentaje de ahorro en kWh como en soles. El sistema fotovoltaico implementado en la empresa genera un beneficio anual notable, al ahorrar un 15% en la facturación eléctrica anual de la demanda energética total de la organización, el ahorro asciende a S/ 14,570.19, siendo este monto el 15% de la facturación anual de S/ 97,134.63, respaldando la rentabilidad y el retorno de la inversión del sistema fotovoltaico. Como resultados de la investigación se determinó que la hora solar pico promedio de la zona es de 5.83, el dimensionamiento tiene una potencia de 15 kW, un abastecimiento de energía diaria de 88.74 kWh, lo que equivale al 15 % de la demanda energética requerida por la empresa. Así mismo el costo de la inversión para la implementación de un sistema fotovoltaico es de S/ 44,999.58, generando un beneficio anual de S/ 14,570.19, teniendo un van de S/ 9,182.42, un TIR del 27.45% en un periodo de retorno de 3 años, 3 meses y 26 días. La implementación de sistemas fotovoltaicos en empresas y organizaciones es una estrategia efectiva para reducir costos operativos y disminuir la dependencia de fuentes convencionales de energía. Los paneles solares convierten la energía solar en electricidad, lo que puede conducir a ahorros significativos a lo largo del tiempo. Además, la inversión en sistemas fotovoltaicos se ha vuelto más accesible debido a la disminución de los costos de los componentes solares y los incentivos gubernamentales para la energía renovable. En el contexto científico social, en un momento en el que la sostenibilidad y la eficiencia energética son prioritarias, este estudio ofrece una perspectiva práctica que respalda la adopción de sistemas fotovoltaicos en empresas, contribuyendo así al avance científico y a la promoción de prácticas empresariales socialmente responsables. El análisis de los resultados revela un ahorro anual significativo en costos de consumo de energía eléctrica, con

un flujo de caja positivo y un periodo de retorno razonable. Así mismo, durante la investigación se encontró a Espinoza (2020), quien obtuvo como resultados una inversión de S/ 40,000.00 para su sistema fotovoltaico, del cual obtuvo un beneficio anual de S/ 9,238.29, dando como resultado un Van de S/ 54,647.26, un TIR del 20% en un periodo de retorno de 4 años y 4 meses. La evaluación de este proyecto implica considerar la inversión inicial necesaria para adquirir y montar el sistema fotovoltaico, así como los costos operativos asociados, como el mantenimiento y la depreciación de los activos tangibles. Además, se evalúa el beneficio anual derivado de la generación de energía solar, que se traduce en un ahorro en los costos de consumo de energía eléctrica. El análisis de los resultados obtenidos determina que la inversión en sistemas fotovoltaicos puede ser económicamente viable y rentable, respaldando la adopción de energía solar como una estrategia para reducir costos y promover la sostenibilidad. Al realizar el análisis de los resultados de ambas investigaciones se observa que el dimensionamiento fotovoltaico en Ilo permite un ahorro un poco más elevado en un 57.71% a comparación del sistema fotovoltaico en la Universidad Ricardo Palma, así mismo la inversión en Ilo es ligeramente superior por un 12.50% a la de la Universidad Ricardo Palma, el VAN en este caso es apenas el 16.77% del VAN generado por el sistema fotovoltaico de la Universidad Ricardo Palma, en cambio el TIR es más elevado por un 7.45%, por último, el periodo de retorno del dimensionamiento del sistema fotovoltaico en Ilo es un 22.58% más corto en comparación del sistema fotovoltaico de la Universidad Ricardo Palma.

La metodología aplicada, centrada en un enfoque cuantitativo, ofrece soluciones prácticas para abordar los desafíos energéticos del taller TMT ILO SRL, destacando la importancia de la gestión responsable de recursos. Sin embargo, es fundamental reconocer algunas debilidades inherentes en la metodología, una de ellas es la falta de manipulación de variables, lo que podría comprometer la generalización de los resultados obtenidos, además la ausencia de control sobre ciertos factores puede afectar la validez y aplicabilidad de las conclusiones, otra debilidad destacada es la exclusividad en la consideración de la radiación solar como factor determinante, este enfoque puede pasar por alto factores críticos adicionales que podrían incidir significativamente en la eficiencia del sistema fotovoltaico. A pesar de estas debilidades identificadas, las fortalezas de la metodología no deben subestimarse,

ya que la precisión con la que se calculó los costos y beneficios asociados a la implementación del sistema fotovoltaico en el entorno empresarial es una ventaja, facilitando una toma de decisiones fundamentada, además de ello se proporcionó una visión clara de la situación, permitiendo a la empresa evaluar de manera efectiva los posibles impactos financieros y operativos de la adopción de tecnologías solares.

Esta investigación posee una significativa relevancia en el ámbito científico y social al evidenciar que la introducción de sistemas fotovoltaicos en empresas, como estrategia para la reducción de costos operativos y la promoción de la sostenibilidad, no sólo es teóricamente plausible sino también financieramente viable. Los resultados concretos, que incluyen ahorros anuales sustanciales, un periodo de retorno de tres años y un TIR del 27.45%, proporcionan una base sólida para respaldar la adopción de tecnologías sostenibles en el entorno empresarial, en un contexto donde la conciencia sobre la eficiencia energética y la responsabilidad ambiental es cada vez más crucial, este estudio no solo contribuye al avance científico al aportar evidencia empírica, sino que también fomenta prácticas empresariales que reflejan un compromiso genuino con la sostenibilidad y la responsabilidad social.

Los resultados obtenidos en la investigación destacan la variabilidad en la radiación solar y las condiciones de temperatura entre los años 2021 y 2022 en la ubicación del Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL, distrito de Ilo, Departamento de Moquegua, siendo estas fundamentales para comprender el entorno climático en el que se llevará a cabo el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico en el lugar de estudio. La disminución en la irradiación solar en 2022, especialmente durante la temporada de verano en comparación con 2021, resalta la necesidad de considerar esta variabilidad en el diseño de sistemas fotovoltaicos para la producción de energías renovables. Además, al calcular la hora solar pico (HSP) a partir de la irradiación de la zona con un valor de 5.83 kWh/m², cuyo valor es obtenido de la base de datos de la página Nasa Power, se demuestra la importancia de este parámetro para maximizar la generación de energía y optimizar el tamaño del sistema fotovoltaico. Estos datos fundamentan la toma de decisiones enfocadas en la implementación de sistemas de energía solar en la región de Moquegua, subrayando cómo a pesar de que existe un índice de recurso solar adecuado para

el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos la variabilidad climática puede influir en la eficiencia y rentabilidad de dichos sistemas y, por lo tanto, la necesidad de un diseño cuidadoso y adaptado a las condiciones locales. Así mismo, Herrera (2023), en su investigación obtuvo como resultado una hora solar pico (HSP) promedio resultante de una radiación de 3.73 kWh/m², siendo este el indicador necesario para poder realizar el cálculo de energía eléctrica que podrá producir la implementación del dimensionamiento fotovoltaico en el centro poblado Angash, perteneciente a Jaén. En el cual también fue determinado mediante la página Nasa Power. Se observa que en ambas investigaciones se obtienen datos de la página Nasa Power, sin embargo, en la zona de Ilo se encontró una hora solar pico mayor en un 56.35% a comparación de la encontrada en el centro poblado Angash, significando que en Ilo, hay un mayor potencial para la generación de energía a partir de paneles solares durante el día debido a un período más largo de radiación solar óptima, lo que se expresa en una mejor viabilidad para el proyecto, así mismo, el dimensionamiento realizado en Angash no deja de ser viable para la producción de energía eléctrica en la zona, lo que significa que el proyecto si es viable en una proyección a largo plazo.

La metodología empleada en la investigación sobre la implementación de un sistema fotovoltaico en el Taller Mecánico y Transporte Ilo SRL destaca por su análisis temporal detallado, abordando la variabilidad climática entre 2021 y 2022 en la ubicación específica. La precisión en el cálculo de la Hora Solar Pico a partir de datos de irradiación local de la página Nasa Power refleja una atención meticulosa a los parámetros cruciales para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, mientras que la comparación con otra investigación en Angash añade robustez al análisis. Sin embargo, la limitación en la extracción de datos históricos a solo dos años introduce cierta incertidumbre en las proyecciones, y la dependencia exclusiva de datos de Nasa Power podría limitar la generalización de los resultados al no incluir múltiples fuentes de datos climáticos locales.

Desde el punto de vista científico, la investigación es relevante al ofrecer una comprensión detallada de la variabilidad climática y su impacto en el diseño de sistemas fotovoltaicos, contribuyendo así al conocimiento en este campo. Socialmente, la relevancia radica en la información crítica proporcionada para la toma de decisiones en la implementación de tecnologías sostenibles, con

implicaciones económicas y medioambientales significativas para la región de Moquegua y otros lugares con características climáticas similares. Además, al destacar la importancia de considerar la variabilidad climática en el diseño de sistemas fotovoltaicos, la investigación aboga por prácticas más informadas y adaptadas a condiciones locales, promoviendo la sustentabilidad y la eficiencia en la generación de energía renovable.

Como resultados de la investigación se obtuvo que, el sistema fotovoltaico genera una producción de energía eléctrica mensual de 2,662.19 kWh cubriendo el 15 % de la demanda total, el sistema emplea paneles monocristalinos de 550w, los cuales en conjunto considerando pérdidas arrojan una potencia final en el sistema fotovoltaico de 15 kW. La producción de energía eléctrica mensual a través de un sistema fotovoltaico se basa en la conversión de la radiación solar en electricidad. La cantidad de energía generada depende de varios factores, incluyendo la eficiencia de los paneles solares, la potencia nominal de los paneles y la radiación solar incidente en el área. Los paneles solares monocristalinos son conocidos por su alta eficiencia en la conversión de la radiación solar en electricidad, para determinar la potencia total del sistema, se suman las potencias individuales de los paneles utilizados, así mismo, la capacidad de un sistema fotovoltaico para cubrir un porcentaje específico de la demanda total se evalúa considerando la producción total la demanda de energía y el área disponible para la instalación de los módulos fotovoltaicos, lo que permite dimensionar el sistema de manera apropiada. Los resultados revelan que el sistema fotovoltaico analizado es capaz de generar una producción mensual de energía eléctrica de 2.662,19 kWh, lo que representa el 15% de la demanda total de energía la cual es de 17,747.92 kWh. Este logro se basa en el uso de 34 paneles monocristalinos de 550W cada uno, que, a pesar de enfrentar pérdidas debidas a factores ambientales y de eficiencia, contribuyen a obtener una potencia final en el sistema de 15 kW. Estos datos sustentan la viabilidad y eficacia de este sistema fotovoltaico en la generación de energía limpia y en la reducción de la dependencia de fuentes de energía convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad y ahorro de energía en el contexto analizado. Así mismo en hallazgos anteriores se encontró a Ioannou (2020), quien obtuvo como resultados que el centro de salud tiene como requerimiento una potencia total de 10.75 kW, una demanda energética diaria de 32.5 kWh, con una demanda de

energía mensual de 975 kWh, donde se realizó un dimensionamiento fotovoltaico con una potencia de 17.44 kW, y una energía diaria acumulada de 48.27kW, los cuales fueron calculados para abastecer al centro médico con dos días de autonomía, así mismo los módulos fotovoltaicos seleccionados fueron policristalinos de 245 W, el sistema fotovoltaico arroja una potencia de 17.44 KW. Así mismo, estos cálculos se basan en los principios de generación de energía solar fotovoltaica y en el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos. El dimensionamiento se lleva a cabo considerando la demanda de energía, la disponibilidad de recursos solares en la ubicación y la eficiencia de los componentes del sistema, como los módulos fotovoltaicos. Los días de autonomía implica la capacidad de almacenar energía en baterías para cubrir la demanda en días con poca o ninguna radiación solar, así mismo, la selección de los paneles solares se basa en su capacidad para capturar la energía solar disponible y convertirla en electricidad utilizable. Los resultados presentados indican una elevada producción de energía eléctrica debido a que el dimensionamiento tomó como criterio 2 días de autonomía en su diseño, la cual es un 48.49% mayor a la demanda de energía requerida. Así mismo la potencia producida es de igual manera mayor en un 62.28% a la potencia requerida, lo que determina que el centro médico puede añadir nuevos equipos, los cuales serán abastecidos sin problemas. Por otro lado, la selección de sus paneles solares policristalinos repercute en la potencia generada en el sistema debido a que tienen una menor eficiencia en comparación de los paneles solares monocristalinos. Analizando los resultados de las investigaciones se observa diferencias en el tipo de panel fotovoltaico seleccionado, por un lado el sistema fotovoltaico de Ilo emplea un panel solar monocristalino que a comparación del sistema fotovoltaico realizado para el centro médico posee un panel policristalino, así mismo la potencia de los paneles monocristalinos seleccionados es mayor a los policristalinos en un 124.49%, por otro lado en su investigación, Ioannou (2020), buscan cubrir el 148.49% de la demanda total requerida, en base a que es un sistema fotovoltaico aislado, a comparación del dimensionamiento en Ilo el cual es un sistema fotovoltaico interconectado donde se ahorra el 15% de la demanda energética requerida, sin embargo el abastecimiento energético en Ilo es mayor en un 83.76% a la del centro médico, donde el sistema fotovoltaico aislado aumenta la disponibilidad de energía

en días nublados pero con un costo más elevado en la inversión debido a las baterías, por otro lado el sistema fotovoltaico interconectado es más económico, pero al haber baja irradiación de la zona este no produce energía.

La investigación es altamente relevante en el contexto científico y social al proporcionar resultados detallados sobre la eficiencia y viabilidad de un sistema fotovoltaico en Ilo. La capacidad del sistema para cubrir el 15% de la demanda total de energía, junto con la comparación con un caso similar en otro lugar, subraya la aplicabilidad práctica de la investigación. En el ámbito social, los resultados respaldan la adopción de tecnologías solares para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad y al ahorro de energía.

