Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA MEJORAR SU SEGREGACIÓN EN CONSULTORIOS ODONTOLÓGICOS DE ICA"

Presentado por:

VERASTEGUI GUEVARA ROSA MARIA

Del **DOCTORADO EN GESTIÓN AMBIENTAL.**

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 11%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 16 de mayo de 2025.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO CONVENCIONAL A LA I.E. ALBERTO CASAVILCA CURACCA N°22321 EN EL DISTRITO DE PARCONA – ICA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA SOSTENIBLE

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

Bach. BRICEÑO HUASHUAYLLO, VICTOR GABRIEL

ICA, PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi madre por apoyarme en cada momento en mis logros y caídas por darme aliento a seguir adelante en cada momento de la vida.

Agradecimiento

A dios por a verme brindado la oportunidad de estar bien de salud y darme fuerza a seguir adelante. También un agradecimiento a mis docentes de la universidad por haberme enseñado los conocimientos profesionales.

Índice de Contenido

Dedicatoria ..... **ii**
Agradecimiento ..... **iii**
Índice de Contenido ..... **iv**
Índice de Tabla ..... **vi**
Índice de Figura ..... **vii**
Resumen ..... **viii**
Abstract ..... **ix**
I. INTRODUCCIÓN **1**
1.1. Situación del Problema 2
1.2. Antecedentes del Problema de la Investigación 3
1.2.1. Antecedente Internacionales 3
1.2.2. Antecedente Nacionales 4
1.2.3. Antecedente Locales 6
1.3. Formulación del Problema 7
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación 8
1.5. Objetivo de la Investigación 9
1.5.1. Objetivos Generales 9
1.5.2. Objetivos Específicos 9
1.6. Hipótesis de la Investigación 9
1.6.1. Hipótesis Generales 9
1.6.2. Hipótesis Especificas 10
1.7. Variable de la Investigación 10
1.7.1. Identificación de Variable 10
1.7.2. Operacionalización de variable 11
II. EXTRATEGIA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN **12**
2.1. Diseño, Tipo y Nivel de la Investigación 12
2.1.1. Diseño de Investigación 12
2.1.2. Tipo de Investigación 12
2.1.3. Nivel de Investigación 12
2.2. Población y Muestra 13
2.2.1. Población 13
2.2.2. Muestra 13
2.3. Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos 13
2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos 13

2.3.2. Instrumento de Recolección de Información 14
III. RESULTADOS 15
3.1. Radiación Solar en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca 15
3.2. La Demanda Máxima Instalada y El Consumo Energía 16
3.3. Consumo Medio Diario 16
3.3.1. Parámetros de Dimensionamiento del sistema fotovoltaico 17
3.4. Selección de los equipos que conforman el sistema de generación solar fotovoltaico 18
3.4.1. Cálculo de Módulos Fotovoltaicos 18
3.4.2. Capacidad de las Baterías 20
3.4.3. Controlador de Carga 23
3.4.4. Cálculo del Inversor 24
3.4.5. Cálculo del Calibre de los Conductores Eléctricos 25
3.5. Protección contra sobreintensidades 29
3.5.1. Selección de elementos de protección: fusibles 29
3.5.2. Protección del Inversor 30
3.6. Inclinación y Orientación Óptimo de los Paneles Solares 30
3.6.1. Cálculo de Inclinación Óptima 30
3.6.2. Orientación 32
3.7. Distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos 33
3.8. Diseño del Sistema Fotovoltaico en I.E Alberto Casavilca Curraca 35
3.9. Estimación de la cantidad de CO_2 que dejara de emitir en el medio ambiente 38
3.10. Evaluación Económico y Financiero 39
3.10.1. Metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico 39
3.10.2. Flujo de Caja 39
3.10.3. Rentabilidad del Proyecto 43
IV. DISCUSIÓN 46
V. CONCLUSIONES 47
VI. RECOMENDACIONES 48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS 49
VIII. ANEXOS 51

