



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

Dimensionamiento de sistema fotovoltaico Off-Grid para
reducir costos de energía eléctrica en la compañía de
Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Salcedo Tejada, Carlos Mariano (orcid.org/0009-0001-7803-6770)

Valencia Canales, Luis Antonio (orcid.org/0009-0005-1858-4918)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2024

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis queridos padres, Elba y Hugo, les agradezco con profundo cariño por su amor incondicional, dedicación, paciencia y afecto, que han sido la base de mi éxito hoy. A mi hermano José Paulo, agradezco su constante apoyo y el valioso ejemplo que me ha enseñado a perseverar en la búsqueda de mis metas. En memoria de mi hermano Hugo, cuya luz sigue brillando en cada paso de mi camino.

A mi pareja, Milagros, le doy las gracias por su amor incondicional y su apoyo constante. Todos juntos, han sido los pilares que me han impulsado a superar desafíos con valentía y persistencia, y les estoy profundamente agradecido.

A mis padres Irene y Carlos, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me permitieron cumplir uno de mis sueños, gracias por enseñarme que cada esfuerzo tiene una recompensa y que con perseverancia se puede lograr lo que uno se propone. A mi tío Miguel, que me enseñó a no darme por vencido y que todo es posible en esta vida.

A mi esposa Valeria y mi hija Ariadna, que me apoyaron en este largo camino para cumplir una de mis primeras metas.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios, que me permitió cumplir este objetivo, a mi familia por estar siempre presentes, agradecer a la Universidad y de manera especial a la facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, quienes me ofrecieron en todo momento su apoyo y colaboración para el desarrollo del presente trabajo.

Valencia Canales, Luis Antonio

Salcedo Tejada, Carlos Mariano



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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 Sistema Fotovoltaico Off-Grid para Reducir Costos de Energía Eléctrica en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo", cuyos autores son SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO, VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 05 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130	Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 16- 05-2024 17:23:33

Código documento Trilce: TRI - 0741844



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO, VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO 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 Sistema Fotovoltaico Off-Grid para Reducir Costos de Energía Eléctrica en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo", 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
SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO DNI: 76170690 ORCID: 0009-0001-7803-6770	Firmado electrónicamente por: CMSALCEDO el 28-06-2024 15:10:43
VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO DNI: 70262393 ORCID: 0009-0005-1858-4918	Firmado electrónicamente por: LAVALENCIA el 28-06-2024 15:09:31

Código documento Trilce: INV - 1636093

Índice de contenidos

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.....	ix
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	24
3.2. Variables y operacionalización	24
3.3. Población y Muestra	25
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	73
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Radiación solar disponible para lugar de estudio	30
Tabla 2 Radiación solar para superficie inclinada	32
Tabla 3 Consumo energético de la Compañía de Bomberos (Junio 22-Mayo 23)	35
Tabla 4 Consumo de Energía Eléctrica de Compañía de Bomberos medido en campo	36
Tabla 5 Tensiones de trabajo según potencia del sistema.....	40
Tabla 6 Comparación opciones de paneles fotovoltaicos	41
Tabla 7 Parámetros de tensiones y corrientes para la selección del inversor	49
Tabla 8 Parametros de Opciones de reguladores.....	50
Tabla 9 Cargas de la compañía de bomberos	52
Tabla 10 Parámetros de opciones de baterías.....	53
Tabla 11 Distancias de cableado por tramos entre componentes.....	56
Tabla 12 Caidas de tension permitidas por tramo.....	56
Tabla 13 Resumen de cables necesario para el sistema fotovoltaico.....	61
Tabla 14 Protecciones eléctricas seleccionadas por tramo	63
Tabla 15 Resumen de componentes del sistema fotovoltaico dimensionado	64
Tabla 16 Inversión por componentes del sistema fotovoltaico	67
Tabla 17 Resumen de inversión por conductores eléctricos	67
Tabla 18 Resumen de inversión por montaje, instalación, puesta en marcha del sistema y sistema de puesta a tierra	68

Tabla 19 Inversión total por el sistema fotovoltaico	69
Tabla 20 Egreso anual por mantenimiento del sistema fotovoltaico	70
Tabla 21 Flujo de caja para cálculo de VAN y TIR del proyecto	71

Índice de figuras

Figura 1 Tipos de radiación solar	8
Figura 2 Tipos de sistemas fotovoltaicos	10
Figura 3 Componentes panel fotovoltaico	12
Figura 4 Tipos de paneles	13
Figura 5 Coordenadas Geográficas de Compañía de Bomberos	29
Figura 6 Áreas disponibles en techos de la Compañía de Bomberos.....	33
Figura 7 Vista superior de áreas techadas de la Compañía de Bomberos	34
Figura 8 Distancias e inclinación de paneles fotovoltaicos	44
Figura 9 Temperaturas minimas y maximas en la ciudad de ilo	45
Figura 10 Disposición de grupos de paneles y controladores de carga.....	51
Figura 11 Diagrama de conexión de baterias en serie y paralelo	55
Figura 12 Modelo #D de la compañía de bomberos	56

Resumen

La compañía de bomberos de Pacocha-Ilo enfrenta un desafío significativo debido a los altos costos de energía eléctrica, lo que afecta negativamente el presupuesto destinado a áreas críticas como infraestructura, equipamiento de seguridad y vehículos. Con el objetivo principal de reducir estos costos, se lleva a cabo una investigación que se centra en el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico off-grid. Utilizando una metodología de tipo aplicada, con diseño no experimental-descriptivo. La implementación de este sistema busca mejorar la sostenibilidad económica de la compañía al reducir la dependencia de la red convencional de energía eléctrica.

Como resultado, se dimensiono un sistema Off-Grid conformado por 34 paneles monocristalinos de 24V-550W, 4 reguladores de carga de 48V y 70A, 40 baterías de 6V-600AH con capacidad de descarga de 50%, junto a 1 inversor de 48V-5000VA. Seleccionamos los conductores y protecciones de acuerdo con la carga en cada segmento del sistema. Miguel Pareja Aparicio sirvió de guía para realizar el dimensionamiento.

Así mismo concluimos que lograremos un ahorro de S/. 11,263.41 soles por año, con una inversión total de S/. 137,502.48 soles, la cual comprende los equipos, la instalación y puesta en marcha completa del sistema fotovoltaico, con un retorno estimado de 10 años.

Palabras clave: Energía eléctrica, sistema fotovoltaico, radiación solar

Abstract

The Pacocha-Ilo fire company faces a significant challenge due to high electrical energy costs, which negatively affects the budget allocated to critical areas such as infrastructure, safety equipment and vehicles. With the main objective of reducing these costs, research is carried out that focuses on the sizing of an off-grid photovoltaic system. Using an applied methodology, with a non-experimental-descriptive design. The implementation of this system seeks to improve the economic sustainability of the company by reducing dependence on the conventional electrical energy network.

As a result, an Off-Grid system was sized consisting of 34 24V-550W monocrystalline panels, 4 48V and 70A charge regulators, 40 6V-600AH batteries with 50% discharge capacity, along with 4 48V inverters. 5000VA. We select the conductors and protections according to the load in each segment of the system. Miguel Pareja Aparicio served as a guide to carry out the sizing.

Likewise, we conclude that we will achieve savings of S/. 11,263.41 soles per year, with a total investment of S/. 137,502.48 soles, which includes the equipment, installation and complete start-up of the photovoltaic system, with an estimated return of 10 years.

Keywords: Electric energy, Photovoltaic system, Solar radiation

I. INTRODUCCIÓN

La energía proveniente del sol se destaca dentro de las fuentes renovables como una de las más importantes a nivel mundial. Además de brindar energía limpia su gran versatilidad para ser producida en cualquier lugar mitiga la dependencia al uso de energías producidas a partir de combustibles fósiles. Desde el año 2000 hasta 2020 la generación eléctrica a partir de energías renovables a nivel mundial tuvo un incremento de 754 GW hasta 2799 GW IRENA, (2021). Este desarrollo se debe en gran medida a las políticas que regulan y fomentan su uso.

El Perú es un país que tiene una amplia variedad de recursos naturales, incluyendo la energía solar y es así que se viene promoviendo y aprovechando este recurso a lo largo del país para la generación de energía fotovoltaica ya que actualmente se convirtió en una opción viable técnica, económica y ambientalmente. Con la finalidad de aprovechar todos los beneficios y gran potencial de este recurso se promulgo Decreto legislativo N° 1002 (2008) Ponce, F. A. J. (2020). Buscando fomentar el uso de recursos energéticos renovables. Debido a estas medidas el Perú está logrando grandes avances en el uso de energías renovables y aportando en la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

La Compañía de Bomberos “Tnte. CBP José Trabucco N° 180” de la ciudad de Ilo en una organización no lucrativa compuesta por bomberos que se integran de manera voluntaria para brindar servicios de respuesta ante emergencias como incendios, rescates y emergencias en general, labores muy importantes para garantizar seguridad a la población ileña y a su patrimonio.

Sin embargo, la Compañía de Bomberos “Tnte. CBP José Trabucco N° 180” enfrenta una problemática por los elevados pagos realizados asociados al consumo de energía suministrada por la red eléctrica pública en la cual se tiene contratado una tarifa BT5B con potencia de 2.8kW Monofásico de 02 hilos, llegando a consumos mensuales considerables que oscilan entre 814 kW.h y 1140kW.h con un costo respectivo de S./ 774.5 y S./ 1,152.9. Produciéndose así un gasto anual de S/. 11,263.41 por el suministro eléctrico

en el último año (junio-2022 a mayo-2023), reduciendo así el presupuesto disponible para invertir en áreas de gran importancia como lo son la modernización de la infraestructura, equipos e implementos de protección personal que desempeñan un papel importante en la seguridad de los bomberos voluntarios y el mantenimiento o adquisición de equipos y unidades móviles importantes para el éxito de sus trabajos. Estas áreas anteriormente mencionadas en buenas condiciones permiten una respuesta más rápida y eficiente ante incendios, accidentes y desastres naturales. Es importante mencionar que actualmente la Compañía de Bomberos “Tnte. CBP José Trabucco Trabucco N° 180” maneja un presupuesto limitado y depende en gran medida de donaciones por parte de empresas privadas, es por eso que es de gran importancia distribuir los recursos de la manera más eficiente y encontrar soluciones que permitan reducir costos operativos para la liberación de fondos. Además de la carga económica, utilizar la energía suministrada por la red de distribución eléctrica que hacen uso de fuentes de generación tradicionales, colaboran perjudicialmente produciendo gases tóxicos que ocasionan el efecto invernadero con una consecuencia negativa en el ecosistema nacional.

Debido a esto se propone realizar un dimensionamiento, con el cual se obtendrán las especificaciones de un sistema fotovoltaico Off-Grid con la capacidad de cubrir totalmente la demanda energética de la Compañía de Bomberos “Tnte. CBP José Trabucco Trabucco N° 180” reduciendo así los gastos relacionados con la facturación por consumo de energía.

En función de lo expuesto, formulamos el problema general para nuestro proyecto de investigación: ¿Cuál es la viabilidad de implementar un sistema fotovoltaico Off-Grid en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacochallo para reducir los costos asociados con la energía eléctrica y mejorar la eficiencia operativa de la organización?

Este proyecto de investigación se justifica en primer lugar para demostrar la factibilidad del uso de sistemas fotovoltaicos proporcionando evidencia de que estos sistemas son una solución viable para reducir costos y conseguir beneficios económicos en base a su operación de esta manera beneficiando a la compañía de bomberos liberando recursos financieros para otras áreas

de importancia mejorando la calidad de servicio voluntario brindado y consecuentemente beneficiando esto a la población ileña la cual podrá contar con una compañía de bomberos con estándares mayores de seguridad y eficiencia, además de aportar en la búsqueda de la reducción de la emisión de gases contaminantes promoviendo practicas responsables, promoviendo la sostenibilidad y mitigando el cambio climático. Asimismo, este trabajo de investigación busca servir de ejemplo e incentivar el uso de energías renovables por parte de otras organizaciones públicas y privadas que enfrentan problemáticas similares a fin de obtener una solución rentable y sostenible generado un impacto positivo a nivel social y ambiental.

Para el desarrollo de nuestro proyecto definimos nuestro objetivo general: Dimensionar un sistema fotovoltaico Off-Grid para la reducción del costo del consumo de energía eléctrica en la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180; y como objetivos específicos: 1) Determinar la radiación solar aprovechable en la ubicación de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180. 2) Determinar el área disponible en la infraestructura de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180 para la implementación de sistema fotovoltaico Off-grid. 3) Determinación de la demanda energética a cubrir en la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180. 4) Dimensionar el sistema fotovoltaico off grid para cubrir la demanda total energética de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180 Ilo. 5) Determinar los costos de inversión total, rentabilidad y retorno de la inversión en consideración del sistema fotovoltaico Off-grid dimensionado en esta investigación.

II. MARCO TEÓRICO

El-houari, H., Allouhi, A., Rehman, S., Buker, MS, Kousksou, T., Jamil, A. y El Amrani, B. (2019) en su artículo Diseño, Simulación y Optimización Económica de un Sistema Fotovoltaico Aislado para Electrificación Rural, cuyo objetivo principal fue el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para una casa en Tazouta, Morocco. Utilizando un diseño no experimental-correlacional. Utilizando como población a la región del Medio Atlas de Tazouta y como muestra una casa residencial. Obtuvo como resultados que el sistema propuesto tiene una capacidad de 3,8 kWh/d de carga por día, de igual forma determino el costo de ciclo de vida en 10,195.56 USD, costo de instalación inicial de 4,858.68 USD y costo unitario de electricidad 0,57 USD/kWh; siendo los sistemas fotovoltaicos una gran ayuda para la reducción de la contaminación.

Babatunde, D. E., Babatunde, O. M., Emezirinwune, M. U., Denwigwe, I. H., Okharedia, T. E., & Omodara, O. J. (2020) en su artículo titulado Análisis de viabilidad de una batería fotovoltaica para una instalación agrícola, fija como objetivo la evaluación de los beneficios ambientales y económicos de la implementación de un sistema de baterías fotovoltaicas en comparación de un generador Diesel para una granja ganadera en Akinyele del estado de Oyo, Nigeria. Empleando una investigación aplicada con un diseño no experimental. Los autores concluyen que la granja avícola tiene una demanda de energía de 6,37Wh/día, así mismo determinan que el conjunto de baterías fotovoltaicas debe ser de 4 baterías de 3kW, 1 convertidor de 1kW con fracción 100% renovable. Con un costo inicial de instalación de 14,448.00 USD, con un costo operativo de 248 USD y con un costo nivelado de energía de 0.535 USD/kWh, con una emisión nula de gases de efecto invernadero.

Alvarez, A., Heredia, H. (2022) en sus tesis de grado titulada "Diseño y Simulación de un Sistema de Generación Fotovoltaico de tipo Off-Grid" Considerando Análisis de la Demanda de Energía, tiene como objetivo general diseñar y simular un sistema fotovoltaico de tipo Off-Grid para cubrir la demanda de la energía del bloque "B" de la Universidad Técnica de

Cotopaxi. Los autores utilizaron un tipo de investigación aplicada con un diseño no experimental.

Los autores concluyen: i) La demanda energética para el bloque “B” es de 30,31 kW. ii) necesitando la cantidad de 90 paneles solares de 385 Wp generando una potencia de 34,7Kw, con un inversor MPPT de 45 kW, por lo que configuraron 15 paneles conectados en serie y 6 paneles en paralelo, con una orientación hacia el norte con 15° de inclinación. iii) Se obtuvo un informe de resultado donde se determina que a la salida del inversor tenemos una proporción de rendimiento de 87.5%, generando una energía anual de 58.61 MWh/año, también determinamos el monto anual y mensual, con un costo del kWh para entidades públicas de 0,065USD/kWh, por consiguiente, para una generación anual de 57,53 MWh/año tenemos un monto de 3814,9USD.

Ventura, E., Delgado, L. (2020) en su tesis de grado titulada “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Aislado para la Demanda Eléctrica de la Posta Medica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú.” Para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional de Jaén. Fijan su objetivo general como diseñar un sistema con energía solar fotovoltaica para la posta médica del Centro poblado Urakusa en la provincia Condorcanqui – Amazonas. Los autores usan un tipo de investigación aplicada y de diseño no experimental.

Los autores concluyen que; i) la radiación disponible en el área de investigación es de 4,16 kWh/m²/día como valor mínimo en el mes de abril; ii) La potencia instalada es de 3.47 kW; iii) Tras los cálculos se determinó los componentes necesarios como 18 paneles solares policristalinos de la marca ERA Solar de 330W-24 V, 01 regulador de carga de la marca Blue solar de 250/100^a, 24 baterías de la marca Ultracell tipo Frontal 12V-250 Ah y 02 inversores de la marca Victron Energy Phoenix 48V-3000VA; iii) Se determino una inversión total inicial de S/.78,455.00 y un costo por mantenimiento y operación anual de S/. 12,000.00; iv) Se estable que la recuperación de la inversión será en 7 año con una tasa del 10%.

Borja, J. (2021, Perú) en su tesis de grado titulada “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para suministrar de energía eléctrica a la estación

meteorológica convencional de Yanacancha de la Región Junín, 2021” para obtener el título profesional de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Establece su objetivo general de Dimensionar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica a la estación meteorológica convencional de Yanacancha de la Región Junín. El tipo de investigación presentada por el autor es Aplicada, un nivel cuantitativo, con un método de investigación sistemática y diseño preexperimental. Como instrumento el autor utilizó las notas de campo.

El autor menciona en sus conclusiones que en la zona de investigación se determinó una radiación desfavorable de 3.94 kWh/m²/día y el más favorable a 7.19 kWh/m²/día. La potencia suministrada por el sistema es de 1350.50 Wh/día, Además del bajo costo y mayor confiabilidad la construcción del sistema fotovoltaico lo define como rápida y sencilla.

Chiroque, W., Ricaldi, I. (2022, Perú) en su tesis de grado titula “Diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022” para obtener el título profesional de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional del Callao. Plantean como objetivo general de su investigación Diseñar un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022. Los autores aplican un tipo de investigación aplicada, un diseño de investigación no experimental-transversal con un nivel descriptivo-correlacional, además aplica la encuesta como instrumento de recolección de datos.

Finalmente, en su conclusión mencionan que la implementación del sistema de energía limpia generado por el sistema fotovoltaico demuestra mejoras significativas, observándose un aumento de 8.442 de media en la generación de energía eléctrica, además el resultado de la prueba T para muestras relacionadas se encontró que existen diferencias significativas (p -valor <0.005).

Medina, A., Saravia, L. (2022, Perú) en su tesis de grado titulada “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para reducir la facturación por energía eléctrica consumida en la sede principal de Empresa Prestadora de

Servicios Ilo S.A. 2022” para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo. Establecen como objetivo general determinar la influencia del dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para reducir la facturación del consumo de energía eléctrica en la sede principal de EPS ILO S.A. Los autores emplearon una investigación de tipo aplicada y un diseño no experimental.

Finalmente concluyeron que i) La radiación solar mínima en lugar para el dimensionamiento es un valor de 3.56 kWh/m²; ii) La demanda mensual de 4,506.1 kWh la cual se cubrirá parcialmente por las características técnicas del lugar, por esto la demanda que cubrirá mensualmente en sistema es de 3,536.1 kWh/mes que representa el 78.47 de la demanda total; iii) El sistema fotovoltaico consta de 98 paneles marca ECOGREEN de 24V–350W, 5 reguladores de carga MPPT marca SRNE, de 12/24/36/48V–70^a, 9 bancos de baterías de plomo ácido marca ULTRACELL de 48V–600AH, 4 inversores de corriente marca VICTRON ENERGY de 48–5000VA; iv) La inversión se determinó en S/. 324,107.77, con un cálculo del retorno en 15 años y un TIR de 1.871%.

Definimos los conceptos claves necesarios para entender el marco referencial de la investigación sobre el uso de los sistemas fotovoltaicos:

Energías renovables; según J. Jurasza, F.A. Canalesc, A. Kiesd, M. Guezgouze, A. Belucof, (2020) son las fuentes de energía derivadas de la naturaleza, tales como el sol, viento, agua o la biomasa vegetal o animal. Caracterizadas por no usar ningún tipo de combustible fósil, como el petróleo, carbón y el gas. Convirtiéndose en una alternativa rentable y amistosa con el medio ambiente.

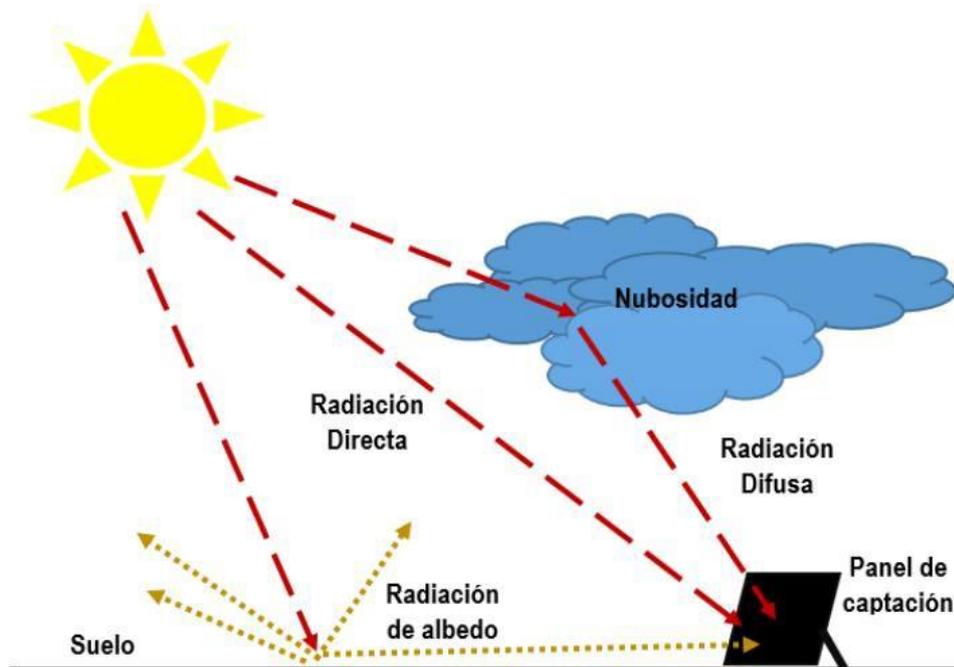
Energía solar; van Wijk, A. J. M., van der Roest, E., & Boere, J. (2018). Producida por una fuente de energía inagotable como el sol, la cual puede ser aprovechada de diferentes formas, tales como energía termoeléctrica o energía fotovoltaica, siendo una fuente de energía que no contamina.

Radiación solar; Widén, J., Munkhammar, J. (2019) producida en el interior del sol por la fuerza gravitacional del sol que crea una energía nuclear, una

parte de este proceso se convierte en energía electromagnética, lo que finalmente denominamos radiación solar.

Figura 1

Tipos de Radiación Solar.



Nota. La figura muestra los tipos de radiación solar incidente, (Redrován, 2018).

Radiación directa; Chambi, V. (2018) Radiación que llega directamente a la superficie terrestre sin sufrir alteraciones en su dirección.

Radiación Difusa; Chambi, V. (2018) Es la reflejada y absorbida por las nubes, se dispersa en diferentes direcciones, siendo las superficies horizontales las que experimentan una mayor incidencia de radiación difusa.

Radiación Albedo; Chambi, V. (2018) Es la combinación de radiación difusa y directa, llegando a través de la reflexión del suelo y siendo aprovechable exclusivamente por superficies verticales o inclinadas.

Radiación Global; Chambi, V. (2018) Resulta de la combinación de distintos tipos de radiaciones, siendo un indicador clave para evaluar el balance energético en un determinado lugar.

Puesta a tierra; Barbecho, J., Perez, C. (2022) Un sistema de puesta a tierra, conocido como SPT se define como una configuración ininterrumpida de elementos que permiten conectar dispositivos eléctricos o no eléctricos a la tierra o una masa metálica en contacto directo con la tierra.

En el siguiente párrafo, presentamos los fundamentos teóricos necesarios para fundamentar el análisis de la investigación sobre el diseño de un sistema fotovoltaico:

Radiación solar para ángulo de inclinación óptimo; Para determinar la radiación máxima recibida por un panel solar en su ángulo de inclinación óptimo se requiere como referencia la radiación global para plano horizontal. Según la ecuación (1):

$$G_{dm}(\beta_{opt}) = \frac{G_{dm}(0)}{1 - 4.46 * 10^{-4} * (\beta_{opt}) - 1.19 * 10^{-4} * (\beta_{opt})} \quad (1)$$

Dónde: Iseda (2022)

$G_{dm}(\beta_{opt})$: Radiación solar para ángulo de inclinación óptimo.

$G_{dm}(0)$: Radiación solar global para una superficie horizontal.

β_{opt} : Angulo de inclinación óptimo de panel fotovoltaico.

Hora solar pico; Santamaría, G., Castejón, A. (2010) podríamos definirla como la unidad de medida para la irradiación solar, es la proporción de radiación que obtiene un metro cuadrado de un área determinada. Directamente relacionada a la capacidad de generación un panel fotovoltaico. Para su cálculo se hace uso de la ecuación (2):

$$HSP = \frac{G_{dm}(\beta_{opt})}{1kW/m^2} \quad (2)$$

Dónde: Muñoz (2021)

HSP : Hora Solar Pico

$G_{dm}(\beta_{opt})$: Radiación solar mínima disponible.

Energía solar fotovoltaica; es el método por el que la energía solar se convierte en electricidad por medio de paneles solares fotovoltaicos que

reciben la radiación solar para producir energía eléctrica, siendo fundamental para la eficiencia de esta generación la inclinación y orientación de los paneles. da Silva, H., Araújo, F. (2022)

Esta energía eléctrica producida puede ser usada directamente para cubrir una demanda energética o posteriormente por medio de baterías que sirven para almacenar la energía generada.

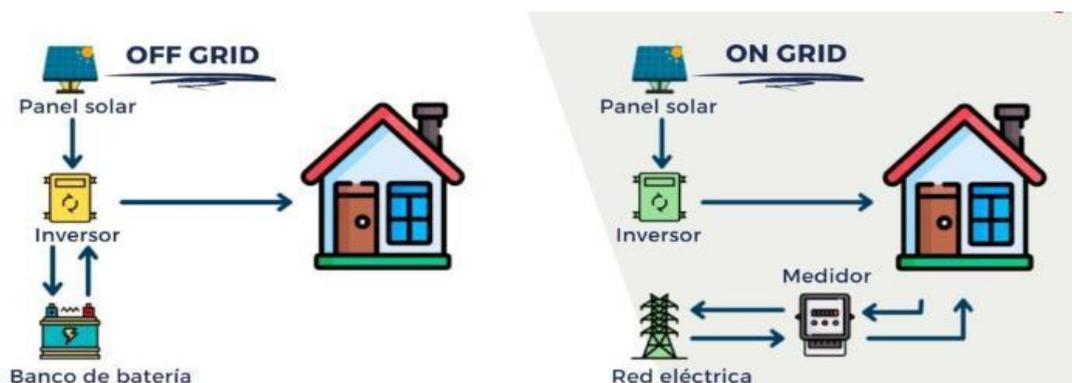
Tipos de sistemas fotovoltaicos

Sistema fotovoltaico Off-grid; que no se encuentra conectado a la red eléctrica, estos son una alternativa a la energía convencional en lugares donde no se dispone de una red convencional, puesto que no representan una gran inversión para ser utilizados. Cevallos, W., Rojas, D., Domínguez, L., Cruz, B., Yerovi, M. (2019)

Sistema fotovoltaico On-grid; acoplado a la red es un sistema en el cual se introduce energía a la red con el fin de vender la energía generada de forma bidireccional, esta energía debe de ser de propiedades iguales a la de la red comercial en valores como el voltaje y frecuencia. Carmona, G., Díaz, T. (2010)

Figura 2

Tipos de Sistemas Fotovoltaicos



Nota. La figura muestra los tipos de sistemas fotovoltaicos y componentes, (Dynamic Energy, 2022)

Coeficiente de pérdidas de la instalación (Rendimiento); Según Pareja (2020) la energía producida por el sistema fotovoltaico debe considerar las pérdidas propias del sistema. Se hace uso de la ecuación (3) para su cálculo.

$$K_t = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] * [1 - \frac{(K_A * D_{aut})}{P_D}] \quad (3)$$

Dónde:

K_t : Coeficiente de pérdidas de la instalación (Rendimiento).

K_B : Pérdida de rendimiento debido a la batería de 0.05.

K_C : Pérdida de rendimiento debido al inversor de 0.05.

K_R : Pérdida de rendimiento debido al controlador de carga de 0.1.

K_X : Pérdidas por Efecto Joule, sobretensiones, etc. de 0.1.

K_A : Pérdida por autodescarga de batería de 0.005.

D_{aut} : Días de autonomía.

P_D : Profundidad de descarga de baterías de 50%

Demanda energética real diaria; Según Pareja (2020) Conociéndose la demanda energética diaria en corriente alterna, se determina la demanda energética real diaria requerida se en función del rendimiento del sistema haciendo uso de la ecuación

$$E_{real} = \frac{E_{prom_dia} * 1.4}{K_T} \quad (4)$$

Dónde:

E_{real} : Demanda energética real diaria.