VI. CONCLUSIONES

1. La implementación del sistema fotovoltaico en el taller mecánico y transportes Ilo SRL ha reducido los costos de consumo de energía eléctrica a lo largo de 2022, generando un ahorro anual significativo de S/ 14,570.19. Además de los beneficios económicos, esta transición hacia la energía solar contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la dependencia de fuentes no renovables y reducir las emisiones de carbono, así mismo fomentar el uso de energía renovable en el sector industrial.
2. El análisis de los datos históricos de radiación solar en la zona de Ilo, Moquegua, muestra un potencial significativo para la generación de energía solar, con un promedio de irradiación solar en la región durante el año 2022 de 5.83 kWh/m². Los datos muestran que el año 2022 experimentó un incremento en la irradiación solar promedio en comparación con 2021. Sin embargo, las temperaturas máximas promedio fueron ligeramente más altas en 2022, mientras que las temperaturas mínimas promedio fueron más bajas.
3. El análisis y dimensionamiento del sistema fotovoltaico para atender la demanda energética del taller TMT SRL en Ilo, Moquegua, determina una potencia fotovoltaica requerida de 15,22 kW, con la instalación de 34 paneles solares de 550W Monocristalino. La inversión inicial es de S/ 44,999.58 respaldada por un inversor trifásico Huawei sun2000-15ktl-m0 de 15 KW y se utiliza cable 6 AWG para la conexión. La inclinación de los paneles es de 18°, con una distancia de sombra de 1,16 metros y un área total del sistema fotovoltaico de 102 metros cuadrados.
4. El análisis detallado de los ahorros en costos de consumo de energía eléctrica y los costos asociados con la implementación del sistema fotovoltaico demuestra que este proyecto es económicamente viable y altamente beneficioso para el taller mecánico y transportes Ilo SRL. La inversión inicial de S/ 44,999.58 genera un ahorro anual sustancial de S/ 14,570.19, resultando en una utilidad positiva desde el primer año de S/ 9,342.24. El Valor Actual Neto (VAN) es de S/ 9,182.42, con un Tasa Interna de Retorno (TIR) del 27.45% y una Relación Beneficio-Costo (B/C) de 1.19. El periodo de retorno de la inversión es de 3 años, 3 meses y 26 días.

VII. RECOMENDACIONES

En futuros proyectos de dimensionamiento fotovoltaico, se aconseja aprovechar al máximo las fuentes de información confiables y globales de datos meteorológicos, como NASA POWER, el cual es un software de servicio público y gratuito proporcionado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, lo que significa que no se requieren derechos de uso específicos. Sin embargo, su uso puede estar sujeto a políticas de uso establecidas por la NASA. A pesar de ser confiable, los datos podrían contener errores de medición debido a posibles problemas de calibración de instrumentos, variabilidad en la cobertura de nubes, limitaciones en la resolución espacial y errores de modelado. Por lo tanto, es fundamental realizar una validación y calibración adicionales para garantizar la precisión de los resultados al utilizar estos datos en proyectos de dimensionamiento fotovoltaico.

Un análisis histórico de datos de radiación solar en la zona del proyecto durante varios años es altamente recomendable. Este enfoque proporciona a los expertos en energía solar una comprensión más completa de la variabilidad estacional y anual de la radiación solar. Dicha información es invaluable para proyectos futuros en la misma área, permitiendo una planificación más precisa.

En proyectos venideros, se sugiere considerar cuidadosamente la elección de paneles solares de alta eficiencia y calidad. Esto se traduce en la maximización de la generación de energía en un espacio limitado. Se aconseja revisar fichas técnicas, comparativas de paneles y considerar factores como la eficiencia, durabilidad y garantía del fabricante antes de tomar una decisión definitiva.

Para futuros proyectos de energía solar fotovoltaica, es importante realizar un análisis financiero exhaustivo. Este análisis debe abarcar no solo los costos iniciales de instalación, sino también los costos operativos, mantenimiento y la depreciación a lo largo del tiempo. De esta manera, los inversionistas y profesionales pueden obtener una visión más completa de la rentabilidad del proyecto y tomar decisiones informadas.

REFERENCIAS

- Aponte, Guillermo, Gómez, Eduardo and Jaramillo, Andrés. 2022.** *Engineering and design of a novel high-current source for testing low-voltage electrical equipment.* s.l. : International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 143, 2022.
- Arias, Jose. 2021.** *Proyecto de Tesis guía para la elaboración.* s.l. : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- Arias, José, et al. 2022.** *Metodología de la investigación.* 2022.
- Aydin, Erdal and Brounen, Dirk. 2023.** *The rebound effect of solar panel adoption: Evidence from Dutch households.* s.l. : Energy Economics, 120, 2023.
- Baragán, Edgar, et al. 2019.** *Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad.* s.l. : EURE, 45(134): 259-277, 2019. pp. 259-277.
- Barrozo, Luiz and Dos Santos, Eduardo. 2021.** *Uma revisão dos princípios de funcionamento de células solares orgânicas.* s.l. : Rev. Bras. Ensino Fís, 43, 2021.
- Campaña, M, et al. 2023.** *Estabilidad de tensión y compensación electrónica en sistemas eléctricos de potencia usando herramientas de simulación.* s.l. : Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología, (29): 9-23, 2023.
- Cantos, Julián. 2016.** *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas.* s.l. : Ediciones Paraninfo, SA, 2016.
- Catalán, Horacio. 2021.** *Impacto de las energías renovables en las emisiones de gases efecto invernadero en México.* s.l. : Problemas del desarrollo, 52 (204) : 1 - 16, 2021.
- Chibani, Atef, et al. 2023.** *Analysis and optimization of concentrator photovoltaic system using a phase change material (RT 35HC) combined with variable metal fins.* s.l. : Journal of Energy Storage, 72, 2023.
- Diario Gestión. 2021.** Más de 70,000 talleres mecánicos necesitan capacitación en tecnologías como la electromovilidad. 2021.
- Dong, Qichabg, et al. 2023.** *Experimental study on the fire characteristics of opaque and transparent solar photovoltaic panels.* s.l. : Sustainable Energy Technologies and Assessments, 58, 2023.
- Espinoza, Luis. 2020.** *Implementación de un sistema fotovoltaico y su influencia en la eficiencia energética del alumbrado interno de la Universidad Ricardo Palma en el 2020.* s.l. : Universidad Ricardo Palma, 2020.

- Garnacho, Gloria, Moreno, Jose and Salido, Rafael. 2020.** *Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección.* s.l. : Anales de Pediatría, 92, 2020.
- Google. 2023.** Google Earth. [En línea] 12 de marzo de 2023. <https://earth.google.com/web/>.
- Govindasamy, Shanusiya and Kumar, Ashwani. 2023.** *Experimental analysis of solar panel efficiency improvement with composite phase change materials.* s.l. : Renewable Energy, 212 : 175 - 184, 2023.
- Han, Qi, et al. 2023.** *Hydrometallurgy recovery of copper, aluminum and silver from spent solar panels.* s.l. : Journal of Environmental Chemical Engineering 11 (1), 2023.
- Hancevic, Pedro and Sandoval, Hector. 2023.** *Solar panel adoption among Mexican small and medium-sized commercial and service businesses.* s.l. : Energy Economics, 126, 2023.
- Herrera, Grover. 2023.** *Diseño de un sistema fotovoltaico aislado para mejorar el suministro eléctrico de la institución educativa Señor Cautivo del centro poblado Angash, Jaén, 2022.* s.l. : Universidad César Vallejo, 2023.
- Ioannou, Kyriacos. 2020.** *Supplying Electricity to an off-grid hospital using solar PV.* 2020.
- Katepalli, Anudeep, Wang, Yuxin and Shi, Donglu. 2023.** *Solar harvesting through multiple semi-transparent cadmium telluride solar panels for collective energy generation.* s.l. : Solar Energy, 264, 2023.
- Kerr, Justin, Moores, John and Smith, Christina. 2023.** *An improved model for available solar energy on Mars: Optimizing solar panel orientation to assess potential spacecraft landing sites.* s.l. : Advances in Space Research, 72 (4) : 1431 - 1447, 2023.
- Liu, Di, Zhou, Linglin and Lin, Zhong, Wang, Jie. 2021.** *Triboelectric nanogenerator: from alternating current to direct current.* s.l. : iScience, 24(1), 2021.
- Llalla, Víctor, Ventura, Edwin and Delgado, Luis. 2020.** *Diseño de un Sistema Fotovoltaico Aislado para la Demanda Eléctrica de la Posta Medica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú.* s.l. : Universidad Nacional de Jaén, 2020.

- Macedo, Kelvin and Souza, Luiz. 2022.** *Fabricação de um forno solar de baixo custo para coacção de alimentos.* 2022.
- Majewski, Peter and Dias, Pablo. 2023.** *Product stewardship scheme for solar photovoltaic panels.* s.l. : Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 44, 2023.
- Manqueros, V., y otros. 2019.** *Implementación de un Sistema Remoto de Monitoreo y Registro de la Demanda y Consumo Eléctrico en Tiempo Real para un Sistema de Baja Tensión.* s.l. : Revista Ciencia, 1, 2019.
- Mellado, Bruna, et al. 2020.** *Using RQDA in qualitative data analysis: A tool for researching chronic pelvic pain using thematic analysis.* s.l. : Qualitative Research: Practices and challenges, 2020.
- Myeongchan, Oh, et al. 2021.** *Tolerance angle concept and formula for practical optimal orientation of photovoltaic panels.* s.l. : Renewable Energy, 167: 384-394, 2021.
- NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources.** *NASA Power.* [En línea] [Citado el: 13 de 09 de 2023.] <https://power.larc.nasa.gov/>
- Palacio, Sergio. 2020.** *Propiedades ópticas y de transporte de materiales bidimensionales.* s.l. : Universidad de Oviedo, 2020.
- Palacios, Jean and Salazar, Boris. 2022.** *Diseño de un sistema solar fotovoltaico para atender la demanda energética y reducir los gases de efecto invernadero en la población del corregimiento de Boca de León - Alto Baudó.* 2022.
- Paraschiv, Spiru. 2023.** *Analysis of the variability of low-carbon energy sources, nuclear technology and renewable energy sources, in meeting electricity demand.* s.l. : Energy Reports, 9(11): 276-283, 2023.
- Peña, Danny y Acuña, Rolando. 2021.** *Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Suministrar Energía Eléctrica en el Caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos-Cajamarca, 2021.* s.l. : Universidad Nacional de Jaén, 2021.
- Puentes, Brigitte, et al. 2021.** *Diseño de un sistema solar fotovoltaico para la comunidad indígena Pijao ubicada en el Resguardo Pocharco.* 2021.
- Quincho, Raul, et al. 2022.** *Metodología de la investigación científica: El sentido crítico, ante todo con uno mismo.* 2022.

- Rodríguez, Esteban. 2019.** *La hermenéutica gadameriana como síntesis entre el enfoque cuantitativo y cualitativo en la investigación social.* s.l. : Límite (Arica) , 14, 2019.
- Rodríguez, Fernando, Ruiz, Abraham and Valiente, David. 2022.** *Apuntes sobre la energía fotovoltaica.* 2022.
- Ruiz, Carlos and Valenzuela, Marisel. 2022.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : Universidad Nacional utonoma de Tayacaja, 2022.
- Samaila, Buhari, et al. 2022.** *Solar Photovoltaic System Design and Cost Estimations for Electrification of selected Primary Health Centres in Maiyama Local Government, Kebbi State.* s.l. : Journal of Technology Innovations and Energy, 1 (3), 2022.
- Shahraki, Reza, Zamen, Mohammad and Vahid, Seyed. 2023.** *Adaptive design for the connection of multicell HHO generator with solar photovoltaic panels.* s.l. : International Journal of Hydrogen Energy, 48 : 33422 - 33433, 2023.
- Shu, Qianwen, et al. 2023.** *Constructing graded heterojunctions for rigid and flexible inverted photovoltaics under outdoor and indoor illumination.* s.l. : Chemical Engineering Journal, 466, 2023.
- Tilmatine, Amar, et al. 2023.** *Experimental investigation of a new solar panels cleaning system using ionic wind produced by corona discharge.* s.l. : Journal of Electrostatics, 124, 2023.
- Tong, Lu, et al. 2023.** *Testing the effectiveness of deploying distributed photovoltaic power systems in residential buildings: Evidence from rural China.* s.l. : Environmental Impact Assessment Review, 104 : 53478–53493, 2023.
- Vega Carranza, Kenneth, Piedra Segura, Juan Francisco and Richmond Navarro, Gustavo. 2019.** *Photovoltaic systems sizing using graphical user interface.* s.l. : Revista Tecnológica de Costa Rica: 32 (3), 2019.
- Vega, Kenneth, Francisco, Juan and Richmond, Gustavo. 2019.** *Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica.* s.l. : Revista Tecnología en Marcha, 32 (3), 2019.
- Ventura, Edwin and Delgado, Luis. 2020.** *Diseño de un Sistema Fotovoltaico Aislado para la Demanda Eléctrica de la Posta Medica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú.* 2020.

Yaringaño, Roxani and Sonco, Rodolfo. 2021. *Estudio de propiedades estructurales y electrónicas de GaSb:V. s.l.* : Revista de Investigación de Física, 24 (3), 2021.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla De Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p style="text-align: center;">Variable Independiente:</p> <p style="text-align: center;">Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico</p>	<p>El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico consiste en calcular y seleccionar la cantidad y características adecuadas de paneles solares, baterías, inversores y otros elementos necesarios para cubrir la demanda de energía de una ubicación determinada (Mejía, 2019).</p>	<p>Se determinarán los parámetros específicos y las características necesarias de un sistema fotovoltaico mediante la realización del cálculo y la selección de la cantidad y tipo de paneles solares, inversores, baterías, cables y otros elementos necesarios para asegurar un suministro confiable y eficiente de energía solar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Irradiancia ● Demanda energética. ● Potencia ● Inclinación y orientación del panel. ● Contaminación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> ● kW/m². ● kW/h. ● kW. ● Grados ● Kg CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> ● Razón ● Razón ● Razón ● Razón ● Razón
<p style="text-align: center;">Variable Dependiente:</p> <p style="text-align: center;">Costos de Consumo de energía eléctrica</p>	<p>Los costos de consumo de energía eléctrica se refieren al importe económico que se paga por la electricidad consumida durante un período de tiempo (Arenas et al, 2020).</p>	<p>Cálculo o estimación de la cantidad de los gastos económicos asociados con el consumo de energía eléctrica en un determinado periodo de tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Cantidad de energía eléctrica consumida. ● Reducción de costos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Soles/kWh ● Costos iniciales menos costos actuales 	<ul style="list-style-type: none"> ● Razón ● Razón

Nota. Elaboración Propia

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.