Índice de Tabla

Tabla 1.Operacionalización de Variables 11

Tabla 2.Radiación global. Obtenido de nasa.power.lacr.com “ANEXO 2” 15

Tabla 3.Consumo de energía en I.E Albert Casavilca Curacca..... 16

Tabla 4.Parámetros de Dimensionamiento fotovoltaico. 17

Tabla 5.Datos técnicos N2XY..... 28

Tabla 6. Conductores eléctricos para cada tramo. 28

Tabla 7.Valores de inclinación óptima..... 31

Tabla 8.Costo del suministro para el sistema fotovoltaico..... 39

Tabla 9.Precio del proyecto..... 40

Tabla 10.Flujo de caja proyectada. 42

Índice de Figura

Figura 1.Características del panel monocristalino de 455Wp marca Ja Solar. **20**

Figura 2.Características Batería de GEL 12Vdc/300Ah **22**

Figura 3.Característica Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100A. **25**

Figura 4.Angulo de inclinación..... **31**

Figura 5.La orientación de los paneles solares..... **32**

Figura 6.Distancia mínima entre paneles. Obtenido en eliseosebastian.com. **33**

Figura 7.Conexión paneles solares – inversor incorporado con regulador **35**

Figura 8.Conexión de la Batería – Inversor Incorporado Regulador MPPT..... **36**

Figura 9.Conexión del sistema fotovoltaico..... **37**

Resumen

En el presente trabajo de Implementación de sistema fotovoltaico en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, ubicado en distrito de Parcona, en la provincia de ICA y departamento de ICA. El objetivo principal del proyecto es implementar un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica renovable en la Institución Educativa así mismo fomentar una auto sustentación de energía eléctrica, con lo cual se reducirá las emisiones de CO2. la metodología de investigación es tipo cuantitativa y nivel descriptivo. Para el desarrollo de la investigación se calculó la máxima demanda de energía eléctrica de la I.E, también la radiación solar de la zona, con lo cual se obtendrá una mejor y correcta selección de los componentes del sistema fotovoltaica y así mismo se evaluó el distinto equipo y sus características. Atreves de las operaciones matemáticas se determinas el número de paneles solares, también la capacidad y cantidad de baterías, el regulador apropiado e inversor del sistema fotovoltaico. Resultados, con los datos obtenido se obtuvo la potencia de 7588 W y un consumo a utilizar 26 202 Wh/día, en la Institución Educativa. Se determino la radiación solar con la página web de la NASA, la cual se consideró la menor radiación 5.21 kWh/m2 /día. para la selección de los equipos. El sistema fotovoltaico está conformado por 16 paneles fotovoltaicos de la marca JA SOLAR de 455 Wp, 24 baterías de la marca TENSITE de 300 A.h, y 2 Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100ª, la cual esta incorporado un regulador de 100A con tecnología MPPT. La potencia generada del sistema fotovoltaico es de 7.2 kWp. Por último, se creó el presupuesto del sistema fotovoltaico con una inversión de S/63 556.54. En la evaluación del proyecto se consiguió un VAN de S/. 64 270.28 con una tasa de 10% a lo largo de 20 años, un TIR de 12% y una recuperación de lo invertido de 7 años y 6 meses.

Palabras clave**:** Sistema Fotovoltaico, Panel Solar, Radiación Solar.

Abstract

In the present work of Implementation of a photovoltaic system in the Alberto Casavilca Curacca Educational Institution, located in the district of Parcona, in the province of ICA and department of ICA. The main objective of the project is to implement a photovoltaic system to generate renewable electrical energy in the Educational Institution as well as promote self-sustaining electrical energy, which will reduce CO2 emissions. The research methodology is quantitative and descriptive level. For the development of the research, the maximum demand for electrical energy of the I.E was calculated, as well as the solar radiation of the area, with which a better and correct selection of the components of the photovoltaic system will be obtained and likewise the different equipment was evaluated. and their characteristics. Through mathematical operations you determine the number of solar panels, also the capacity and quantity of batteries, the appropriate regulator and inverter of the photovoltaic system. Results, with the data obtained, the power of 7588 W and a consumption to be used of 26,202 Wh/day was obtained in the Educational Institution. Solar radiation was determined with the NASA website, which was considered the lowest radiation 5.21 kWh/m2 /day. for team selection. The photovoltaic system is made up of 16 JA SOLAR brand photovoltaic panels of 455 Wp, 24 TENSITE brand batteries of 300 A.h, and 2 Growatt SPF 5000 ES 48V 100ª Inverter Charger, which incorporates a 100A regulator with MPPT technology. . The power generated from the photovoltaic system is 7.2 kWp. Finally, the budget for the photovoltaic system was created with an investment of S/63,556.54. In the evaluation of the project, an NPV of S/. 64,270.28 with a rate of 10% over 20 years, an IRR of 12% and a recovery of the investment of 7 years and 6 months.