E_{prom_dia} : Promedio de demanda energética diaria AC.

K_T : Coeficiente de pérdidas de la instalación (Rendimiento).

Cálculo de potencia del sistema fotovoltaico; Para el cálculo de la potencia se hace uso de la ecuación (5):

$$P_{SFV} = \frac{E_{real}}{HSP} \quad (5)$$

Dónde: Baldera (2018)

P_{SFV} : Potencia del sistema fotovoltaico.

E_{real} : Demanda energética real diaria.

HSP : Hora Solar Pico.

Componentes sistema fotovoltaico

Paneles solares; compuestos por células individuales conectadas eléctricamente, fabricadas de silicio, fósforo y boro, estos se encargan de recolectar energía proveniente del sol, para poder convertirla en electricidad.

Rani, P., Mishra, A. R., Mardani, A., Cavallaro, F., Štreimikienė, D., & Khan, S. A. R. (2020)

Figura 3

Componentes panel fotovoltaico.



Nota. La figura muestra los componentes de un panel fotovoltaico, (OVACEN, 2019)

Tipos de paneles; Casa, M., Barrio, M. (2017) Los clasifican en 3 tipos:

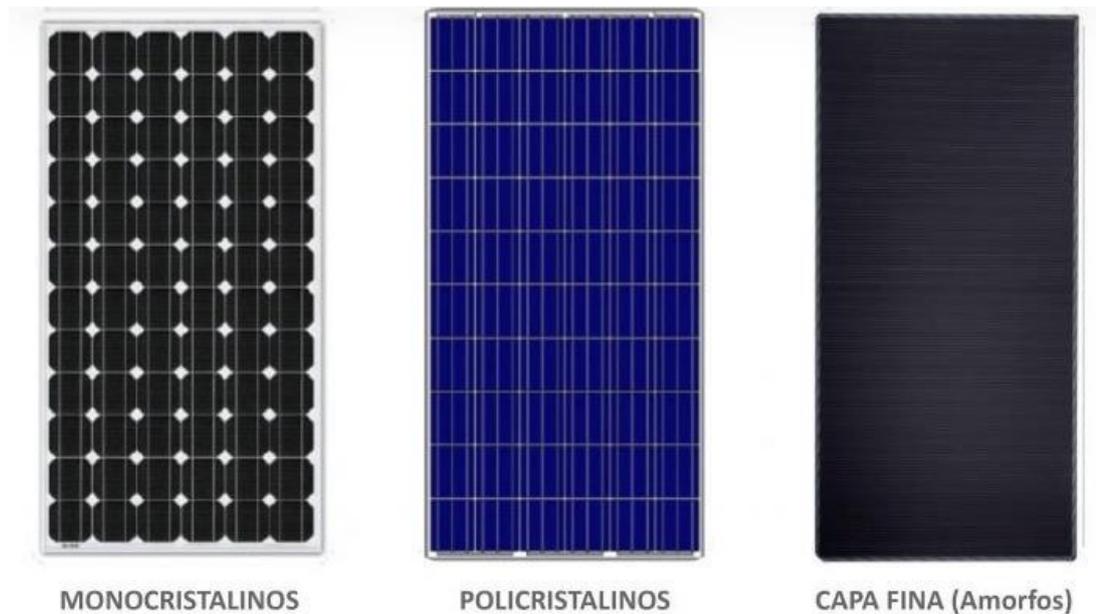
Silicio Monocristalino: Fabricado de células monocristalinas, con un color monocromático azul oscuro y brillo metálico, con una eficiencia sobre el 19% en modelos comerciales.

Silicio policristalino: Constituido por un grupo de cristales de silicio, con tonos azules y grises con un brillo metálico, su eficiencia no pasa el 15% en modelos comerciales, con un costo inferior a los de silicio monocristalino.

Silicio amorfo: Se pierde la distribución cristalina, colocando el silicio como una placa estrecha, posee tonos marrón y gris oscuro, su eficiencia no pasa el 9% en modelos comerciales.

Figura 4

Tipos de paneles.



Nota. La figura muestra los 3 tipos de paneles fotovoltaicos en el mercado actual, (TRITEC, 2017)

Cálculo ángulo de inclinación óptimo del panel; Según Pareja (2020) el ángulo de inclinación óptima que debe tener el panel fotovoltaico se calcula en función de la latitud del lugar donde se realizar el estudio, hallado haciendo uso de la formula (6).

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * |\phi^\circ| \quad (6)$$

Dónde:

β_{opt} : Angulo de inclinación óptimo de panel fotovoltaico.

$|\phi^\circ|$: Latitud.

Distancia mínima entre paneles; Santamaría, G. & Castejón, A. (2010) La distancia mínima entre paneles se utiliza para evitar pérdidas por efecto de sombreado entre los mismos paneles, para el cálculo se utiliza las siguientes formulas:

$$h = L * \text{sen}(\beta_{opt}) \quad (7)$$

Dónde:

h : Altura proyectada sobre la vertical del panel fotovoltaico

L : Longitud del panel fotovoltaico.

β_{opt} : Angulo de inclinación óptimo de panel fotovoltaico.

$$d = \frac{h}{\text{Tg}(61^\circ - \phi^\circ)} \quad (8)$$

Dónde:

d : distancia mínima entre paneles en parte superior.

h : Altura proyectada sobre la vertical del panel fotovoltaico

ϕ° : Latitud.

$$d_{min} = d + L * \cos(\beta_{opt}^\circ) \quad (9)$$

Dónde:

d_{min} : distancia mínima entre paneles en parte inferior.

d : distancia mínima entre paneles en parte superior.

L : Longitud del panel fotovoltaico.

β_{opt} : Angulo de inclinación óptimo de panel fotovoltaico.

Calculo número total de paneles fotovoltaicos; Cantidad de paneles necesarios para cubrir la demanda energética del proyecto, calculada con la ecuación (10).

$$N_{TP} = \frac{P_{SFV}}{P_P} \quad (10)$$

Dónde, Montoya (2019):

N_{TP} : Numero total de paneles fotovoltaicos.

P_{SFV} : Potencia del sistema fotovoltaico.

P_P : Potencia del panel seleccionado.

Cálculo de paneles en serie; Se calcula el total de paneles conectados en serie con la ecuación (11).

$$N_{PS} = \frac{V_{NSFV}}{V_{NP}} \quad (11)$$

Dónde, Montoya (2019):

N_{PS} : Numero de paneles conectados en serie.

V_{NSFV} : Voltaje nominal del sistema fotovoltaico.

V_{NP} : Voltaje nominal del panel fotovoltaico.

Cálculo de paneles en paralelo; Se calcula el total de paneles conectados en paralelo con la ecuación (12).

$$N_{PP} = \frac{N_{TP}}{N_{PS}} \quad (12)$$

Dónde, Montoya (2019):

N_{PP} : Numero de paneles conectados en paralelo.

N_{TP} : Número total de paneles fotovoltaicos.

N_{PS} : Numero de paneles conectados en serie.

Regulador o controlador de carga; Chacón-Pinzón, E., Arenas, D., Parra, B. (2021) señalaron en su artículo que los reguladores de carga desempeñan un papel fundamental en el control y protección de la carga de las baterías solares. Se debe considerar para su dimensionamiento parámetros como

tensión y corriente de entrada, bajo las condiciones de temperatura del lugar de estudio haciendo uso de las siguientes ecuaciones:

Temperatura que alcanza la célula del panel a una temperatura ambiental, hallada por la ecuación (13).

$$T_p = T_a + \frac{(T_{ONC} - 20) * 1000W/m^2}{800 W/m^2} \quad (13)$$

Dónde, Sánchez (2019):

T_p : Temperatura que alcanza la célula a una temperatura ambiente determinada.

T_a : Temperatura ambiente del lugar de estudio.

T_{ONC} : Temperatura que alcanza la célula a una radiación de $800W/m^2$, temperatura de $20^\circ C$, velocidad de viento de $1m/s$ y una distribución espectral AM 1,5.

Tensión de circuito abierto de salida por unidad de panel fotovoltaico, hallada por la ecuación (14).

$$V_{OC(x^\circ C)} = V_{OC(25^\circ C)} + \Delta T * \Delta V_{OC(T)} \quad (14)$$

Dónde, Sánchez (2019):

$V_{OC(x^\circ C)}$: Tensión a circuito abierto a la temperatura de la célula del panel fotovoltaico.

$V_{OC(25^\circ C)}$: Tensión a circuito abierto a condiciones estándar del panel fotovoltaico.

ΔT : Variación de temperatura entre la temperatura que alcanza la celular y temperatura de condiciones estándar del panel fotovoltaico.

$\Delta V_{OC(T)}$: Coeficiente de temperatura (V_{oc}) del panel fotovoltaico.

Tensión de circuito abierto a la entrada del regulador o controlador de carga, hallada por la ecuación (15).

$$V_{OC(x^{\circ}C)reg} = V_{OC(x^{\circ}C)} * N_{PS} \quad (15)$$

Dónde, Santa Cruz (2023):

$V_{OC(x^{\circ}C)reg}$: Tensión a circuito abierto a la entrada del regulador o controlador de carga.

$V_{OC(x^{\circ}C)}$: Tensión a circuito abierto a la temperatura de la célula del panel fotovoltaico.

N_{PS} : Numero de paneles conectados en serie.

Corriente de cortocircuito de salida por unidad de panel fotovoltaico, hallada por la ecuación (16).

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)} = I_{SC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta I_{SC(T)} \quad (16)$$

Dónde, Sánchez (2019):

$I_{SC(x^{\circ}C)}$: Corriente de cortocircuito a la temperatura de la célula del panel fotovoltaico.

$I_{SC(25^{\circ}C)}$: Corriente de cortocircuito a condiciones estándar del panel fotovoltaico.

ΔT : Variación de temperatura entre la temperatura que alcanza la celular y temperatura de condiciones estándar del panel fotovoltaico.

$\Delta I_{SC(T)}$: Coeficiente de temperatura (Isc) del panel fotovoltaico.

Corriente de cortocircuito a la entrada del regulador o controlador de carga, hallada por la ecuación (17).

$$I_{SC(x^{\circ}C)reg} = F_{SC} * I_{SC(x^{\circ}C)} * N_{PP} \quad (17)$$

Dónde, Santa Cruz (2023):

$I_{SC(x^{\circ}C)reg}$: Corriente de cortocircuito a la entrada del regulador o controlador de carga.

F_{SC} : Factor de seguridad.

$I_{SC(x^{\circ}C)}$: Corriente de cortocircuito a la temperatura de la célula del panel fotovoltaico.

N_{PP} : Numero de paneles conectados en Paralelo.

Para determinar la cantidad de Reguladores o controladores necesarios a usarse se hará uso de la ecuación (18).

$$N_{REG} = \frac{I_{SC(reg-dimensionado)}}{I_{(reg-seleccionado)}} \quad (18)$$

Dónde, Garrido & Morales (2019):

N_{REG} : Cantidad total de reguladores o controladores de carga a usarse.

$I_{SC(reg-dimensionado)}$: Corriente de cortocircuito a la entrada del regulador o controlador de carga.

$I_{(reg-seleccionado)}$: Corriente de entrada máxima de entrada soportada por el regulador o controlador de carga.

Banco de baterías; según Ali, W., Farooq, H., Rehman, A., Awaus, Q., Jamil, M., & Noman, A. (2018) es el dispositivo capaz de almacenar energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos y suministrarla al sistema Off-grid. Las baterías más utilizadas para estos sistemas son de Plomo-Acido por su mayor rentabilidad, menor costo y mayor longevidad.

Medina & Saravia (2022) Menciona que para determinar la capacidad de almacenamiento necesario de las baterías es importante saber la cantidad de días de autonomía necesarios, la profundidad de descarga de las baterías seleccionadas, así como tensión. Esta capacidad se calcula con la ecuación (19).

$$C_{N(Ah)} = \frac{E_{real} * D_{aut}}{V_{NSFV} * P_{desc}} \quad (19)$$

Dónde:

$C_{N(Ah)}$: Capacidad de carga del banco de baterías.

E_{real} : Demanda energética real diaria.

D_{aut} : Días de autonomía.

V_{NSFV} : Voltaje nominal del sistema fotovoltaico.

P_{desc} : Profundidad de descarga de la batería.

Cálculo del número baterías conectadas en serie; Determinado haciendo uso de la ecuación (20),

$$N_{BS} = \frac{V_{NSFV}}{V_{NB}} \quad (20)$$

Dónde:

N_{BS} : Numero de baterías conectadas en serie.

V_{NSFV} : Voltaje nominal del sistema fotovoltaico.

V_{NB} : Voltaje nominal de la batería seleccionada.

Cálculo del número baterías conectadas en paralelo; Determinado haciendo uso de la ecuación (21),

$$N_{BP} = \frac{C_{N(Ah)}}{C_{NB}} \quad (21)$$

Dónde:

N_{BP} : Numero de baterías conectadas en paralelo.

C_{NB} : Capacidad de almacenamiento de la batería por unidad.

$C_{N(Ah)}$: Capacidad de carga del banco de baterías

Inversor; es un artefacto con la capacidad de transformar la corriente continua generada por el sistema fotovoltaico en corriente alterna con valores de voltaje y frecuencia necesarios. Ali, W., Farooq, H., Rehman, A., Awaus, Q., Jamil, M., & Noman, A. (2018).

Cortés, C., Gómez-Gómez, G., Betancur-Londoño, F., Carvajal-Quintero, S., Guerrero-González, N. (2020) explican en su investigación que un inversor en sistemas fotovoltaicos se encarga de transmutar la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), ajustando la magnitud y frecuencia según las necesidades específicas del sistema.

Para determinar potencia del inversor necesario, se debe conocer la potencia de la carga en corriente alternar considerando un factor de seguridad. Se determina por medio de la ecuación (22).

$$P_{INV} = P_{AC} * F_s \quad (22)$$

P_{INV} : Potencia del inversor.

P_{AC} : Potencia de las cargas en corriente alterna.

F_s : Factor de seguridad.

Cables; Blanca, V., Castilla, N., Gurrea, G., Martínez, A., Tormo, M. (2019) describen un cable como un conjunto que consta de uno o más conductores aislados y los posibles revestimientos que los cubren. Para determinar la sección del cable o conductor se emplea la formula (23).

$$S_{tramo} = \frac{L * L * I_{(tramo)}}{56 * (\Delta V)} \quad (23)$$

Dónde, Cornejo (2013):

S_{tramo} : Sección del conductor necesario.

L : Longitud del cable.

$I_{(tramo)}$: Corriente de cortocircuito del tramo.

ΔV : Caída de tensión.

Se debe considerar las corrientes de entrada DC y corrientes de salida AC del inversor para el cálculo de la sección de conductor de dichos tramos, lo cual se determina con las ecuaciones (24) y (25) respectivamente.

$$I_{Ent-inv} = \frac{P_{INV-seleccionado}}{n_{inv-seleccionado} * V_{NSFV}} \quad (24)$$

Dónde, Escobedo (2018):

$I_{Ent-inv}$: Corriente de entrada al inversor DC.

$P_{INV-seleccionado}$: Potencia del inversor seleccionado.

$n_{inv-seleccionado}$: Eficiencia del inversor seleccionado.

V_{NSFV} : Voltaje nominal del sistema fotovoltaico.

$$I_{Inversor} = \frac{P_{inv-seleccionado}}{\cos\phi * V_{AC}} \quad (25)$$

Dónde, Escobedo (2018):

$I_{Inversor}$: Corriente de salida del inversor AC.

$P_{inv-seleccionado}$: Potencia del inversor seleccionado.

$\cos\phi$: Factor de potencia.

V_{AC} : Voltaje de salida del inversor.

Resistividad de puesta a tierra.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} * ((\ln \frac{4L}{d}) - 1) \quad (26)$$

Dónde, H. B. Dwight (1936):

ρ : Resistividad específica del terreno.

L : Longitud de la Varilla de Cobre.

d : Diámetro de la Varilla de Cobre.

Ln : Logaritmo Neperiano.

VAN; El Valor Anual Neto es una técnica de evaluación que considera el valor del dinero a lo largo del tiempo, permitiendo calcular la utilidad que se generará después de recuperar la inversión inicial. Este indicador refleja la ganancia anticipada por parte del inversionista y también puede medir los

rendimientos obtenidos a lo largo del periodo de evaluación de un proyecto. Representada matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_0 \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (27)$$

Dónde:

I_0 : Inversión en el periodo cero.

n : Vida útil del proyecto.

BN_t : Beneficios netos del periodo en un tiempo "t".

i : Tasa de interés.

TIR; La Tasa Interna de Retorno (TIR), cuyas siglas en español se refieren a la Tasa Interna de Retorno, representa el porcentaje que indica qué tan beneficioso puede ser una inversión de capital en un proyecto específico. Este porcentaje se calcula ya sea de forma anual o periódica, dependiendo del flujo correspondiente, siempre que se haga referencia a una inversión. Representada matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (28)$$

Dónde:

n : Vida útil del proyecto.

BN_t : Beneficios netos del periodo en un tiempo "t".

i : Tasa de interés.

Medición resistividad Método Wenner

Se trata de evaluar la resistividad del suelo, lo cual implica la inserción de cuatro electrodos en el suelo. Estos electrodos se disponen en una línea recta y se introducen a la misma profundidad.

$$\rho = 2\pi aR \quad (29)$$

Dónde,

ρ : Resistividad específica del terreno.

a : Distancia entre electrodos.

R : Resistencia dada por telurómetro

Selección de fusibles

Se deben cumplir las siguientes condiciones.

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (30)$$

Dónde,

I_b : Corriente de circuito

I_n : Corriente nominal de fusible.

I_z : Corriente máxima admisible del cable.

Condición 2:

$$I_f \leq 1.45 * I_z \quad (31)$$

Dónde,

I_f : Corriente necesaria para asegurar el funcionamiento de la protección.

I_z : Corriente máxima admisible del cable.

Selección de Interruptor Termomagnético

$$ITM = I_b * 1.15 \quad (32)$$

Dónde,

I_b : Corriente de circuito

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La solución propuesta en este proyecto de investigación a los elevados costos relacionados con la energía eléctrica consumida por la compañía de bomberos "José Trabucco" B-180, se basó en un tipo de investigación aplicada donde, a través del dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se dio una medida alternativa para solucionar el problema. (Nieto, E. 2018)

3.1.2. Diseño de investigación

El proyecto de tesis siguió un diseño no experimental, evitando la manipulación deliberada de las variables, orientado en un enfoque correlacional para conocer la relación entre dos o más variables y cómo afecta una en el comportamiento de otra sin manipularla (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Se tuvo un enfoque descriptivo, puesto que se detalló el Sistema Fotovoltaico Off-Grid propuesto para la Compañía de Bomberos de Pacocha-Ilo y se analizaron los costos eléctricos. Esta elección metodológica permitió una comprensión detallada de la situación sin realizar intervenciones experimentales directas, asegurando una evaluación precisa de la viabilidad del sistema propuesto.

3.2. Variables y operacionalización

Variables Independientes: Radiación Solar y Demanda Energética

La radiación solar es la energía electromagnética que el Sol emite hacia el espacio.

La demanda energética es la cantidad de energía requerida por una comunidad.

Variable Dependiente: Sistema Fotovoltaico

Es un conjunto de elementos creados específicamente para transformar la energía procedente del sol en electricidad mediante el uso de celular fotovoltaicas.

Las variables propuestas se pudieron visualizar en el anexo (1) con información como definición conceptual, definición operacional, dimensión, indicador y escala de medición

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Es el universo total de observación, a partir del cual tomaremos nuestra muestra. Pandey, P., Pandey, M. (2021). Nuestra población sería todos los Sistemas fotovoltaicos de la ciudad de Ilo. Z|

3.3.2. Muestra

El objetivo clave de la muestra es explicar toda la información recopilada para proporcionar información relevante para la investigación, dado los objetivos del investigador. Lakens, D. (2022).

La muestra seleccionada es el sistema fotovoltaico dimensionado de la compañía de bomberos "José Trabucco Trabucco" B-180

3.3.3. Muestreo

Según Otzen, T., Manterola, C. (2017), el muestreo no probabilístico por juicio es un enfoque en el que el investigador selecciona intencionalmente los elementos de la muestra, basándose en su criterio y experiencia, sin utilizar un método aleatorio.

Considerando la naturaleza de nuestra investigación utilizamos el muestreo no probabilístico de tipo no intencional o por juicio debido a que implicaba seleccionar de manera direccionada y en base al criterio de nuestra investigación.

3.3.4. Unidad de análisis

Fuentes-Doria, D., Toscano-Hernández, A., Malvaceda-Espinoza, E., Díaz Ballesteros, J., Díaz Pertuz, L. (2020). definen la unidad de análisis como las personas, entidades u objetos específicos en las que se llevará a cabo la aplicación del estudio.

En este estudio, la unidad de análisis se centra en el sistema fotovoltaico específico dimensionado en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo. Este sistema fotovoltaico representa la entidad principal de estudio, comprendiendo todos los componentes necesarios para la generación, almacenamiento y distribución de energía solar

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Según Mendoza, S., Avila, D. (2020) son todos los elementos que consolidan el lado experimental de la investigación, donde las técnicas son todas las herramientas con las que efectuamos el método y el instrumento es el procedimiento que ayuda a realizar la investigación.

Para llevar a cabo este proyecto, nos enfocamos en recopilar diferentes tipos de datos esenciales para su desarrollo exitoso. La recolección de datos se dividió de la siguiente manera: Fuentes bibliográficas: Recopilamos libros, revistas y artículos científicos relevantes al tema del proyecto. Estas fuentes nos proporcionaron información actualizada y confiable, lo que nos permitió tener una base sólida de conocimiento. Recibos de consumo de energía eléctrica: Obtuvimos datos precisos sobre el consumo de energía eléctrica de la compañía, específicamente los kilovatios-hora (kWh) consumidos. Estos datos cuantitativos fueron fundamentales para conocer la demanda que debíamos suministrar. Planos: Recopilamos planos eléctricos y de la infraestructura. Estos planos nos brindaron una representación visual detallada de la disposición física, las conexiones y las características relevantes para el proyecto. Datos de radiación solar: Obtuvimos datos específicos de radiación solar en la ubicación del proyecto. Estos datos fueron

esenciales para el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico, ya que nos permitieron calcular la cantidad de energía solar disponible en el área y optimizar la eficiencia de la instalación. Después de recopilar los datos, empleamos el análisis documental como principal método para examinar y extraer información relevante de cada recurso. Mediante esta técnica, pudimos explorar detenidamente los documentos recolectados, obteniendo los datos y conceptos necesarios para el desarrollo del proyecto. Con el fin de organizar y registrar de manera efectiva los datos recopilados, implementamos las fichas de análisis documental como herramienta fundamental como se muestra en el anexo (2). Dichas fichas nos brindaron una estructura sistemática para capturar de forma precisa la información esencial de cada recurso.

3.5. Procedimientos

-Primero, realizamos la recopilación de los datos de consumo energético presentes en los recibos entregados por la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco B-180 Ilo” y se contrastó con los datos tomados en campo de la carga. A continuación, se determinó los recursos disponibles como lo son la radiación total de la zona donde se encuentra ubicada la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco B-180 Ilo” mediante la plataforma de la NASA, European Commission PV GIS y SENHAMI, se evaluó el área total disponible de la compañía. Se procedió al cálculo de la demanda energética a cubrir por el Sistema Fotovoltaico. Se procedió a dimensionar el Sistema Fotovoltaico Off-Grid teniendo en cuenta sus componentes tales: Paneles fotovoltaicos, baterías, inversor, regulador de carga, cableado, protecciones necesarias para cubrir la demanda energética y conseguir la reducción del costo de facturación. Luego procedimos a realizar la valorización de los equipos dimensionados y seleccionados, costos de instalación y operación. Finalmente realizamos un análisis económico para verificar la viabilidad del proyecto, así mismo encontramos el monto total de inversión y determinamos el costo beneficio del proyecto a través del VAN y TIR.

3.6. Método de análisis de datos

Se hizo uso de un enfoque basado en el uso de software especializados para procesar y analizar los datos recopilados. A continuación, los programas que se utilizaron: Microsoft Excel, donde se analizó la información relacionada con el uso de energía proveniente de la red eléctrica pública por parte de la compañía de bomberos, así como la radiación solar aprovechable en las coordenadas del lugar donde se realizó el proyecto, los valores económicos de inversión y recuperación de la misma, así como otros datos importantes para el proyecto a través de cálculos y la generación de tablas y gráficos; Microsoft Word para organizar las fuentes bibliográficas del proyecto con la finalidad de poder realizar una comparación y discusión de los resultados; AutoCAD se utilizó para brindar una representación de la ubicación de los diferentes componentes del sistema fotovoltaico, así como sus conexiones y distribución en los espacios disponibles.

3.7. Aspectos éticos

Realizamos el desarrollo del proyecto con responsabilidad y ética, garantizando la protección de la información brindada por la compañía de bomberos, asegurando la confidencialidad y privacidad; respetando los derechos de autor mencionados.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de la radiación solar aprovechable en la ubicación de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180.

Por medio de la página Web de la NASA “NASA POWER, Prediction Of Worldwide Energy Resources”, es posible extraer los registros mensuales de radiación solar global para la localidad de Ilo para el último año 2022 disponible en la base de datos, de igual manera de la European Commission a través de su plataforma PvGis con una última información registrada del año 2020 y el global solar Atlas del Perú como se muestra en el anexo 17.

Para obtener esta información es necesario primero conocer las coordenadas de la ubicación de donde se realizará el estudio. Las coordenadas de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco B-180” extraídas de Google Maps son las siguientes: -17.615797, -71.340771 como se ve en la Figura 5.

Figura 5

Coordenadas Geográficas de Compañía de Bomberos

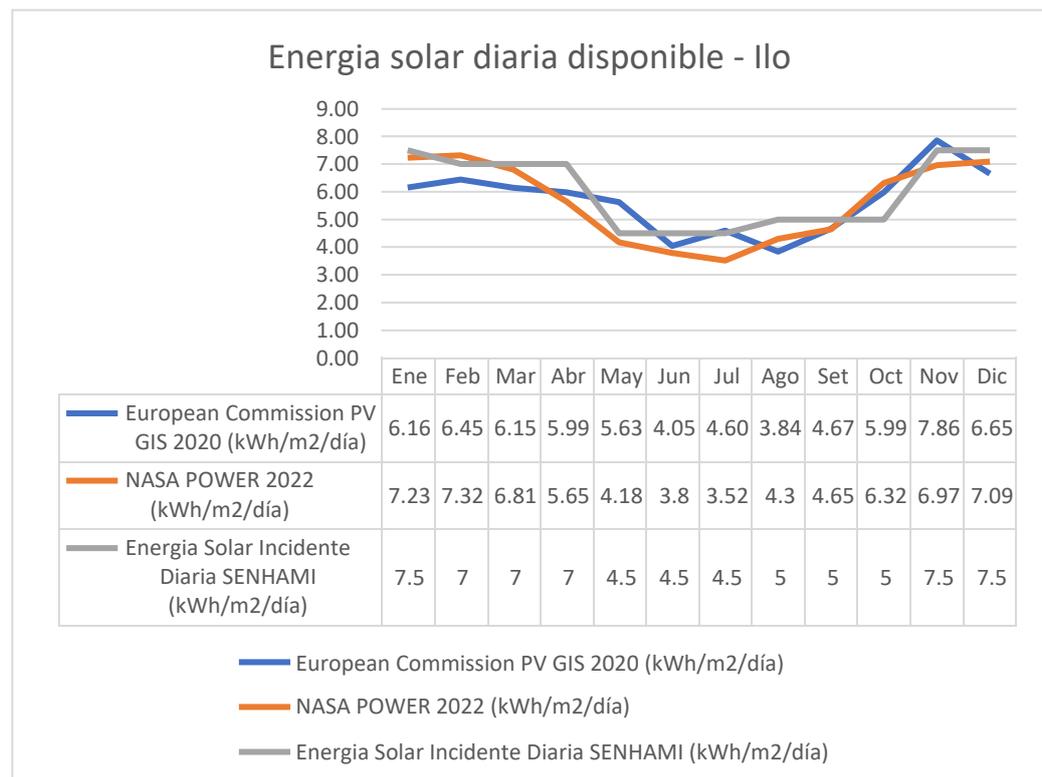


Nota: Extraído de Google Maps, s.f.

De esta manera con este dato de la ubicación ingresamos a la página web de la NASA “NASA POWER”, seleccionamos la comunidad de usuarios para nosotros sería Energías Renovables, luego elegimos el promedio temporal que sería Mensual y Anual, seguidamente ingresamos los datos de ubicación de la compañía, a continuación, seleccionamos la línea de tiempo a evaluar, seleccionamos nuestro formato de salida de información y finalmente los parámetros de búsqueda. La información es procesada por la página web y obtenemos los datos de la radiación solar disponible en el lugar como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Radiación solar disponible para lugar de estudio.