Ficha de Registro de Datos para Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico.

Datos de la empresa	Datos del Sistema
Nombre:	Taller Mecánico y Transportes ILO SRL
Dirección:	Parque Industrial MZ. B Lote 2,3,4 ILO - Urb. Santa Rosa A-18, Provincia de Ilo - Región Moquegua
Teléfono:	953 641 286
Correo electrónico:	hvillanueva@empresavillanueva.com hvillanueva@tmtilo.com
Potencia requerida (kW):	15.22 KW
Consumo mensual promedio (kWh):	2662,19 kWh
Área disponible para paneles (m^2):	102 m^2
Eficiencia de los paneles (%):	21.3 %

Ficha de Registro de Recibos de Luz de Electrosur S.A (enero 2022 – diciembre 2022).

Fecha	Número de Recibo	COSTOS VARIABLES			COSTOS FIJOS		Monto Total (S/)
		Energía fuera de hora punta (kWh)	Energía hora punta (kWh)	Energía Reactiva (kVARh)	POTENCIA POR DISTRIBUIDORA	POTENCIA POR GENERADORA	
ene-22	S300-568026	1518,00	48,00	532,2	66,65	54,74	S/8.126,91
feb-22	S300-597842	1014,00	24,00	300,6	66,65	50,81	S/7.787,18
mar-22	S300-628023	2466,00	72,00	990,6	66,65	55,61	S/8.443,05
abr-22	S300-658359	1524,00	48,00	422,4	66,65	49,65	S/7.861,21
may-22	S300-689375	1110,00	24,00	483	61,95	48,36	S/8.100,02
jun-22	S300-689375	1482,00	36,00	1.044	59,34	47,02	S/6.929,48
jul-22	S300-751800	1680,00	42,00	635,4	59,34	48,48	S/7.099,19
ago-22	S300-783110	1392,00	36,00	519,6	59,34	54,65	S/7.323,81
sep-22	S300-814445	786,00	48,00	205,8	58,72	27,48	S/6.041,98
oct-22	S300-845831	2028,00	36,00	442,8	69,81	75,54	S/9.668,75
nov-22	S300-877245	1356,00	48,00	316,8	81,28	85,02	S/10.855,58
dic-22	S300-908695	792,00	60,00	146,4	81,28	48	S/8.897,27

Ficha de Registro de Radiación solar en la provincia de Ilo, Región Moquegua.

Mes	Radiación Solar Total (kWh/m²) 2021	Radiación Solar Total (kWh/m²) 2022	"Temperatura max °C" 2021	"Temperatura max °C" 2022
ene-22	7,51	7,27	26,09	26,73
feb-22	7,49	7,27	27,30	27,30
mar-22	6,84	6,90	27,07	27,07
abr-22	5,25	5,96	25,80	27,33
may-22	4,27	5,06	24,02	25,02
jun-22	3,59	4,42	23,83	23,83
jul-22	3,54	4,30	24,14	24,14
ago-22	4,09	4,70	22,92	22,92
sep-22	4,60	4,75	24,35	24,35
oct-22	5,77	5,97	24,02	24,02
nov-22	6,47	6,60	24,73	24,76
dic-22	6,23	6,76	26,22	26,22

Ficha de Registro de la ubicación del Sistema Fotovoltaico.

Campo	Valor
Nombre del Proyecto	Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL
Latitud	-17.66
Longitud	-71.33
Dirección	Parque Industrial MZ. B Lote 2
Ciudad	ILO
País	PERU
Tipo de Sistema	ON GRID
Capacidad de Generación	15.22 KW/DIA
Ángulo de inclinación	18 °
Orientación	N-O
Número de Paneles	34
Fabricante de Paneles	Panel Solar 550W Monocristalino Tensite
Inversor	Huawei SUN2000-15KTL-M0 de 15 kW trifásico
Contratista (Empresa)	TMT ILO
Persona de Contacto	Humberto Villanueva Mejia
Correo electrónico	hvillanueva@tmtilo.com

Ficha de Registro de rendimiento energético del sistema fotovoltaico.

Fecha de Registro	Equipo/ Dispositivo	Fabricante	Modelo	Reducción de Energía (kWh)	Potencia Nominal del Sistema (Watts)	Eficiencia del Sistema (%)	Observaciones

Anexo 3. Modelo de consentimiento y/o asentimiento informado.

Consentimiento Informado

Título de la investigación: Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL.

Investigador (a) (es):

Arcata Maquera, Heber Marcos / Mamani Machaca, Omar John

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en taller TMT ILO SRL 2022”, cuyo objetivo es dimensionar un sistema fotovoltaico que permita disminuir los costos del consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL, con el fin de utilizar la energía solar como una fuente renovable para satisfacer parcialmente las necesidades energéticas de dicha entidad. Esta investigación es desarrollada por estudiantes pre grado de la carrera profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César Vallejo del campus Lima – Ate Vitarte, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución. Describir el impacto del problema de la investigación.

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico reduce los costos de facturación emitidos por la empresa electrosur SA.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada:” Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller TMT ILO SRL”.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 15 minutos y se realizará en el ambiente de la Universidad César Vallejo de la institución Universidad César Vallejo Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Anexo 4. Matriz de evaluación por juicio de expertos.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO** con DNI N° **44369780**. **DOCTOR EN ADMINISTRACION & DOCTOR CIENCIAS AMBIENTALES & MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y ESPECIALISTA SIG ... CIP N° 156984** de profesión **INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **INGENIERO SUPERVISOR** en la Empresa **ECOMOTRIZ S.R.L.**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE RECIBOS DE LUZ DE ELECTROSUR S.A.**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 07 del mes de agosto del año 2023.

Dr. : **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO**

DNI : **44369780**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : Sergio_almanza_q@hotmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO** con DNI N° **44369780**. **DOCTOR EN ADMINISTRACION & DOCTOR CIENCIAS AMBIENTALES & MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y ESPECIALISTA SIG ... CIP N° 156984** de profesión **INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **INGENIERO SUPERVISOR** en la Empresa **ECOMOTRIZ S.R.L.**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE RADIACIÓN SOLAR EN LA PROVINCIA DE ILO, REGIÓN MOQUEGUA**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL”.

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 07 del mes de agosto del año 2023.

Dr. : **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO**

DNI : **44369780**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : Sergio_almanza_q@hotmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO** con DNI N° **44369780**. **DOCTOR EN ADMINISTRACION & DOCTOR CIENCIAS AMBIENTALES & MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y ESPECIALISTA SIG ... CIP N° 156984** de profesión **INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **INGENIERO SUPERVISOR** en la Empresa **ECOMOTRIZ S.R.L.**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE LA UBICACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 07 del mes de agosto del año 2023.

Dr. : **ALMANZA QUISPE, WILLIAMS SERGIO**

DNI : **44369780**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : Sergio_almanza_q@hotmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO** con DNI N° **40176232**. **INGENIERO MECANICO ELECTRICO...** CIP N° **300466** de profesión **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** desempeñándome como **DOCENTE EPT MECÁNICA CEBA VIRGEN DE LA NATIVIDAD**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE RECIBOS DE LUZ DE ELECTROSUR S.A.**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 21 del mes de agosto del año 2023.

ING. : **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO**

DNI : **40176232**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**

E-mail : **Raularteagarengifo1976@gmail.com**



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO** con DNI N° **40176232**. **INGENIERO MECANICO ELECTRICO...** CIP N° **300466** de profesión **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** desempeñándome como **DOCENTE EPT MECÁNICA CEBA VIRGEN DE LA NATIVIDAD**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE RADIACIÓN SOLAR EN LA PROVINCIA DE ILO, REGIÓN MOQUEGUA.**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 21 del mes de agosto del año 2023.

ING. : **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO**

DNI : **40176232**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**

E-mail : **Raularteagarengifo1976@gmail.com**



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO** con DNI N° **40176232**. **INGENIERO MECANICO ELECTRICO...** CIP N° **300466** de profesión **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** desempeñándome como **DOCENTE EPT MECÁNICA CEBA VIRGEN DE LA NATIVIDAD**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE REGISTRO DE LA UBICACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS**
- **MAMANI MACHACA OMAR JOHN**

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Tacna el día 21 del mes de agosto del año 2023.

ING. : **ARTEAGA RENGIFO RAUL ALBERTO**
DNI : **40176232**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**
E-mail : **Raularteagarengifo1976@gmail.com**



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO ... con DNI W ... 09599387... MAGISTEREN ... ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS ... CIP W 208704 ... de profesión ... INGENIERO MECÁNICO ... desempeñándome como ... DOCENTE UNIVERSITARIO... enLA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- FICHA DE REGISTRO DE RECIBOS DE LUZ DE ELECTROSUR S.A.


Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensión de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS
- MAMANI MACHACA OMAR JOHN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
- Objetividad				X	
- Actualidad				X	
- Organización				X	
5. Su eficiencia				X	
- Intencionalidad				X	
- Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
- Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... Trujillo ... el día ... 2 ... del mes de . Agosto ... del año... 2023 ...

Mg. : EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO
 DNI : 09599387
 Especialidad : INGENIERIA MECÁNICA
 E-mail : ecuadros@pucp.pe



RC CIP, N' 208'0II

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... EOWIN HUBER CUAOROS CAMPOSANO ... con DNI N° ... 09599387.... MAGISTER EN ... ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS ... CIP N° 208704 ... de profesión ... INGENIERO MECÁNICO ... desempeñándome como... DOCENTE UNIVERSITARIO ... enLA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- FICHA DE REGISTRO DE RAOIACION SOLAR EN LA PROVINCIA DE ILO.

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **MDime n sionam iento de un sistema totovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo**


SRL". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- ARCATA MAOUERA HEBER MARCOS
- MAMAN! MACHACA OMAR JOHN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... Trujillo ... el día ... 2 ... del mes de ... Agosto ... del año ... 2023 ...

Mg. : EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO
DNI : 09599387
Especialidad : INGENIERIA MECÁNICA
E-mail : ecuadosc@puo.pe



Edwin Huber Cuadros Campos
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... EOWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO ... con DNI W ... 09599387.... **MAGISTER..... EN**
... ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS ... CIP N° 208704 ... de profesión ...
INGENIERO MECÁNICO ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO ...** en ... **LA**
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- FICHA DE REGISTRO DE LAS UBICACIONES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO


Del trabajo de **PLAN DE TESIS titulado: Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL...** Elaborado y presentado por los estudiantes:

- ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS
- MAMANI MACHACA OMAR JOHN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
- Objetividad			X		
- Actualidad			X		
. Organización			X		
b. S u ficiencia			X		
- In tenciona lidad			X		
t7. Consis te n c i a			X		
1S. Coherenc ia			X		
- Me todolog ía			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... ; ... del mes de ...
 Agosto ... del año ... 2023 ...

Mg. : EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO
 DNI : 09599387
 Especialidad : INGENIERIA MECÁNICA
 E-mail : ecuadros@puvp.pe



Edwin Huber Cuadros Campos
 ING. MECANICO
 R. CIP. N° 208704

CO NSTA NCIA DE VALIDACIÓN

Yo **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** con DNI N°09599387 **MAGISTEREN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS ... CIP N° 208704 ... de profesión ... INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **... DOCENTE UNIVERSITARIO ... en LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ...**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

FICHA DE REGISTRO DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO


Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **•Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en el taller mecánico y transportes Ilo SRL** ". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- ARCATA MAQUERA HEBER MARCOS
- MAMANI MACHACA OMAR JOHN

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **23** ... del mes de ... **Febrero** ... del año ... **2024** ...


Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**
 ONI : **09599387**
 Especialidad : **INGENIERIA MECÁNICA**
 E-mail : ecuadros@pucp.pe


Edwin Huber Cuadros Camposano
 ING. MECÁNICO
 R. CIP. N° 208106
 1

Anexo 6. Evidencia de envío para la publicación del artículo científico.

← [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] [icon] 1 de 38 < >

[tecnia] Acuse de recibo del envío Externo Recibidos x [icon] [icon]

 **Gestor Revistas UNI** <revistas@uni.edu.pe> 13:45 (hace 1 minuto) ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Estimado(a) OMAR JOHN MAMANI MACHACA:

Gracias por enviar su artículo "Reducción de la facturación eléctrica a través de sistema fotovoltaico en TMT ILO - Perú" a TECNIA. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea (OJS-UNI) que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/2045>
Nombre de usuario/a: ojmamani

Su artículo pasará ahora a revisión del cumplimiento estricto del formato TECNIA. De no ser así, se le pedirá que envíe nuevamente su trabajo.

Cumplido esta etapa, su artículo pasará a la revisión de evaluadores de rigor científico. Tomar en cuenta que el tiempo promedio para recibir una notificación con la 1era evaluación de su artículo es de 90 días.

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto a través del correo revistas@uni.edu.pe. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Gestor Revistas UNI

TECNIA [icon] [icon]

← Volver a Envíos

2045 / MAMANI MACHACA / Reducción de la facturación eléctrica a través de sistema fotovoltaico en TMT ILO - Perú Biblioteca de envío

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Editorial Producción

Archivos de envío [icon]

 15389	DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.docx	diciembre 17, 2023	Texto del artículo
 15390	Articulo-ARCATA-MAMANI=OK.docx	diciembre 17, 2023	Texto del artículo

Anexo 7. Autorización entregada por entidad.