Keywords: Photovoltaic System, Solar Panel, Solar Radiation

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación tiene como propósito de implementa energía eléctrica con el sistema fotovoltaico, con el objetivo de abastecer de energía renovable a la Institución Educativa Alberto Casavilca Curraca, en distrito de Parcona – ICA, con lo cual no solo genera energía renovable sino también fomentara la auto sustentación de energía y una conciencia ambiental.

Con el sistema fotovoltaico en la Institución Educativa no solo representara un modelo de energía renovable si no también una solución para mitigar la contaminación ambiental en nuestro país, dejando claro un compromiso para las futuras generaciones.

En desarrollo del sistema fotovoltaico ha permitido ver una alternativa confiable y viable de los recursos naturales dejando, solo ver a los combustibles fósiles como generador de energía eléctrica. La cual cada vez se mejora los paneles solares haciéndolo más eficaz y eficiente para la producción de una energía eléctrica.

La presente investigación está compuesta por los siguientes capítulos:

- **Capitulo I.** Se hará referencia los antecedentes de problema, formulación de problema, Hipótesis, justificación, objetivos y metodología de la investigación también a técnica e instrumento recolección de datos.

- **Capitulo II.** Se determinará la radiación solar con la página web de NASA. Lo cual también se calculará los cálculos respectivos para seleccionar los equipos y materiales adecuado para la instalación de sistema fotovoltaico.

- **Capitulo III.** Se evaluará la rentabilidad de proyecto con el VAN y TIR con la finalidad de obtener un mejor alcance del tiempo de retorno de la inversión del proyecto del sistema fotovoltaica.

- **Capitulo IV.** Se redactará la discusión, la conclusión y recomendación del proyecto.

1.1. Situación del Problema

La Institución Educativa Alberto Casavilca Curraca, se encuentra ubicado en distrito de Parcona, provincia ICA, la cual cuenta con dos turnos de primaria y segundaria, en visto en el incremento del precio de tarifación de la energía eléctrica y aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero se buscó una alternativa viable para la reducción de CO_2.

En vista de la situación, con la finalidad de reducir la energía convencional se propone la implementación de un sistema fotovoltaica en la Institución Educativa y así mismo también contribuyente en la reducción de los gases de efecto invernadero.

En los últimos años la crisis de energética en nuestro país ha tenido un impacto en el costo de energía, la cual lo vemos reflejado en el aumento de facturación, por lo cual vemos la necesidad de buscar una energía renovable y limpia, el sistema fotovoltaico es una alternativa viable para el medio ambiente.

El motivo por la cual es una buena opción el sistema fotovoltaico en la Institución Educativo es que la ciudad de Ica tiene una buena captación de radiación solar y la cual lo hace más eficiente la para la producción de energía solar.

En mundo la energía renovable forma parte de una buena alternativa para producción de energía. En el Perú por su zona geográfica cuenta con una fuente muy rica, para la producción de energía renovable, es por eso en la actualidad se está impulsando al consumo de energía renovable como fuente para mitigar cambio climático.
De acuerdo osinergmin informa:

> El organismo supervisor de la inversión en energía y minas (osinergmin), en el 2019 el Perú tiene una potencia técnica utilizable de energía eólica de 20,450 MW, de energía solar de 25,000MW, de energía hidráulica de 70,000 MW; de energía geotérmica de 3,000 MW y de energía con biomasa entre 450 y 900 MW. La energía renovable en nuestro país. [1]

A pesar de que en nuestro país cuenta con gran potencia energía renovable, su contribución en la generación de energía es muy baja en comparación a otra energía convencional. La cual las energía eólicas y solares tan solo representa el 5% de la generación de energía renovable en Perú es por esa razón el trabajo de investigación planteamos la implementación de un sistema fotovoltaico en la Institución Educativa, así mismo contribuyendo al desarrollo de la energía renovable y fomentado un autosostenía de energía eléctrica.