Nota: Elaboración propia

Al comparar los datos de radiación solar de las diferentes fuentes (European Commission PV GIS 2020, NASA POWER 2022 y Energía

Solar Incidente Diaria SENHAMI), se destaca una marcada similitud en los valores registrados a lo largo de las estaciones del año en el Perú. Por ejemplo, se observa un incremento durante los meses de verano, como diciembre y enero, según todas las fuentes. Asimismo, se evidencia una disminución en los niveles de radiación solar durante los meses de invierno, como junio y julio. Esta coherencia en los datos entre las diversas fuentes sugiere la fiabilidad de las mediciones de radiación solar. Además, al contrastar estos datos con las estaciones climáticas en el Perú, se encuentra una correspondencia consistente. Por consiguiente, se puede concluir que los datos de radiación solar proporcionados por estas fuentes son confiables y pueden emplearse para entender las tendencias estacionales de la radiación solar en el contexto de la Ciudad de Ilo.

El valor de radiación de radiación más bajo registrado es de 3.52 kWh/m²/día que corresponde a Julio del año 2022 el cual será tomado como valor para el dimensionamiento puesto que se busca que el sistema fotovoltaico pueda funcionar en las condiciones más críticas. Considerando que este valor es la Radiación solar horizontal global, debemos de calcular la radiación solar sobre el plano inclinado, esta inclinación está dada por el ángulo óptimo que deberá tener nuestro panel fotovoltaico. Por tanto, llevaremos cabo este cálculo para los valores de radiación del 2022 que es el año donde se registró el valor de radiación más bajo.

El cálculo del ángulo de inclinación óptimo para una latitud -17.615797 de se llevará a cabo por medio de la ecuación (6)

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * |\phi^\circ|$$
$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 * 17.615797^\circ$$
$$\beta_{opt} = 15.85^\circ$$

Como resultado del cálculo se obtiene un ángulo de inclinación óptimo de 15.85° que es la inclinación que tendrán nuestros paneles solares. Con este ángulo de inclinación y conociendo la radiación global para una superficie horizontal. Procedemos a calcular la radiación global para una superficie con inclinación (β_{opt}) con la ecuación (1):

$$G_{dm}(\beta_{opt}) = \frac{G_{dm}(0)}{1 - 4.46 * 10^{-4} * (\beta_{opt}) - 1.19 * 10^{-4} * (\beta_{opt})^2}$$

El resultado de este cálculo con los nuevos valores de radiación corregidos para el ángulo de inclinación óptimo se pueden ver en la tabla (2).

Tabla 2

Radiación solar para superficie inclinada

2022	$G_{dm}(0)$ (kWh/m ² /día)	$G_{dm}(15.85^\circ)$ (kWh/m ² /día)
Enero	7.23	7.30
Febrero	7.32	7.39
Marzo	6.81	6.87
Abril	5.65	5.70
Mayo	4.18	4.22
Junio	3.8	3.83
Julio	3.52	3.55
Agosto	4.3	4.34
Setiembre	4.65	4.69
Octubre	6.32	6.38
Noviembre	6.97	7.03
Diciembre	7.09	7.15

Nota: Elaboración propia

El cálculo de la ecuación (1) mostrada en la tabla (2) muestra el valor corregido de la radiación para el ángulo de inclinación óptimo. Como criterio de investigación se busca dimensionar en las condiciones más

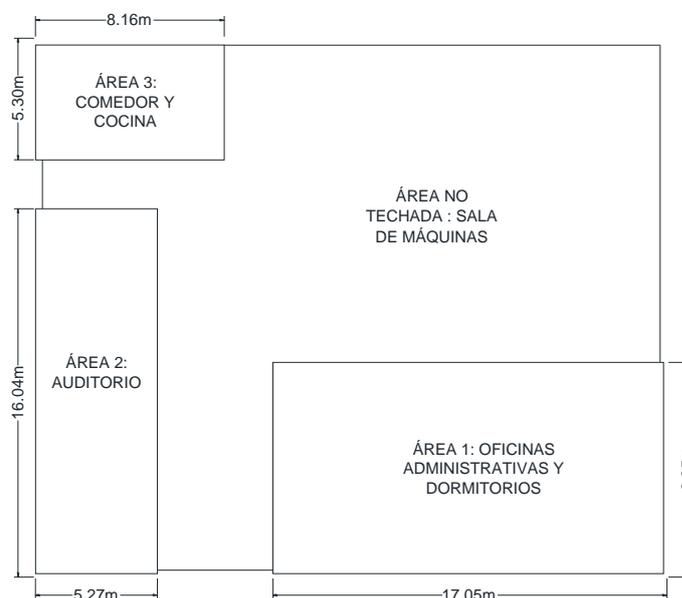
adversas para asegurar cubrir la demanda energética en cualquier situación, por tanto, como se mencionó anteriormente en el mes de Julio del año 2022 se tiene el valor mínimo encontrado que es 3.55 kWh/m²/día el cual se usara para el dimensionamiento del sistema.

4.2. Determinación del área disponible en la infraestructura de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180 para la implementación de sistema fotovoltaico off-grid.

Actualmente la infraestructura de la Compañía de Bombero “José Trabucco Trabucco” B-180 cuenta con 03 áreas techadas las cuales pertenecen al área del comedor y cocina, área del auditorio y área de oficinas administrativas y dormitorios como se muestra en la Figura 7.

Figura 6

Áreas disponibles en techos de la compañía de bomberos.



Nota: Elaboración propia.

Área 1: Esta área techada corresponde a las oficinas administrativas y dormitorios, las cuales cuentan con unas medidas de 9.35m de ancho

por 17.05m de largo lo cual nos brinda un área total de 159.42m² disponibles la cual se encuentra sin restricciones, espacio libre sin sombras el cual puede ser utilizado para la instalación de los paneles solares fotovoltaicos a dimensionar.

Área 2: Esta área techada corresponde a el auditorio, el cual cuenta con unas medidas de 5.27m de ancho por 16.04m de largo lo cual nos brinda un área total de 84.53m² disponibles la cual se encuentra sin restricciones, espacio libre sin sombras el cual puede ser utilizado para la instalación de los paneles fotovoltaicos a dimensionar.

Área 3: Esta área techada corresponde a el comedor y cocina, el cual cuenta con unas medidas de 5.30m de ancho por 8.16m de largo lo cual nos brinda un área total de 43.25m² disponibles la cual se encuentra sin restricciones, espacio libre sin sombras el cual puede ser utilizado para la instalación de los paneles fotovoltaicos a dimensionar.

Figura 7

Vista superior de áreas techadas de la Compañía de Bomberos.



Nota: Imagen tomada a través de dron de áreas disponible en la Compañía de Bomberos.

Como se mencionó párrafos atrás, con un total de 287.2 m² estas áreas techadas se cómo se muestran en la figura 7, encuentran en condiciones y sin restricciones para un posicionamiento de paneles fotovoltaicos. Posterior al dimensionamiento se determinará cual será el área a ocupar.

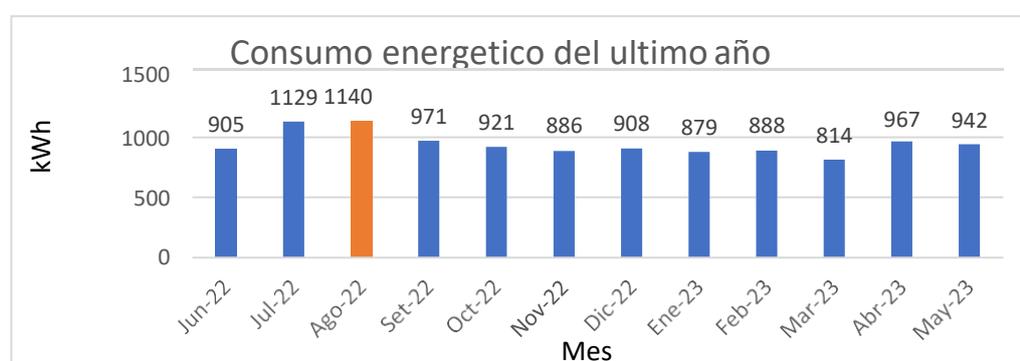
4.3. Determinación de la demanda energética a cubrir en la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180

Actualmente la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B-180 cuenta con un contrato de suministro eléctrico con la empresa proveedora de servicios eléctricos Electrosur S.A., con una potencia contratada de 2.8 kW y una tensión de 220VAC Monofásica. Teniendo un costo anual por el consumo de energía eléctrica de S/. 11,263.41 del último año en ejecución.

Se tiene el registro del consumo energético de la Compañía de Bomberos del último año que corresponde al periodo junio 2022– mayo 2023. Ver anexo (6).

Tabla 3

Consumo Energético de la Compañía de bomberos (junio 22– mayo 23)



Nota: Elaboración propia.

Como se puede ver en la tabla (3) se tiene una demanda máxima en el mes de agosto del año 2022 con 1140 kWh/Mes lo cual sería 36.77 kWh/día, que corresponde a la estación de invierno. Teniendo identificado este valor de demanda máxima registrada en el último año.

Para asegurar la precisión de los registros de consumo energético, se realizó una medición en el lugar durante un ciclo completo de 24 horas, fotografías de toma de medición en anexo (16) Este proceso involucró el uso de una pinza amperimétrica, una herramienta que permite medir la corriente eléctrica y tensión sin interrumpir el flujo de energía. Este enfoque garantiza una evaluación detallada y exacta del consumo eléctrico de la compañía durante un período representativo de tiempo.

Tabla 4

Consumo de Energía Eléctrica de Compañía de Bomberos medido en campo.

Hora	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (kW)
12:00 a. m.	218	10.43	2.27
1:00 a. m.	216	10.47	2.26
2:00 a. m.	218	10.45	2.28
3:00 a. m.	220	10.42	2.29
4:00 a. m.	220	10.45	2.30
5:00 a. m.	219	10.34	2.26
6:00 a. m.	222	3.95	0.88
7:00 a. m.	224	4.32	0.97
8:00 a. m.	225	4.46	1.00
9:00 a. m.	223	4.55	1.01
10:00 a. m.	223	4.31	0.96
11:00 a. m.	223	4.12	0.92
12:00 p. m.	221	5.63	1.24
1:00 p. m.	224	4.23	0.95
2:00 p. m.	225	4.63	1.04
3:00 p. m.	223	4.12	0.92
4:00 p. m.	223	4.33	0.97
5:00 p. m.	221	5.32	1.18
6:00 p. m.	222	7.78	1.73
7:00 p. m.	223	7.83	1.75
8:00 p. m.	220	7.8	1.72

9:00 p. m.	218	8.02	1.75
10:00 p. m.	218	7.87	1.72
11:00 p. m.	216	10.49	2.27
Energía utilizada (kWh/día)			36.62

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 4, que representa la medición tomada en el campo, el total obtenido es de 36.62 kWh/día. Este valor muestra una similitud notable con el dato registrado en las facturas, que muestra una lectura del medidor de la empresa prestadora de servicios de 36.77 kWh/día. Basándonos en el criterio de seleccionar los valores más críticos para el dimensionamiento, se optará por tomar como referencia el valor obtenido de la factura, ya que es ligeramente mayor. Esto garantizará que el cálculo se realice de manera correcta para cubrir completamente el consumo de energía identificado.

4.4. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico Off-grid para cubrir la demanda total energética de la compañía de bomberos “José Trabucco Trabucco” B -180 llo.

4.4.1. Coeficiente de pérdidas de la instalación (Rendimiento)

Para el cálculo de las pérdidas en el sistema fotovoltaico se hará uso de la fórmula (3):

$$Kt = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] * [1 - \frac{(K_A * D_{aut})}{P_D}]$$

Los días de autonomía elegidos para el cálculo es 1 día, lo que garantiza una capacidad de respuesta continua y la disponibilidad constante de energía, incluso durante condiciones adversas y durante la noche, para mantener operativas las funciones esenciales de iluminación y comunicaciones de la compañía de bomberos.

Por consiguiente, al sustituir este valor en la fórmula (3):

$$Kt = [1 - (0.05 + 0.05 + 0.1 + 0.1)] * [1 - \frac{(0.005 * 1)}{0.5}]$$

$$Kt = 0.693$$

Se calcula un coeficiente de pérdida de 69.3% para el sistema de energía solar.

4.4.2. Demanda Energética diaria

La demanda energética diaria es la cantidad de energía consumida en el diseño para satisfacer las necesidades energéticas previstas, la cual se calcula en función del consumo energético promedio diario registrado y considerando el coeficiente de pérdida. Además, según Martínez, L & Cristancho, L (2021) se debe de considerar un factor de seguridad del 20% sobre el consumo energético registrado para asegurarse de que haya suficiente energía incluso en condiciones menos favorables.

Para este cálculo se hizo uso de la ecuación (4):

$$E_{\text{real}} = \frac{E_{\text{prom_dia}} * 1.2}{K_T}$$

El consumo energético promedio diario registrado ($E_{\text{prom_dia}}$) para el cálculo se estableció como la demanda del mes de agosto del 2022 de la temporada de invierno como se mencionó anteriormente en el Resultado N°3. Por lo tanto:

$$E_{\text{prom_dia}} = 1140 \text{ kWh/Mes}$$

Para efectos de cálculo se busca demanda diaria, obteniendo:

$$E_{\text{prom_dia}} = \frac{1140 \text{ kWh/Mes}}{31}$$

$$E_{\text{prom_dia}} = 36.77 \text{ kWh/dia}$$

Remplazando en ecuación (4):

$$E_{\text{real}} = \frac{36.77 \text{ kWh/dia} * 1.2}{0.693}$$
$$E_{\text{real}} = 63.67 \text{ kWh/dia}$$

4.4.3. Potencia del sistema fotovoltaico

Este cálculo permite establecer la potencia necesaria del sistema fotovoltaico Off-grid para la demanda energética real calculada total que se lograra a través de los modulo fotovoltaicos a instalar, además de como un parámetro para la elección del inversor que necesitara el sistema, esta potencia del sistema fotovoltaico se determinó por medio de la ecuación (5):

$$P_{SFV} = \frac{E_{\text{real}}}{HSP}$$

El cálculo de Hora solar pico (HSP) se logra determinar conociendo la radiación solar disponible hallada anteriormente que es de 3.55 kWh/m²/día mediante la ecuación (2):

$$HSP = \frac{G_{dm}(15.85^\circ)}{1 \text{ kW/m}^2}$$
$$HSP = \frac{3.55 \text{ kWh/m}^2/\text{día}}{1 \text{ kW/m}^2} = 3.55 \text{ h/dia}$$

Con un total de 3.55 Hora solar pico al día disponible calculado para la ubicación del estudio, se procede a reemplazar este valor en la ecuación para determinar la potencia del sistema fotovoltaico (5):

$$P_{SFV} = \frac{63.67 \text{ kWh/dia}}{3.55 \text{ h/dia}} = 17.94 \text{ kW}$$

Conociéndose la potencia que requiere nuestro sistema fotovoltaico se puede determinar la tensión de trabajo que tendrá el sistema en Corriente Continua, estas tensiones de referencia se pueden ver en la tabla (5):

Tabla 5

Tensiones de trabajo según Potencia del sistema

Potencia	Tensión nominal
$P < 1500W$	12 VDC
$1000W \leq P \leq 5000W$	24 - 48 VDC
$P > 5000W$	48 o 120 VDC

Nota: Recuperado de (Salamanca-Ávila, 2017)

Como se ve en la tabla (5) nuestro sistema entra dentro de las tensiones que corresponden a potencias mayores a 5000W, se selecciona para el sistema una tensión de 48 VDC.

4.4.4. Selección de Panel fotovoltaico

Actualmente se encuentran en el mercado principalmente paneles del tipo de silicio policristalino y silicio monocristalino los cuales según Muñoz (2021) representan entre el 80 y 85% del total del mercado mundial en paneles fotovoltaicos. Además, Echevarría & Rojas (2019) Mencionan que las celdas monocristalinas son más eficientes que las policristalinas, lo que implica que se requiere un área reducida para lograr la misma capacidad de potencia. Considerando este último punto vital, para lograr maximizar la eficiencia del uso de los espacios limitados disponibles para la localización de los paneles de nuestro sistema fotovoltaico es que se selecciona entre los modelos disponibles de paneles de silicio monocristalino como se especifica en la tabla (6).

Tabla 6*Comparación opciones de paneles fotovoltaicos*

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Marca	TENSITE	JASOLAR	ECOGREEN
Modelo	EM550-PH	JAM72S30 545/MR	EGE-550W- 144M
Potencia (W)	550	545	550
Tensión de Trabajo (V)	24	24	24
Tensión Max. Potencia (Vmp)	41.95	41.8	40.98
Tensión circuito abierto (Voc)	49.8	49.75	49.68
Corriente cortocircuito (Isc)	13.98	13.93	14.01
Corriente Max. Potencia (Impp)	13.12	13.04	13.42
Área (m ²)	2.58	2.58	2.58
Eficiencia (%)	21.3	21.1	21.28
Garantía	25 años	25 años	25 años
Costo (S./)	759.33	951.11	1237.27

Nota. Elaboración propia

Como se lee en la tabla (6), a pesar que las tres opciones de paneles fotovoltaicos comparten similitudes y valores muy similares en cuanto a sus especificaciones técnicas, se escogió la opción 1 el panel de la marca TENSITE puesto que posee una eficiencia superior sobre las otras opciones, además lo que lo distingue de las otras opciones principalmente es su menor costo. Este aspecto de la relación calidad-precio es esencial para mantener un presupuesto mejor sin comprometer la calidad.

4.4.5. Cálculo de paneles

Se dimensionó la cantidad total de paneles solare fotovoltaicos a usarse en nuestro sistema fotovoltaico, en fin, de cubrir la demanda y potencia necesaria, esto se logró a través del uso de la ecuación (10):

$$N_{TP} = \frac{P_{SFV}}{P_P}$$

Conociendo el valor de la potencia del sistema fotovoltaico de 17.94 kW calculado anteriormente y la potencia del Panel TENSITE EM550-PH como se ve en su ficha técnica en el anexo (7). Reemplazamos en la ecuación (10):

$$N_{TP} = \frac{17.94 \text{ kW}}{0.55 \text{ kW}} = 32.62 \approx 33 \text{ paneles}$$

Del resultado anterior definimos que se harán uso de un total de 34 paneles TENSITE EM550-PH como referencia para el cálculo de las conexiones en serie y paralelo de los paneles necesarios para nuestro sistema fotovoltaico por medio de las ecuaciones (11) y (12):

$$N_{PS} = \frac{V_{NSFV}}{V_{NP}}$$

$$N_{PS} = \frac{48V}{24V} = 2 \text{ Paneles en serie}$$

$$N_{PP} = \frac{N_{TP}}{N_{PS}}$$

$$N_{PP} = \frac{33}{2} = 16.5 \approx 17 \text{ paneles en paralelo}$$

De los cálculos se obtiene un arreglo de 2 paneles en serie y 17 paneles en paralelo lo cual corrige la cantidad total de paneles a usar de 33 a un total de 34 paneles.

De igual manera se determinó la altura proyectada de los paneles en función de su inclinación óptima y longitud del panel seleccionado (β_{opt}) por medio de la ecuación (7):

$$h = L * \text{sen}(\beta_{opt})$$

Remplazando los valores conocidos obtenemos:

$$h = 2.279m * \text{sen}(15.85^\circ)$$

$$h = 0.622m$$

Conocido la altura proyectada de los paneles, se calculó la distancia mínima requerida entre los paneles en la parte superior, haciendo uso de la ecuación (8):

$$d = \frac{h}{\text{Tg}(61^\circ - \phi^\circ)}$$
$$d = \frac{0.622}{\text{Tg}(61^\circ - (-17.615797^\circ))}$$
$$d = 0.125m$$

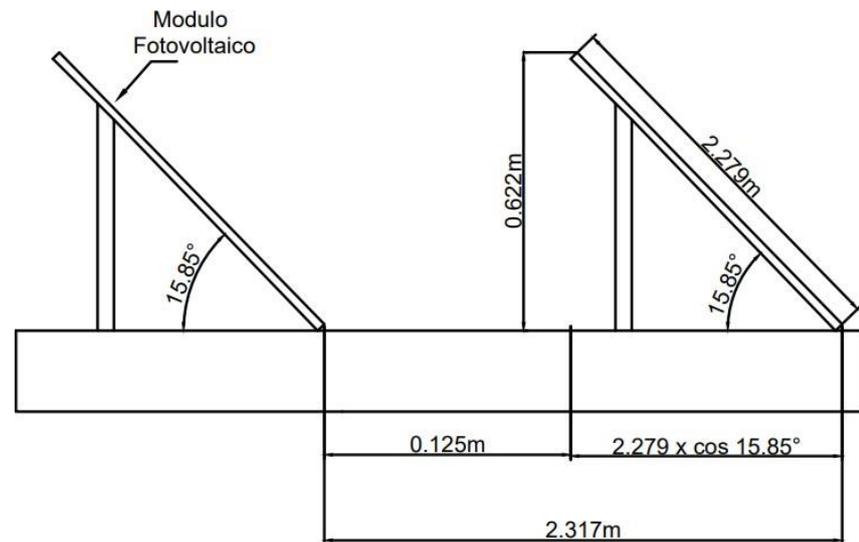
La distancia mínima entre paneles en la parte inferior se determina con la ecuación (9):

$$d_{min} = d + L * \cos(\beta^\circ)$$
$$d_{min} = 0.125m + 2.279 * \cos(15.85^\circ)$$
$$d_{min} = 2.317m$$

Los cálculos de las disposiciones que tendrán los paneles se pueden ver en la siguiente figura (8)

Figura 8

Distancias e inclinación de paneles fotovoltaicos



Nota: Elaboración propia

Para la orientación que deberán tener los paneles según Mendez (2017) sostiene que los paneles deben orientarse en dirección al ecuador, para nuestro caso el geográficamente el Ecuador se encuentra al norte del país por tanto en esa dirección deberá de orientarse nuestros paneles.

4.4.6. Estructura de soporte de paneles

Para la estructura de soporte se hará uso de 03 estructuras pre fabricadas que cuentan con una capacidad de hasta 12 unidades. Estructura fabricada por FALCAT STRUCTURES en acero inoxidable y aluminio anodizado, ideal para resistencia al ambiente corrosivo por la humedad, el cual tiene un costo unitario de S./ 1626.22 como se ve su ficha técnica en el anexo (8).

4.4.7. Selección controladora de carga

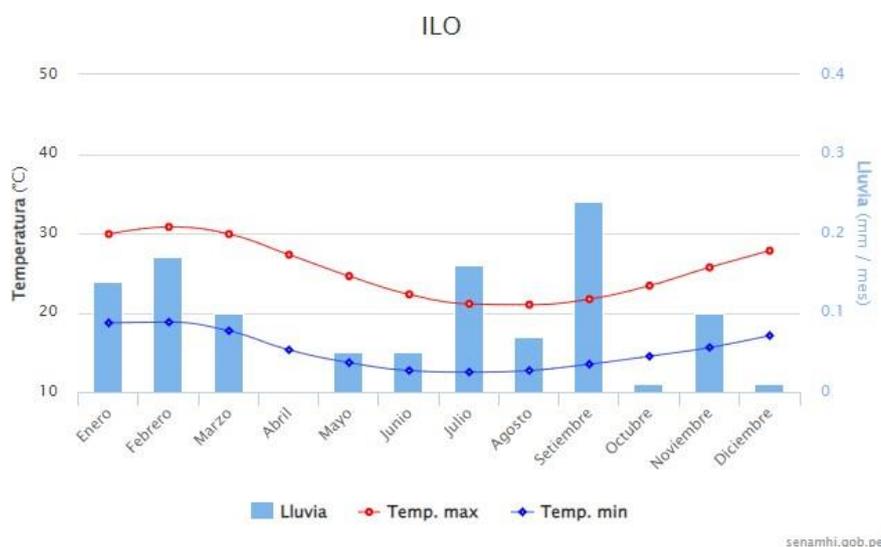
Los valores a considerar para la selección del controlador deben de ser la Tensión de circuito abierto ($V_{OC} = 49.8 \text{ V}$) y la corriente de corto circuito ($I_{SC} = 13.98$) de los paneles fotovoltaicos de nuestro sistema y la cantidad conectada en serie y paralelo.

Sin embargo, las especificaciones de los fabricantes para los valores de tensión y corriente están basadas en una temperatura ambiente estándar de trabajo en 25°C , por lo tanto, es necesario ajustar estos valores según la temperatura del entorno donde se llevará a cabo la instalación.

Las temperaturas registradas para las coordenadas de nuestro sistema ubicado en la ciudad de Ilo se muestran en la siguiente Figura (9).

Figura 9

Temperaturas mínimas y máximas en la ciudad de Ilo.



Nota: Extraído de senamhi.gob.pe

De la Figura (9) se puede ver el registro de una temperatura mínima de 12.5°C en el mes de Julio y una temperatura máxima de 30.8°C registrada en el mes de febrero

Cálculo para temperatura mínima $T_{min}= 12.5^{\circ}C$

Determinamos primero la temperatura a la que llegaran las células del panel fotovoltaico en las coordenadas de trabajo a través de la ecuación (13).

$$T_{P-min} = T_a + \frac{(T_{ONC} - 20) * I}{800 W/m^2}$$

$$T_{P-min} = 12.5^{\circ} + \frac{(45^{\circ} - 20) * 1000 W/m^2}{800 W/m^2}$$

$$T_{P-min} = 43.75^{\circ}C$$

Luego se calculó la tensión de circuito abierto por medio de la ecuación (14).

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)} = V_{OC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta V_{OC(T)}$$

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)} = 48.8 V + (25^{\circ}C - 12.5^{\circ}C) * -0.270$$

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)} = 45.43 V$$

Posteriormente calculamos la corriente de cortocircuito con la ecuación (16).

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)} = I_{SC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta I_{SC(T)}$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)} = 13.98 + (25^{\circ}C - 12.5^{\circ}C) * 0.048$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)} = 14.58 A$$

Para calcular la tensión de circuito abierto de entrada al controlador, se debe multiplicar la tensión de circuito abierto del panel a la temperatura más baja por el número de paneles conectados en serie, De igual manera, para calcular la corriente

de cortocircuito, se multiplicara la corriente de cortocircuito a la temperatura más baja por el número de paneles conectados en paralelo y se aplicara un factor de seguridad, Abou Jieb y Hossain (2020) mencionan que para garantizar un rango de seguridad en caso de incrementos en la carga se sugiere aumentar entre un 20-30% la capacidad., por lo cual se toma un valor intermedio del 25% como factor de seguridad. Estos calculo se logran por medio de las ecuaciones (15) y (17).

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)reg} = V_{OC(12.5^{\circ}C)} * N_{PS}$$

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)reg} = 45.43 V * 2$$

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)reg} = 90.86 V$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)reg} = F_{SC} * I_{SC(12.5^{\circ}C)} * N_{PP}$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)reg} = 1.25 * 14.58 A * 17$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)reg} = 309.825 A$$

Cálculo para temperatura máxima $T_{max} = 30.8^{\circ}C$

Determinamos primero la temperatura a la que llegaran las células del panel fotovoltaico en las coordenadas de trabajo a través de la ecuación (13).

$$T_{P-max} = T_b + \frac{(T_{ONC} - 20) * I}{800 W/m^2}$$

$$T_{P-max} = 30.8^{\circ} + \frac{(45^{\circ} - 20) * 1000 W/m^2}{800 W/m^2}$$

$$T_{P-max} = 62.05^{\circ}C$$

Luego se calculó la tensión de circuito abierto por medio de la ecuación (14).

$$V_{OC(30.8^{\circ}C)} = V_{OC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta V_{OC(T)}$$

$$V_{OC(30.8^{\circ}C)} = 48.8 V + (30.8^{\circ}C - 25^{\circ}C) * -0.270$$

$$V_{OC(30.8^{\circ}C)} = 47.234 V$$

Posteriormente calculamos la corriente de cortocircuito con la ecuación (16).

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)} = I_{SC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta I_{SC(T)}$$

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)} = 13.98 + (30.8^{\circ}C - 25^{\circ}C) * 0.048$$

$$I_{SC(12.5^{\circ}C)} = 14.25 A$$

Se calcula la tensión de circuito abierto y corriente de cortocircuito del panel a la temperatura máxima medio de las ecuaciones (15) y (17).

$$V_{OC(30.8^{\circ}C)reg} = V_{OC(30.8^{\circ}C)} * N_{PS}$$

$$V_{OC(30.8^{\circ}C)reg} = 47.234 V * 2$$

$$V_{OC(12.5^{\circ}C)reg} = 94.468 V$$

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)reg} = F_{SC} * I_{SC(30.8^{\circ}C)} * N_{PP}$$

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)reg} = 1.25 * 14.22 A * 17$$

$$I_{SC(30.8^{\circ}C)reg} = 302.175 A$$

Conociendo los valores calculados para las temperaturas mínimas y máximas que se alcanzan la ubicación del sistema fotovoltaico. Se selecciona el controlador que cumpla con los parámetros como se muestran en la tabla (7).

Tabla 7

Parámetros de tensiones y corrientes para la selección del inversor

Temperaturas	Tensión de circuito abierto (Voc)	Corriente de cortocircuito (Isc)
Máxima de 30.8°C	94.468	302.175
Mínima de 12.5°C	90.86	309.825

Nota: Elaboración Propia

De la tabla podemos determinar que los valores más críticos alcanzados por los paneles solares son $V_{OC(30.8)} = 94.468V$ y $I_{SC(12.5)} = 309.825A$, los cuales deben ser soportados por el controlador. El primer parámetro a tener en cuenta para la selección será la Tensión de circuito abierto, ya que el valor de Corriente de cortocircuito se podrá cubrir conectando más reguladores según sea necesario, calculado por la ecuación (18):

$$N_{REG} = \frac{I_{SC(reg-dimensionado)}}{I_{(reg-seleccionado)}}$$

Los reguladores encontrados en el mercado nacional, con parámetros que se adaptan a los dimensionados, de los cuales podremos seleccionar se pueden ver en la tabla (8).