AUTORIZACIÓN ENTREGADA POR ENTIDAD

Ilo, 16 de mayo del 2023


AUTORIZACIÓN N° 03-2023

Por medio de la presente, el que suscribe: JOSE MANUEL VILLANUEVA PEREZ, gerente general de la empresa TALLER MECANICO Y TRANSPORTES ILO SRL, con RUC. 20447457718.

AUTORIZO.

A los bachilleres **Heber Marcos Arcata Maquera y Omar John Mamani Machaca** para hacer uso de la información concernientes a los recibos emitidos por la empresa ELECTRO SUR SAC del mes de enero 2022 hasta diciembre 2022, como detalle de consumo y opción tarifaria por consumo eléctrico de la empresa, así como hacer uso del nombre de la empresa en su título de la tesis.

Atentamente.


JOSÉ VILLANUEVA P.
DNI N° 70132876

Anexo 8. Ficha técnica del módulo fotovoltaico EM460-PH

Datos Eléctricos STC		EM460-PH
Tipo de módulo	460M Half cell Mono PERC	
Máxima potencia (Wp)	460 Wp	
Corriente de potencia máxima (I _{mp})	10,92 A	
Voltaje de potencia máxima (V _{mp})	42,13 V	
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	11,45 A	
Voltaje de circuito abierto (V _{oc})	50,01 V	
Eficiencia del módulo	21%	
Fusible de serie máxima	20 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}	0,044% / °C	
Coefficiente de temperatura V _{oc}	-0,272% / °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})	347,75W
Voltaje de potencia máxima (V _{mp TONC})	39,60 V
Corriente de potencia máxima (I _{mp TONC})	8,78 A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc TONC})	46,75 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc TONC})	9,32 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	24,0 kg
Dimensiones del módulo (L / W / H)	2.094 x 1.038 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. 1.200mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	Clase C

Anexo 9. Ficha técnica del módulo fotovoltaico EM500-PH

Datos Eléctricos STC EM500-PH

Tipo de módulo	500M Half cell Mono PERC
Máxima potencia (Wp)	500 Wp
Corriente de potencia máxima (I_{mp})	13,04 A
Voltaje de potencia máxima (V_{mp})	38,35 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	13,93 A
Voltaje de circuito abierto (V_{oc})	45,55 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})	378 W
Voltaje de potencia máxima (V_{mp} TONC)	36,24 V
Corriente de potencia máxima (I_{mp} TONC)	10,43 A
Voltaje de circuito abierto (V_{oc} TONC)	42,82 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc} TONC)	11,07 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	25,0 kg
Dimensiones del módulo (L / W / H)	2.094 x 1.134 x 35mm
Lámina de protección posterior	TPT en blanco
Células (cantidad/material)	132 (6x11x2) / 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

Anexo 10. Ficha técnica del módulo fotovoltaico EM500-PH

Datos Eléctricos STC	EM500-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})	48,80 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

Anexo 11. Ficha técnica del inversor

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
Eficiencia				
Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Entrada				
Entrada DC máxima recomendada	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Tensión máxima de entrada ¹	1,080 V			
Rango de tensión de operación ²	160 V ~ 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Rango de tensión de potencia máxima de MPPT	380 Vdc ~ 850 Vdc	380 Vdc ~ 850 Vdc	400 Vdc ~ 850 Vdc	480 Vdc ~ 850 Vdc
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de rastreadores MPP	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			
Salida				
Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ~ 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			
Características y protecciones				
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí			
Protección anti-isla	Sí			
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí			
Protección contra cortocircuito de CA	Sí			
Protección contra sobretensión de CA	Sí			
Protección contra polaridad inversa CC	Sí			
Protección contra descargas atmosféricas CC ¹	Sí			
Protección contra descargas atmosféricas CA ³	Sí			
Monitorización de corriente residual	Sí			
Protección contra fallas de arco	Sí			
Control del receptor Ripple	Sí			
Datos generales				
Rango de temperatura de operación	-25 ~ + 60 °C (Derating por encima de 45 ° C @ Potencia nominal de salida)			
Humedad de operación relativa	0 % RH ~ 100% RH			
Altitud de operación	0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m)			
Ventilación	Convección natural			
Pantalla	LED Indicators			
Comunicación	RS485; WLAN via Smart Dongle-WLAN/WLAN-FE; Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G			
Peso (incluida ménsula de montaje)	25 kg			
Dimensiones (incluida ménsula de montaje)	525 x 470 x 262 mm			
Grado de protección	IP65			
Consumo de noche durante energía	< 1 W			
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2			
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA 2.0			

¹ The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

² Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

³ Compatible TYPE II protection class according to EN / IEC 61643-11

Anexo 12. Ficha técnica de los cables

Cables THHW

Procables

A Brand of Prysmian Group

Export control class. (ECCN) EAR 99

Diseño y características de materiales

Design and Materials Characteristics

- **1 CONDUCTOR / Conductor**
Aluminio aleación serie AA8000 cableado compacto / *Compacted stranded AA8000 series aluminum alloy*
- **2 AISLAMIENTO / Insulation**
Cloruro de polivinilo (PVC), Resistente a: Rayos solares, la gasolina y al aceite, la abrasión, ambientes corrosivos, agentes químicos y retardante a la llama, apto para 90° C en sitios secos y húmedos, y 75° C en sitios mojados / *Polyvinyl chloride (PVC), Sunlight Resistant, Oil & Gas Resistant II, Abrasion Resistant, Corrosive environment ambient resistant, chemical agents resistant and Flame retardant, suitable for 90° C Dry and Damp locations, and 75° C Wet locations*



Características de construcción y dimensiones

Construction characteristics and dimensions

Código Code	Calibre Size		Construcción Construction		Espesor de aislamiento Insulation Thickness mm	Diámetro exterior External Diameter mm	Masa total Total Weight kg/km	Capacidad de corriente (A) Ampacity		Máxima Tensión de Halado ++ Max. Pulling Tension kgf	Resistencia DC del conductor a 20°C Nominal DC Resistance at 20°C Ω/km
	AWG / kcmil	Min (SIW)	Nominal	90°C*				Sug. RETIE y NTC 2050**			
32352801501	6	6	7	1.52	7.45	78	60	40	66	2.17	
32352802001	4	6	7	1.52	8.57	107	75	55	106	1.36	
32352320101	2	6	7	1.52	9.97	150	100	75	168	0.858	
32352340101	1/0	7	19	2.03	12.71	242	135	120	267	0.539	
32352350101	2/0	12	19	2.03	13.73	289	150	135	337	0.428	
32352360101	3/0	15	19	2.03	14.92	346	175	155	425	0.339	
32352370101	4/0	17	19	2.03	16.25	417	205	180	536	0.269	
32352380101	250	18	37	2.41	18.17	510	230	205	633	0.228	
32352390101	300	18	37	2.41	19.44	591	255	230	760	0.190	
32352400101	350	24	37	2.41	20.61	670	280	250	887	0.163	
32352410101	400	24	37	2.41	21.70	749	305	270	1014	0.142	
32352430101	500	30	37	2.41	23.65	904	350	310	1267	0.114	
32352455001	600	34	61	2.79	26.39	1102	385	340	1520	0.0948	
32352480101	750	53	61	2.79	28.80	1333	435	385	1900	0.0759	
32352600101	1000	53	61	2.79	32.66	1718	500	445	2534	0.0569	

*Capacidad de corriente permitida en conductores aislados, no más de tres conductores que transportan corriente en canalización cable o tierra, con base en una temperatura ambiente de 30 ° C. / Ampacity allowed for covered conductors, no more than 3 current carrying conductors at ambient temperature of 30 ° C.

**Capacidad de corriente permitida en conductores aislados, no más de tres conductores que transportan corriente en canalización cable o tierra, con base en una temperatura ambiente de 30 ° C. Según NTC 2050, numeral 110-14c. / Ampacity allowed for covered conductors, no more than 3 current carrying conductors at ambient temperature of 30 ° C. According to NTC 2050, 110-14c.

++ Tensión de Halado cuando se efectúa sobre la parte metálica del conductor. / Pulling tensions when applied over the metallic conductor.

Radio mínimo de curvatura: 4 veces el diámetro externo del conductor para diámetros menores a 25 mm y 5 veces para mayores. / Minimum bending radius: 4 times external diameter of conductor for diameter under 25 mm and 5 times for diameters over it.

Los calibres del 6 al 4 AWG son compactados y del calibre 2 AWG en adelante son SIW CPT. / Sizes from 6 to 4 AWG are compacted and from size 2 AWG are SIW CPT.

Otras características y/o empaques estarán disponibles bajo común acuerdo. / Other characteristics and/or packaging could be available under agreement.

Características de instalación operación y desempeño

Performance, operation and installation parameters

Tensión Nominal 600V
Rated Voltage

Temperatura de operación go° C
Operating Temperature

Normas UL83, NTC1332
Standards UL83, NTC1332

Certificaciones de producto RETIE y NTC
Products Certifications RETIE and NTC

Cumplimientos *Compliance*

Procesos y procedimientos del Sistema de Gestión Integrado ISO 9001, 14001, 45001. Directiva RoHS
Processes and Procedures of the Integrated Management System ISO 9001, 14001, 45001 and RoHS

Instalación *Installation*

Aptopara: **Uso en** circuitos principales o ramales, Instalaciones eléctricas interiores y exteriores de Iluminación, de tipo residencial, comercial e Industrial. Instalación en cárcamos, bandejas portacables (CT), ductos y canalizaciones, en sitios **secos o mojados**.

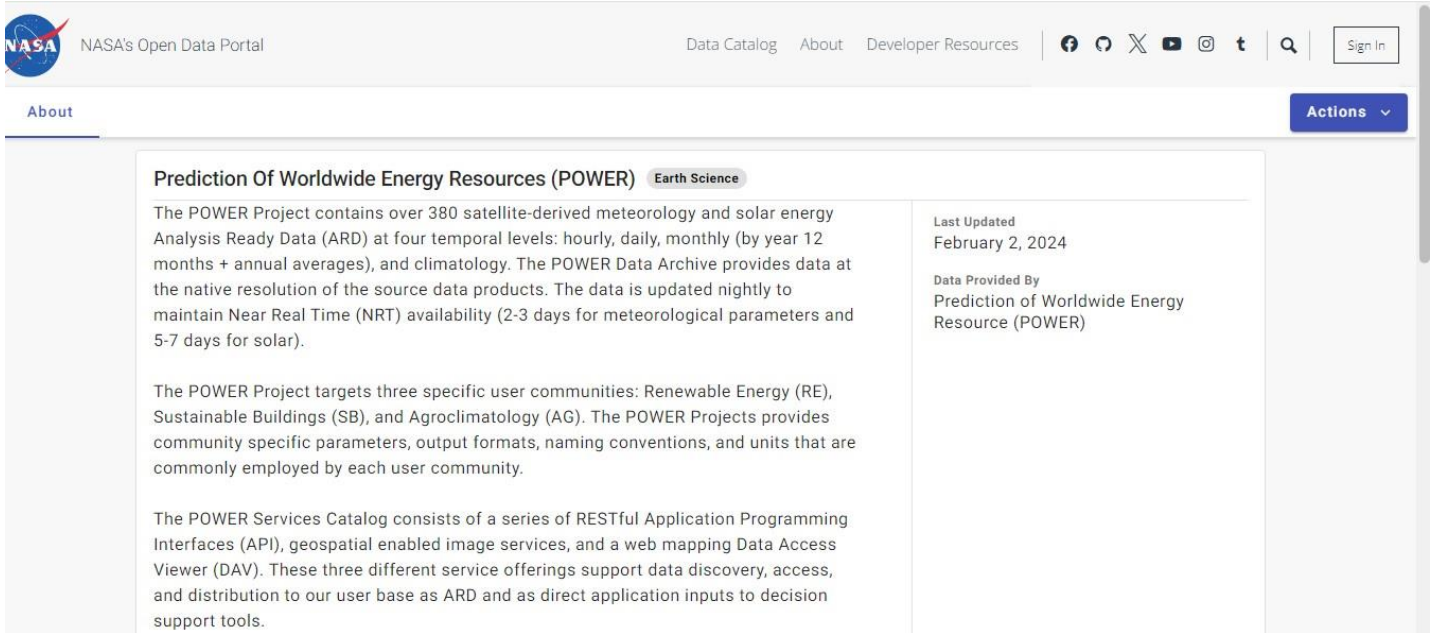
Suitable for: Use in main or branch circuits, indoor and outdoor electric lighting installations, residential, commercial and Industrial. Installation in conduits, cable trays (CT), ducts and conduits, in dry or wet locations.

Empaque

Packaging

Los cables son entregados en carretes. Las cantidades son las determinadas según acuerdo comercial
Cables are delivered in reels. Quantities are according to commercial arrangements.

Anexo 13. Veracidad de Nasa Power



The screenshot shows the NASA Open Data Portal interface. At the top left is the NASA logo and the text "NASA's Open Data Portal". To the right are navigation links: "Data Catalog", "About", and "Developer Resources". Further right are social media icons for Facebook, GitHub, X, YouTube, Instagram, and Twitter, along with a search icon and a "Sign In" button. Below the navigation bar, the "About" tab is selected. The main content area features the title "Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)" with a sub-label "Earth Science". The text describes the project's data, update frequency, and user communities. A sidebar on the right lists "Last Updated" as February 2, 2024, and "Data Provided By" as Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER). At the bottom of the page, there is a section titled "Access this Data" with a sub-header "Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)" and a description of the data sets. Below the description is a row of seven buttons: ARCGIS, METHODOLOGY, TUTORIALS, API, DATA SERVICES, DATA ACCESS VIEWER (DAV), and DASHBOARDS.

Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) Earth Science

The POWER Project contains over 380 satellite-derived meteorology and solar energy Analysis Ready Data (ARD) at four temporal levels: hourly, daily, monthly (by year 12 months + annual averages), and climatology. The POWER Data Archive provides data at the native resolution of the source data products. The data is updated nightly to maintain Near Real Time (NRT) availability (2-3 days for meteorological parameters and 5-7 days for solar).

The POWER Project targets three specific user communities: Renewable Energy (RE), Sustainable Buildings (SB), and Agroclimatology (AG). The POWER Projects provides community specific parameters, output formats, naming conventions, and units that are commonly employed by each user community.

The POWER Services Catalog consists of a series of RESTful Application Programming Interfaces (API), geospatial enabled image services, and a web mapping Data Access Viewer (DAV). These three different service offerings support data discovery, access, and distribution to our user base as ARD and as direct application inputs to decision support tools.

Last Updated
February 2, 2024

Data Provided By
Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)

Access this Data

Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER)

Solar and meteorological data sets from NASA research for the support of renewable energy, building energy efficiency and agricultural needs.

ARCGIS METHODOLOGY TUTORIALS API DATA SERVICES DATA ACCESS VIEWER (DAV) DASHBOARDS

CommonCoFe

Publisher	Nat iona l Aero naut ics an d Spa ce Adm i nistra t ion
Contact Nam e	Dr. Paul St ackh ouse
Contact Em ai l	larc-power-pro jec t@m a iL n asa .gov
Bureau Code	026:0 0
Pro gram Code	026:0 06
Pub lic Access l evel	pub lic
Access l evel Comment	Please reference the ackn owledgm ent s on ht tp s:// pow er.la re.nasa.g ov/ .
Ge ograp hic Coverage	Glob al
Is Qualit y Dat a	true
Home page	ht t ps:// po wer.larc .nasa . gov/
l icense	ht tp J/www.usa .gov/publicdomain/l abel/1.0/
Unique Ident if ier	NASA-0000112

Common Core Extensions

c1t atí on	This dat a was oblaméd fromí the NASA l angley Researc h Centér (LaRC) POWER Pro1ect funde d t hrough t he ASA Earl h Sc1e n ce/ Appl1éd Sc1e n c e Program.
------------	---

NASA Oustom Metadata

Datasét Identifi ér	NASA-0000772
---------------------	--------------

Topics

Category	Ear th Scienc,e
Ta gs	climate , google earth , solar , geospatial , meteorology , nrt , near real time nrt1 , power , time series , eriE'rol' tem pP rat ur e
	Show More

licensing and Attribution

License	Public Do nam
Source Li nk	ht t ps:// power.larc.n asa. gov/ [1]

Anexo 14. BASE DE DATOS NASA POWER (AZIMUT – ELEVACIÓN SOLAR)

The image shows a web interface for the NASA POWER service. The main map displays South America with a location marker 'P' in the northern part of the continent. A configuration panel is open on the left side, titled 'POTENCIA Punto único'. The panel includes the following sections:

- Fecha final:** 2022 (AAAA)
- 5. Seleccione el formato del archivo de salida:** ASCII
- 6. Seleccione Parámetros:** (Límite 20 parámetros)
El periodo temporal de Climatología tiene la mayor cantidad de parámetros. Haga doble clic en las carpetas para expandirlas y mostrar los parámetros disponibles.
- Parámetros de búsqueda:**
 - Flujos solares y afines
 - Parámetros para paneles fotovoltaicos inclinados
 - Irradiación descendente de onda corta de toda la superficie del cielo
 - Irradiación descendente de onda corta de la superficie del cielo despejado
 - Albedo de toda la superficie del cielo
 - Índice de claridad de insolación de todo el cielo
 - Parámetros para la cocción solar
 - Irradiación descendente de onda corta de toda la superficie del cielo
 - Irradiación descendente de onda corta de la superficie del cielo despejado
 - Velocidad del viento a 2 metros
 - Temperatura/flujo térmico de infrarrojos
 - Humedad/Precipitación
 - Presión del viento

- 7. Enviar y procesar:** Entregar

At the bottom of the configuration panel, there are links for 'Definiciones de parámetros' and 'Metodología'. The interface also features a search bar at the top with the text 'Servicio de geocodificación mundial' and various navigation icons.

	A	B	e	O	E	F	G	H	K
1	-BEGIN HEADER-								
2	NASAIPOL/ER CERESIMERRA2 NativeResolutionMonthly andAnnual								
3	Dates(month/day/year):01,0112021through1213112022								
4	Location: Latitude -17.6566 Longitude-71.3269								
5	Elevation fromMERRA-2: Average for0.5h, 0.625degreeatllonregion= 720.35meters								
6	The value formissing sourcedata that cannot be computed 01 is outside of the sources availability range: -999								
7	Parameter(s):								
8	TS	MERRA-2EanhSkinTemperature(C)							
9	T2M	MERRA-2Temperatureat 2Meters(C)							
10	T2MOELJ	MERRA-2Oewlfrost Point at 2 Meters(C)							
11	T2MWET	MERRA-2,JerBulb Temperature at 2 Meters(C)							
12	T2M_MAX	MERRA-2Temperatureat2MetersMai-cimum(C)							
13	T2M_MIN	MERRA-2Temperatureat2MetersMinimum(C)							
14	CLOUD_AMT	CERESSYN1deg Cloud Amoun,(1/.)							
15	T2M_RANGE	MERRA-2Temperatureat2MetersRange(C)							
16	TOA_SW_OWN	CERESSYN1degTop-Of-AtmosphereShortwave OownwardIrradiance (MJlm"2day)							
17	ALLSKY_SFC_UVA	CERESSYN1deg AHSkySu,face UVA luad;ance (W/m'2)							
18	ALLSKY_SFC_UVB	CERESSYN1deg AHSkySu,face UVBluad;ance (W/m'2)							
19	ALLSKY_SRF_ALB	CERESSYN1deg AllSkySurface Albedo(dimensionless)							
20	ALLSKY_SFC_LW_OWN	CERESSYN1deg AllSkySurface Longwave Oownward Irradiance (LJlm"2)							
21	ALLSKY_SFC_SW_ONI	CERESSYN1deg AllSkySurface Shortwave Oownward OirectNormalIrradiance (MJlm"2day)							
22	ALLSKY_SFC_SW_OWN	CERESSYN1deg AllSkySu,face Shortwave Oownward Irradiance (MJlm"2day)							
23	CLRSKY_SFC_SW_OWN	CERESSYN1degClear SkySu,face Shortwave Oownward Irradiance (MJlm"2day)							
24	ALLSKY_SFC_SW_PAR...TOT	CERESSYN1deg AHSkySu,face PAR To,al(L/m'2)							
25	ALLSKY_SFC_SW_OIFF	CERESSYN1deg AllSkySu,face Shortwave OiffuselIrradiance (MJlm"2day)							
26	CLRSKY_SFC_PAR...TOT	CERESSYN1deg Clea,SkySu,face PAR To,al(L/m'2)							
27	ALLSKY_SFC_UV_INDEX	CERESSYN1deg AllSkySu,face UVIndex(dimensionless)							
28	SOLAR_ELEV_MAX>LAVERG	AvergeMaximun Solar Elevation f)							
29	AZIMUTH_AVER	Average Azimuth							
30	-ENDHEADER-								
31	PARAMETER,YEAR,JAN,FEB,MAR,APR,MAY,JUN,JUL,AUG,SEP,OCT,NOV,DEC,ANN								
32	TS,2021,23.86,24.07,23.51,20.67,19.18,17.0,16.6,17.07,17.94,19.12,20.73,22.69,20.18								
33	T2M,2021,20.63,21.12,20.78,18.82,17.99,16.25,15.98,15.76,15.96,16.62,17.86,19.49,18.09								
34	T2MDEW,2021,15.98,16.16,16.3,14.22,12.83,11.11,9.87,9.73,10.43,10.76,12.35,14.55,12.84								
35	T2MWET,2021,18.3,18.64,18.55,16.51,15.4,13.68,12.92,12.75,13.19,13.69,15.11,17.02,15.47								
36	T2M...MAX,2021,26.09,27.3,27.07,25.8,24.02,23.83,24.14,22.92,24.35,24.02,24.73,26.22,27.3								
37	T2M...MIN,2021,17.01,16.7,16.41,14.48,13.38,11.36,11.53,10.4,11.26,11.55,12.89,14.65,10.4								
38	CLOUD_AMT,2021,61.61,48.95,48.84,61.25,64.85,69.01,60.73,59.66,67.42,65.31,73.39,74.03,62.98								
39	A21MUT_PROM...40-								
40	T2M...RANGE,2021,9.08,10.59,10.66,11.33,10.64,12.47,12.61,12.52,13.09,12.48,11.84,11.56,16.9								
41	TOA...SW_OWN,2021,41.17,39.68,36.44,31.84,27.55,25.4,26.37,29.96,34.46,38.26,40.52,41.36,34.39								
42	ALLSKY_SFC_UVA,2021,19.83,19.66,17.67,13.6,10.88,9.13,9.09,10.71,12.34,15.45,17.23,16.91,14.34								
43	ALLSKY_SFC_UVB,2021,0.66,0.66,0.58,0.41,0.3,0.23,0.23,0.29,0.35,0.45,0.52,0.53,0.43								
44	ALLSKY_SRF_ALB,2021,0.17,0.17,0.18,0.17,0.16,0.19,0.21,0.21,0.23,0.23,0.2,0.18,0.2								
45	ALLSKY_SFC_LW_OWN,2021,363.12,357.46,356.86,358.08,353.04,346.12,337.27,336.81,344.48,346.66,353.02,365.07,351.46								
46	ALLSKY_SFC_SW_DNI,2021,24.87,26.43,24.74,19.77,16.94,14.28,13.94,13.99,13.46,17.13,18.14,17.89,18.42								
47	ALLSKY_SFC_SW_DWN,2021,27.04,26.98,24.62,18.89,15.37,12.93,12.74,14.73,16.56,20.78,23.3,22.42,19.66								
48	CLRSKY_SFC_SW_OWN,2021,30.5,29.37,26.58,23.68,20.35,19.07,19.65,22.7,25.91,29.26,30.52,30.42,25.65								
49	ALLSKY_SFC_PAR...TOT,2021,146.47,146.17,132.63,101.07,81.61,67.98,67.52,78.34,89.82,112.36,125.83,123.07,105.85								
50	ALLSKY_SFC_SI/_OIFF,2021,8.1,7.17,6.76,6.08,5.25,4.94,4.82,5.85,7.19,8.44,9.62,8.73,6.91								
51	CLRSKY_SFC_PAR...TOT,2021,161.57,155.74,141.18,124.84,106.84,98.84,102.17,117.38,135.36,152.49,160.04,161.72,134.73								
52	SOLAR...ELEV_MAX...AVERG,2021,25								
53	A21MUTH...AVERG,2021,40								
54	ALLSKY_SFC_UV_INDEX,2022,,,,,,,,,,,,,								
55									

Anexo 15. Depreciación de equipos

Activo	Tasa de depreciación anual	Vida útil equivalente
Construcciones y edificaciones	2,22%	45 años
Acueducto, planta y redes	2,50%	40 años
Vías de comunicación	2,50%	40 años
Flota y equipo aéreo	3,33%	30 años
Flota y equipo férreo	5,00%	20 años
Flota y equipo fluvial	6,67%	15 años
Armamento y equipo de vigilancia	10,00%	10 años
Equipo eléctrico	10,00%	10 años
Flota y equipo de transporte terrestre	10,00%	10 años
Maquinaria, equipos	10,00%	10 años
Muebles y enseres	10,00%	10 años
Equipo médico científico	12,50%	8 años
Envases, empaques y herramientas	20,00%	5 años
Equipo de computación	20,00%	5 años
Redes de procesamiento de datos	20,00%	5 años
Equipo de comunicación	20,00%	5 años

Anexo 16. Recibos de luz enero 2022 hasta diciembre 2022

ELECTROSUR
ilumina el sur
Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606. Ilo
RUC 20119205949

RECIBO N° S300 - 908695
Para Consultas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO Diciembre-2022
TOTAL 76,776.40
VENCIMIENTO 5/12 VENCIDO
EMISION 06 Dic. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL. R.U.C. 20447457718

DIRECCION PREDIO PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y3

DPTO / PROV MOQUEGUA/ILO/ILO
ALIMENTADOR O1-94 (5243)
SISTEMA SE0110 - ILO

RUTA 034-ZONA 34->Ilo Mayores
31-99-200-000325
Sec. Tipico: 2

SISTEMA TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO
SERIE 3422575
ACOMETIDA Aerea
CONEXION C3.1

FECHAS DE LECTURA
ANTERIOR 31/10/2022
ACTUAL 30/11/2022
LECTURA CORRECTA

TARIFA BT3 POTENCIA CONTRATADA (Kw) 25.00 NIVEL DE TENSION (V) 380 V

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,726.40	1,739.60	13.20	60.0000	792.00		792.00	kWh	0.3146	249.16
ENERGIA HORA PUNTA	92.30	93.30	1.00	60.0000	60.00		60.00	kWh	0.3795	22.77
ENERGIA REACTIVA	1,363.30	1,370.00	6.70	60.0000	402.00		146.40	kvarh	0.0520	7.61
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.80		60.0000	81.28		81.28	KW	75.7300	6,155.33
POTENCIA POR GENERADORA		0.80		60.0000	48.00		48.00	KW	51.3000	2,462.40

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 296.58 TOTAL ENERGIA 8,897.27

Electrosur
ilumina el sur
Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606. Ilo
RUC 20119205949

RECIBO N° S300 - 877245
Para Consultas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO Noviembre-2022
TOTAL 66,022.20
VENCIMIENTO 9/12
EMISION 06 Nov. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL. R.U.C. 20447457718