1.2. Antecedentes del Problema de la Investigación

1.2.1. Antecedente Internacionales

Ticona (2019), Bolivia, menciona lo siguiente: En su tesis tiene el objetivo principal es diseñar e implementar un sistema fotovoltaico en el hospital con la finalidad de proporcionar una mejor atención a la población de Coripata, provincia Nor Yungas, dando así una mejor calidad de servicio de salud. con el sistema fotovoltaico se puede aprovechar como alternativa viable ya que en la actualidad la conexión con redes eléctricas del sector presenta un deficiente en el servicio eléctrico. La producción de energía eléctrica a través del sistema fotovoltaico se basa en convertir la energía solar a energía eléctrica mediante de los paneles solares implementados los cual brindara una energía continua y una intensidad de acuerdo con su latitud, orientación, las horas del día y la temporada del año, lo cual se necesita una inversión económica para la implementación del sistema fotovoltaicos. Los componentes para el sistema fotovoltaicos son: los paneles solares, el regulador de voltaje, las baterías y los instrumentos de protección del sistema. El proyecto del sistema Fotovoltaico en el Hospital, tiene como finalidad ofrecer una atención básica de salud a la población, lo cual la energía proveniente de la red pública viene teniendo problemas de corte de energía, lo cual afecta al hospital para las atención, lo cual con sistema fotovoltaico proporcionara una alimentación de energía eléctrica interrumpida en los equipos y ambiente, resolviendo las necesidades básicas así mismo mejorando la calidad de los paciente, con lo cual con este proyecto se fomenta la utilización de energía renovable en nuestro país, con lo cual se disminuirá la contaminación del medio ambiente. [2]

Garcia, Peñuela (2019), Colombia, menciona lo siguientes: En su tesis tiene como objetivo del proyecto es implementar el sistema fotovoltaico, lo cual suministrara la energía eléctrica a los dispositivos móviles de la Universidad, el proyecto tiene en basarse en transformar la radiación solar a energía eléctrica, con lo cual se reducir la contaminación ambiental que afecta al mundo, lo cual se optó una instalación aislada de red por su facilidad y automatización. La metodología del este estudio es tipo descriptiva y cuantitativo, determinándolo en los modelos proyecto de sistema fotovoltaica, lo cual nos llega a calificar que es un sistema eficaz en el ambiente y económico lo cual es mejor que se apta a las demandas energéticas requeridas para los dispositivos móviles de la Universidad. Se obtuvo resultado de 3 examinaciones que son: (estadístico descriptivo se trató sobre la apreciación del ambiental de la universidad, descriptivo se vio las áreas de radiación solar y la impresión socio-ambiental, luego de las instalaciones), primero se hicieron 250 encuestas en la Universidad, el segundo se obtuvieron datos de radiación solar por el IDEM y finalmente se hicieron unos cálculos de generación de GEI desde el

desarrollo de sistema fotovoltaico. Destacándose la oportunidad utilizar un sistema energético renovable y amigable al medio ambiente, con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, ya que permiten la reducción de los combustibles fósiles que contamina al medio ambiente. En conclusión, determinamos por las encuestas, la apreciación socio-ambiental, que el 98% de los encuestado en la universidad estas conforme a carga sus dispositivos móviles con el sistema fotovoltaico ya que es una energía renovable y no contaminante. [3]