Tabla 8*Parámetros de Opciones de reguladores*

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Marca	SRNE	VICTRON	VICTRON
Tipo	MPPT	MPPT	MPPT
Tensión circuito abierto (Voc)	250	150	150
Corriente de Carga Nominal (I)	100	100	85
Tensión nominal(V)	48	48	48
Autoconsumo (W)	0.54	0.96	0.96
Peso (Kg)	5.7	4.5	4.5
Eficiencia (%)	99.9	98	98
Garantía	2 años	5 años	5 años
Costo (S./)	2175.50	3987.35	4124.30

Nota: Elaboración Propia

Tras un análisis de las diversas opciones disponibles en el mercado, se recomienda la elección del controlador de carga SRNE. Esta elección se fundamenta en su excepcional eficiencia del 99.9%, un nivel reducido de autoconsumo de energía de 0.54 W, y un costo competitivo de S./ 2175.50. La ponderación de estos factores, destaca la idoneidad de la Opción 1 para la implementación eficaz y económica, como se muestra su ficha técnica en el anexo (9).

Con la selección del Controlador a utilizar en nuestro sistema fotovoltaico y conociendo sus parámetros podremos calcular la cantidad a usarse para la necesidad del sistema fotovoltaico con la ecuación (18):

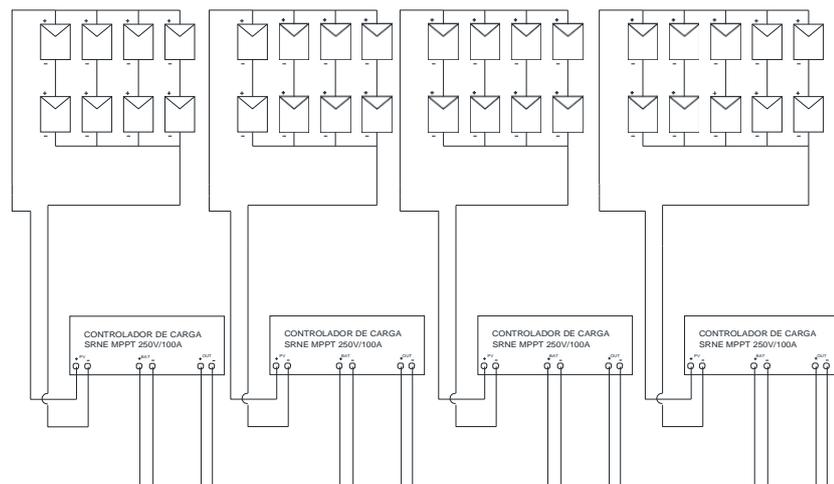
$$N_{REG} = \frac{309.825}{100}$$

$$N_{REG} = 3.09 \approx 4 \text{ controladores}$$

Con la finalidad de mejorar el control de la energía en la planta generadora, se plantea la subdivisión de los 17 paneles solares conectados en paralelo en cuatro grupos: tres conjuntos de cuatro paneles en paralelo y un grupo de cinco en paralelo manteniendo los dos en serie calculado anteriormente. Esta estrategia, además de reducir los costos asociados al cableado al disminuir su calibre, proporcionará una mayor flexibilidad en la distribución de la energía producida al conectar cada grupo a su respectivo controlador. Este enfoque integral busca mejorar tanto la económica como la sostenibilidad operativa del sistema fotovoltaico propuesto. En la figura (10) se visualiza el diagrama de conexión de los paneles e inversores.

Figura 10

Disposición de grupos de paneles y controladores de carga



Nota: Elaboración propia.

Selección Inversor de carga

Quintana (2020) sostiene que el cálculo del inversor necesario para nuestro sistema fotovoltaico se hace en función de la potencia instalada de nuestra en AC y según Mejía (2018) el inversor debe dimensionarse con un factor de seguridad de

entre 25-30% sobre la potencia total instalada AC además que esto da una holgura al sistema para una posterior expansión. El cálculo del inversor se hace por medio de la ecuación (22):

$$P_{INV} = P_{AC} * F_s$$

En la tabla (9) se visualiza el total de equipos eléctricos que se encuentran en la compañía de bomberos "José Trabucco Trabucco" B-180.

Tabla 9

Cargas de la Compañía de bomberos

Ítem	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)
1	Foco Fluorescente	10	30	300
2	Foco Led	10	20	200
3	Reflector	3	200	600
4	Tv Led 32"	2	120	240
5	Computadora de escritorio	2	250	500
6	Refrigerador	1	800	800
7	Radio Base estación	1	50	50
			Total (W)	2690

Nota: Elaboración Propia

En el dimensionamiento del inversor, se considera únicamente la potencia instalada del sistema fotovoltaico, es decir aplicando un factor de simultaneidad de 1. Esta decisión asegura que el inversor tenga la capacidad necesaria para satisfacer la máxima demanda, incluso en escenarios adversos, garantizando así un suministro eléctrico confiable en todo momento. Como se ve en la tabla (8), considerando el total de equipos y la potencia nominal de cada uno, se obtiene un total de 2690W o 2.69kW como el total de la carga de la compañía de bomberos. A demás se tiene en consideración que se tiene una potencia contratada calculada de 2.8 kW por la empresa prestadora de servicio para la compañía de

bomberos, es así que se toma este valor mayor para el cálculo de la potencia necesaria del inversor.

$$P_{INV} = 2.69 \text{ kW} * 1.30$$

$$P_{INV} = 3.49 \text{ kW}$$

El inversor que mejor se adapta a esa potencia, además considerando la tensión nominal de nuestro sistema fotovoltaico (48 V), la tensión AC Monofásica (220V) y frecuencia de salida (60 Hz) necesario es el Inversor Victron Phoenix 48V 5000VA que tiene un costo total de S/. 8413.79, se muestra su ficha técnica en el anexo (10).

4.4.8. Acumulador/Baterías

Para el cálculo de las baterías a usar en el sistema primero se definió el tipo de batería. Entre las que mejores prestaciones tienen considerando capacidad de carga, vida útil, volumen y principalmente precio encontradas en el mercado nacional son las siguientes opciones en la tabla (10).

Tabla 10

Parámetros de opciones de baterías

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Marca	ULTRACELL	ULTRACELL	KAISE
Tipo	Estacionaria	Gel	AGM
Tensión nominal (V)	6	12v	12V
Amperaje de carga (ah)	600	316	200
Profundidad de descarga (%)	50	50	50
Diseño de vida (20°C)	20 años	15 años	10 años
Peso (Kg)	52	73	59.1
Volumen (m ³)	0.021	0.03	0.027
Costo (S./)	1706.94	1996.93	1692.25

Nota: Elaboración Propia

De la tabla (10), la Opción 1, batería ULTRACELL estacionaria es la elección más equilibrada, ya que ofrece un alto amperaje de carga, una vida útil excepcional y un costo competitivo lo que la hace ideal para aplicaciones que requieren durabilidad y rendimiento a largo plazo. Además, teniendo en cuenta que se debe usar el mínimo espacio dentro de la compañía es la mejor opción por su menor peso y volumen a ocupar, adicionalmente al ser de una mayor capacidad se tendrá una menor cantidad de baterías impactando positivamente en los costos. Se muestra su ficha técnica en el anexo (11).

Ya determinado la batería a usarse, se realiza el cálculo de la capacidad de almacenamiento requerida para el banco de baterías, lo cual se hizo con la ecuación (19)

$$C_{N(Ah)} = \frac{E_{real} * D_{aut}}{V_{NSFV} * P_{desc}}$$

$$C_{N(Ah)} = \frac{63670 \text{ Wh/dia} * 1}{48V * 0.5}$$

$$C_{N(Ah)} = 2652.92 \text{ Ah}$$

Cálculo del número de baterías en serie con la ecuación (20):

$$N_{BS} = \frac{V_{NSFV}}{V_{NB}}$$

$$N_{BS} = \frac{48 \text{ V}}{6 \text{ V}}$$

$$N_{BS} = 8 \text{ bateria en serie}$$

Cálculo del número de baterías en paralelo con la ecuación (21):

$$N_{BP} = \frac{C_{N(Ah)}}{C_{NB}}$$

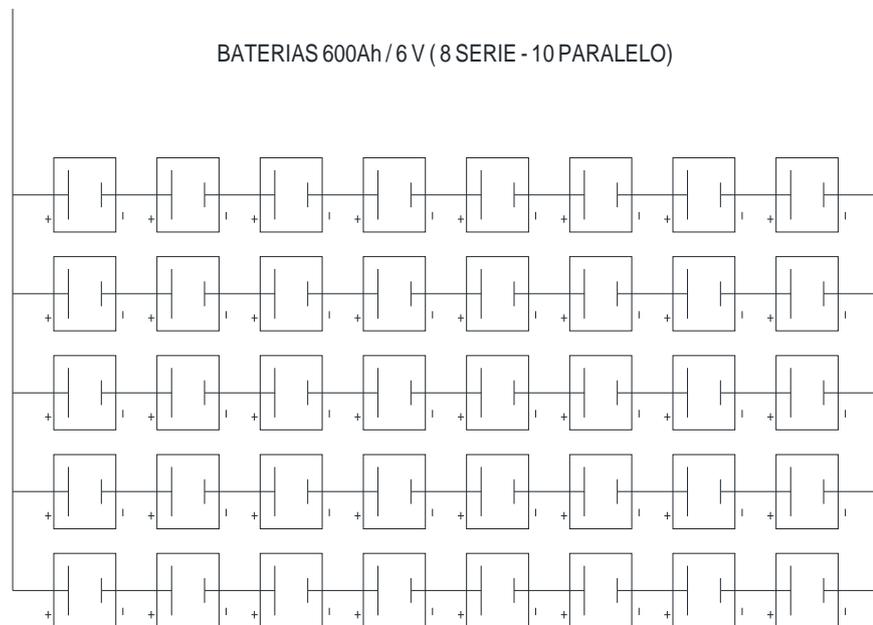
$$N_{BP} = \frac{2652.92 \text{ Ah}}{600 \text{ Ah}}$$

$$N_{BP} = 4.42 \approx 5 \text{ baterías en paralelo}$$

Finalmente tenemos 8 baterías conectadas en serie y 5 en paralelo lo cual nos da un total de 40 baterías a usarse para cubrir la autonomía deseada para nuestro sistema fotovoltaico en función a la carga de la compañía de bomberos, el diagrama de conexión se puede visualizar en la figura (11).

Figura 11

Diagrama de conexión de baterías en serie y paralelo



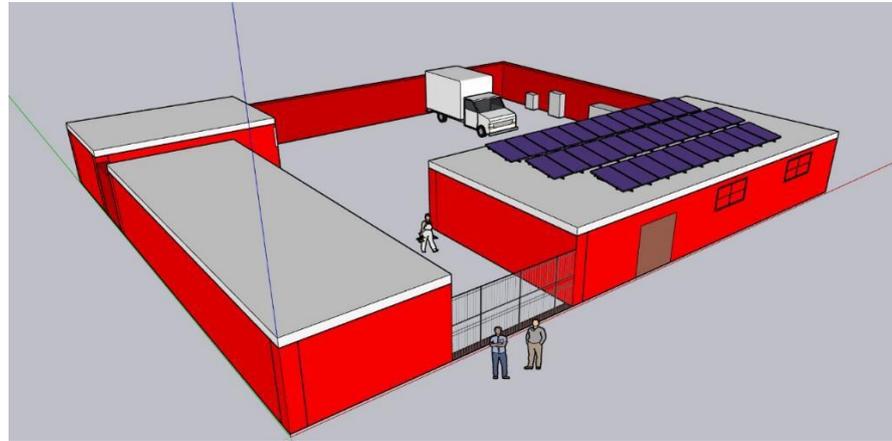
Nota: Elaboración propia.

4.4.9. Cálculo de conductores eléctricos

En la imagen a continuación podemos ver el modelo 3D del sistema fotovoltaico dimensionado el cual nos servirá para medir las distancias que tendrán los tramos de conductor eléctrico a calcular.

Figura 12

Modelo 3D de la compañía de bomberos



Nota: Elaboración propia.

De la imagen podemos identificar la ubicación aproximada de los componentes del sistema fotovoltaico, para lo cual disponemos de las medidas de los distintos tramos, detalladas en la tabla (11). Así mismo en el anexo (19) adjuntamos el plano de vista isométrica de la ubicación del sistema fotovoltaico.

Tabla 11

Distancias de cableado por tramos entre componentes

Tramo	Descripción	Distancia (m)
Tramo 1	Panel – Controlador de carga	8
Tramo 2	Controlador de carga - baterías	4
Tramo 3	Controlador de carga - Inversor	4
Tramo 4	Inversor – Carga AC	25

Nota: Elaboración propia.

Las distancias mostradas por tramo en la Tabla (11), son las distancias en metros medidas entre los lugares donde se dispondría a colocar los componentes del sistema fotovoltaico. Con la información de las distancias de los tramos de conexión

podremos realizar el cálculo de los conductores a utilizar, para esto también se debe tener en cuenta las caídas de tensión permitidas según Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (IDEA, 2009) Tabla 12.

Tabla 12

Caídas de tensión permitidas por tramo.

Tramo	Descripción	Porcentaje de Caída de tensión permitida (%)	Tensión del Sistema (V)	Máxima Caída de tensión permitida (V)
Tramo 1	Panel – Controlador de carga	3	48	1.44
Tramo 2	Controlador de carga - baterías	1	48	0.48
Tramo 3	Controlador de carga - Inversor	1	48	0.48
Tramo 4	Inversor – Tablero carga AC	3	220	6.6

Nota: Elaboración propia.

En la tabla (12) se ve calculado las caídas de tensión máximas permitidas en función al porcentaje y tensión nominal del tramo entre los componentes. Estas caídas de tensión no deberán ser superadas en los tramos de nuestros sistemas para tener una conexión óptima que no afecte el rendimiento del sistema fotovoltaico.

Calculo Tramo 1: Panel – Controlador de carga

Para determinar el calibre adecuado debemos de conocer la corriente que debe soportar el cable en el lado de AC que es la corriente de salida de nuestros paneles fotovoltaicos. Esta corriente ya la calculamos anteriormente el cual es el siguiente: $I_{SC(12.5)} = 309.825A$ que es la máxima que podría circular. Sin embargo, se dimensiono un total de 04 Controladores de carga

por tanto se deberá de repartir esta corriente en los tres subtramos de conexión. Por tanto, tenemos la siguiente expresión:

$$I_{(tramo1)} = \frac{309.825A}{4}$$

$$I_{(tramo1)} = 77.46 A$$

Conociendo la caída máxima de tensión permitida para este tramo de 1.44V y distancia de 8m se procedió a calcular la sección de conductor necesaria, haciéndose uso de la ecuación (23)

$$S_{tramo1} = \frac{2 * L * I_{(tramo1)}}{56 * (\Delta V)}$$

$$S_{tramo1} = \frac{2 * 8m * 77.46 A}{56 * (1.44V)}$$

$$S_{tramo1} = 15.37mm^2$$

La sección comercial siguiente a la calculada es de 16mm², se hará uso de cables INDECO del tipo THW-90 puesto que este tipo de cable son resistente al calor, agua y humedad ideal para su instalación en diferentes tipos de áreas.

Calculo Tramo 2: Controlador de carga - Batería

Se considera la misma corriente mencionada en el tramo anterior, ya que se mantienen la misma cantidad de subtramos en el lado de DC. Conociendo la caída máxima de tensión permitida para este tramo de 0.48V y distancia de 5m se procedió a calcular la sección de conductor necesaria, haciéndose uso de la ecuación (23)

$$S_{tramo2} = \frac{2 * L * I_{(tramo2)}}{56 * (\Delta V)}$$

$$S_{tramo2} = \frac{2 * 4m * 77.46 A}{56 * (0.48V)}$$

$$S_{tramo2} = 23.05 \text{ mm}^2$$

Al igual que el tramo 1, se toma sección la sección de cable comercial más próxima a la calculada, siendo cable de 25 mm², INDECO THW-90

Calculo Tramo 3: Controlador de carga - Inversor

La corriente que circula por este tramo se determina en función de los parámetros del inversor dimensionado, que se visualiza en el anexo (10) haciendo uso de la ecuación (24)

$$I_{Ent-inv} = \frac{P_{INV-seleccionado}}{n_{inv-seleccionado} * V_{NSFV}}$$

$$I_{Ent-inv} = \frac{10000W}{0.95 * 4V}$$

$$I_{Ent-inv} = 219.3 A$$

Puesto que son 04 subtramos de salida del controlador hacia el inversor tenemos:

$$I_{Ent-inv} = \frac{219.3}{4}$$

$$I_{Ent-inv} = 54.83 A$$

Conociendo la caída máxima de tensión permitida para este tramo de 0.48V y distancia de 4m se procedió a calcular la sección de conductor necesaria, haciéndose uso de la ecuación (23)

$$S_{tramo3} = \frac{2 * L * I_{(tramo3)}}{56 * (\Delta V)}$$

$$S_{tramo3} = \frac{2 * 4m * 58.83}{56 * (0.48V)}$$

$$S_{tramo3} = 17.51 \text{ mm}^2$$

Se toma sección la sección de cable comercial más próxima a la calculada, siendo cable de 25 mm², INDECO THW-90.

Calculo Tramo 4: Inversor – Tablero Carga AC

La sección de conductor de este tramo se calcula en base a la potencia del inversor dimensionado, el factor de potencia y la tensión de salida AC de nuestra carga. Calculado a partir de la ecuación (25).

$$I_{Inversor} = \frac{P_{inv-seleccionado}}{\cos\phi * V_{AC}}$$
$$I_{Inversor} = \frac{10000W}{0.9 * 220V}$$
$$I_{Inversor} = 50.5 A$$

Conociendo la caída máxima de tensión permitida para este tramo de 6.6 V y distancia de 25m se procedió a calcular la sección de conductor necesaria, haciéndose uso de la ecuación (23)

$$S_{tramo4} = \frac{2 * L * I_{(tramo4)}}{56 * (\Delta V)}$$
$$S_{tramo4} = \frac{2 * 25m * 50.5}{56 * (6.6V)}$$
$$S_{tramo4} = 6.83 mm^2$$

Se toma sección la sección de cable comercial más próxima a la calculada, siendo cable de 10 mm², INDECO THW-90.

Así finalmente, terminado de calcular las secciones de conductores necesarios para los diferentes tramos del sistema fotovoltaico podemos visualizar los resultados en la tabla (13).

Tabla 13*Resumen de cables necesarios para el sistema fotovoltaico.*

Tramo	Calibre de cable (mm ²)	L de cables por subtramos (m)	Cantidad de subtramos	L total de cable (m)
Tramo 1	16	8	4	32
Tramo 2	25	4	4	16
Tramo 3	25	4	4	16
Tramo 4	10	25	0	25

Nota: Elaboración propia.

Según los cálculos ya realizados para cada tramo, es que determinamos el total de metros de cables a usar así mismo, el calibre para cada tramo según se especifica en la tabla 10. La información de los cables THW-90 se visualizan en el anexo (15).

4.4.10. Protecciones eléctricas

Ya que del apartado anterior se conoces las corrientes máximas que circulan por los diferentes tramos. Se determino las protecciones a utilizarse a los valores nominales de las protecciones superiores más próximas a las calculadas. Gutiérrez (2023) menciona que los elementos ideales para las conexiones en DC son los fusibles y optar por un Interruptor termomagnético para la conexión en AC los cuales brindaran protecciones ante cortocircuitos y sobretensiones en el sistema fotovoltaico.

Para el cálculo se hace uso de los valores nominales de cables seleccionados en anexo 15 y tablas para cálculo de fusibles en anexo 22.

-Tramo 1 Panel – Controlador de carga.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$77.46 \leq 80 \leq 124$$

Se cumple condición 1.

$$I_f \leq 1.45 * I_z$$

$$128 \leq 1.45 * 124$$

$$128 \leq 179.8$$

Se cumple condición 2.

-Tramo 2 Controlador de carga – baterías.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$77.46 \leq 80 \leq 107$$

Se cumple condición 1.

$$I_f \leq 1.45 * I_z$$

$$128 \leq 1.45 * 107$$

$$128 \leq 155.15$$

Se cumple condición 2.

-Tramo 3 Controlador de carga – Inversor.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$54.83 \leq 63 \leq 158$$

Se cumple condición 1.

$$I_f \leq 1.45 * I_z$$

$$100.8 \leq 1.45 * 158$$

$$100.8 \leq 229.1$$

Se cumple condición 2.

-Tramo 3 Inversor – Tablero carga AC.

$$ITM = I_b * 1.15$$

$$ITM = 50.5 * 1.15$$

$$ITM = 58.075 \approx 63 \text{ valor nominal}$$

Los resultados se ven en la tabla (14).

Tabla 14*Protecciones eléctricas seleccionadas por tramo.*

Tramo	Descripción	Tipo	Corriente en tramo (A) Calculado	Corriente fusible (A) Nominal	Corriente termomagnético (A) Nominal
Tramo 1	Panel – Controlador de carga	DC	77.46	80	-
Tramo 2	Controlador de carga - baterías	DC	77.46	80	-
Tramo 3	Controlador de carga - Inversor	DC	54.83	63	-
Tramo 4	Inversor – Tablero carga AC	AC	50.5	-	63

Nota: Elaboración propia.

De la tabla podemos determinar que considerando la cantidad de tramos se necesita para el Tramo 1: 04 Fusible DC de 80 A. tramo 2: 04 Fusible DC de 80 A, Tramo 3: 04 Fusible DC de 63 A. Finalmente para el tramo 4: 01 Fusible AC de 63 A y 01 Interruptor termomagnético de 63 A. Protecciones que cumplen con las condiciones de diseño según cálculos anteriores.

Finalmente, en la tabla (15) se puede visualizar la totalidad de los componentes a usarse para el sistema fotovoltaico off grid dimensionado de 17.94 kWp para la compañía de bomberos.

Tabla 15

Resumen de componentes del sistema fotovoltaico dimensionado.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Panel Solar Tensite 550W 24V	Und.	34
2	Controlador de carga 100A MPPT 48V	Und.	4
3	Batería estacionaria 600Ah 6V Ultracell	Und.	40
4	Inversor Victron Phoenix 48V 5000VA	Und.	1
5	Estructura 12 paneles inclinada FalCat	Und.	3
6	Interruptor termomagnético 80A DC	Und.	8
7	Interruptor termomagnético 63A 2p ABB	Und.	1
8	Fusible DC Solar Energy 80A 22x58	Und.	8
9	Fusible DC Solar Energy 63A 22x58	Und.	4

Nota: Elaboración propia.

De la tabla 15 podemos observar la selección de los componentes para el sistema fotovoltaico dimensionado, así como la cantidad de necesaria de cada componente. Habiendo dimensionado todos los componentes del sistema fotovoltaico, realizamos el diagrama unifilar que se visualiza en el anexo (18).

4.4.11. Puesta a tierra

La disposición de un sistema de puesta a tierra es esencial no solo en instalaciones solares, sino en cualquier configuración eléctrica. Este sistema tiene un papel crucial al proteger tanto los equipos contra tensiones transitorias como a las personas contra contactos indirectos.

Para el sistema de puesta a tierra se emplearán las pautas establecidas por la Norma Técnica Peruana NTP 370.053, titulada "Seguridad Eléctrica – Elección de Materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores

de Protección", así como el Código Nacional de Electricidad (CNE).

La Sección 60 del CNE aborda "Electrodos de puesta a tierra". Este apartado establece que la resistencia a tierra debe ser configurada de manera que cualquier masa no genere tensiones de contacto superiores a los límites permitidos, y dicha resistencia no debe exceder los 15 Ω en un pozo de tierra de cargas generales.

El costo del servicio integral para la instalación del sistema de puesta a tierra está presupuestado en su totalidad por S./ 2,300.00.

Este servicio contempla el cambio de terreno por tierra de chacra, cemento conductor y su tratamiento con bentónica sódica y sal mineral.

Se realizó la medición de la resistencia de tierra en el lugar de investigación, haciéndose uso del Telurómetro Megabras mtd 20kwe (Certificado de calibración anexo 20) con el método de medición Wenner, para el cual se usó una distancia de 1m entre electrodos y 5cm de profundidad dando como resultado un valor de 4.7 Ω . Como se muestra en el anexo (22). Aplicando este valor a la ecuación de resistividad de terreno del método Wenner, tenemos:

$$\begin{aligned}\rho &= 2\pi aR \\ \rho &= 2\pi * 1 * 4.7\Omega \\ \rho &= 29.53\Omega.m\end{aligned}$$

Haciendo uso de la ecuación (26) para una varilla a utilizar de 2.40m y 0.019m de diámetro tenemos.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} * \left(\left(\frac{4L}{d} \right) - 1 \right)$$

$$R = \frac{29.53\Omega \cdot m}{2\pi * 2.4m} * \left(\left(\frac{4 * 2.4m}{0.0019m} \right) - 1 \right)$$

$$R = 14.97\Omega$$

$$R = 14.75\Omega < 15\Omega$$

Cumpliendo con la resistividad de puesta a tierra con el material a utilizar según el CNE.

La sección mínima de conductor para el sistema de puesta a tierra dado por el código nacional de electricidad – utilización para sistemas de corriente alterna o conductores de tierra comunes en la tabla para una capacidad de conducción 100A o menos es de 10mm².

4.5. Determinación los costos de inversión total, rentabilidad y retorno de la inversión en consideración del sistema fotovoltaico Off-grid dimensionado en esta investigación.

Se realiza primero el cálculo de las inversiones totales a realizarse en lo que concierne componentes, conductores, protecciones y otros servicios necesarios a emplearse en la implementación del sistema fotovoltaico.

4.5.1. Inversión Componentes

La inversión de componentes comprende los paneles fotovoltaicos, controladores de carga, baterías, inversor y protecciones dimensionado anteriormente como se ve en la tabla (16)

Tabla 16*Inversión por componentes del sistema fotovoltaico.*

Tramo	Cantidad	Precio Unitario (S./)	Sub Total (S./)	Total+IGV (S./)
Panel fotovoltaico	34	643.50	21,879.00	25,817.22
Baterías	40	1,445.56	57,822.50	68,230.43
Controlador de carga	4	1,843.64	7,374.56	8,701.98
Inversor	1	7,130.33	7,130.33	8,413.79
Estructura de soporte	3	1,378.16	4,134.48	4,878.69
Fusible DC 80A	8	19.45	155.60	183.61
Fusible DC 63A	4	16.98	67.92	80.15
Interruptor 63A	1	165.78	165.78	195.64
			Total (S./)	116,501.48

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla (16) se determine una inversión total de S./ 116,501.48 correspondiente a los componentes principales del sistema fotovoltaico dimensionados.

4.5.2. Inversión Conductores Eléctricos

La inversión en conductores eléctricos para el sistema fotovoltaico abarca todos los conductores que han sido previamente seleccionados. Esta inversión se visualiza en la tabla (17).

Tabla 17*Resumen de Inversión por conductores eléctricos.*

Tramo	Calibre de cable (mm ²)	L de cables por subtramos (m)	Cantidad de subtramos	L total de cable (m)	Precio Unitario (S./)	Sub total (S./)
Tramo 1	16	8	4	32	18	576
Tramo 2	25	4	4	16	25	400
Tramo 3	25	4	4	16	25	400
Tramo 4	10	25	0	25	13	325
Total (S./)						1,701

Nota: Elaboración propia.

De la Tabla (16) se determine una inversión total de S./ 1,701 correspondiente a los conductores de diferentes calibrado dimensionados para el conexionado de los componentes del sistema fotovoltaico hasta la salida en AC.

4.5.3. Inversión Montaje, instalación, puesta en marcha del sistema y puesta a tierra

En la inversión también se incluye el costo correspondiente al servicio de montaje, instalación, puesta en marcha y puesta a tierra del sistema. Esto se hace para asegurar la correcta conexión de todo el sistema, proporcionando así una mayor fiabilidad en su funcionamiento. Este costo esta cotizado por una empresa prestadora de servicios como se ve la cotización en el anexo (13).

Tabla 18

Resumen de inversión por Montaje, instalación, puesta en marcha del sistema y sistema de puesta a tierra.

Servicio	Precio Total (S./)
Servicio de montaje, instalación y puesta en marcha del sistema fotovoltaico y sistema de puesta a tierra.	19,300.00

Nota. Elaboración propia.

Siendo este el ultimo costo necesario para la inversión del sistema fotovoltaico, en la siguiente tabla se visualiza el resumen de la inversión total a realizar.

Tabla 19

Inversión total por el sistema fotovoltaico.

Descripción	Precio Total (S./)
Inversión por componentes del SFV	116,501.48
Inversión conductores eléctricos	1,701.00
Inversión servicio de montaje, instalación puesta en marcha del sistema fotovoltaico y puesta a tierra	19,300.00
Inversión Total (S./)	137,502.48

Nota: Elaboración propia.