DIRECCION PREDIO PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y3

DPTO / PROV MOQUEGUA/ILO/ILO
ALIMENTADOR O1-94 (5243)
SISTEMA SE0110 - ILO

RUTA 034-ZONA 34->Ilo Mayores
31-99-200-000325
Sec. Tipico: 2

SISTEMA TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO
SERIE 3422575
ACOMETIDA Aerea
CONEXION C3.1

FECHAS DE LECTURA
ANTERIOR 30/09/2022
ACTUAL 31/10/2022
LECTURA CORRECTA

TARIFA BT3 POTENCIA CONTRATADA (Kw) 25.00 NIVEL DE TENSION (V) 380 V

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,703.80	1,726.40	22.60	60.0000	1,356.00		1,356.00	kWh	0.2862	388.09
ENERGIA HORA PUNTA	91.50	92.30	0.80	60.0000	48.00		48.00	kWh	0.3491	16.76
ENERGIA REACTIVA	1,351.00	1,363.30	12.30	60.0000	738.00		316.80	kvarh	0.0518	16.41
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		1.43		60.0000	81.28		81.28	KW	76.0200	6,178.91
POTENCIA POR GENERADORA		1.43		60.0000	86.02		86.02	KW	49.4700	4,255.41

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 361.85 TOTAL ENERGIA 10,855.58

Electrosur
ilumina el sur
Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606. Ilo
RUC 20119205949

RECIBO N° S300 - 845831
Para Consultas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO Octubre-2022
TOTAL 53,041.30
VENCIMIENTO 2/12
EMISION 06 Oct. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL. R.U.C. 20447457718

DIRECCION PREDIO PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y3

DPTO / PROV MOQUEGUA/ILO/ILO
ALIMENTADOR O1-94 (5243)
SISTEMA SE0110 - ILO

RUTA 034-ZONA 34->Ilo Mayores
31-99-200-000325
Sec. Tipico: 2

SISTEMA TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO
SERIE 3422575
ACOMETIDA Aerea
CONEXION C3.1

FECHAS DE LECTURA
ANTERIOR 31/08/2022
ACTUAL 30/09/2022
LECTURA CORRECTA

TARIFA BT3 POTENCIA CONTRATADA (Kw) 25.00 NIVEL DE TENSION (V) 380 V

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,670.00	1,703.80	33.80	60.0000	2,028.00		2,028.00	kWh	0.2855	578.99
ENERGIA HORA PUNTA	90.90	91.50	0.60	60.0000	36.00		36.00	kWh	0.3485	12.55
ENERGIA REACTIVA	1,333.30	1,351.00	17.70	60.0000	1,062.00		442.80	kvarh	0.0512	22.67
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		1.28		60.0000	69.81		69.81	KW	75.9900	5,304.86
POTENCIA POR GENERADORA		1.28		60.0000	76.54		76.54	KW	48.9900	3,749.69

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 322.29 TOTAL ENERGIA 9,668.76

RECIBO Nº S300 - 814445

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Café Zel. J, OS T. ren.1
Avenida Andrés Bello Avilho C. iclres s/n, Moquegua

Para Consultas su número de Clientes
310018356

MES FACTURADO	Septiembre-2022
TOTAL	61,103.50
VENCIMIENTO	21 sep 2022
EMISION	06 Sep 2022

DIRECCION PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT23	SISTEMA	TRIFASICO	ANTERIOR	31/07/2022
DPTO PROV	MOQUEGUA/U.O.N.LO	SERIE	ELECTRONICO	ACTUAL	31/08/2021
ALIMENTADOR	01-9-HS241	ACQUETIDA	34/2575	LECTURA	CORRECTA
SISTEMA	SEIO ILO	EXION	01		
RUTA		034-ZONA J4->00 Mi oros		31-99-200-000325	
TARIFA		BTJ	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	25.00	
			NIVEL DE TENSION (V)	380V	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO	FACTURADO	UNIDAD	OTRO	TOTAL
ENERGIA HOR. FUERA PUNTA	1.656.90	1.670.00	13.10	60.0000	786.00	786.00	786.00	kWh	0.280	2.200
ENERGIA HOR. PUNTA	0.00	0.00	0.00	60.0000	48.00	48.00	48.00	kWh	0.335	1.668
ENERGIA REACTIVA	1.325.70	1.325.70	0.00	60.0000	55.34	55.34	55.34	kvarh	0.051	1.052
POTENCIA POR DISTRIBUCION	0.00	0.00	0.00	80.0000	58.72	58.72	58.72	W	75.5400	4.153.34
POTENCIA POR GENERADORA	0.00	0.00	0.00	60.0000	27.48	27.48	27.48	W	18.6700	1.337.45
TOTAL ENERGIA										6.041.96

RECIBO Nº S300 - 783110

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur SA

Para Consultas su número de Clientes
310018356

MES FACTURADO	Agosto-2022
TOTAL	53,868.30
VENCIMIENTO	22 ago 2022
EMISION	06 Ago. 2022

DIRECCION PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT23	SISTEMA	TRIFASICO	ANTERIOR	31/07/2022
DPTO PROV	MOQUEGUA/U.O.N.LO	SERIE	ELECTRONICO	ACTUAL	31/07/2022
ALIMENTADOR	01-9(HS)nt	ACQUETIDA	13/22 IS	LECTURA	CORRECTA
SISTEMA	SEIO ILO	EXION	01		
RUTA		034-ZONA J4->00 Mi oros		31-99-200-000325	
TARIFA		BTJ	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	25.00	
			NIVEL DE TENSION (V)	ISO V	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO	FACTURADO	UNIDAD	OTRO	TOTAL
ENERGIA HOR. FUERA PUNTA	1.633.70	1.633.70	0.00	60.0000	1.392.00	1.392.00	1.392.00	kWh	0.2801	3.899.00
ENERGIA HOR. PUNTA	0.00	0.00	0.00	50.0000	35.00	35.00	35.00	kWh	0.3390	1.220.00
ENERGIA REACTIVA	1.309.30	1.325.70	16.40	60.0000	94.500	94.500	94.500	kvarh	0.0493	2.588.00
POTENCIA POR DISTRIBUCION	0.00	0.00	0.00	60.0000	55.34	55.34	55.34	W	73.9000	4.143.00
POTENCIA POR GENERADORA	0.00	0.00	0.00	80.0000	58.72	58.72	58.72	W	45.6500	2.481.50
TOTAL ENERGIA										7.323.80



RECIBO Nº S300 - 751800

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zuloaga 408 T. ana
Avenida Andrés Bello Avilho C. iclres s/n, Moquegua
Jiron J. min 606, Ilo
ROC. 20119205949

Para Consultas, su número de Clientes
310018356

MES FACTURADO	Julio-2022
TOTAL	59,738.40
VENCIMIENTO	21 jul 2022
EMISION	06 Jul. 2022

DIRECCION PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LT23	SISTEMA	TRIFASICO	ANTERIOR	30/06/2022
DPTO PROV	MOQUEGUA/U.O.N.LO	SERIE	ELECTRONICO	ACTUAL	30/06/2022
ALIMENTADOR	01-9 (S-24)	ACQUETIDA	J475	LECTURA	CORRECTA
SISTEMA	SEIO ILO	EXION	01		
RUTA		034-ZONA J4->00 Mi oros		31-99-200-000325	
TARIFA		BTJ	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	25.00	
			NIVEL DE TENSION (V)	380V	

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO	FACTURADO	UNIDAD	OTRO	TOTAL
ENERGIA HOR. FUERA PUNTA	1.605.70	1.633.70	28.00	60.0000	1.680.00	1.680.00	1.680.00	kWh	0.2601	4.705.00
ENERGIA HOR. PUNTA	8.80	89.50	80.70	60.0000	12.00	12.00	12.00	kWh	0.3390	1.400.00
ENERGIA REACTIVA	1.315.00	1.309.00	-6.00	60.0000	1.152.00	1.152.00	1.152.00	kvarh	0.0486	30.80
POTENCIA POR DISTRIBUCION	0.00	0.00	0.00	60.0000	59.1	59.1	59.1	W	73.6500	4.370.39
POTENCIA POR GENERADORA	0.00	0.00	0.00	60.0000	-8.4S	-8.4S	-8.4S	W	<5.6500	2.213.11
TOTAL ENERGIA										7.099.19

Je1eccro5ur

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta: 408 - Tacna
Avenida Amir...
Jirón...
RUC: 2011920594

RECIBO Nº S300 - 720531
Para Consumas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO: Junio-2022
TOTAL: 58,843.60
VENCIAMIENTO: 21 jun 2022
EMISION: 06 Jun. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL		R.U.C. 2044747718 (MEDIADORES DE ENERGIA)		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION: PREDIO PAJQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y		SISTEMA: TRJFASICO J Hilas		ANTERIOR: 10/04/2022	
DPTO / PROV: MOQUEGUANILLO		SERIE: J422-975		ACTUAL: 11/06/2022	
ALIM. ENTADOR: 01-94(5243)		ACOMETIDA: Aere		LECTURA: CORRECTA	
SISTEMA: SED110-ILO		CONEXION: C31			
TARIFA: BT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw): 25.00		NIVEL DE TENSION (V): 380V		

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	COEFICIENTE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL SI.
ENERGIA HORAS FUERA PUNTA	1,605.70	1,605.70	0.00	60.0000	1,482.00	1.00	kWh	0.2801	415.31
ENERGIA HORAS PUNTA	88.20	88.20	0.00	60.0000	36.00	1.00	kWh	0.3390	12.21
ENERGIA REACTIVA	1,273.30	1,273.30	0.00	60.0000	1,044.00	1.00	kVArh	0.0098	29.33
POTENCIA POR DISTRIBUCION	0.78	0.78	0.00	80.0000	59.34	1.00	KW	72.9800	4,330.63
POTENCIA POR GENERACION	0.78	0.78	0.00	80.0000	47.02	1.00	KW	48.5600	2,142.22

(SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: SI. 230.98) (TOTAL ENERGIA: 6,929.48)

Je1eccro5ur

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta: 408 - Tacna
Avenida Amir...
Jirón...
RUC: 2011920594

RECIBO Nº S300 - 689375
Para Consultas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO: Mayo-2022
TOTAL: 70,188.10
VENCIAMIENTO: 21 may 2022
EMISION: 06 May 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL		R.U.C. 2144745718 (MEDIADORES DE ENERGIA)		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION: PREDIO PAJQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y		SISTEMA: TRJFASICO J Hilas		ANTERIOR: 11/3/2022	
DPTO / PROV: MOQUEGUANILLO		SERIE: J422-975		ACTUAL: 10/04/2022	
ALIM. ENTADOR: 01-94(5243)		ACOMETIDA: Aere		LECTURA: CORRECTA	
SISTEMA: SED110-ILO		CONEXION: C31			
TARIFA: BT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw): 25.00		NIVEL DE TENSION (V): 380V		

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	COEFICIENTE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL SI.
ENERGIA HORAS FUERA PUNTA	1,581.00	1,581.00	0.00	60.0000	1,100.00	1.00	kWh	0.2716	1014.80
ENERGIA HORAS PUNTA	87.80	87.80	0.00	60.0000	24.00	1.00	kWh	0.3296	79.11
ENERGIA REACTIVA	1,259.90	1,259.90	0.00	60.0000	60.00	1.00	kVArh	0.0485	22.59
POTENCIA POR DISTRIBUCION	1.05	1.05	0.00	80.0000	61.96	1.00	KVAr	75.1600	4,716.41
POTENCIA POR GENERACION	1.05	1.05	0.00	80.0000	63.07	1.00	KVAr	63.5000	3,050.07

(SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: SI. 210.62) (TOTAL ENERGIA: 8,100.82)

1,electrosur

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta: 408 - Tacna
Avenida Amir...
Jirón...
RUC: 2011920594

RECIBO Nº S300 - 658359
Para Consultas su número de Cliente es
310018356

MES FACTURADO: Abril-2022
TOTAL: 8,011.11
VENCIAMIENTO: 21 abr 2022
EMISION: 06 Abr. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL		R.U.C. 1044745718 (MEDIADORES DE ENERGIA)		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION: PREDIO PAJQUE INDUSTRIAL MZB-LT2Y		SISTEMA: TRJFASICO J Hilas		ANTERIOR: 28/02/2022	
DPTO / PROV: MOQUEGUANILLO		SERIE: H2-575		ACTUAL: 31/03/2022	
ALIM. ENTADOR: 01-94(5243)		ACOMETIDA: Ac11-a		LECTURA: CORRECTA	
SISTEMA: SED110-ILO		CONEXION: C31			
TARIFA: BTJ	POTENCIA CONTRATADA (Kw): 25.00		NIVEL DE TENSION (V): 380V		

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	COEFICIENTE	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL SI.
ENERGIA HORAS FUERA PUNTA	1,562.50	1,562.50	0.00	60.0000	1,524.00	1.00	kWh	0.2716	415.82
ENERGIA HORAS PUNTA	87.80	87.80	0.00	60.0000	45.00	1.00	kWh	0.3296	15.82
ENERGIA REACTIVA	1,235.00	1,235.00	0.00	60.0000	894.00	1.00	kVArh	0.0091	21.16
POTENCIA POR DISTRIBUCION	0.83	0.83	0.00	60.0000	66.65	1.00	KVAr	75.1500	5,006.75
POTENCIA POR GENERACION	0.83	0.83	0.00	60.0000	49.6E	1.00	KVAr	48.3600	2,000.56

(SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: SI. 262.0) (TOTAL ENERGIA: 7,861.21)

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 1,03 - Yacua
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606, 11
RUC.1 0192059H

RECIBO Nº S300 - 628023

Para Consultas su número de Clientes
310018356

MES FACTURADO	Mon o-2022
TOTAL	70,638.80
VENCIMIENTO	21 mar 2022
EMISION	06 Mar. 2022

NOMBRE TALLER MEC. YTRANSP. ILO SRL.		R.U.C. 20447457118		(MEDIDORES DE ENERGIA)		(FECHAS DE LECTURA)	
DIRECCION / PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LTI YJ	SISTEMA	TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO	ANTERIOR	30/01/2022	ACTUAL	28/02/2022
DPTO / PROV	MOQUEGU AILLOILO	RUTA	034-ZONA 3i - 10Mavom 31-99-ZO 0.000JZS	SERIE	:422575	LECTURA CORRECTA	
AUMENTADOR	01-94 (243)	Sec. Tipo:	2	ACOMETIDA	A 0		
SISTEMA	SE:0110-ILO			CONSUMO	C3.1		
TARIFA	BT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 2,00		NIVEL DE TENSION (V) 380 V			