Ayala, Morillo (2021), Ecuador, menciona lo siguiente: En su tesis tiene como objetivo principal de proyecto es en poner iluminación en la as canchas B de la universidad con un sistema fotovoltaico, con la cual se conseguirá realizar cálculos y mediciones para la identificación de los paneles fotovoltaicos más adecuados y también las iluminaciones para la cancha B de la universidad y así mismo intensificando la energía renovable y limpia en ecuador. El desarrollo de la investigación es implementar un sistema fotovoltaico para la iluminación y con lo cual se almacenara la energía en baterías para su posterior uso en los reflectores, con este proyecto se cumplirá con las normas de iluminación vigentes y las cálculos matemáticos para determinar las luminarias en área de 1161.94 m², en lo cual se obtuvo un resultado de 108060.42 lúmenes con lo cual se colocaron 6 reflectores con un flujo luminoso 18.000 Lm, con una potencia de 300 watts, así mismo se colocara 3 en cada lados de la cancha, con los cálculos se obtuvo un Angulo apropiado 4.35 gratos de acuerdo a su latitud, por último se obtuvo un ahorro mensual de 270 KWh y lo cual es 3240 KWh por año . lo cual llega obtenerse un ahorro de $ 338.25 dólares por año así mismo se obteniendo un tiempo de recuperación de 3 años con 8 meses con el sistema fotovoltaico. [4].

1.2.2. Antecedente Nacionales

Cayotopa (2019), Amazonas, menciona lo siguiente: El objetivo de este proyecto es proponer una energía alternativa y limpia para la electrificación del caserío Flor del Valle en Yambrasbamba, con lo cual se encuentra muy alejado, la red más cercana que es de 22 km y cuentas con 20 viviendas y 1 local comunal, con todos los problema se llegó a la conclusión de un sistema fotovoltaico aislado teniendo en cuantas que cada vivienda tiene un bajo consumo energético por los bajos recurso que cuenta, haciendo que esta propuesta de sistema fotovoltaico tome mayor fuerza a desarrollarse. El tipo de investigación de este proyecto es aplicada por que se usara conocimientos y teoría con la cual se solucionara los problemas de energía a la población con sistema fotovoltaico. La técnica de este proyecto de investigación que se usaron fue la observación, análisis y entrevista lo cual se llegó a determinar un sistema fotovoltaico aislado por lo cual se determinó los componentes: 20 paneles solares de 320Wp, baterías de 260 Ah, 2

reguladores de 150/70, 2 inversores 48/3000-230V y también los componentes de protección de sistema, los cual se calculó una inversión de S/ 206 019.36. Conclusión se obtuvo un ahorro de S/. 1,643.91 en los meses de la realización del proyecto, lo cual se hace un cálculo de una media mensual de S/. 234.84. [5].

Quicano, (2021), Arequipa, menciona lo siguiente: La investigación tiene el objetivo principal de implementar paneles solares con la finalidad de electrificar las compuertas automáticas de la bocatoma de Tiabaya y asi mismo distribuir y dirigir parte del agua disponible. La metodología de la investigación tiene el nivel aplicativo y tipo descriptivo y diseño es no experimental, la investigación se realizó encuestas con el personal de trabajo de bocatoma de Tiabaya . En conclusión, que el 50% de los encuestado aprueba la necesidad del sistema fotovoltaico para electrificar las compuertas automáticas de la bocatoma y un 32.08% del encuestado no comparte la misma opinión, por lo cual se aplicó otras encuestas a la necesidad de electrificas las compuertas 29.99% de los participantes de encuestados está de acuerdo con la electrificación y el 38.54% no está de acuerdo con la electrificación. [6]

Flores, Tapia (2023), Trujillo, menciona lo siguiente: En la tesis de investigación sea focalizado en diseño de un sistema fotovoltaico autónomo, la cual aprovecha la energía de sol para generar energía eléctrica a través de los siguientes componentes: paneles solares, reguladores, inversor y baterías. La cual tiene el objetivo de suministrar de energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School en Moquegua. La determinación del consumo eléctrico diario es de 42.953 kWh/día, Asimismo, hemos obtenido datos confiables sobre la radiación solar provenientes de fuentes como: PGIS, METEONORM y NASA, con los datos obtenidos se seleccionará los componentes del sistema fotovoltaico las cuales son: 38 paneles de 470 Wp, 4 reguladores de carga de 80 A, 32 baterías de 6V CD de 600 Ah y 2 inversores de 24 kW, Con la determinación de los componente se podrá determinar la inversión y se calculara el tiempo de retorno la cual es 10 años. Con el presente proyecto de sistema fotovoltaico tiene la finalidad de fomentar la utilización de la energía renovable como una fuente de energía limpia y así mismo colaborar con la protección de nuestro medio ambiente. [7]