La inversión inicial que se deberá llevar a cabo para la implementación del sistema fotovoltaico Off-grid de 17.94 kWp para cubrir la demanda eléctrica total de la compañía de bomberos haciende a un monto total de S./ 137,502.48. Lo cual nos da una ratio S./ 7,681.70 por kWp instalado.

4.5.4. Proyección de Ingresos

Los ingresos estimados para el proyecto se reflejan en los ahorros obtenidos en la factura de electricidad consumida por la compañía de bomberos, tomando la información de las boletas se tiene un consumo anual de S./ 11263.41, sin embargo, se debe considerar la variación anual del costo del kWh, OSINERGMIN (2022) Indica en su reporte anual un crecimiento anual del 5.65% en los últimos 10 años, unidad de variación considerada para esta proyección.

4.5.5. Proyección de egresos

Los egresos que se proyectan anualmente para nuestro sistema fotovoltaico están centrados únicamente en el mantenimiento anual de los diferentes componentes, lo cual incluye inspecciones y limpiezas que se realizaran dos veces

al año, este trabajo fue cotizado por una empresa contratista como se ve en el anexo (1).

Tabla 20

Egreso anual por mantenimiento del sistema fotovoltaico.

Servicio	Precio Total (S./)
Mantenimiento de sistema fotovoltaico	600.00

Nota: Elaboración propia.

Realizamos la cotización del mantenimiento anual para el sistema fotovoltaico, teniendo como resultado el monto mostrado en la Tabla (19).

4.5.6. Flujo de Caja del proyecto para cálculo de VAN y TIR

Conociéndose los valores inversión inicial del proyecto, los ingresos y egresos proyectados anuales se puede realizar un flujo de caja el cual tendrá una proyección de 25 años puesto que esa es la vida útil de un sistema fotovoltaico en referencia a los paneles fotovoltaicos, sin embargo, se deberá realizar una reinversión a los 20 años de vida útil de las baterías, a los 15 años por el inversor y los controladores de carga. El Ministerio de Economía y finanzas (2021) indica que para proyectos de inversión largos la tasa social de descuento para un período que oscila entre 21 y 49 años se sitúa en el 5.5%.

A continuación, en la tabla (21) se visualiza anualmente el flujo de caja del proyecto del cual determinaremos su rentabilidad y retorno de la inversión, considerando los valores de egreso, ingreso e inversiones económicas necesarias descritas anteriormente.

Tabla 21*Flujo de caja para cálculo de VAN y TIR del proyecto.*

Año	Ingresos (S./)	Egresos (S./)	Inversión (S./)	Flujo de Caja (S./)	Flujo de Caja acumulado (S./)
0	0	0	137,502.48	0	-137,502.48
1	11,263.41	600.00	0	10,663.41	-126,839.07
2	11,899.79	600.00	0	11,299.79	-115,539.28
3	12,572.13	600.00	0	11,972.13	-103,567.15
4	13,282.46	600.00	0	12,682.46	-90,884.69
5	14,032.92	600.00	0	13,432.92	-77,451.77
6	14,825.77	600.00	0	14,225.77	-63,226.00
7	15,663.43	600.00	0	15,063.43	-48,162.57
8	16,548.41	600.00	0	15,948.41	-32,214.15
9	17,483.40	600.00	0	16,883.40	-15,330.75
10	18,471.21	600.00	0	17,871.21	2,540.46
11	19,514.84	600.00	0	18,914.84	21,455.30
12	20,617.42	600.00	0	20,017.42	41,472.72
13	21,782.31	600.00	0	21,182.31	62,655.03
14	23,013.01	600.00	0	22,413.01	85,068.04
15	24,313.24	17,715.79	0	6,597.45	91,665.49
16	25,686.94	600.00	0	25,086.94	116,752.43
17	27,138.25	600.00	0	26,538.25	143,290.69
18	28,671.57	600.00	0	28,071.57	171,362.26
19	30,291.51	600.00	0	29,691.51	201,053.76
20	32,002.98	68,827.60	0	-36,824.62	164,229.14
21	33,811.15	600.00	0	33,211.15	197,440.29
22	35,721.48	600.00	0	35,121.48	232,561.77
23	37,739.74	600.00	0	37,139.74	269,701.51
24	39,872.04	600.00	0	39,272.04	308,973.55
25	42,124.81	600.00	0	41,524.81	350,498.36

Nota: Elaboración propia.

De la tabla se obtiene los siguientes resultados en función de la tasa de interés de 5.5%:

- Año de Repago: 10 años

- VAN: S./ 149,375.30
- TIR: 6.74%

Con una recuperación de la inversión en 10 años, un valor actual neto positivo de S./ 149.375.30 y un Tasa interna de retorno de 6.74% mayor a la tasa de interés del proyecto se determina el proyecto como rentable.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación obtuvimos como resultado del dimensionamiento un sistema fotovoltaico compuesto por 34 paneles monocristalinos de la marca TENSITE modelo EM550-PH, con una potencia de 24V - 550W cada uno; 4 controladores de carga MPPT de la marca SRNE, con capacidad para 12/24/36/48V - 70A; además utilizaremos un banco de baterías estacionarias compuesto por 40 baterías de plomo ácido ULTRACELL modelo UZS600-6, con especificaciones de 6V - 600AH y 50% de profundidad de descarga. Se incorporaron 1 inversor de corriente de la marca VICTRON Phoenix, con 48V - 5000VA de potencia de salida continua y capacidad para picos de potencia de hasta 10000W, para un sistema de 17.94 kwp. Miguel Pareja Aparicio en su libro "Energía Solar Fotovoltaica" 3ra edición nos describe el procedimiento adecuado para lograr el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado (Off-Grid), así como la selección de los componentes del sistema, protecciones a utilizar, el cableado necesario para que cada tramo del sistema.

Un aspecto clave para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico es la demanda energética máxima, la cual es de 63.67 kWh/día. Siendo el caso de estudio de (Tapia y Flores,2022) "Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para Abastecer Energía Eléctrica a los pabellones de la institución Educativa Betesda School" el valor de 61.80 kWh/día mostrando una similitud en la demanda. Asimismo, la escuela tiene un consumo anual de S/. 8,717.30 que comparado con el consumo anual de la compañía de bomberos representa el 77.39% del consumo de esta última, esto debido a que los autores consideran como máximo 7 horas de uso de energía eléctrica en la institución educativa por los 8 meses de clases durante el año , mientras que para el presente trabajo de investigación consideramos el uso permanente de los equipos de la compañía debido a que por la naturaleza de la misma debe estar operativa durante los 12 meses del año, las 24 horas del día. De igual forma dimensionan un sistema de 15.96 kW con 1 día de autonomía, teniendo una similitud con la presente investigación dado que dimensionamos un sistema de 17.94kW con 1 día de autonomía.

Para el presente trabajo de investigación encontramos que la radiación solar para nuestro sistema fotovoltaico tiene un valor de 3.55kWh/m^2 , mientras que (Medina y Saravia,2022) en su tesis “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para reducir la facturación por energía eléctrica consumida en la sede principal de Empresa Prestadora de Servicios Ilo S.A. 2022” obtienen una radiación solar con un valor de 3.56kWh/m^2 siendo valores similares esto debido a que ambos trabajos utilizaron la misma metodología para determinar la radiación óptima en sus zonas de estudio, de igual forma cabe resalta que ambos trabajos de investigación se realizaron en la ciudad de Ilo, así mismo esto fue posible gracias a la información brindada por la NASA a través de su página web “NASA POWER”. Es por tal motivo que la disponibilidad del recurso solar emerge como un elemento crucial en la generación fotovoltaica, ya que en una zona con altos niveles de radiación ofrece perspectivas más favorables para su desarrollo tanto en términos técnicos como económicos. En la ciudad de Ilo, durante la primavera y verano, se registran niveles significativos de radiación, mientras que en invierno y otoño estos valores descienden por debajo de los 4kWh/m^2 .

Para la presente tesis se dimensiona un sistema fotovoltaico de 17.94 kWp con una inversión total de S/. $137,502.48$ entregándonos un ratio de inversión de S/. $7,681.70$ por kWp instalado incluyendo una autonomía de 1 día, por otro lado (Tapia y Flores, 2022) en su caso de estudio “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para Abastecer Energía Eléctrica a los pabellones de la institución Educativa Betesda School” dimensionan un sistema fotovoltaico off-grid de 15.96 kWp , con un costo total de S/. $134,580.15$, con un ratio de inversión de S/. $8,432.34$ por kWp instalado incluyendo una autonomía de 1 día, obteniendo una inversión inicial similar debido a la similitud de los componentes dimensionados en ambos casos, pero obteniendo una variación en el ratio de kWp instalado debido a que capacidades de cada sistema fotovoltaico. Tal es así que podemos determinar que a mayor potencia instalada para el sistema fotovoltaico el ratio de inversión por kWp es menor.

Un aspecto vital para nuestra investigación es la evaluación financiera, determinamos una inversión total para el proyecto de S/. 137,502.48, realizando el cálculo del Valor Actual Neto Positivo (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) encontramos que el proyecto es económicamente viable con un retorno de inversión de 10 años a partir de realizada la inversión inicial, en contraste con (Tapia y Flores, 2022) los autores obtienen una inversión inicial de S/. 134,580.15 con un retorno de inversión de 10 años, encontrando una igualdad en el tiempo de retorno de inversión en ambos proyectos, cabe resaltar que en ambos proyectos se estima una vida útil de cada sistema fotovoltaico de 25 años, en ambos proyectos se considera una reinversión en el año 10 para los bancos de baterías esto debido a la vida útil de las mismas , así mismo el 50% de inversión para ambos proyectos es utilizado en el banco de baterías esto debido a los altos costos de las mismas y las cantidades a utilizarle, siendo las baterías indispensables para lograr la autonomía de 24hrs. El costo del sistema voltaico puede disminuir sustancialmente o aumentar dependiendo de la autonomía que se en la institución a realizar el dimensionamiento.

Cabe resaltar que el área de instalación para los paneles solares fue seleccionada siguiendo las recomendaciones de Miguel Pareja Aparicio en su libro “Energía Solar Fotovoltaica” 3ra edición, el cual nos menciona que un factor importante para la localización de los paneles solares es el efecto de sombras, así como la distancia mínima entre paneles, por tal motivo es que seleccionamos el área de oficinas administrativas ya que tiene un área total de 159.42m², debido a que dicha área cuenta con una superficie totalmente plana y sin ninguna estructura o edificio cercano el cual pueda realizar sombra y afectar la radiación en los paneles solares.

Durante la investigación de esta tesis, descubrimos que el análisis y la investigación sobre sistemas fotovoltaicos se dan desde 1883, obteniendo así mejoras continuas en las tecnologías utilizadas, así como una amplia base de información para poder indagar. Así mismo realizando la investigación encontramos un gran avance en la tecnología de los sistemas fotovoltaicos, tal es así que en la actualidad los costos de los paneles

voltaicos son accesibles para incluso su uso en instalaciones domiciliarias. De igual forma encontramos que en la actualidad se ha dado un incremento considerable para el desarrollo de energía sostenible, utilizando como fuente la energía solar, trazando un camino prometedor para dejar de utilizar los combustibles fósiles.

La fortaleza de la metodología empleada reside en la solidez de los antecedentes teóricos identificados, estos proporcionan una base sólida que permite una discusión fundamentada; además los datos recopilados también respaldan la validez del enfoque utilizado. La debilidad que exhibe se debe a la ausencia de posibilidad de casualidad, ya que no permite la manipulación de datos para construir escenarios hipotéticos, especialmente en relación con futuros escenarios de costos por kWh en soles. Además, nos restringimos a comparar y detallar, dado que las premisas están establecidas y sería necesario descartar explicaciones alternativas

Así mismo en relación al tema científico-social la presente investigación representa un progreso importante en la incorporación de energías renovables. Aunque se centra en una compañía de bomberos ubicada en una zona urbana con acceso a la red eléctrica convencional, también se podría realizar el estudio del dimensionamiento para un área sin acceso a la red eléctrica convencional, siendo esta una alternativa confiable y rentable para los centros poblados que no cuenten con una red convencional de energía eléctrica, demostrando ser una opción sustentable y amigable con el medio ambiente. Así mismo la posibilidad de realizar un dimensionamiento similar para servicios domésticos se vislumbra como factible y económicamente viable.

Explica la importancia de la investigación dentro del entorno científico-social al promover el uso de la energía solar, se subraya la importancia de adoptar fuentes renovables en la región, así como lograr la concientización en la población para el uso de energías eco amigables, respaldada por datos de irradiación que indican la disponibilidad suficiente del recurso solar para promover proyectos similares en la localidad. Además, este enfoque contribuirá a la reducción de la huella de carbono al disminuir la necesidad

de los combustibles fósiles, dado que los sistemas fotovoltaicos no generan gases de efecto invernadero. Según la nota técnica del precio social del carbono en la evaluación social de proyectos de inversión realizada por el MEF en 2021, el factor de emisiones de CO₂ es de 0.4521 tonCO₂/MWh. En relación con la investigación, se estima que para un total 1140 kWh/Mes consumido o a su valor anual 13.68 MWh/Año se dejarían de emitir 6.18 tonCO₂.

VI. CONCLUSIONES

1. Se selecciono el sistema fotovoltaico en el que se proyecta una disminución de costos por el uso de electricidad de S/. 11,263.41 por año, para un sistema de 17.94kwp, que consta de 34 paneles monocristalinos de la marca TENSITE modelo EM550-PH, con una potencia de 24V - 550W cada uno; 4 controladores de carga MPPT de la marca SRNE, con capacidad para 12/24/36/48V - 70A; además utilizaremos un banco de baterías estacionarias compuesto por 40 baterías de plomo ácido ULTRACELL modelo UZS600-6, con especificaciones de 6V - 600AH y 50% de profundidad de descarga. Se incorporaron 1 inversor de corriente de la marca VICTRON Phoenix, con 48V - 5000VA de potencia de salida continua y capacidad para picos de potencia de hasta 10000W. Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo y selección de los conductores necesarios para cada segmento del sistema fotovoltaico. Se determinó la necesidad de un cable THW-90 de la marca INDECO, de 16mm², para cubrir una extensión total de 8 metros en el TRAMO 1. Para el TRAMO 2, se eligió un cable THW-90 de 25mm², de la misma marca, para una longitud total de 4 metros. En el TRAMO 3, se especificó un conductor THW-90 de 25mm², de la marca INDECO, con una extensión total de 4 metros. Finalmente, en el TRAMO 4, se optó por un cable THW-90 de 10mm² de la marca INDECO, para cubrir una longitud total de 25 metros. Por tanto, para la selección del sistema fotovoltaico se debe seguir las recomendaciones del libro “Energía Solar Fotovoltaica “3era edición de Miguel Pareja Aparicio.

2. Se estableció la radiación solar en la ciudad de Ilo utilizando como fuente los registros de la NASA, provenientes de su página web “NASA POWER”, seleccionando el mes de Julio del periodo 2022, entregándonos un valor de 3.52kWh/m²/día, siendo este un valor para 0° de inclinación. Siguiendo las recomendaciones de Iseda Miranda, A.A. en su tesis “Sistema fotovoltaico autónomo para la alimentación de la vereda la Concepción del municipio de Yondó Antioquia” encontramos el ángulo de inclinación óptimo para la ubicación de la compañía de bomberos siendo de 15.85°, luego establecimos la radiación para nuestro ángulo de inclinación en

3.55kWh/m²/día. Por lo tanto, para obtener la máxima radiación solar debemos utilizar ambas fuentes.

3. Encontramos 3 áreas disponibles, en buenas condiciones y sin restricciones para el posicionamiento de los paneles fotovoltaicos, teniendo un área total de 287.2m². Seleccionando por criterio propio el área de las oficinas administrativas debido a que cuentan con un área total de 159.42m².

4. La evaluación financiera del proyecto se basó en las cotizaciones realizadas, determinando una inversión total de S/. S/. 137,502.48 Esta suma engloba los costos de equipos, conexiones, fabricación, montaje de estructuras para los paneles, instalación del sistema fotovoltaico y su puesta en funcionamiento. Después de esto, se calculó el retorno de la inversión, considerando los ahorros anuales generados, y se estimó que el retorno se daría en el año 10, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 6.74%. Así mismo el Valor Actual Neto Positivo (VAN) asciende a S./ 149,375.30. Esto indica que el proyecto es económicamente rentable y viable, ya que se proyecta una vida útil del sistema fotovoltaico de 25 años.

VII. RECOMENDACIONES

Si se desea obtener información en tiempo real, se sugiere inicialmente llevar a cabo una aproximación experimental mediante el uso de un SOLARIMETRO en la región bajo análisis, con el fin de registrar datos en diferentes momentos y periodos del día. Esto nos proporcionara la suma de los tipos de radiación solar presentes, tanto directa como reflejada. Posteriormente, se propone un enfoque descriptivo que incluya la recopilación de datos provenientes de la estación meteorológica ubicada en el área.

Para mejorar la confiabilidad del enfoque técnico y económico utilizado en el dimensionamiento y selección de los componentes del sistema fotovoltaico, se recomienda evaluar el tipo de clima en la región de estudio y tipo de célula utilizada en los paneles solares, ya que estos factores tienen un impacto directo en la eficiencia operativa de los paneles. Además, se aconseja elegir un voltaje de sistema más alto para evitar corrientes intensas y la necesidad de utilizar conductores de mayor calibre

Se propone considerar la instalación de un Switch de Transferencia Automático y Manual (ATS) Monofásico como una opción adicional en el sistema fotovoltaico aislado que se está desarrollando para la tesis. Aunque el enfoque principal recae en el sistema aislado, incorporar este dispositivo permitirá al usuario final mantener la alternativa de conectarse a la red eléctrica convencional si así lo prefiere. Es importante destacar que esta conexión no es bidireccional, lo que garantiza la autonomía energética del sistema fotovoltaico sin interferencias externas. Esta flexibilidad ofrecida por el ATS asegura una solución versátil que se adecua a los requerimientos individuales de los usuarios.

Desde la perspectiva financiera, evidenciamos que este proyecto resulta beneficioso, debido a que proyectamos un retorno de inversión en 10 años y logramos la disminución sustancial del gasto de energía eléctrica, pudiendo derivar estos recursos para otras áreas críticas de la compañía de bomberos.

Para promover la adopción de energías limpias en otras instituciones, se propone como una recomendación difundir los resultados y conclusiones obtenidos en esta investigación. Destacando los beneficios alcanzados a través del dimensionamiento del sistema fotovoltaico Off-Grid para la Compañía de Bomberos "Tnte. CBP José Trabucco Trabucco N° 180" en Ilo, se busca inspirar a organizaciones tanto privadas como gubernamentales a considerar la implementación de soluciones sostenibles. Al resaltar los resultados positivos en términos de ahorro económico, autonomía energética y la reducción de la huella de carbono, se pretende motivar a otras instituciones a explorar y adoptar enfoques similares, contribuyendo así al impulso colectivo hacia prácticas más respetuosas con el medio ambiente.

REFERENCIAS

- Abou Jieb, Y., y Hossain, E. (2022). Solar Photovoltaic Industry Overview. En *Photovoltaic Systems* (págs. 1-21). Springer, Cham.
- Alarcon Vanegas, W. A. & Sanchez Jaimes, S. (2021). Características de baterías para instalaciones de sistemas fotovoltaicos aislados en zonas rurales del departamento de Santander Colombia.
- Alvarez Agama, A. S., & Heredia Páez, H. V. (2022). *Diseño y simulación de un sistema de generación fotovoltaica de tipo off-grid considerando análisis de la demanda de energía* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Babatunde, D. E., Babatunde, O. M., Emezirinwune, M. U., Denwigwe, I. H., Okharedia, T. E., & Omodara, O. J. (2020). Feasibility analysis of an off-grid photovoltaic-battery energy system for a farm facility. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 10(3).
- Baldera Chapoñan, N. V. (2018). Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el caserío Chochor en Mórrope utilizando energía solar fotovoltaica.
- Barbecho Jimbo, J. F., Perez Quiñonez, C. A. (2022). Propuesta para optimización sistemas de malla de puesta a tierra en las áreas de producción de UCEM-Planta Guapan.
- Blanca Giménez, V., Castilla Cabanes, N., Gurrea Ysasi, G., Martínez Antón, A., & Tormo Clemente, M. I. (2019). Designación de los cables eléctricos en baja tensión.
- Borja Huanuqueño, J. E. (2021). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para suministrar de energía eléctrica a la estación

meteorológica convencional de Yanacancha de la Región Junín, 2021.

Carmona Rubio, G., & Díaz Corcobado, T. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas. GM.

Casa, M., & Barrio, M. (2017). Instalaciones solares fotovoltaicas. Alfaomega.

Chacón-Pinzón, E., Arenas, D., & Parra, B. J. (2019). Revisión del estado actual de los Sistemas de Energía Fotovoltaico. *Revista Integra: Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico e Innovación*, 11.

Chambi, V. (2018). Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la ciudad de Arequipa.

Chiroque Vignes, W. T., Ricaldi Arias, I. D., & Romero Moreno, B. A. (2022). Diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Cornejo, H. (2013). Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura.

Cortés, C. L., Gómez-Gómez, G. S., Betancur-Londoño, F., Carvajal-Quintero, S. X., & Guerrero-González, N. (2020). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *TecnoLógicas*, 23(47), 3-23.

da Silva, H. M. F., & Araújo, F. J. C. (2022). Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão bibliográfica. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 8(3), 859-869.

Doria, D. D., Toscano-Hernández, A. E., Malvaceda-Espinoza, E., Díaz Ballesteros, J. L., & Díaz Pertuz, L. (2020). Metodología de la

investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.

Echevarria Arango, B. D. & Rojas Herrera, H. M. (2019). Implementación de un sistema de alumbrado público con paneles solares en el municipio de el Peñol. Medellín – Colombia.

El-Houari, H., Allouhi, A., Rehman, S., Buker, M. S., Kousksou, T., Jamil, A., & El Amrani, B. (2019). Design, simulation, and economic optimization of an off-grid photovoltaic system for rural electrification. *Energies*, 12(24), 4735.

Escobedo, R. (2018). Implementación de un sistema fotovoltaico para un laboratorio de cómputo en el Colegio nacional “Coloso y emblemático jaén de Bracamoros – Jaén - Cajamarca”. Lambayeque.

Garrido, J., & Morales, M. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para la demanda eléctrica del centro de salud Magllanal, jaén – Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Gutierrez Ramos, L. (2023). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para la demanda de energía eléctrica del Puesto de Salud El Porvenir, Distrito Bagua Grande – Amazonas.

Dynamic Energy. (2022). Glosario Fotovoltaico: Tipos de Sistemas y Componentes. <https://dynamicenergy.com.ar/noticias/glosario-fotovoltaico-tipos-de-sistemas-y-componentes/>

Dwight, H. B. (1936) Calculation of resistences to ground, p. 1319, IEEE.

IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi

Iseda Miranda, A. A. (2022). Sistema fotovoltaico autónomo para la alimentación de la vereda la Concepción del municipio de Yondó Antioquia.

- Jurasz, J., Canales, F. A., Kies, A., Guezgouz, M., & Beluco, A. (2020). A review on the complementarity of renewable energy sources: Concept, metrics, application and future research directions. *Solar Energy*, 195, 703-724.
- Lakens, D. (2022). Sample size justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267.
- Medina Ortega, A. R., & Saravia Luque, L. M. (2022). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para reducir la facturación por energía eléctrica consumida en la sede principal de Empresa Prestadora de Servicios Ilo SA 2022.
- Mejía Vasquez, E. J. (2018) Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica.
- Mendez, J. (2017). Diseño de un sistema fotovoltaico estándar para alimentación con energía eléctrica a viviendas en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión -2017. Trujillo.
- Mendoza, S. H., & Avila, D. D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53.
- Ministerio de Economía y finanzas. (2021). Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión.
- Montoya Ceballos, G. A. (2019). Dimensionamiento y selección de un sistema fotovoltaico con el software Homer como alternativa para generar energía eléctrica en el caserío Nuevo Retiro en Cumba – Utcubamba Amazonas.
- Muñoz Quitasi, M. E. (2021). Diseño de planta de ensamblaje de paneles solares fotovoltaicos.

- Nieto, E. (2018). Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo de Guzmán*, 2.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.
- OVACEN. (2019). Garantía placas solares fotovoltaicas. <https://ovacen.com/garantia-placas-solares-fotovoltaicas/>
- Pandey, P., & Pandey, M. M. (2021). *Research methodology tools and techniques*. Bridge Center.
- Pareja Aparicio, Miguel. (2020). Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada. Tercera edición. editorial Marcombo S.A.
- Ponce, F. A. J. (2020). ¿Necesidad o Eficiencia? Apuntes sobre el desarrollo de las energías renovables en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, (19), 53-83.
- Rani, P., Mishra, A. R., Mardani, A., Cavallaro, F., Štreimikienė, D., & Khan, S. A. R. (2020). Pythagorean fuzzy SWARA–VIKOR framework for performance evaluation of solar panel selection. *Sustainability*, 12(10), 4278.
- Redrován Inga, K. J. (2018). Aplicación de sistemas de información geográfico para el análisis espacial de la variable radiación solar en la ciudad de Cuenca.
- Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- Sampaio, P. G. V., & González, M. O. A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 590-601

- Sampieri, H., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. Editorial McGRAW-HILL. México.
- Sanchez Miranda, G. A. (2019). Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud “El Arenal” en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura.
- Santa Cruz Tantalean, C. N. (2023). Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para Suministro de Electricidad a la Sala de Computo de la Institución Educativa 16793, Distrito El Milagro – Utcubamba
- Santamaría, G., & Castejón, A. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Editex.
- Tarifas y mercado eléctrico, Año 20 – N° 3 – 2022. Gerencia de Regulación de Tarifas, Osinergmin.
- TRITEC. (2017). Tipos de Paneles Fotovoltaicos. <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/>
- Usman, Z., Tah, J., Abanda, H., & Nche, C. (2020). A critical appraisal of pv-systems’ performance. *Buildings*, 10(11), 192.
- Van Wijk, A. J. M., van der Roest, E., & Boere, J. (2018). *Solar power to the people*. los Press.
- Ventura Vargas, E. A., & Delgado Cotrina, L. B. (2020). Diseño de un Sistema Fotovoltaico Aislado para la Demanda Eléctrica de la Posta Medica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú.
- Widén, J., & Munkhammar, J. (2019). *Solar radiation theory*. Uppsala University.
- Willam Bladimir Cevallos, Rojas Llangarí Dennys Franklin, Dominguez Ruiz Luis Eduardo, Cruz Manya Brandon Alexis y Yerovi Juiña Mishell

Esthefanny (2019): "La energía fotovoltaica", Revista contribuciones a la Economía (enero-marzo 2019).

ANEXOS

Anexo 1

Operacionalización de Variables

Variables de estudio		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variables Independientes	Demanda Energética	Cantidad de energía necesaria para cubrir las necesidades de una población o sector en particular	Determinar la cantidad de energía requerida para el	Consumo energético	kWh	Razón
			dimensionamiento del sistema fotovoltaico	Potencia	kW	Razón
	Radiación Solar	Producida en el interior del sol por la fuerza gravitacional del sol que crea una energía nuclear, una parte de este proceso se convierte en energía electromagnética, lo que finalmente se conoce como radiación solar	Determina la energía solar disponible en el lugar de estudio y las horas solares.	Energía Solar	kWh/m ²	Razón
Horas solares				h/día	Razón	
Variable dependiente	Sistema Fotovoltaico	Es un sistema de energía renovable que convierte la luz solar en electricidad utilizando células fotovoltaicas	Determinar la capacidad de generación de energía, su disposición y configuración	Potencia de sistema	Kwp	Razón
				Capacidad de Almacenamiento	Kwh	Razón
				Superficie total	m ²	Razón

Anexo 2

Instrumento de recolección de datos 1

DATOS DE CONSUMO ELÉCTRICO AÑO EN EJECUCIÓN						
ÍTEM	MES	CANTIDAD DE DIAS	CONSUMO (kWh)	COSTO UNITARIO (S/. kWk)	POTENCIA MENSUAL (kW)	FACTURACIÓN (S/.)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
	TOTAL					

Instrumento de recolección de datos 2

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
FICHA N°	
Nombre del documento:	
Autor(es):	
Año de publicación:	
Referencia APA	
Ubicación:	
Aporte del tema a mi investigación:	
Razones por las que el texto será útil para la investigación:	
Aporte de la investigación:	
Observaciones:	

Instrumento de recolección de datos 4

Ubicación de sistema fotovoltaico			
Coordenadas			
Dirección			
Institución			
Área total (m2)			
Áreas techadas (m2)			
Plano de referencia			
Áreas disponibles			
Área 1	Área (m2)	Descripción	Observaciones
Área 2	Área (m2)	Descripción	Observaciones
Área 3	Área (m2)	Descripción	Observaciones
Área 4	Área (m2)	Descripción	Observaciones

Anexo 3

Matriz de Evaluación de jueces expertos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Alex Aima Chaco con DNI N° 70524190 **MAGISTER EN Ingeniería eléctrica** CIP N° 219957 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Supervisor de operaciones en Centro de control de energía en la mina Quellaveco e investigador en el laboratorio de transitorios electromagnéticos y protecciones (LTRANSP) de la Universidad Estadual de Campinas.