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS	FACTURADO	UNIDAD	UNIDAD	TOTAL
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,496.00	1,537.10	-41.10	60.0000	2,466.00	2,466.00	kWh	0.2709	688.04	
ENERGIA HORA PUNTA	85.80	87.00	-1.20	60.0000	72.00	72.00	kWh	0.290	23.69	
ENERGIA REACTIVA	1,215.80	1,245.00	-29.20	60.0000	1,752.00	99.0.60	kVarti	0.0504	(9.93)	
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.93		60.0000	66.65	66.65	>ON	7.51500	SO021S	
POTENCIA POR GENERADORA		0.93		60.0000	55.61	55.61	>ON	48.4200	2.692.64	

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE SI. 2B1.44 TOTAL ENERGIA **8,443.05**

RECIBO Nº S300 - 597842

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 408 - Tacnil
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606, 11a

Para Consultas su número de Clientes
310018356

MES FACTURADO	Fcbrcro-2022
TOTAL	82,391.70
VENCIMIENTO	21 feb 2022
EMISION	06 Feb. 2022

NOMBRE TALLER MEC. YTRANSP. ILO SRL.		R.U.C. 20447457118		(MEDIDORES DE ENERGIA)		(FECHAS DE LECTURA)	
DIRECCION / PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LTI YJ	SISTEMA	ELECTRONICO	ANTERIOR	31/12/2021	ACTUAL	31/01/2022
DPTO / PROV	MOQUEGU AILLOILO	RUTA	034-ZONA 3i - 10Mavom 31-99-ZO 0.000JZS	SERIE	:422575	LECTURA CORRECTA	
AUMENTADOR	01-94 (243)	Sec. Tipo:	2	ACOMETIDA	A 0		
SISTEMA	SE:0110-ILO			CONSUMO	C3.1		
TARIFA	BTJ	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 25.00		NIVEL DE TENSION (V) 380 V			

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS	FACTURADO	UNIDAD	UNIDAD	TOTAL
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,479.10	1,496.00	16.90	60.0000	1,014.00	1,014.00	kWh	0.2650	268.71	
ENERGIA HORA PUNTA	85.40	85.80	0.40	60.0000	24.00	24.00	kWh	0.3240	7.78	
ENERGIA REACTIVA	1,205.60	1,215.80	10.20	60.0000	612.00	100.60	kVarti	0.0527	158.4	
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.65		60.0000	66.65	66.65	-w;	75.1800	S.O.075	
POTENCIA POR GENERADORA		0.65		60.0000	50.81	50.81	-w;	48.8900	2.413410	

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE SI. 259.57 TOTAL ENERGIA **7,787.18**

RECIBO Nº S300 - 568026

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zeta 1,1408 - Tacna
Avenida Andrés Bello Cáceres s/n. Moquegua
Jirón Junín 606, 11e
RUC 201192059H

Para Consultas su número de Cliente es
310018356

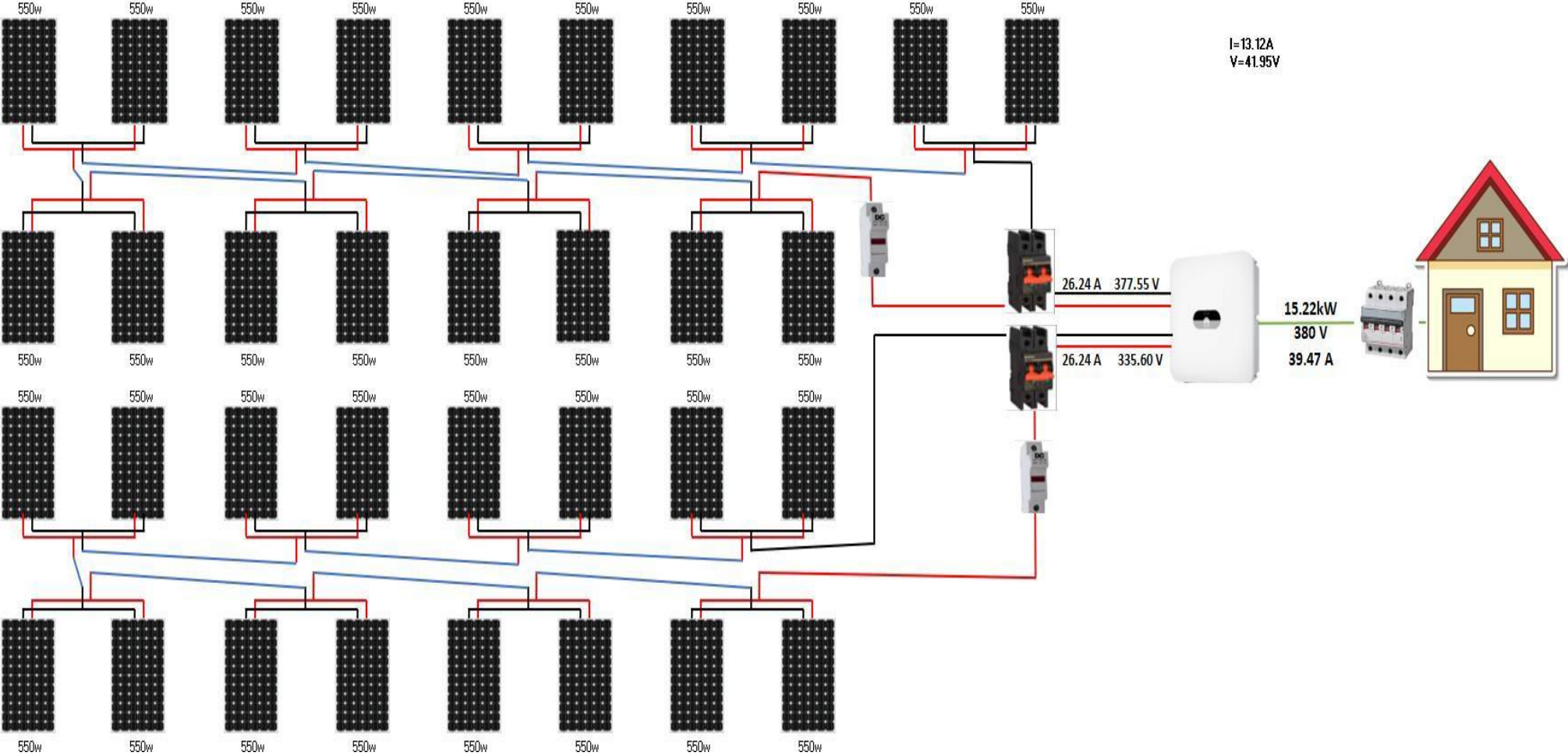
MES FACTURADO	Enu o-2022
TOTAL	73,040.30
VENCIMIENTO	21 ene 2022
EMISION	06 En. 2022

NOMBRE TALLER MEC. Y TRANSP. ILO SRL.		R.U.C. 20447457118		(MEDIDORES DE ENERGIA)		(FECHAS DE LECTURA)	
DIRECCION PREDIO	PARQUE INDUSTRIAL MZB-LTI YJ	SISTEMA	TRIFASICO 3 Hilos ELECTRONICO	ANTERIOR	30/11/2021	ACTUAL	31/12/2021
DPTO / PROV	MOQUEGU AILLOILO	RUTA	034-ZONA 3i - 10Mavom 31-99-ZO 0.000JZS	SERIE	:422575	LECTURA CORRECTA	
AUMENTADOR	01-94 (52431)	Sec. Tipo:	2	ACOMETIDA	A 0		
SISTEMA	SE:0110-ILO			CONSUMO	C3.1		
TARIFA	B_T3	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 25.00		NIVEL DE TENSION (V) 380 v			

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	FACTURADO	UNIDAD	UNIDAD	TOTAL
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,453.80	1,479.10	2530	60.0000	1,518.00	1,518.00	kWh	0.2650	40227
ENERGIA HORA PUNTA	84.60	85.40	0.60	60.0000	<1a.00	48.00	kWh	0.3240	15.55
ENERGIA REACTIVA	1,188.90	1,205.60	16.70	60.0000	1,002.00	532.20	kVarti	0.0528	281.0
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.91		60.0000	68.65	66.65	KW	75.0900	5,004.75
POTENCIA POR GENERADORA		0.91		60.0000	54.74	54.74	>ON	48.8900	2,676.24

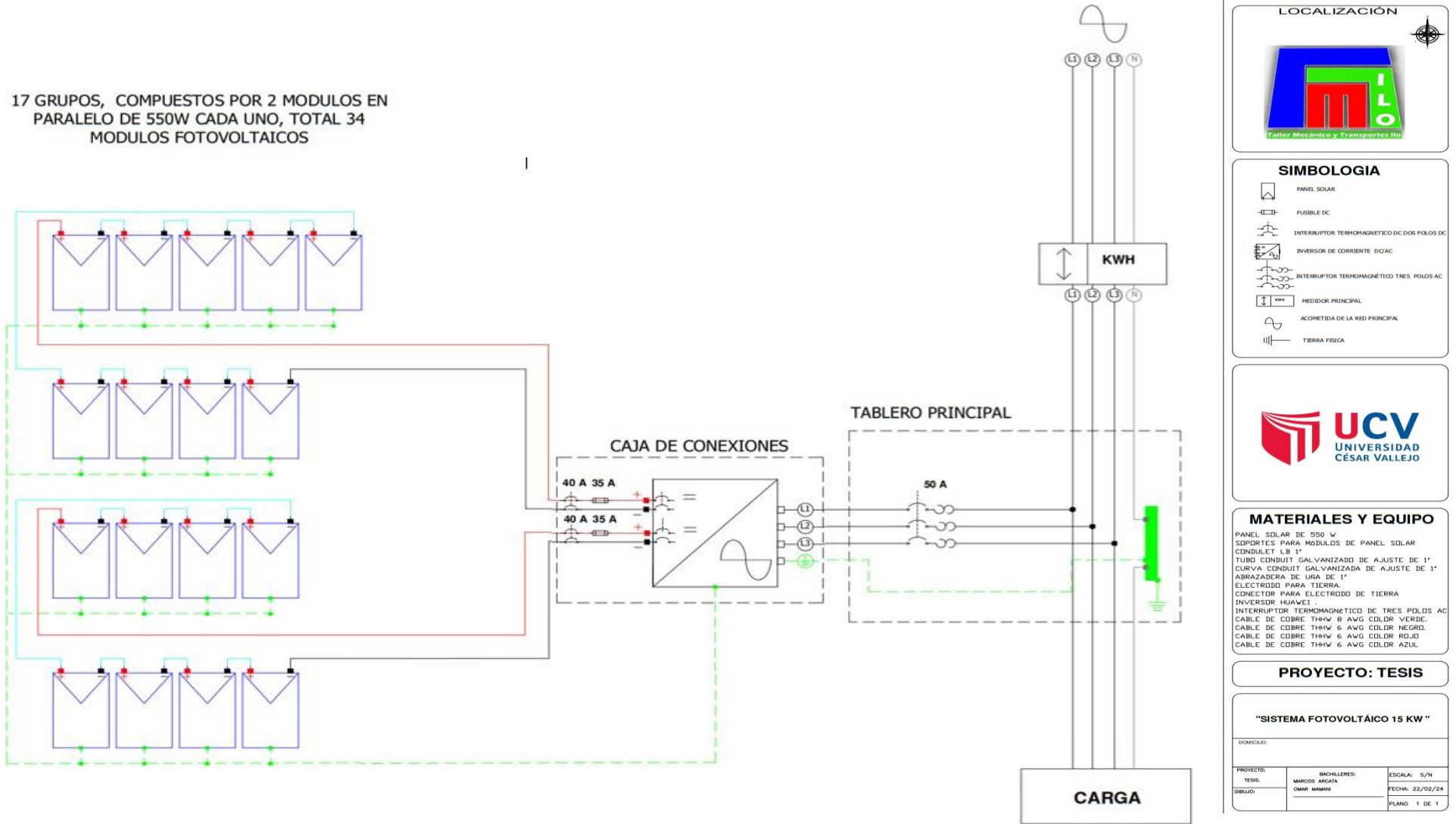
SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE SI. 270.90 TOTAL ENERGIA **8,126.91**

Anexo 17. Imagen referencial del esquema de instalación de sistema fotovoltaico.