1.2.3. Antecedente Locales

Cáceres (2018) menciona lo siguientes: El presente trabajo de investigación tiene como objetivo de este presente trabajo de investigación es implementar un sistema fotovoltaico conectado a la red para el ahorro de energía industrial y a la vez para disminuir CO2 de la cuidad de Ica, el tipo de investigación es de nivel descriptivo y diseño transversal. En la descripción se tomará en cuentas los factores socioeconómico, biótico y abiótico, en la cual perjudica al proyecto en cada etapa de fase, la cual se evaluó el impacto ambiental con la energía renovable eólica y solar, la cual se determinó la importancia de implementar una energía renovable con finalidad de mitigar la contaminación ambiental. También con estudio se determinó que fuentes de energía del sistema fotovoltaica más respetuosa al medio ambiente, la cual no es contaminante a comparación a los generadores de energía tradicionales, a su vez se determinó que es satisfactorio la demanda requerida. Los resultados alcanzados, se determinó que impactos no son significativo en la fase de construcción y desmontaje de un sistema fotovoltaico, la cual se la construcción y transporte de materiales y las maquinarias empleadas no son permanentes solo temporales y la cual prácticamente el impacto será nulo y se reducen a aquellos agregados al mantenimiento del sistema fotovoltaico. [8].

1.3. Formulación del Problema

1.3.1 Problema General

PG: ¿Como influirá la implementación del sistema fotovoltaico en la reducción de costo en la facturación eléctrica en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?

1.3.2 Problemas Específicos

PE_1: ¿Cómo se obtendrá la demanda total y los cálculos necesario para seleccionar correctamente los componentes del sistema fotovoltaico en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?

PE_2: ¿Cómo impactará la evaluación económica para precisar el ahorro en la facturación de energía en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?

PE_3: ¿De qué manera se presupuestará el sistema fotovoltaico para determinar a futuro la recuperación de lo invertido en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona-ICA?

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

La energía eléctrica es un servicio básico, que muchas veces en sectores no cuentas la capacidad requerida es por eso se decidió hacer una Implementación de sistema fotovoltaico en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona-ICA, así mismo estableciendo una estrategia para el futuro crecimiento del colegio que se proyecta, un crecimiento en la población estudiantil y también en el desarrolla en infraestructura que consiste en más aulas y talleres adicionales.

En este proyecto esta principalmente enfocado en la electrificación de las aulas y las oficinas con la finalidad generar un ahorro de energía eléctrica así mismo permitiéndose que a los alumnos y docente usen computadoras, ventiladoras y otro dispositivo necesario para la educación, así mismo mejorar la calidad educativa, aprendizaje y desenvolvimiento a los alumnos y profesores.

El sistema fotovoltaico es viable, tiene la finalidad de reducir la energía convencional que en la actualidad se usa más y contamina al medio ambiente, la energía con el sistema fotovoltaico es una energía que aprovecha la radiación solar, considerada una energía renovable, limpia y amigable con medio ambiente.

Con este proyecto investigación de sistema fotovoltaico beneficiara directamente a la mejora educativa en la cual fomentara en un futuro una cultura de autosuficiencia en la energía renovable como reemplazo de una energía convencional que contamina nuestro medio ambiente.

La importancia de la implementación del sistema fotovoltaico en la Institución Educativa es promover la eficiencia de una energía autosustentable, con el propósito de fomentar a otras instituciones a implementarlas, es por esta razón que el trabajo de investigación tiene finalidad de dar a conocer a la población sobre los beneficios significativos que tienen la energía renovable en nuestro país.