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

- **CONSUMO ELECTRICO DEL AÑO EN EJECUCION**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 Moquegua el día 13 del mes de ...

SETIEMBRE ... del año ... **2023** ...

Msc. : Alex Aima Chaco
DNI : 70524190
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : a262721@dac.unicamp.br

Firmado digitalmente por ALEX AIMA CHACO
DN: CN=ALEX AIMA CHACO, L=PE
Peru, E=alexaima3@gmail.com, C=PE
Peru, G=ALEX AIMA CHACO
Razón: Estoy aprobando este documento
Ubicación: MOQUEGUA
Fecha: 2023.09.13 20:39:08-05'00'
Foxit PDF Reader Versión: 12.0.1

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo Carlos Enrique Cruz Facundo con DNI N° 40418202 INGENIERO COLEGIADO CIP N° 165236de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Jefe de Mantenimiento - Power System en Empresa Confipetrol Andina S.A.

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

- CONSUMO ELÉCTRICO DEL ALIIO EN EJECUCIÓN

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off.grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bombearos del distrito de Pacocha -llo".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIACANALES LUIS ANTONIO

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 Moquegua el día 14 del mes de **SEPTIEMBRE** del año **2023**

DNI 40418202
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : kikefacu@gmail.com



CONSTANCIA DE CALIFICACIÓN

...Javier Eduardo Velarde Salas..... DNI: 43154887... INGENIERO
 ...EJECUTIVO... CIP: 16429&
 desempeñando como Supervisor en la Empresa "MAYOR Y MENOR S.A."

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los Instrumentos:

CONSUMO ELÉCTRICO DEL AÑO DE EJECUCIÓN

El trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Diseño de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la comunidad de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO

VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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

En señal de conformidad adjunto presento en la ciudad de MOQUEGUA el día 14 de mes de OCTUBRE del año 2023.

DNI : **43154887**
 Especialidad : **Ingeniero Electricista**
 E-mail : **Jvelardes@uclv.com**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA PE YAUPACIÓNYo WILFREDO UGARTE HUERTA con DNI N° 29429408 **MAGISTER** ... EN

..... CIP N° 115829 de profesión
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA desempeñando como SUPERVISOR DE
 MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA Y ENERGIA en ANGLOAMERICAN QUELLAVECO SA

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

- **CONSUMO ELECTRICO DEL Af-10 EN EJECUCION**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off.grid para reducir costos de energía eléctrica en la comparación de bombas del distrito de Paco Challo**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS **MARIANO**
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 MOQUEGUA el día 13 del mes de ...
SEPTIEMBRE ... del año ... **2023** ...

Mg : INGENIERO
 DNI : 29429408
 Especialidad : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 E-mail : w.ugarte@angloamerican.com



Wilfredo Ugarte

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Alex Aima Chaco con DNI N° 70524190 **MAGISTER EN Ingeniería eléctrica** CIP N° 2 199 57 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Supervisor de operaciones en **Centro de control de energía en la mina Quellaveco investigador en el laboratorio de transitorios electromagnéticos y protecciones (LTRANSP)** de la Universidad Estatal de Campinas.

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

- **IRRADIACION DEL AREA**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **' Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo '.**

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **SALCEDOTEJADA CARLOS MARIANO**
- **VALENCIACANALES LUIS ANTONIO**

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. Constancia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Moquegua el día 13 del mes de **SETIEMBRE** ... del año ... **2023** ...

Msc. : Alex Aima Chaco
DNI : 70524190
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : a26271@dacsjcarc.,tr


Firmado digitalmente por ALEX AIMA CHACO
DN: CN=ALEX AIMA CHACO, L=PERU, E=atexaima3@gmail.com, C=PE, OU=UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, G=ALEX AIMA CHACO
Razón: **Estoy aprobando este documento**
Ubicación: MOQUEGUA
Fecha: 3.00.13 20:40:42-05'00'
FoxIt PDF Reader Versión: 12.0.1

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Carlos Enrique Cruz Facundo con DNI N° 40418202 INGENIERO COLEGIADO CIP N° 165236 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Jefe de Mantenimiento - Power System en Empresa Confipetrol Andina S.A.

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

- **IRRADIAción DEL AREA**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off.grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-10**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 Moquegua el día 14 del mes de **SEPTIEMBRE** del año **2023**

DNI : 40418202
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : kkefacu@gmail.com



CONSTANCIA PE YAUPACIÓN

Yo, Jovelardes Carlos Mariano con ONI N° 43154887 INGENERO
Especialidad Ingeniero Electricista CIP N° 164298
desempeñándome como Supervisor en Algoa me c.sm. Q. de I. S. S. A.

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

IRRADIACIÓN DEL AREA

Del trabajo de PLANO E TESIS titulado: Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO

VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de MOQUEGUA a 14 de Setiembre de 2023.

DNI : **43154887**
Especialidad **Ingeniero Electricista**
E-mail **Jovelardes@outlook.com**

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo WILFREDOUGARTE HUERTA con DNI N' 29429408 **M AGISTER** ... EN

..... CIP N' 1 1 5 8 2 9 de profesión
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA desempeñándome como SUPERVISOR DE
MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURAY ENERGIA en ANGLOAMERICAN QUELLAVECOSA

Por medio de la presentehago constar que he revisadocon fines de Validaciónlos instrumentos:

- **IRRADIACIO N DEL AREA**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimen sionamiento de sistema fotovoltaico off,grid para **reducir cos-tos de energía eléctrica en la compaf'ía de bomberos del dis-trito de Pacocha-Ilo**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDOTEJADACARLOS MARIANO
- VALENCIACANALES LUIS ANTONIO

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
14. Orga n izac i ó n				X	
5. Sufi d e n d a				X	
6. I n t e n c i o n a l i d a d				X	
7. C o n s i s t e n c i a				X	
8. C o h e r e n c i a				X	
9. M e t o d o l o g í a				X	

En seña l de co nfo r m i d a d f i r m o l a p r e s e n t e e n l a c i u d a d d e M O Q U E G U A e t d í a 13 d e l m e s d e ...

SETIEMBRE ... del año ... **2023** ...

Mg. : INGENIERO
DNI 29429408
Especialidad : INGENIEROMECANICOELECTRICISTA
E-mail : [Wi edo.ugarte@ardoamerican.com](mailto:Wilfredo.ugarte@ardoamerican.com)



Wilfredo Ugarte

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Alex Aima Chaco con DNI N° 70524190 **MAGISTER EN Ingeniería eléctrica** CIP N° 219957 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Supervisor de operaciones en Centro de control de energía en la mina Quellaveco e investigador en el laboratorio de transitorios electromagnéticos y protecciones (LTRANSP) de la Universidad Estadual de Campinas

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

- **UBICACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off.grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-llo**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 Moquegua el día 13 del mes de ...

SEPTIEMBRE ... del año ... 2023 ...

Msc. : AlexAimaChaco
DNI : 70524190
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : a26272@dac1.sicamp.br



Firmado digitalmente por ALEX AIMA CHACO
DN: CN=ALEX AIMA CHACO, L=PE
Peru, E=alexaima3@gmail.com, C=
PE Peru, G=ALEX AIMA CHACO
Razón: Estoy aprobando este
documento
Ubicación: MOQUEGUA
Fecha: 2023.09.13 20:41:29-05'00'
Foxit PDF Reader Versión: 12.0.1

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo Carlos Enrique Cruz Facundo con DNI N' 40418202 INGENIERO COLEGIADO CIP N' 165236 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Jefe de Mantenimiento - Power System en Empresa Confipetrol Andina S.A.

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

- **UB ICACIÓ N DE SI STEM A FOTO VOL T AICO**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir cos-tos de energía eléctrica en la compa'íía de bombe ros del di s-trito de Pacocha-Ilo**".

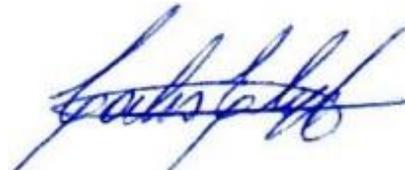
Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIACANALES LUIS ANTONIO

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Orga n izac i ó n				X	
5. Sufidenda				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherenća				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Moquegua el día 14 del mes de **SETIEMBRE** del año **2023**

DNI 40418202
Especialidad : Ingeniero Electricista
E -ma il : kkefacu@gmail.com



CONSTANCIA DE CALIFICACIÓN

Yo, Javier Eduardo Yela de las Salas con DNI N° 43154887... INGENIERO
 de profesión CIP N° 16429 &
 desempeñándome como Supervisor..... en la Oficina de Asesoría Jurídica N° 97.5.01.
 Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los Instrumentos:

UBICACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Modelamiento de sistema fotovoltaico off-grid para
 reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO

VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de MOQUEGUA el día 14 de mes de *
 SEPTIEMBRE* del año... 2023.

DNI : 43154887
 Especialidad : Ingeniero Electricista
 E-mail : Javelardes@ouuokom



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo...WILFREDO UGARTE HUERTA con DNI N° 29429408 MAGISTEREN
 CIP N° 115829 de profesión.....**INGENIERO MECANICOELECTRICISTA**
 desempeñándome como ... SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO INFRAESTRUTIRA Y ENERGIA
 en ANGLOAMERICANQUELLAVECO

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

- UBICACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Del trabajo de PLAN OE TESIS titulado: " Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha..Jl o ".
 E la borad y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 MOQUEGUA el día 13 del mes de SETIEMBRE ... del año ... 2023 ...

Mg. : INGENERO
 DNI : 29429408
 Especialidad : INGENERO MECANICO ELECTRICISTA
 E-mail : wifredo. loamerican.com

F5
 Wilfredo Ugarte

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo Alex Aima Chaco con DNI N° 70524190 **MAGISTER EN Ingeniería eléctrica** CIP N° 2199-57 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Supervisor de operaciones en Centro de control de energía en la mina Quellaveco e investigador en el laboratorio de transitorios electromagnéticos y protecciones (LTRANSP) de la Universidad Estatal de Campinas

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

- FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha-Ilo".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDOTEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIACANALES LUIS ANTONIO

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 presente en la ciudad de Moquegua el día 13 del mes de ...

SETIEMBRE ... del año ... **2023** ...

Msc. : Alex Aíma Chaco
 DNI : 70524190
 Especialidad : Ingeniero Electricista
 E-mail : a26271@dac1.sfcamp.br



Firmado digitalmente por ALEX
 AIMACHACO
 DN: CN=ALEX AIMA CHACO, L=
 PE, OU=alexima3@gmail.com
 C=PE, email=G=ALEX AIMA CHACO
 Razón: Estoy aprobando este
 documento
 Ubicación: MOQUEGUA
 Fecha: 2023.09.13 13:39:46-05-00
 Foxit PDF Reader Versión: 12.0.1

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo Carlos Enrique Cruz Faundo con DNI N° 40418202 INGENIERO COLEGADO CIP N° 165236 de profesión Ingeniero Electricista desempeñándome como Jefe de Mantenimiento - Power System en Empresa Confipetrol Andina S.A.

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

- FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off.grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bombas del distrito de Paicocha".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Moquegua el día 14 del mes de **SEPTIEMBRE** del año **2023**

DNI : 40418202
Especialidad : Ingeniero Electricista
E-mail : kikefacu@gmail.com



UNI VERSI DAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **Javier Eduardo Velarde Sdas.** con ONI N° **43154887** INGENIERO
 CIP N° **16429**
 desempeñándome como **Supervisor** en **At. Q. Am. L. m. Q. y f. Y. S. A.**

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

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **"Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bomberos del distrito de Pacocha Illo"**.

Elaborado y presentado por **109** estudiante M.:

SALCEDO TEJADA CARLOS MARIANO

VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de **MOA**, Ue **9**, a el día **14** del mes de **SETIEMBRE** del año **2023**.

DNI : **43154887**
 Especialidad : **Ingeniero Electricista**
 E-mail : **Jvelardes@outlook.com**

CONSTANCIA PE VALIDACIÓN

Yo WILFREDOUGARTE HUERTA con DNI N° 29429408 **MAGISTER** ... EN

... .. CIP N° 1 1 5 8 2 9 de profesión ...

• desempeñándome como SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA Y ENERGIA en ANGLOAMERICAN QUELLAVECO SA

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

- **FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de sistema fotovoltaico off-grid para reducir costos de energía eléctrica en la compañía de bombeos del distrito de Pacocha-10**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- SALCEDOTEJADA CARLOS MARIANO
- VALENCIA CANALES LUIS ANTONIO

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 MOQUEGUA el día 13 del mes de **SEPTIEMBRE** ... del año ... **2023** ...

Mg. : INGENIERO
 DNI : 29429408
 Especialidad : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 E-mail : Wilfredo.ugarte@ardoamerican.com



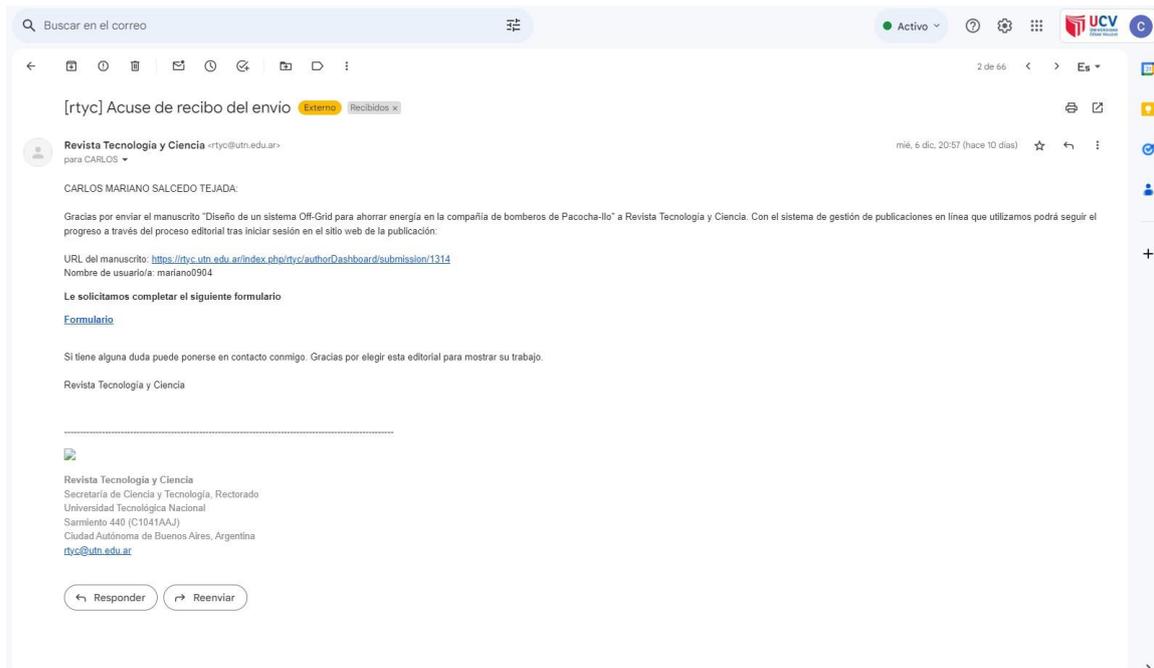
Wilfredo Ugarte

Anexo 4

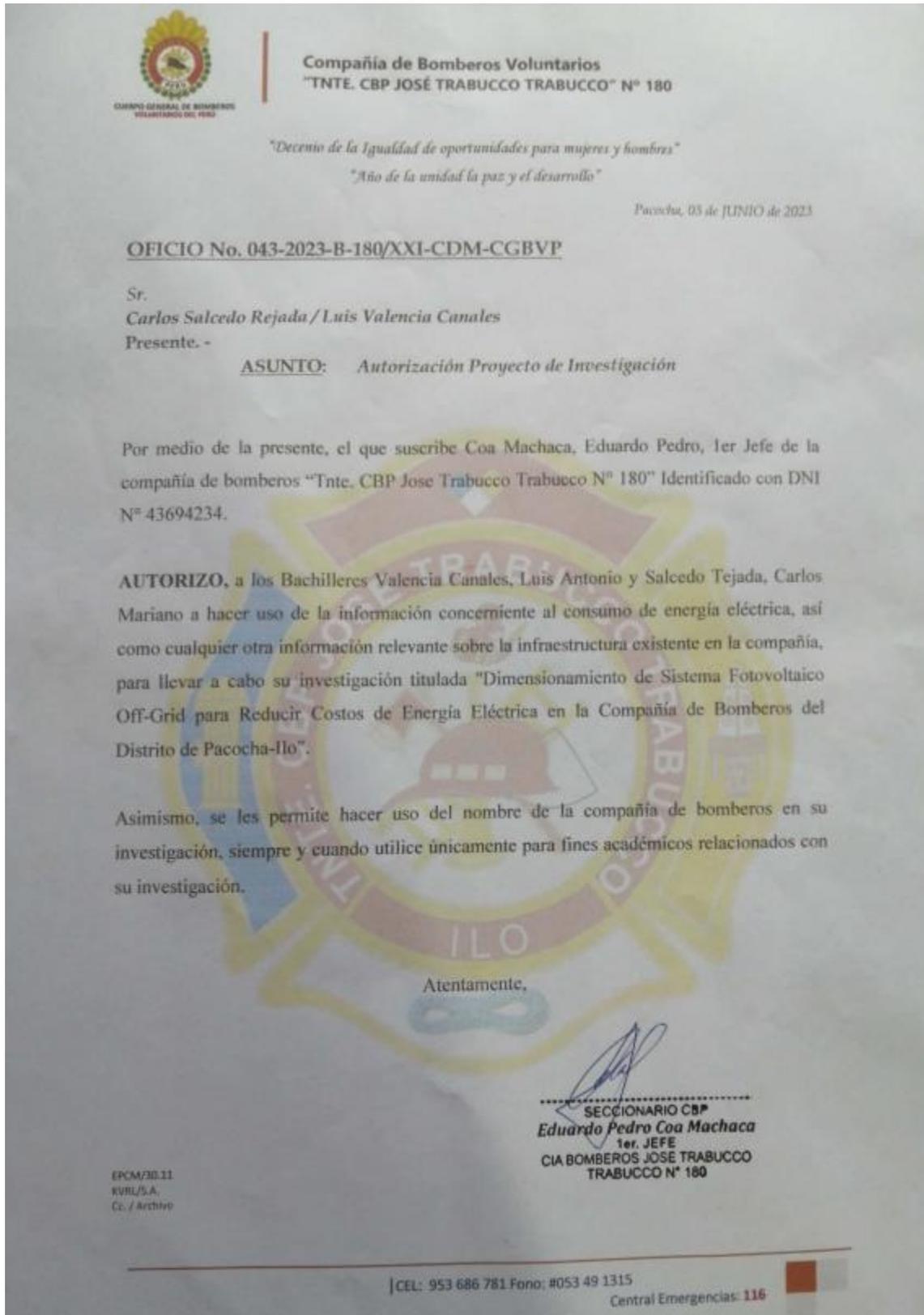
Recibo de recepción del artículo científico

Revista Tecnología y Ciencia

<https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/rtyc/index>



Anexo 5



Compañía de Bomberos Voluntarios
"Tnte. CBP JOSÉ TRABUCCO TRABUCCO" N° 180

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la unidad la paz y el desarrollo"

Pacocha, 03 de JUNIO de 2023

OFICIO No. 043-2023-B-180/XXI-CDM-CGBVP

Sr.
Carlos Salcedo Rejada / Luis Valencia Canales
Presente. -

ASUNTO: *Autorización Proyecto de Investigación*

Por medio de la presente, el que suscribe Coa Machaca, Eduardo Pedro, 1er Jefe de la compañía de bomberos "Tnte. CBP Jose Trabucco Trabucco N° 180" Identificado con DNI N° 43694234.

AUTORIZO, a los Bachilleres Valencia Canales, Luis Antonio y Salcedo Tejada, Carlos Mariano a hacer uso de la información concerniente al consumo de energía eléctrica, así como cualquier otra información relevante sobre la infraestructura existente en la compañía, para llevar a cabo su investigación titulada "Dimensionamiento de Sistema Fotovoltaico Off-Grid para Reducir Costos de Energía Eléctrica en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo".

Asimismo, se les permite hacer uso del nombre de la compañía de bomberos en su investigación, siempre y cuando utilice únicamente para fines académicos relacionados con su investigación.

Atentamente,



SECCIONARIO CBP
Eduardo Pedro Coa Machaca
1er. JEFE
CIA BOMBEROS JOSÉ TRABUCCO
TRABUCCO N° 180

EPCM/30.11
KVRU/S.A.
Cc. / Archivo

Anexo 6

Recibos de luz del periodo junio 2022- julio 2023



Empresaria Regional de Servicio Público de
Energía Eléctrica - Electrosur S.A.
Calle Dos Mil - Tarma
Avenida Andrés Bello Camino a Ch. Pisco
01000 Tarma 2008
RUC: 2011202019

Para consultas su número de cliente es:
310017172

ALIMENTADOR: O-193 SUBESTACIÓN: 5088
MES FACTURADO Junio-2022

RECIBO N S300 - 717810



DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: INTENDENCIA NACIONAL DE BOMBEROS DEL
RUC: 20131366885
DIRECCIÓN: CIUDAD NUEVA MZ-G LOTE:02
DPTO/PROV: MOQUEGUAYLO/PACCOCHA
RUTA: 31-02-061-001900 **N° MEDIDOR:** 01919609

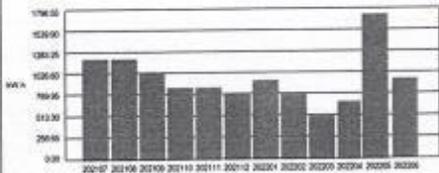
DATOS TÉCNICOS

TARIFA: B7SB - NO RESIDENCIAL **ACOMETIDA:** AEREA
POTENCIA: 2.80 kW. **TENSIÓN:** 220 V - BT
MEDIDOR: MONOFASICO-ELECTRONICO 2HKw **CONEXIÓN:** C.1.1
SISTEMA: 0110 - ILO **(031-31-9) 02 (024_0)**
SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 60192 **02 Jun 2022**
LECTURA ANTERIOR: 59287 **02 May 2022**
DIFERENCIA DE LECTURA: 905.00 **kWh**
CONSUMO FACTURADO: 905.00 **kWh**
FACTOR: 1.00
PRECIO UNIT. S/ (kWh): 0.7276

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 30.96
(EVOLUCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA)



Monto 202204: S/ 703.90 Monto 202205: S/ 1610.20

DETALLE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PÚBLICO (Alcaldía AP: S/ 0.7530)	61.04
CARGO FIJO	4.00
ENERGIA	658.48
INTERESES COMPENSATORIOS	6.14
MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN DE LA CONEXIÓN	1.33
SUBTOTAL	732.99
IGV 18%	131.94
OTROS PAGOS	
DEUDA 1 MES(ES) ANTERIORES)	1610.20
INTERES MORATORIO	0.81
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	8.33
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.02

FECHA EMISIÓN
05 Jun 2022

FECHA VENCIMIENTO
21 Jun 2022

TOTAL A PAGAR S/
*****2484.30**

SON : DOS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO CON 30/100 SOLES

MENSAJES

Evite el corte pagando este recibo hasta el: 21 Jun 2022 Pasada esa fecha su suministro sera cortado
Pago en entidades bancarias hasta 02 dias antes del vencimiento

Proxima Facturación :

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
Jul-2022	2-Jul-2022	5-Jul-2022	20-Jul-2022

V Censo Nacional Económico 2022 (V CENEC) ¡Todas las empresas y establecimientos cuentan!

MESES DEUDA 1

SUMINISTRO EN CORTE

FECHA CORTE
Fecha Corte : 22-Jun-2022

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO Junio-2022
TOTAL S/ ****2,484.30

VENCIMIENTO 21 Jun 2022

SUMINISTRO EN CORTE

310017172

INTENDENCIA NACIONAL DE BOMBEROS
061 - 31- ILO/PACCOCHA

S300 - 717810 2022001000001082519



31-02-061-001900



Pataconsultassunúmero decliel'(ee):
 310017172
 ALIMENTADOR • 0.193 SUBESTACIÓN: 5088
MESFACTURADO Agosto2022

RECIBON SIOO • 780367

DATOS DE CUENTE		DESCRIPCIÓN	
NOMBRE:	JNTE(D)NCIANACIONALOE BOMBEROSOE t	CONCEPTO	IMPORTE SI
RUC:	2011B6f88S	.AI.WIIIIFVCOPl.aeOl,'l'bloI,IJ>:SfQ.81J19t	
DIRECCIÓN:	CIOIONUEVA MI-LOTE:02	OIROOFL0	
DPTO/PROV!	u::x>uEGUMLOPACCHA	ELEAGP.	
RUTA:	31-02-08001900 .. MEDOR:0190609	INWIESESCC MPENSATC'POO	
		MNTTELIMENIOY ñ:EPOSD0.110€IA:afifEXIOd	1.35
DATOS TÉCNICOS			
IAAIFk	IJTS8*NURESUENC.W.	ACQTEI IOK	
IEDIOOA:	IIQNUF	CONEXION: c.11	
		SEC.TIPtCQ: 2	
DETALLE DEL CONSUMO			
IECMAIICIUAc	Q46T UZATpa»z		
IECMAIMBI<>t	&11 (QJi,21)22		
DIFERENCIA DELECTURA:	1.140.00 W.L.P		
CONSUMO FACTUW XI	1140.00 R(V.11)		
FACTOR	1.00		
PREOO U(T\$IM'ttr	U.321		
Altdo Rec..901..y 21S10FOSE titó..toS/ 31.1S OO,U)OH0EO:WVSUWOOE			
Monto 202206: S/ 874.10		Monto 202207: S/ 1088.28	
SUBTOTAL		96M8	m.m
OTROS AGOS		TOTAL A PAGAR S/ ;	
1tTER{SM TORIO		-1152.90	
IEY'fP afCTR'fC,l,CICliRIJW,		10111	
REDOII0EODEI.MES			

FECHA EMISIÓN: 05 ago 2022
 FECHA VENCIMIENTO: 22 ago 2022

SON: **MLCM:NTOCINCUENTA DCS CON 901100 SOIES**

MENSAJES

- hCW'laCion:
 F.lad.1.11
 sep.20'22 2-,ep-2022

Censo Hcion1l Econ6tnloo 2022 CENEG | Todas111empyr:."1- -

PAGUESÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO ALMENS AJERO S300-7&l367 lm001000001504683

FACTURADO	oslc.,2022	310017172
su rALS I	1,152.90	INTENO IANAQOWtiDE8ot.eEROS
VENCIMIENTO	""21122	OOI• 3 \. IIOñACC"CHA

11111111 1111 11111111
 31-02-061-001900



Para consultas su Ometode dientees;
310017172
 AUMENTADOR: 0-193 SUBESTACIÓN: 5088
 MES FACTURADO Septiembre-2022

RECIBON S300 • \$11699

DATOS DEL CLIENTE		DETALLE DE FACTURACIÓN	
HOMBRE: INE ENCIANACIONALDEBOMBOSDEL	RUC: 2013135888	CONctPTO	IMPORTE\$1
DIRECCION: CHJI, VADH.EI/A MZ<. J I.OIE:02	OPTOPi ROV: MOOOEOMLOHPAC(W!	"-1JIEFW)OPI.8.(X)f t'1' 5104DI)	38.41
KUTA: 3102<101.0019001*111100K:01919009		CN)OOFLO	416
		EJIE	7)5'3
		PII SCOWP!NSATOAO\$	111
		M,\NtEm/E;HTOYRSIOSC:IONDELACot,fXIOUJ	1.37
DATOS TECNICOS		SUBTOTAL 78280	
1MFA: 8158,NORISJ(NQAI. !!!!!!! O !!!!!!!	POTENCIA: 2,&)IW lit uSDH 220V*8f	IGV1ifJri	
MEOIOOR: Iff(!)O - O,.;t-E,o(f C.1.t	SISTBAA: 0110*10 1031-B->1b 02 ttiN..D)	OTROSPAGOS	
	SEC.1 PICO2	Ot:t.OA.1 ME\$tf\$)1J [E&)	
		1152.90	
		WJERES MORATORO 0.18	
		LEY 287 TRIFC...CIONAIW. 8.93	
		fIEOHD(000.MES -0.03	
		AEOOl«OMESMITEOR 0.02	
DETALLE DEL CONSUMO		FECHA EMISIÓN 05sep 2022	
LECJA,RAACTUJ,L: 63432 U2Sec;m2	LECTJAAAN'SERIOH 1 UIACO	FECHA VENCIMIENTO 20 sep 2022	
OIFERENAOE 971.() kW1.1	CONSUM)I AGI.VVOU 211.00 (W,11	TOTAL APAGARSI - 2085.70	
f: 103	PRECIOJNIT,I/ iW Jt 0.1fff		
Afc:do1 ftdcl'tOL*Y2'1510fOSE, MOMOSf JU&	EVO.UCIONO&o.:wst.M:>CEEHERM		
<p>Monto 202207: \$1 1000.20</p> <p>Monto 202208: \$1 1152.90</p>			

SON: DOSMIL OCKEHTAY CINCO CON 70/100 SOLES

MENSAJES

Ilile,decne •rect,olla!Jlatt:21>\$fl>m2P.sacbeu r«llaisu set*OO!ta(I)