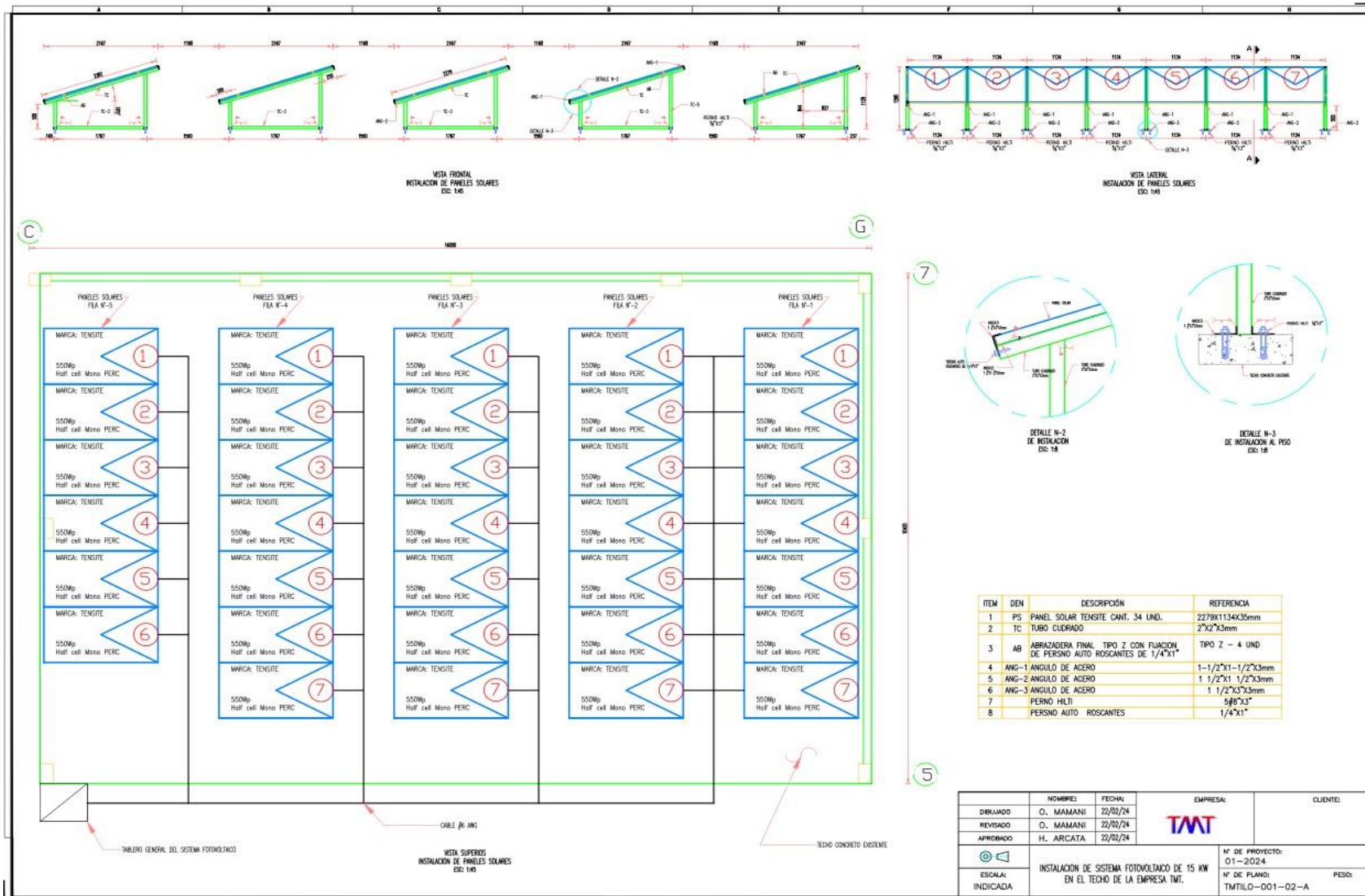


Anexo 18. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico.

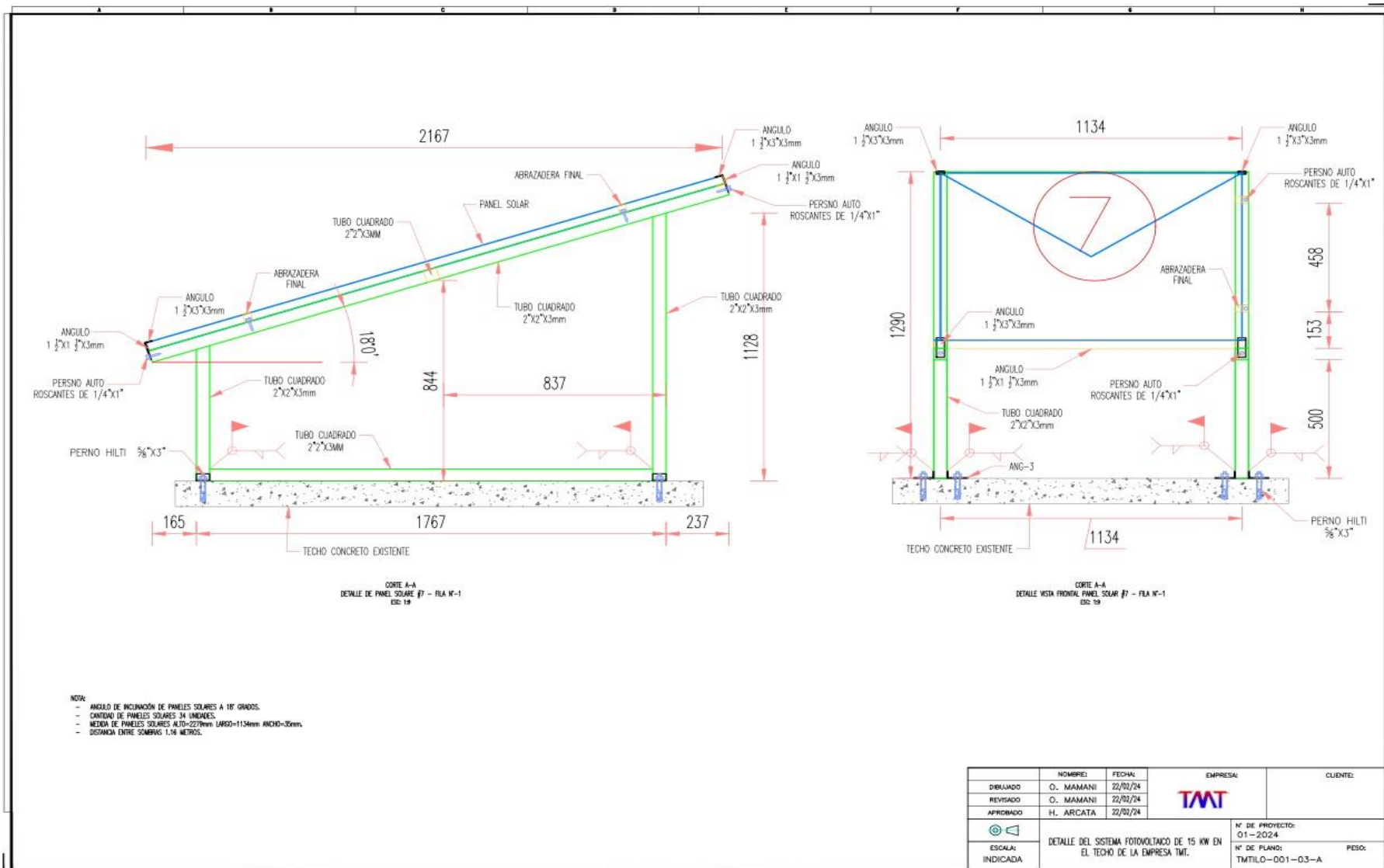
17 GRUPOS, COMPUESTOS POR 2 MODULOS EN PARALELO DE 550W CADA UNO, TOTAL 34 MODULOS FOTOVOLTAICOS



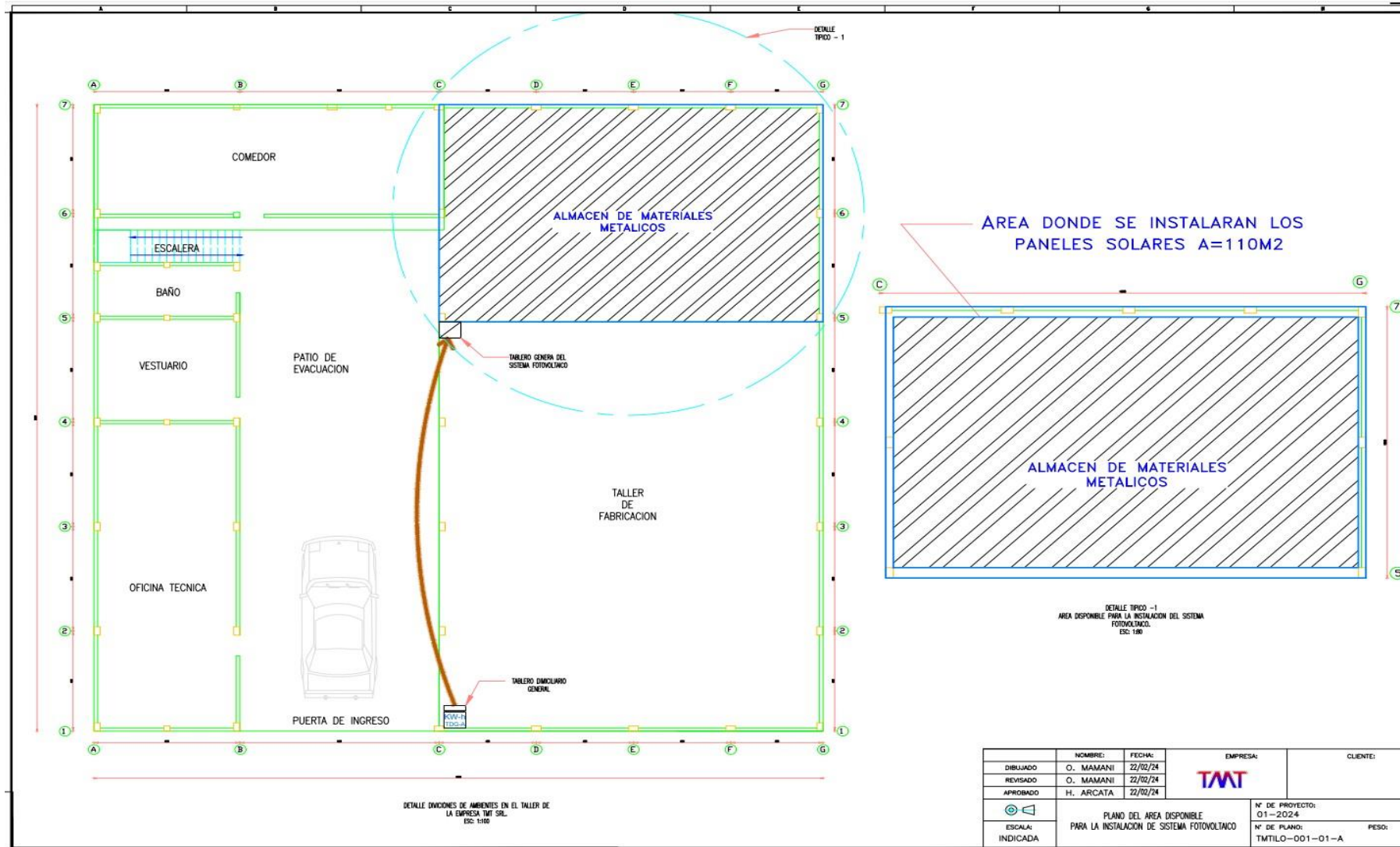
Anexo 19. Plano de instalación del sistema fotovoltaico en el área disponible del taller TMT ILO SRL.



Anexo 20. Plano del taller TMT ILO SRL.



Anexo 21. Plano del taller TMT ILO SRL.



Anexo 22. Plano de ubicación del taller TMT ILO SRL.



Anexo 23. Cotización de puesta tierra.



INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
TRABAJOS EN METAL MECANICA EN GENERAL,
MANTENIMIENTO Y REPARACION DE MAQUINAS Y EQUIPOS
MECANICOS- ELECTRICOS E HIDRAULICOS DE USO INDUSTRIAL
MINERO

LOG-F05
Versión: 00
Fecha: 26/01/2023
Revisado: RLOG
Aprobado: RED

COTIZACION ANR-020-2023

llo, 02 de noviembre del 2023

Señores:

TMT S.R.L.

Presente.

Atención : **Mamani Machaca Omar John / Arcata Maquera Heber Marcos**

Asunto : **ACONDICIONAMIENTO DE PUESTA TIERRA PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 15 KW**

De nuestra mayor consideración:

Por medio de la presente le hago llegar mi más afectuoso saludo y estima personal, en esta oportunidad me dirijo a Uds. para ponerme a su servicio y hacerle llegar la cotización para efectos de participar con nuestra propuesta técnica y económica.

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UND	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	ACONDICIONAMIENTO DE PUESTA TIERRA.	1	C/U	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
	Incluye:				
	Suministro: De materiales, consumibles, equipos, herramientas y equipos.				
	Trabajos: Excavación, preparación de tierra de chacra, compactado, instalación de varilla y caja de registro, aterramiento del sistema fotovoltaico.				
	Estadia: Alimentación y transporte.				
				TOTAL	S/ 2,000.00

Precios incluyen IGV.

ANROTEC S.A.C. oficina parque industrial Mz-T Lt-13 / taller parque industrial coop. Artesanal Mz -T Lt 12 /cel. +51 948 900 243 / ventasanrotec@gmail.com / administracion@anrotec.com.pe

CONSIDERACIONES:**DISEÑO**

Realizar planos de presentación al cliente.

Entrega de planos as built.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO Y SEGURIDAD.

Presentación del plan de trabajo.

Presentación de documentos de seguridad PETS, IPERC BASE, plan de seguridad.

Presentación de informe final del servicio.

DETALLE TÉCNICO DEL TRABAJO**Materiales:**

Área de chacra.

Sal industrial.

Bentonita.

Cementos conductivos.

Varilla de cobre de 3/4"x2.50m.

Conector Anderson de 3/4".

Cable 6 AWG color amarillo- verde.

Tubería PVC SAP de 1".

Caja de registro pesada de concreto.

Acondicionamiento de (Uesta tierra

Realizar la excavación de 1.5m de diámetro y profundidad 2.50m, realizar la mezcla de tierra de chacra con bentonita sal industrial, compactaciones en capas de 2D cm, instalación de barra de cobre recubierto con cemento conductor, instalación de caja de registro y aterramiento del sistema fotovoltaico.

CONDICIONES DE ENTREGA

Plazo de entrega	: 2 días Hábiles a fecha de recepción de la orden.
Tiempo de oferta	: 30 días.
Garantía	: 12 meses.
Forma de pago	: por facturación (50% adelantado antes de inicio de obra y 50% culminado la obra).

Atentamente

ÁNGEL RODRÍGUEZ PALACIOS

ANROTEC S.A.C.

Ángel Rodríguez Palacios
GERENTE GENERAL