1.5. Objetivo de la Investigación

1.5.1. Objetivos Generales

OG: Implementar un sistema fotovoltaico para reducción de consumo eléctrico convencional en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA,

1.5.2. Objetivos Específicos

OE_1: Determinar la demanda total y calculo necesario para seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

OE_2: Determinar la incidencia económica en la facturación del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

OE_3: Estimar el presupuesto necesario para la implementación del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

1.6. Hipótesis de la Investigación

1.6.1. Hipótesis Generales

HG: El proyecto de la tesis de sistema fotovoltaico se logrará optimizar el servicio de consumo eléctrico generando un impacto positivo en la reducción facturación eléctrica, lo cual también ayudará disminuir las emisiones de CO_2, contribuyendo y mejorando nuestro medio ambiente.

1.6.2. Hipótesis Especificas

HE_1: Con la determinación demanda total se podrá seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

HE_2: Existe una ventaja económica posterior a la implementación de la energía eléctrica convencional por un sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

HE_3: Con el presupuesto se estimará si es accesible el sistema fotovoltaico en la reducción de costo de la facturación eléctrica para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

1.7. Variable de la Investigación

1.7.1. Identificación de Variable

1.7.1.1. Variable Independiente

"Implementación de un sistema fotovoltaico a la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.

1.7.1.2. Variable Dependiente

"Reducción de consumo energético en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA".

1.7.2. Operacionalización de variable

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Operacionalización		Escala de medición
			Dimensiones	Indicadores	
Variable Independiente: Implementación de un sistema fotovoltaico	Sistema fotovoltaico un conjunto de dispositivos con la función de convertir la luz solar en energía eléctrica	La transformación de la radiación solar a la producción de energía eléctrica atreves del sistema fotovoltaico.	Selección de equipos	Paneles solares	Wp
				Baterías	Ah.
				Inversores	W.
				Regulador	A.
			Determinación de consumo eléctrico	Demanda máxima	Kw
				Energía promedio	kW.h
			Medición solar	Irradiación solar	kwh/m2
Variable Dependiente: Reducción de consumo energético	. La reducción de consumo energético convencional se refiere a fomentar la energía renovable con una alternativa viable al medio ambiente.	El aprovechamiento de la energía solar para reducción de energía convencional, como alternativa viable al medio ambiente.	Eficiencia del sistema fotovoltaico	Ahorro en costo	Soles. (S/)
				Potencia eficaz	(W)
				Tiempo retorno	años

II. EXTRATEGIA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Diseño, Tipo y Nivel de la Investigación

2.1.1. Diseño de Investigación

En este presente estudio se tendrá un diseño no experimental y de enfoque cuantitativo pues la mejor se apta a las necesidades de estudio, la cual utiliza los instrumentos generados específicamente para ello y examina las hipótesis formuladas en el entorno de la Institución Educativa.

Según los autores Hernández, Fernández, Baptista (2014), menciona que: "La investigación no experimental es aquellas se realizan sin ninguna modificación de las variables, lo cual solo se observa los fenómenos en sus ambientes y luego analizarlo" [9]

2.1.2. Tipo de Investigación

La investigación es de enfoque cuantitativa y de tipo aplicada puesto realiza la recolección de datos y procesamiento de manera medible y en lo segundo se apoya en informaciones y busca usar los conocimientos que se adquieren en su desarrollo a favor de la Institución Educativa.

Como menciona el autor Murillo (2008) define: "la investigación aplicada se caracteriza por utiliza y aplica los conocimientos adquiridos y a su vez adquieres otros más para luego implementarlos en las practicas basadas a la investigación". En general, está orientado a solucionar los problemas que se presenta en la vida cotidiana o también controlar situaciones prácticas. [10].

2.1.3. Nivel de Investigación

El este trabajo de investigación se desarrolla a un nivel descriptivo, donde se obtendrán datos requeridos para la aplicación del del sistema fotovoltaico, con la finalidad de poder crear escenarios actuales y futuros con relación de los problemas mencionados.