Profll,Feccur !'!'°m&lldeSbll e.uu1wU 02di s a,MClddy m.kllltu *

MIS f. i. On Ffacill F.P. SUMINISTRO EN

0d 2022 2-oct:m? 5-(d.mt 20-oct-10tt Corte EN

c.nsoNaclo1&.oocónico2022 (VCEHEC) ¡Todasles empresny

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

FACTURADO S. i-lombre-2022

OTA SI •4,085.70

MINISTRO EN CORTE

310017172

INTEN:IE ANAClotW.OE8()t.eEf10S

00.1•ji:"LOWJ(:)CH,\

SX>O•611699 10220010000016873111

J1-02-061-001900



Para oonsultills sunumero declientes:
310017172
 ALIMENTADOR: 0-193 SUBESTACIÓN: 5088
 MESFACTORADO Octubre-2022

RECIBON S300 • 8430S3

DATOS DEL CLIENTE		CONCEPTO	
NOMBRE: IHTER:OEHCIANACK<NALDE80MSEROSOEL	RUC: 201.35G&8S	/TWMBR,IOOP,JBUS:Q	M>-\$10.88161
DIRECCION: CIt..l),OHJEVA MZ!GLOTE:02	OPTOJJIROV: MOOUeGUMLQIP,1,CCX:HA	IMPORTE	11.01
RUTA: 31-4)2-061-001900 N° ME0100R6U8383563		CIAOOP..()	191.1t
DATOS TECNICOS		MANF MIENIOY	•OEV.CONEIOOli
IAAIFK 8158*NORESIOEHQAI	AOU,E IIOA:ieKEA		1.31
PORENIA: 18.M,W.	TENSIÓN: 220V-01		
MEDIDOR: --,QIC(LUC11JOC0-1-	COTEION: e.u		
SIS1[MA: 0110*UO	UHI)1.>1b-02 1024_U)		
	SEC.TIPICQ 2		
DETALLE DEL CONSUMO		SUBTOTAL	
teCh.1RAACTUN.: 53	02OC1mi		785.02
LECTIAANJERIAO:	01t32 02Sep 2022	• r-	141.30
RENC14DE1.6CTURK	53.00 kW.l	OTROS PAGOS	
CCHSWOFN: TURA00	921.Q)	f ÁCUx,0 POR &O oE:9 IEV	932.80
FACTUR: U11)		MERESMOFL,TOAX>	1 11
PRECIOUN:1 S/MO: 0.7\$8)		LEV 28/EIU:TRIC.-C(INR:JAM.	8.9
AfidO• RK•rgoLeyzmorost.Won11os, u.n		AEDDOUEOOELWES	0.9
EVO.VOOMCX!C0'41.M00Efil(Rt'),.		RE Oot()EOMESAm8'1KIR	0JO

FECHA EMISIÓN **05 oct 2022** FECHA VENCIMIENTO **20 oct 2022** TOTAL APAGARS/ *****1868.20**

SON: **MIL OCHOCIENTOS SESENTAY OCHO CON 1100 SOLES**

-Ca,nbi>cltWtdoI

MEI<SAJES-----

ProJImaFacturacloa:

Mee F.LC1in ***** DO

-1022 ,200Y-2022 ?2.no,...202'2

C<iso Nacion-1Eeoflómico 20U (v CENE<=) 1TOCU11.aseempresas y

PAGUESOLO ENCENTROS AUTORIZADOS NO ALMENS AJERO \$300-8<3053 202axIIIOOXI1926182

MESFAC'RIRAOO 0 U.bt9-2022

TOTAL.S/ •- 1.868. %0

310017172

A I(QNN.)EB(M98t0\$

(01.) 1.1.,Q.PI(GOCHA

11111111111111111111

31-02-061-001900



Para con S/ltas sunumet0de cientees;
310017172

AUMENTADOR: 0.193 SUBESTACIÓN: 5088
MESFACTURADO Noviembre-2022

RECIBO N S300- 87445/I

DATOS DEL CUENTE		DETALLE FACTURACIÓN	
NOMBRE	INTEDEH&A NACIONAL DE BOMBEROS DEL	CONCEPTO	IMPOTES/
RUC:	203130S8&5	AU,II,IGRADO P U8.CO(A.kuola,i,510. >	"-11
DIRECCION:	CU.AONUEVA MZ.:GLOT(:02	C>A OOFI.O	<IS
OPTOJPROV:	MO<IIEGJAIIW ACOCH4	,,E,...	67<00
RUTA:	3U)2,06<1Q900 .. MEODOR 60838363	II,II,ES<SOOMPENSAFOII>OS	978*
DATOS TÉCNICOS			
IAAII"A	SISB*NORESIDENCIAL	ACOMETIIO>:#EPL4	
POfficik	2,80WL	T ENSiat 220V*81	
ME)IDOO:	fiicNOt" IIION(I(»-	CONEXION: C.1.1	
SISTtM:	OOU- ILO	(031-31 02 (02,4_Qt	
		SEC. IIPIOO:2	
DETALLE DEL CONSUMO			
LECTURAACT(W.:	93\$ 02 lb> 2022		
LECTUAANTERIOR:	\$3 020::12022		
DIFERENCIA.OELECTURk	8'<00		
COOSUMOFACIIW>O	II IIII		
FACTOI:	1.<1		
PRECIOMT.S'MYM	0 7\$14		
Alec:IO.RtwgoLey VStOFOSE, MoeloS/ nn			
fl.O.OO)NHEOOIISI.MOHE			
Monto 202209: S/ 932.80		Monto 202210: S/ 1868.20	
SUBTOTAL		733.66	
		1 1 2	
OTROS PAGOS			
otv0.-I tr.ESIt ANTERDR.,tsT		1868.20	
NffihfSMQRATO!!JO		0.22	
LEY2!7t&EifCfiifCADCffRIJ		8.15	
REOOUI:OOQ.WES		-0.03	
RE00tQE0: Wl:S 18!0A		0.04	

FECHA EMISIÓN
05 nov 2022

FECHA VENCIMIENTO
22 nov 2022

TOTAL PAGAR S
... 2742.30

SON: DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y DOS CON 30/100 SOLES

MESES

t11C011t Rroóbohaact.22Not,,m?Pmclaiasa wwri.COsnC0'18do)				SUMINISTRO EN	
ProdInf kCIII'u t ea cni416\$!,.nwiulwu 02fiis, esdy cwj:midJCP				CQ R T E	
Mes	F.	F.<LII	F.	fec:h*eo:rt*1 23-nov.2022	
11>2022	,2dc,2022	5-0C-2022	204c-20t2		
El tifflado dlent,pue6'aincelu susrecibos en19encInde Cija					

PAG<JESÓLO ENCEITROS AUTORIZADOS NOAI MENSAJERO		\$ 300 81'456	2il1200100(00214196
files FACTURADO		-o"101511COIITII	
rOTALS/		310017172	
VENCIMIENTO		INTe«AKACIONM.Q: e(MISEROS	
Noviembre-2022		ilol.3j.i.()Il>A()X:HA	
****2,742.30		1 11 !111111111 1111111	
IIIIIIIIII		31-02 461-001900	



Para oonsl. Itassunt: rnerodeclientes:
 310017172
 ALI MENT ADOR : 0.193 S UBESTACIÓN: 5088
 MBSFACTURADO Oidembre-2022

RECIBONSJ00• 905900

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: INTE OENW.NACIONAL DE BOMBEROS DE I
 RUC: 20131Ja58M
 OIRECCJON:: CA.OIONUEVJ. MZ:GLOIt:02
 OPTOJPROV: 1"ACCOCHA
 RUTA: 31-0206+001900 MEOIOOR.00883563

CONCEPTO	IMPORTE\$
M.UWF(VX)PU8I.OQ •JP.5'01-	591.4
C#100FL.0	419
AKRESOOJIPENS:TORIO \$	11
W TE:IMHO YASTOSCI)NOE:FIACIONOJN	99

DATOS CHICOS

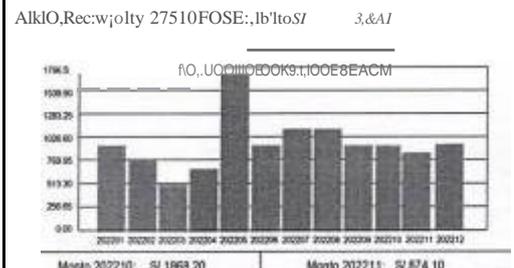
8 f5 B • NOR.E51EIJ(AL A00I,ETI)k,.,.,.
 POIU40.A: UIIJaV TNSIU: Z20V-8T
 MEOIC()lt "0'0'0' C)EXJ()t c.1.1
 SISTEW-: 0110.11.0 (001lt •▶ I602 fQNJ)
 SEC.11PICO:t

DETALLE DE CONSUMO

LECTUAACIWI.!	184/	020.:TU-ZI
LfCTHIAANIE	3.58	02INOVMI
OISEKENCIAOEIECMA:	1:00.00	LW.L.I
COUSIM)F,t;11JA;AOU	0.10	1W.11
FN;TOA:	1.00	
PFIE()OI.,ttITSIWlr	QK(j)	

SUBI OI AL	795.14
IIIIII	143.13

OTROSPAGOS	TOTALA PAGAR \$/
OPER (: OEPNJO	0.56
ttTeI \$ MO:tATCIIIO	- 0.00
IV M748.ECTRFt;AIXINA:1.AA.	.314
REOOIUOMESAHTERDf	!JO



FECHA EMISIÓN: 05 de 2022
 FECHA VENCIMIENTO: 20 die 2022

SON: CON00/100SOLES

MENSAJES-

1 il'III f ktfif'KiOI t :
 Mes F.L.ecbl
 202.3 2023

...nada Cliente puede caoelar sus recibos en age!Klu 6eCaja

CADO

PAGUES O ENCENTROS AUTORIZADOS NO AI.MENSA.IE.RO S300+905900 III22001000002350693

MesFACTURADO Diao mbre..2022
 ro TAI S/0.00

310017172
 IKTENDas:IANACIOIW.OE8CM88I0S
 (x);.31 ILOIPACCOCHA

31-02--061--001900



ra consulW\$ sunumero declle e es:
310017172
 AU ME NT ADOR: 0-193 SUBESTACION: 5088
MES FACTURADO Enero-2il23

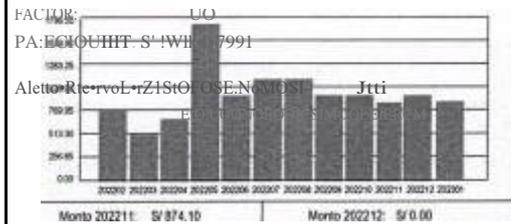
RECIBON S300- 9:37406

DATOS DEL CLIENTE
 NOMBRE: INIE UENCIANACIOHA1.OEBOMBEROS OEL
 RUC: 20131366E85
 DIRECCION: CIUDAO A UZ:Gt.OTE:ot
 DPTO/PRO:VMOOJE(J».1LWACOCHA.
 RUTA: 31-02-061..001900 N..EOCOOR:606383563

CONCEPTO **IMPORTE(S)**
 IJ.UM8R>OOPV81XO AP-.&Q61
 CAAOOM
 EihRQr.
 WAITEI,..ENFOYRfPoscic)ilDELACot.EXOH

DATOS TÉCNICOS
 I/1WA: 0130° FUOESIRENITAL NAMEIHOA: A00A
 PUIBUt,: 28011 T'HSI(J)T W -I/ 81
 WEIDDOA: HION:1" HIOOQJ- C EXION: C.I.I
 9S18&.t(U.IU. II.) (03431->ib OIUN.U)
 SE<: =i

DETALLE DEL CONSUMO
 LECT/N,ACTUAL: m8 Ot&1.2023
 IECLIKANTEKI(T,E: 109 020,c2Qn
 QifRB<clAOLECTURA: a.IT.Q) TII
 (X)-\$.#fOIACT)RAUU III.UU WOI



SUBTOTAL . 757,29
 Kiv118'

OIROSPAGOS
 OEPAGO 493
 NTER-ESES
 IEY2119ELECTAR:ACIOf1Ru!Vt. .1276

FECHA 81 SON OSene2023
 FECHA VENCIM.EtnO 20ene 2023
 TOTAL APAGAR S/ --0.00
 SON: CON 00/100SOLES

MENSAJES

Proxima Facturacion :
 Mes Feb-2023 F. Lectura 2-feb-2023 F. Factur 5-feb-2023 F. Pago 21-feb-2023
 *Estimado cliente puede cancelar sus recibos en agencias de Caja Municipal de Tarma, Caja Municipal de Cuzco y agencias de Caja Municipal



PAGUESÓLOENCENTROS AUTORIZAQQS NO AI MENSAJERO

MES FACTURADO ..2023
 TOTAL S/ ...000
 |||||

310017172
 !'c:NIE AHAQOHM.DE90W8EROS
 COI- 31- COPIOJCH,t.

5300.9'17<106 2il230010000008829S
 31-02-061-001900



Pamconsultassu número de client;eej;

310017172

ALIMENTADOR: 0-193 SUBESTACIÓN: 5088
MESFACTURADO Febrero-2023

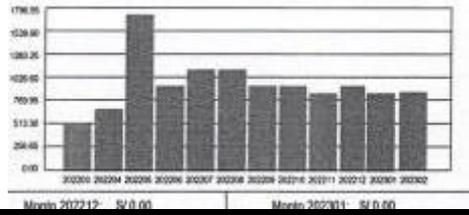
RECIBONSIOO• 968951

DATOS DEL CUENTE
 NOMBRE: IHT DEHC&A NACIONAL DE BOMBEROS DEL
 RUC: 20131366885
 DIRECCION: CIUO.AOHJiVA 1,Q:GLOte:02
 OTTO/PROV MOOUIDOMDI'PAOC:HA
 RUTA: 31-02-061-001900 N• MECIOR:008383563

DATOS TÉCNICOS
 TARIFA: 8T58•NORtSIOENIAL JrCOLEnDk.JER&\
 POTENCIA: 1\$H W. tENSION: 220V•8T
 MEDIDOR: -,fAXIO&I:Ct J- CONEXJQt C.1.1
 SISTEMA: 0110•0 iOlhlt>I:;>02((1'24
 sec. Wm2

DETALLE DEL CONSUMO
 LECTURA C.F.W.: 3614 l>Feti2DZJ
 LECTURA ANTERIOR: m& 02E11t202J
 DIFERENCIA DE CUIA: 8aa.OO kW.h
 CONSUMO FACTURADO: 88&00 1\h
 FACTOR: 1.00
 PÉRDIDAS: 0.7941

AlteOI R w,oo&Aym10 f0\$E, MontoSi u.u
 NICI.ucotllEOKSIMOCI:8181*1



CONCEPTO	IMPORTE
AVVORA OOPUa.00 N': &10.il,2)	
CONCEPTO	
W 181M8H7 RD OS QJOT IACOFIEXICI	

SUBTOTAL 766.00
 m''

OTROS PAGOS
 D'efe.OOEPHXJ
 INTERESES
 l.fl'le,'fiElfCTRrCACIOdRUIW.

f ECHA f MISK>N
 05 feb 2023

FECHA VENCIMIENTO
 21 feb 2023

TCTA I APAGAR SF
-0.00

SON; CON001100SOLES

MENSAJES

Prollmaf ICCIIFKIOII:
 Mes f. leetll'I
 INJ-1023 2,m,r



Estfmado ientepuede CANCELAR su t recibosen*flellclu Caja ...

PAGAR SÓLO EN CASH NIROS AUTORIZADOS NO AI MENSAJERO

S300.9;8951 2023001000000296215

ES FACTURADO Febrero-2023
 Al. SI *****
 Al: HQII(WIO

310017172
 N,IE! !' DE sot. #ROS
 0)1.JI.I.QPAOOC:K\

11111111111111111111
 31-02-061-001900

i, Elec t !



Para OOI\$ullas sunúmero<1ec uentes:

310017172

AUMENTADOR: 0-193 SUBESTACIÓN! &088
MESFACTURADO Ma., o-2023

REC IBON \$300• 1000505

DATOS DEL CLIENTE

NOMIAE: tñTEfCEHA NACIONAL DE 80MBEROS DEL
RUC: 201313&ia8S
DIRRecc ION: CIJOAONIJEVAMI;GL01'E42
DPTO/PROV: MOUEGUMU;WACUCHA
RUTA: 31-02-061-001900 N•MEDICOR:608383563

CONCEPTO
CIAGOFLO
WELC:00P)e.OOC(W>-S,0.6I(ISJ IMPORTES/
WNHEIME>TOY REPOSCOIOEIAICOEXOM 61V0
1.38

DATOS

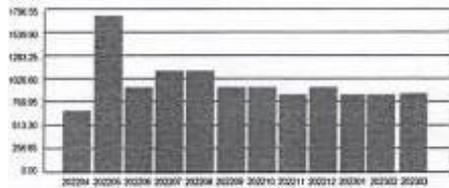
TAAIFK BTSB/ORSI:NCW. MICOS
POTtNCt.: 2\$11:V
MEDIDOR: «IDIO»- COEXlat C.1.1
SISTEMA: OH0. 1.0 (OH-31>id02 (024-0t
sec.mco,

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURAAGILW.: 40 UZ:ML.-2023
LECTURANHIA IA 351 OQ:Fit,200
CIFERITINWAUEI.ECTUV: 814.00
CONSUMIFACILANJO 81.00 1W.11
FN:TOR: 1.00
PREQOQNT.SrA.W.It 0.7613

SUBTOTAL 674M
12U3

Afecto RctftO,ty21'10FCE fito\$z ILJt
tv.lt.a.:INJECOI9.MOOE8EHOIA



OTROS PAGOS
CO W.SACDNFORN feRMUPCC m cu -25.52
E.AO.:&J.CEPAOO -3.20
!!!!!! -0.02
IFY 2023 FICTRIFICACION RURAL 8.06
REIXt«OtiEIMf\$ -0.09

FECHA EMISIÓN

FECHA VENCIMIENTO

TOTAL APAGARS/

05 mar 2023

23 mar 2023

•-774,50

SON: SETECIENTOS SIETENTA Y CUATROCON501100 SOLES

MENSAJES-

P'OKiffllf llo«lltK:lo* :
!! F.UQita
-2023 2•atit-2023

Estimado cliente, puede cancelar mis recibos en la agf'l'ld asdeCaja

AO

PAG<JE SÓLO ENC..NTROS AUTORIZADOS NO"- MENSAJERO

1000505 20230010000011S72141

RES FACTURAOO
OTALSf Marzo-2023
****774.50

310017172
INT'Et DENOA OE80t'8EAOS
001• 31° 1.(PACX)Ct:A

1111111111mm 111m111
1-12-061-001900

Elect '2!:Y!



Paracoll Sultas sunirnerodiente

310017172

AUMENTADOR: 0.193 SUBESTACIÓN: 5088
MES FACTURADO Abri 23

RECIBON S300• 1032100

DATOS DE CUENTA		DETALLE FACTURACIÓN	
NOMBRE:	INTE DEHCIA NACIONAL DE BOMBEROS DEL	CONCEPTO	IMPORTES/
RUC:	20131366e85	N.VW&RA00PUBt.CO	J/:SIOiPU
DIRECCION:	CIUON>WEVA Mt. U U)1'EiU2	CAAGOFu>	14,13
OPTOIPA'OV:	t.(()QUE(); ML()IPA0OCW,	IIIIIIII	12
UTA:	31-02-061-001900 N• ME01001t606383563	dit: REESCO,WQI TOIOS	9,9,9,
		W...IENM9tiOYRGPoSCOHDE:LA00tiExiOH	,ie
DATOS TÉCNICOS			
TIPO:	S1SB•HURE\$1D0HCIAL	ACUENTOK	
MEDIDOR:	MUOIQF-,-	OOt EXION: C.U	
SISTEMA:	U11U•HU	(Uit-31->10U2 (U2,(UJ	
		SEC. rPICO:2	
DETALLE DEL CONSUMO			
LECTURA ACTUAL:	S3'S		
LECTURA ANTERIOR:	— 9,99		
DIFERENCIA DE LECTURA		1.b	
CONSUMO:	f'ACiUOO		
PRECIO:	1.11)		
PREGONTO:	0		
AfttIoa RtcarQOI ey17S It fost.Mon• St N,119		SUBTOTAL 789,ti	
UCIOIIDE0ON9INODEEHEAOI.		142.18	
		OTROSPAGOS	
		1 IntES(eS)AITS'K)RES)	
		1 InMsNa=lo)IMx::> 774,50	
		3fr.18.ECUIEACUMR1.IW.	
		IIfOOI()EODELWES	
		fifDOIUOMESANTERIOff	

FECHA EMISIÓN

05 ab<"2023

f.ECKAVENQMHINTO

20 abr 2023

TOTAL APAGAA SI

-1116.30

SON: MIL SEICIENTOS DIECISEIS CON 1100 SOLES

MENSAJES		MESES DEUDA	
E\lleleCtpe;a,wJoaetdIotiaEtJtI20Jq-2023P\$\$i W Wlco l'ado		SUMINISTRO EN CORTE	
P(U(iffif tcefl lei;! cncndd.lde.;bMK.Iriiu IISII O'dlu 1hls clth ncilliffi#0		F.ch a Corie e J 21 ,ihr-2023	
Mes	F. l<:lta	F.f!IN.	F. P.io,
ma,2021-	2-1Nt"2023	5-fW,2<1U	2:t.nwI0U
Estimadod l'ettepuedtcantolatsusrecibosena9tttCludeCaja			

PAOE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO ALMENAERO

Mes FACTUR. AOO Abrih2023
OTALS/ 718.30
WIQ. :00 0

SUMINISTRO EN CORTE

310017172
INTINO«: 1 NACIO W.CEBOFABEROS
I)5t•)1.L ACOCHA

S300.10321116

m10010000007 7



3-1 02-06-1 001900



RECIBON5300• 1063717

DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: INT OEHCIANACIONALDEBUMBEROSUEL RUC: 20131:MGeas DIRECCION: CIUCW> NLEVA MZ.IOTE:112 OPTOHPROV: UOOUEGUMLOIPACOCHI, KUTK 31-02-G61.U019UU N MEUOUK:308J835b3		DETALLE DE FACTURACION CONCEPTO IMPORTE\$ ACU:BAABOPI.8J:IOCA.kuolalP &I0.67191 99.99\$ (t)SQ:t. 1.4 INTERESPORIACI.CIADES 1.4 INTERESESOM?EUSATM(?)\$ 1.4 .W TEliNEitTO' OEIACOIEXOFF U;	
DATOS TÍPICOS TARIFF 81SB•HORSIOEMCIAL ACUOMETIORKJEHFA JIEOIOOR: 11CINCIO..1- (X)F-E)Q(W; e 999 SS1B,&A.: U110*ILU 1051-It Ib cr211)24_0) SEC.TIPICO:1			
DETALLE DEL CONSUMO I.ECTVIRAACTVM.: 6331 IECJIAAHTUUR: S19S f)lf(RENCIADEIKTURA: 94t00 aw,11 COHSUMOFN:TLIRADO 942.00 1.W.11 ,ACT'OFt 1.00 PRECIOUNT.SII\W.lt: 0.7536			
Altctio • Il• t Il\lOt.ey21S1ef 0\$ E.MontoSI Et'OI.U.:.NDEOOtiaMO ftea,l_		SUBTOTAL OT ROSPAGOS f ACL.C.ID PORRECHIOEe:FIOA. u, 941.80 IH'mES WO'V.fORC 0.20 L!Y 2SI'&Elh:tFf'CICOt1Ftl.IWt. 9.33 REOO'UOOELMES -0.04 REOOtUOMES Nm'rJOA 0.04	

FECHA EMISIÓN: 05 may2023 FECHA VENCIMIENTO: 22 may 2023 TOTAL APAGAR SI: -1869.30

SOII: 111ft.OCHOCIENTOS SESICNTA YNUEVECON30/100SOLES

MENSAJES

Pro:dmr	clon:	F.F i.	F Pigo
2CH3	2021	S,jUII1023	20,jun-,2023

Estimado clientt p1gu•surecibo m i!19ll(;IHd• CMACTacna,CMAC ,=,,:.

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO ALMEHSAJERO

S300- t0i3717

MesFACTURADO	Ma)'0-2023
oTAt.\$1	- ** t.869 .30
•Eiffo	1 am,r<0t)

310017172
 A !!:(Clt<M.CE8)FA9EII0\$
 00l • 31-1C\WACOCH\



Electrosur

Rif. O. 0111 dt. S. lo ot U Eletnec-d
 [IKtro, ur-U
 t. 11 t. 4. M. t.
 " - " - C - - ;, 0...
 * f. c. > 0. m. n.,

Pa..a C() (ISAtassu taimero declierfees:
 310017172

ALIMENTAIOlt: 0-193 SUH STACION: 5088
 MESFACTUAAOO Junio-2023

R EC I BOH S300- 1095356

DATOS DEL CUEHT		ETAt EFACIURAOH	
NOMBRE:	INE OENCIANACKINALDE80MBER0SOEI.	CONCEPTO	IMPORTE SI
RUC:	2013315638S	AWW!!!W>!!!.Q.00IA,b;ob,IP: STG.51Erl	!!!!
DIRECCIÓN:	CIDAONJEW.M GLOTE02:	(:NIGQFLO	4.11
CPTO.PRV:	MOOUEGJNLOfll.COCHA	EUSRGI'	7.710
UTA:	31-02-06H)01900 N' MEDUC: 600383563	INTRES&F&OI,IADES	!!!
DATOS TÉCNICOS		INTRES&F&OI,IADES	!!!
T.M.F. \	ST5-MONESIONAL AOCMETIDA' AIIIEA	INTRES&F&OI,IADES	!!!
POTENCIA	2aortl. TENSION 220V•BT	INTRES&F&OI,IADES	!!!
MEDIOOR-	IIIIICIFM.CC>M-f-DE, OClEXION: e.u	INTRES&F&OI,IADES	!!!
SISTEW.	OUO ILO IDI. # 02 (024_Qt	INTRES&F&OI,IADES	!!!
	SEC.TIPICO: 2	INTRES&F&OI,IADES	!!!
DETALUE DEL CONSUMO		SUBTOTAL	
t(CTJAAACT), W.:	1 <M20n	!!!!	82t66
IECIIJRAANIERIOft	8337 02 May 2023	!!!!	'
OIFERENCIA CIELEC?ft.k	862.00 kWh	OTROSPAGOS	
CCHSUJO;ACT\,R,DO	mro 1\ 1	FACUW> POFIREal OO Ee:ERG . VI	!!! _ !!
FACTOf	100	LE.Y287-9& ECTRFCl:IONAt.IW.	U!
PRECIOUNT.SfAW.h:	0,761,1	M00110rooe. MES	<1.08
Afic.10a Rtc lf:(tl ty fffIttFOSt,	Si	RfOQt.DfOMFS4'tfER(JI	•••
E'III. t'Eo:w:swoa:e			

FECHA INIISION 05 jLIn 2023 FECHA VENCIMIENTO 20 jun 2023 TOTAL APAGAR SI ... 1909.20

MIL NO/CENTOS NUEVE CON 1100 SOLES

MENSAJES-----

Pfotlma F.cturadon: f. P 2023

ADO

Estim1do d ientt pagu•111reeitio fl agenciasdeCMACK:n-,CMM;

PAGUESO EN CENROS AUTORI% A00\$ NOAL MENSAJERO S:100.1006356 m100(CO)1181493

MES FACTURADO J111ic>2023 fo TAL SI1.m .20

310011\n '<> AK.t(IONAtO€80M9at05 ((.11 .31 ILOIPACOCOA

3 1- 0-2 061 .()01900

j electrosur

Empresa, S.A. U.I. de I. : :beo r, cióti

Pn 00/ISI.lassum:tMtO<t d'entes

310017172

ALI M IIN TADOIt: 0-193 SUISt. ST A CIÓN: 5088
MESFACTURADO Julio 2023

RECIBON S300- 1127093

-OE'FILE FACTURACION-

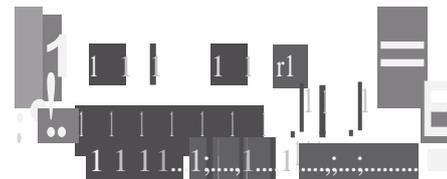
DATOS DEL CUENTE
NOMBRE: INTEENCIA NACIONAL DE BOIBEROS DEL
RUC: 2011.-
DIRCCION: CHIOAONJEVA MZ: GLOTEQ?
OPIOI PROV: M@UEJN IOP> COCHA.
RUTA: 31-02-(61-001900 N+ MECIOO 60038J5o)

CONCEPTO IMPORTES/
ALUWIPAOOPUBLICOr.;o.;.ol+P-SI 0.7 8.34
OIROOFUJ 1008
E G
N19IESPortFJ.CI. Es
WNITEJMBRo Y REPOST: DIOELAOOIIEx:ac

IASNK 8 1 S8 110KESUNJAL ACCMEIUK A.KEA
POLENQA: UOKYI IENSIIUM 220V-81
MECIOOIt y i.o IIOIO): - ca,je)(IUN: C.1.1
SISTBAA: 0110-IL0 to: 1,3P IloU2(OM.Qt
SEC. 11PKIO. 2

DETALLE DEL CONSUMO
LECTURA ACIL>: 8332 02Jd2023
ECNAANTERIOR 7329 02NI 20t
CIFRENCIA DEL ECTIRA t(K)OO \ W11
<X>\$JAO f AQ\,fil,QO I-00:00 kW
f ACTOR: LCO
PRECIO IIIIT & Wtt: 07519

SUBTOTAL 863.41
*** 1\$6.CI

Afecto. It to ffo L,y Z7HOFOSE.MoMOS/ 25.12
M.I.CION OON: UIOOEIIQ:CM


OTROSPAGOS
IAOIOADPOtAECt!OOEEtBI G... 111 968.70
LEY2S7eiELECTFIJC At:Ofitfilf,II.
RSXiffoE:OOEL NES
REDOUOfO WES ANTUU) R

FECHA EMISIÓN 05 Jul 2023 FECHA VENCIMIENTO 20 Jul 2023 TO TALAPAGAR \$f - 201 Qso

SON: DOS MIL DIEZ CON 5 () / 100 SOI. ES

MENSAJES

Pfoxi111• fktlll'ICIO":
MIs F.L.<:tu(a
ao0,2023 3111,2CQ3

UPL ADO

¡stimallO d iente pagut su recibo en end aade CMAC, Kn. CMAC

PAGUESOLO ENCENTROS AUTORIZADOS NO ALMENS AJERO \$30-0 1121093 2023001003001377435

MES FACTURADO Julio-2023
TOTAL \$f ****2.010.50

310017112
INTEIU WO OEP)0.16:EROS
!>1-1\..ILQPAC



31-02-061-001900

Anexo 7

Ficha técnica del panel fotovoltaico TENSITE EM550-PH

Tensite
EM550-PH

1134mm
2279mm

1134mm
2279mm

35mm

Características del módulo en temperatura constante de 25°C con irradiación variable.

Rendimiento eléctrico	Tipo de módulo	550M
	Máxima potencia (Wp)	550W
	Tensión máxima circuito abierto (Voc)	49.80V
	Corriente cortocircuito (Isc)	13.98A
	Tensión de potencia máxima (Vmp)	41.95V
	Corriente de potencia máxima (Imp)	13.12A
	Eficiencia del módulo	21.3%
	Fusible máximo por Serie	25A
	Número de Diodos	3
	Tolerancia positiva de vatios	0+3%
	Condiciones de prueba estándar	1000W/m², 25°C, AM1.5
	Tensión máxima del sistema	1500V/DC
	Coefficiente de temperatura Isc	+0.048%/°C
	Coefficiente de temperatura Voc	-0.270%/°C
	Coefficiente de temperatura Pmpp	-0.350%/°C
Rendimiento eléctrico (NOCT)	Potencia máxima (Pmax)	416W
	Voltaje de circuito abierto (Voc)	46.8V
	Corriente de cortocircuito (Isc)	11.11A
	Tensión de alimentación máxima (Vm)	39.65V
	Corriente de potencia máxima (Imp)	10.51A
	Peso	27.2kg
Características mecánicas	Cubierta frontal	Vidrio templado bajo en hierro / 3.2 mm
	Lámina posterior (color)	TPT en blanco
	Dimensiones del módulo (L / W / H)	2279x1134 x35mm
	Célula (cantidad/material/dimensión)	144(6x24) / silicio monocristalino, bifacial
	Marco (material / color)	Marco de aleación de aluminio anodizado / plata
	Caja de conexiones (grado de protección)	≥IP68
	Cables y conectores	4 mm², 1400 mm de longitud, la longitud se puede personalizar
	Clase de aplicación	Clase A
	Clase de protección eléctrica	Clase III
	Clase de seguridad contra incendios	Clase C

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

Anexo 8

Ficha técnica de la estructura de la base para los paneles

Ficha técnica: AD Solution





Especificaciones

Materiales: aluminio anodizado 6005 T5
Acero inoxidable 304

Velocidad del viento: hasta 45 m/s

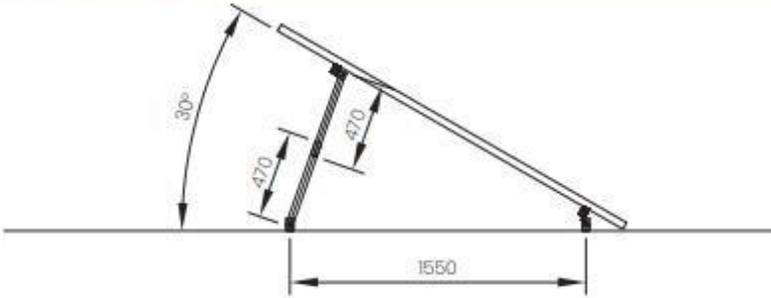
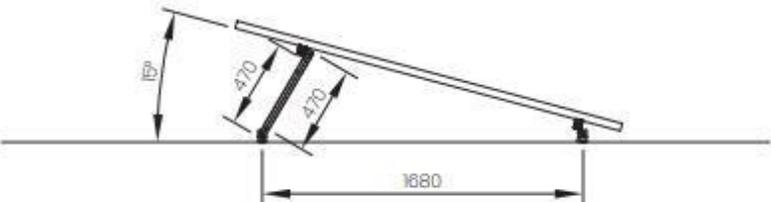
Carga de nieve: hasta 50 cm

Accesorios

144 células					
Cantidad/ paneles					
2 paneles	2	2	2	2	4
3 paneles	3	3	2	4	4

72 células						
Cantidad/ paneles						
2 paneles	2	2	4	2	2	4
3 paneles	3	3	6	4	4	4

Desglose y medidas

Anexo 9

Ficha técnica del Controlador de carga MPPT



Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)
Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo. El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de software de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-Tr Con pantalla conectable opcional.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-MC4 Sin pantalla

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48V (Se precisa una herramienta de software para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)	70A (máx. 30A x MC4 con.)		
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías			
Eficiencia máxima	99%			
Autoconsumo	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C			
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario)			
Temperatura de trabajo	Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión			
Humedad	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Puerto de comunicación de datos	95%, sin condensación			
Interruptor on/off remoto	VE.Direct o Bluetooth			
Relé programable	SI (conector bifásico)			
Funcionamiento en paralelo	DPT Capacidad nominal CA 340 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC			
	SI (no sincronizado)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr)			
Bornes de batería	Dos pares de conectores MCA (modelos MC4 de 250/60 y 250/70)			
Grado de protección	Tres pares de conectores MCA (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm	
	Modelos MC4: 210 x 250 x 95 mm		Modelos MC4: 240 x 295 x 103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			
1a)	Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.			
1b)	La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.			
2)	Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.			
3)	Modelos MC4 se pueden necesitar varios separadores para conectar en paralelo los cables de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)			

Anexo 10

Ficha técnica del Inversor de Carga Phoenix

Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25°C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25°C (W)	1000	1300	1600	2400	4000
Potencia cont. de salida 40°C (W)	900	1200	1450	2200	3700
Potencia cont. de salida 65°C (W)	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficiencia máx. 12/24/48 V (%)	92/94/94	92/94/94	92/92	93/94/95	94/95
Consumo en vacío 12/24/48 V (W)	8/10/12	8/10/12	9/11	20/20/25	30/35
Consumo en vacío en modo AES (W)	5/8/10	5/8/10	7/9	15/15/20	25/30
Consumo en vacío modo Search (W)	2/3/4	2/3/4	3/4	8/10/12	10/15
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a – g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18		Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emissiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
<p>1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subintención de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MIC y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC</p> <p>4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta</p>					



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VSM](#).



Interfaz MIC-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#)).



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#).



Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

Anexo 11

Ficha técnica Baterías ULTRACELL UZ600-6

UZS600-6

6V 600AH

Quality in Every Language

UZS600-6

Physical Specification

Part Number	UZS600-6
Length	295 ± 2 mm
Width	178 ± 2 mm
Container Height	405 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	408 ± 2 mm
Without Electrolyte	34.5 kg
With Electrolyte	52.0 kg

Specifications

	Nominal Voltage	6V	
	Nominal Capacity (120HR)	600AH	
Terminal Type	Standard Terminal	F22	
Container Material	Standard Option	ABS	
Rated Capacity	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A	
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A	
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A	
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A	
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A	
Max Discharge Current	1300A (5s)		
Internal Resistance	Approx 2.5mΩ		
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F) Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F) Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C	
	Float Charging Voltage (25°C)	6.60 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C	
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C	102%
		25°C	100%
		0°C	85%
-15°C		65%	
Design Floating Life at 20°C	20 Years		
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		

Dimensions

■ F22 Terminal

Positive Terminal

Negative Terminal

1

ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE.

Anexo 12

Cotización del servicio de mantenimiento del sistema fotovoltaico

TECHO METALICO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	<i>Características</i> <ul style="list-style-type: none">- Inspección general de componentes- Limpieza de componentes- Mantenimiento de banco de baterías		S/. 600.00
PRECIO TOTAL =		Incluido IGV	S/. 600.00

A & M SERVICIOS MÚLTIPLES E.I.R.L.
RUC: 20449471611
Arequipa, 25 de octubre del 2023.

Señores:
Luis Valencia Canales y Carlos Salcedo Tejada

Presente.

De nuestra consideración:

Nos es grato dirigirnos a Ustedes, para saludarlos y hacerles llegar por medio de la presente nuestra cotización, por el servicio de mantenimiento de componentes y baterías del sistema fotovoltaico:

COTIZACION: 81-2022

CALLE AMERICA NRO. 105-A - MARIANO MELGAR - AREQUIPA
Telf. 054-451402 - Cel. 982741977 - Cel. 959158580 - E-mail: amserviciosmultiples@hotmail.com



A & M SERVICIOS MÚLTIPLES E.I.R.L

condkiones Generaæs

-Nuestra propuesta es porla inspección y limpieza total de los componentes del sistema fotovoltaico, asícomo elmantenimiento general delbancodebaterías.

-Se contempla y recomienda realizar el mantenimiento 1 vez por año, debidoa los condiciones de exposición a lasquesometerá el si.stema fotovoltaico.

- Nuestraempresa contaconseguos (SCTR)de todo nuestro persono/. Nuestra empresa se hará cargo de /os gastos de alimentación denuestro personal de todo el tiempoquese trabaje en susinstalaciones.



1	Formo de pago	Contado
---	---------------	---------

Anexo 13

Cotización de la instalación del Sistema Fotovoltaico

A & M SERVICIOS MÚLTIPLES E.I.R.L.			
		RUC: 20449471611	
		Arequipa, 25 de <u>Octubre</u> del 2023.	
Señores:			
Luis Valencia Canales y Carlos Salcedo Tejada			
<u>Presente.</u>			
De nuestra consideración:			
Nos es grato dirigirnos a Ustedes, para saludarlos y hacerles llegar por medio de la presente nuestra cotización, por el montaje, instalación y puesta en marcha del sistema fotovoltaico:			
COTIZACION: 81-2022			
TECHO METALICO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	<i>Características</i> <ul style="list-style-type: none">- Montaje estructura metálica- Instalación de componentes del sistema fotovoltaico- Conexionado eléctrico de componentes- Incluida puesta a tierra		S/. 19,300.00
PRECIO TOTAL =		Incluido IGV	S/. 19,300.00
CALLE AMERICA NRO. 105-A - MARIANO MELGAR - AREQUIPA Telf. 054-451402 - Cel. 982741977 - Cel. 959158580 - E-mail: amserviciosmultiples@hotmail.com			



A & M SERVICIOS MÚLTIPLES E.I.R. L.

condkiones Generales:

-Nuestro propuesta es poreal montaje, instalación y puesta en marcha del sistema foto voltaico

-Se contempla la recepción de todos los equipos del sistema foto vo/taico, estructuras y componentes eléctricos por parte cliente.

- Nuestra empresa contra seguros (SCTR) de todo nuestro persono/, Nuestra empresa se hará cargo de los gastos de alimentación de nuestro personal de todo el tiempo que se trabaje en sus instalaciones.

El Precio incluye todo costo del trabajo incluida puesta en marcha del sistema.



A & M SERVICIOS MÚLTIPLES E.I.R.L

<i>Formo de pago</i>	<i>Contado</i>
<i>Condiciones de pago</i>	<ul style="list-style-type: none">- 50% de Adelanto a la firma del contrato.- <u>50% AL TERMINO DE ACABADO EL TRABAJO</u> del techo.- Previa aprobación de recepción del trabajo por parte de su administración.
<i>Tiempo de entrega</i>	<i>15 días calendarios</i>

Anexo 14

Cotización de componentes del Sistema Fotovoltaico



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C
Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: 017154357 Móvil: 993943927
autosolar@autosolar.pe
R.U.C.: 20602492118

Carlos Mariano Salcedo Tejada (Ilo)

Carlos Mariano Salcedo Tejada (Ilo)

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 008543	1	20/10/2023

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	FORMA DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25862		11 Marco Fuentes		1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE DOS AÑOS EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
1803752	Panel Solar TENSITE 550W 24V EM-550-PH Monocristalino	34	643.50	21,879.00		21,879.00
2001511	Controlador Carga 100A MPPT 12/24/48V LCD SRNE	4	1,843.64	7,374.56		7,374.56
1803811	Batería ESTACIONARIA 600Ah 6V Ultracell UZS600-6	40	1,446.56	57,862.40		57,862.40
3004077	Inversor Victron Phoenix 48V 5000VA	1	7,130.33	7,130.33		7,130.33
2001022	Estructura 12 Paneles 144c 15° Inclinada FalCat	3	1,378.16	4,134.48		4,134.48
5201024	Interruptor Termomagnético 63A 2p Monofásico ABB	1	165.78	165.78		165.78
5504008	Fusible DC Solar Energy 63A 22x58	4	16.98	67.92		67.92
5504009	Fusible DC Solar Energy 80A 22x58	8	19.45	155.60		155.60
	ENVÍO GRATUITO POR MEDIO DE LA AGENCIA MARVISUR A ALGUNA DE SUS SUCURSALES					

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	98,730.07					98,730.07	17,771.41	

Firmado Autosolar

TOTAL: 116,501.48 S/.



TIPO DE MONEDA: SOLES
PAGO EN DOLARES: TIPO CAMBIO DÍA SUNAT

EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CONFIANZA PARA ENVÍO A PROVINCIAS:
MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER - SPC COURIER - TRANZAVALA

DATOS BANCARIOS PARA EL PAGO

Cuenta corriente en Soles: Interbank - Cuenta N°: 637-3001500225 / Interbank CCI: 003-637-003001500225-63
Cuenta corriente en Soles: Banco de Crédito del Perú - Cuenta N°: 194-2448005-0-22 / BCP CCI: 00219400244800502298
Cuenta de ahorros en Dolares: Interbank - Cuenta N°: 200-3108749061 / Interbank CCI: 00320001310874906134
Cuenta de Deduciones: Banco de la Nación - Cuenta N°: 00-010-065666

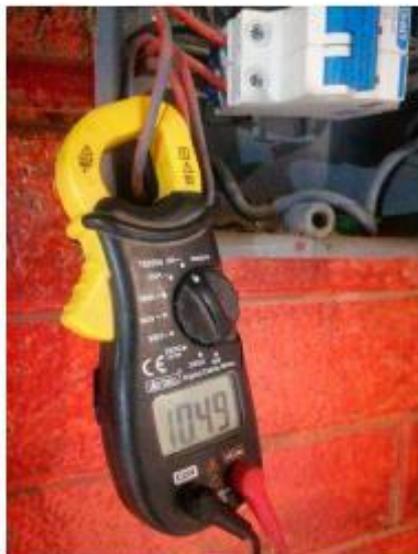
Anexo 15

Tabla datos técnicos cables THW-90

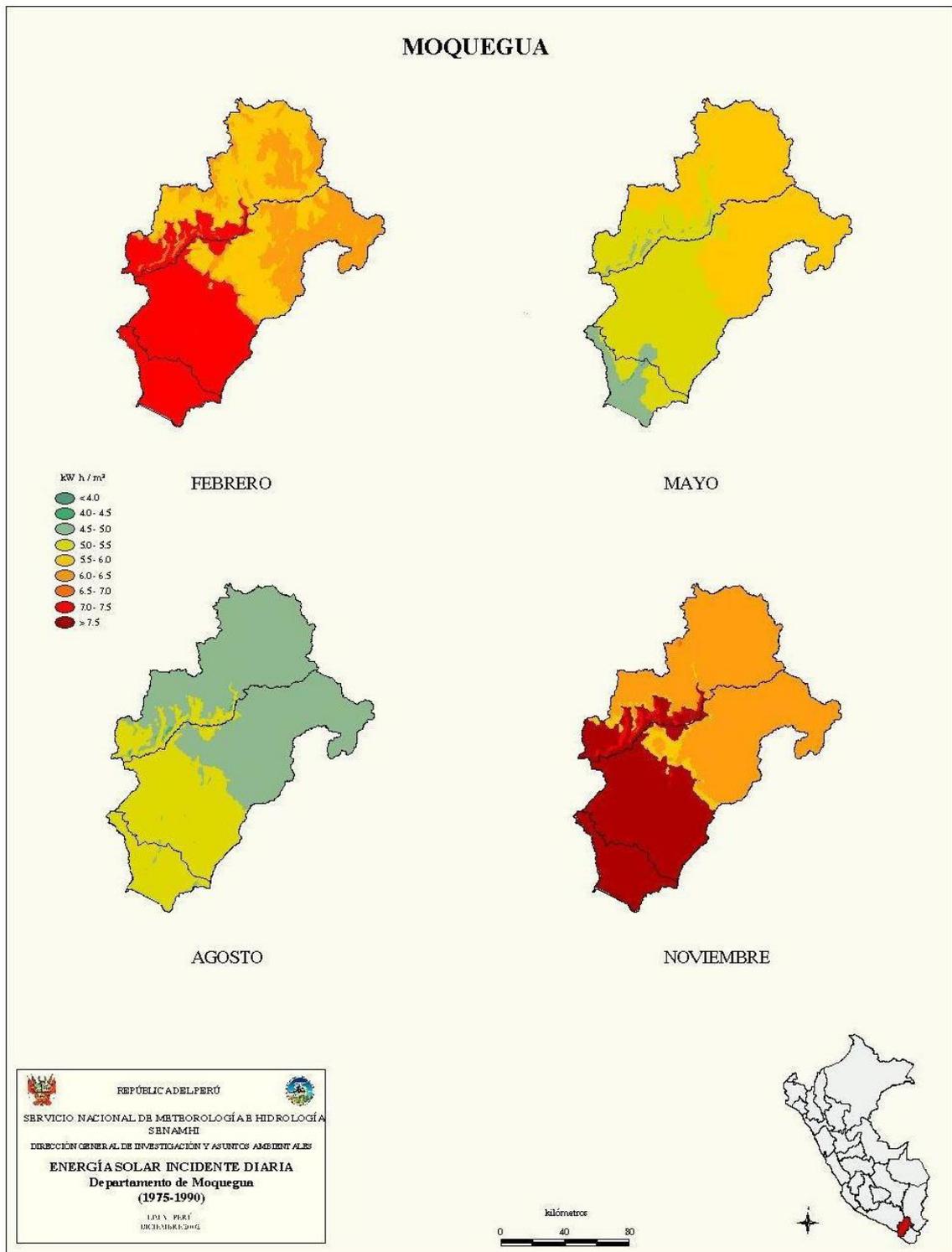
TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Anexo 16

Toma de medidas en campo con pinza amperimétrica

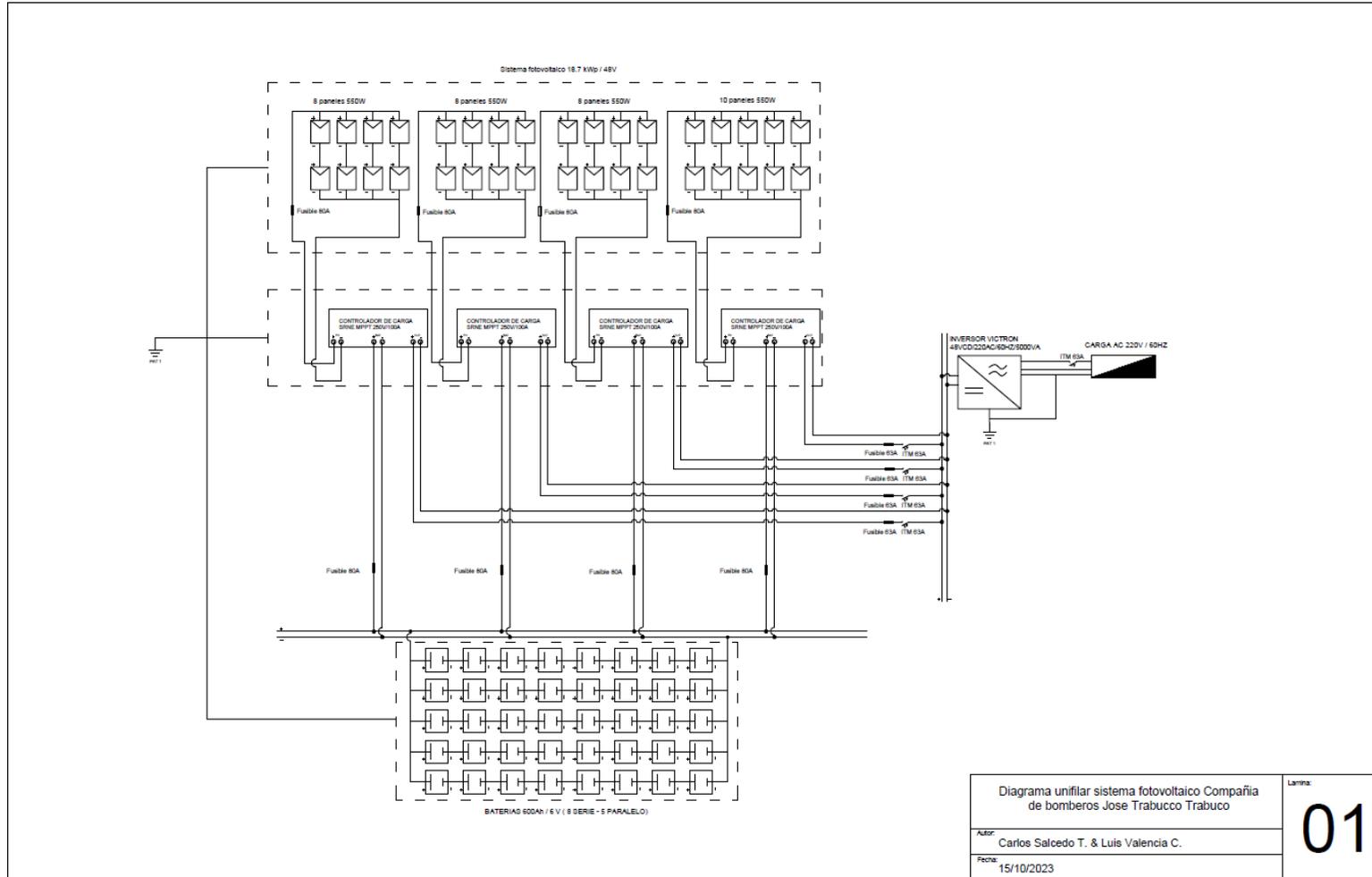


Anexo 17



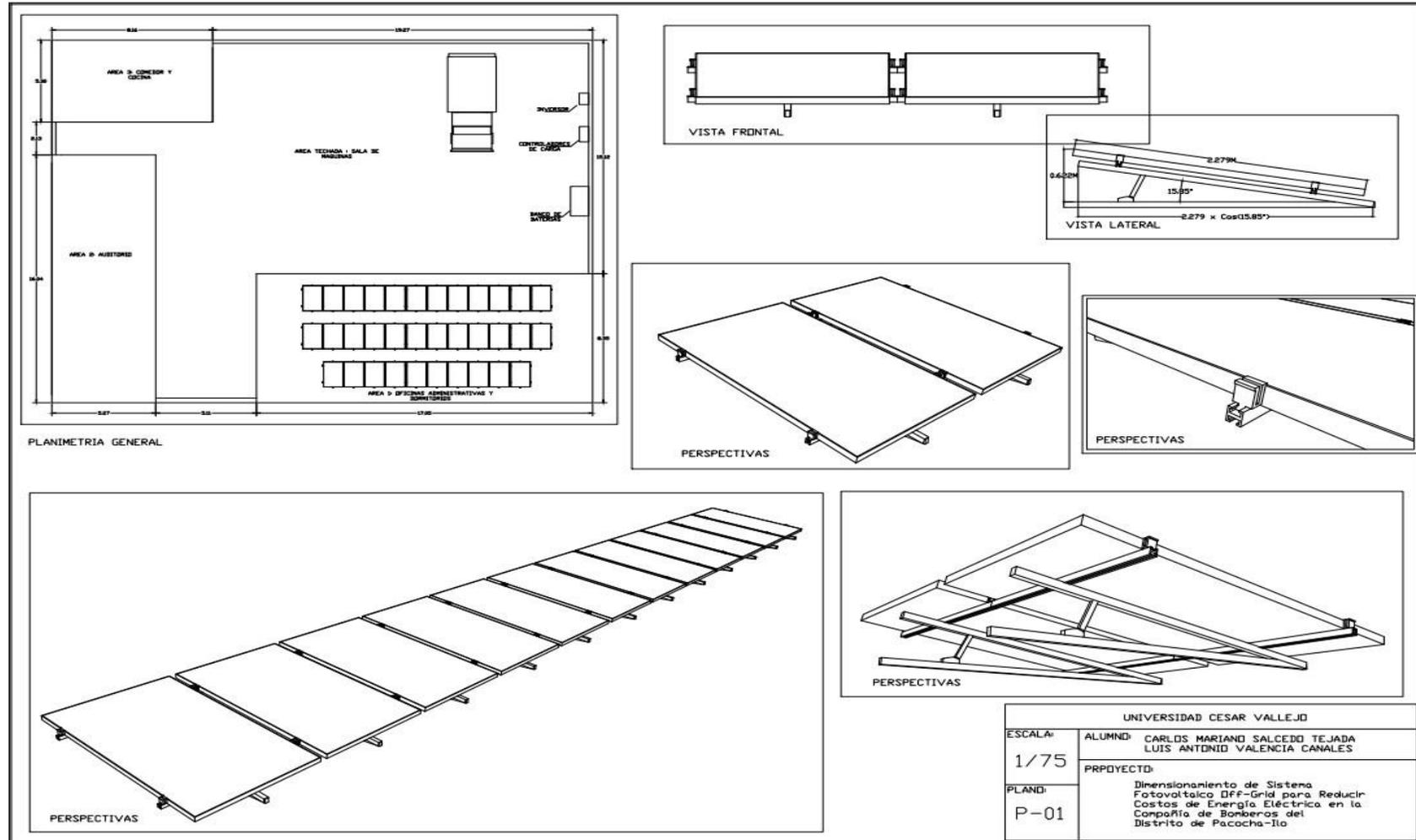
Anexo 18

Diagrama Unifilar del sistema fotovoltaico



Anexo 19

Plano isométrico de la ubicación del sistema fotovoltaico



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
ESCALA:	ALUMNO: CARLOS MARIANO SALCEDO TEJADA LUIS ANTONIO VALENCIA CANALES
1/75	PROYECTO:
PLANO:	Dimensionamiento de Sistema Fotovoltaico Off-Grid para Reducir Costos de Energía Eléctrica en la Compañía de Bomberos del Distrito de Pacocha-Ilo
P-01	

Anexo 20

Certificado de calibración de Telurómetro



LABORATORIO DE CALIBRACIONES
Formato:GTE-LAB-REG-015
Página: 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 231684

Datos Generales

Solicitante ELECTRORAYO S.R.L.
Dirección AV. BALTA NRO. 652 - MOQUEGUA
Equipo TELUROMETRO
Marca Megabras
Modelo MTD20KWe
Número de serie 18D0206
Fecha de Calibración 2023-04-14
Registro 14-17131

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
DECADA DE RESISTENCIAS Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:1051	8151C18	INACAL Certificado N°: LE - 333 - 2022 Calibrado 2022-12-05	1 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
22,5 °C ± 1 °C	65,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 231: 84

Resultado de la calibración

IR.IMP g<>	Naftlímal	P W6ñ	Lá uta	E.trot	p (K• 21
200	50	5.0192530	5.010	-0.0090	0.0080
Resistencia (Jp)	10 0	10.0131 0	10.000	-0.13 0	0.0580
2000	500	50.0733'10	49.80	-0.170	0.080
Resistencia (Jp)	900	90.17654 0	90.20	0.11 0	0.120
20000	6000	800.1016 0	5980	-2.30	0.90
Resistencia (3p)	9000	900.561 0	9030	2.40	1.20
kO	5k0	5.001007 kO	5.04 10	0.009k0	0.008 kO
Resistencia (4p)	10k0	10.002321 kO	9.93 10	-0.072 k0	0.013 kO

Calibrado por:



Firmado digitalmente
 por IFERNANDEZ ULFEE
 WIWAM EDUARDO
 Fecha: 2023.04.14
 10:51:03 -05'00'

Eduardo Fernandez Ulfee
 Laboratorio de calibraciones

Anexo 21

Medición en campo con el Telurómetro



Anexo 22

Tablas para cálculos de Fusibles

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

Tabla II