Según el autor Tamayo (2004) menciona: "El tipo de investigación descriptiva, abarca la descripción, análisis, registro, comprender a la naturaleza y la composición de los fenómenos", es decir al recolectar datos sobre cada una de las variables y reportar los datos que obtienen, caracterizándose fundamentalmente por presentar una interpretación correcta. [11]

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

El desarrollo del proyecto, la población es toda la instalación del sistema fotovoltaico. implementada de la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, ubicado en distrito de Parcona, provincia ICA y departamento ICA.

2.2.2. Muestra

La muestra, según: Fernández, Baptista, & Hernández, define que "la muestra es un subconjunto de unidades, una porción total, que representa la conducta de la población en su conjunto" [12].

En presente proyecto la muestra es la generación de energía (16 paneles fotovoltaicos) del sistema fotovoltaico de la Institución Educativa Alberto Casavilca Curracca.

2.3. Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos

2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

En el presente trabajo de investigación se usó los métodos de observación, la deducción a partir de las teorías con lo cual se seleccionaron los equipos de sistema fotovoltaico. La técnica de recolección de datos son las siguientes:

a) **Observación**,

La observación es un procedimiento que se compone en observar los fenómenos, los casos y hechos con lo cual se toma la información respetiva y registrara para luego analizarla. La observación es importante en un trabajo de investigación por lo cual nos ayuda obtener una mayor información.

Con la técnica de observación nos ayudó analizar la implementación del sistema fotovoltaico de la I.E Alberto Casavilca Curracca. Con la cual determinamos la ubicación de los paneles solares para obtener una mejor producción de energía eléctrica.

b) Entrevista.

La técnica de entrevista en la cual consiste en la conversación en cara a cara con el investigador y el sujeto de estudio, A través de las conversaciones con los trabajadores encargado de la institución educativa se obtendrá la información adecuada para la implementación del sistema fotovoltaico. Las conversaciones van de acuerdo objetivos y beneficios del sistema fotovoltaico, con la cual se plantea una mejor propuesta del proyecto de investigación.

c) Documentación.

La técnica de documentación consiste en recopilar y seleccionar información de diferentes libros, documentación, revista, etc. En este instrumento de recopilación de documento se empleó registro de información de diferente bibliografía para el desarrollo de un mejor proyecto de investigación.

2.3.2. Instrumento de Recolección de Información

Los instrumentos que se usaron para la recolección de datos son los siguientes:

a) Materiales

- Cámaras fotográficas
- Cuaderno de campo
- Tablero de madera

b) Equipos y materiales de oficina

- Computadora
- Impresoras
- GPS marca GAMIN modelo etrex 30
- Engrapador y archivador

c) Software a utilizar

- AUTOCAD
- Calculation solar
- Microsoft Word
- Mapa source
- Estadística aplicada
- Excel

III. RESULTADOS

3.1. Radiación Solar en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca

La Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, se ubica en la habilitación urbana Pasaje la Tinguiña, en el distrito de Parcona, provincia ICA, departamento ICA, para obtener la radiación solar de Institución Educativa, emplearemos la página web NASA, la cual nos brindará la información más actualizada de la radiación solar, con la cual podremos determinar el rendimiento del sistema fotovoltaico.

Para una buena determinación de la radiación solar se utilizó la página web de la NASA, la cual nos pedirá la coordenada de latitud y longitud de la Institución Educativa que implementaremos el sistema fotovoltaico.

La cual los paneles fotovoltaicos se ubicarán en el techo de la I.E, que es de tercer piso con una buena ubicación, sin obstrucción de alguna sombra, para una buena obtención de la localización se ha usado GPS marca GAMIN modelo etrex 30. ANEXO 1.

Latitud: -14.060053

Longitud: -75.723562

Tabla 2.

Radiación global. Obtenido de nasa.power.lacr.com “ANEXO 2”

AÑO	MES	kW-hr/m^2/day
2022	Enero	6.87
2022	Febrero	6.35
2022	Marzo	6.19
2022	Abril	6.35
2022	Mayo	5.96
2022	Junio	5.21
2022	Julio	5.42
2022	Agosto	6.24
2022	Septiembre	7.33
2022	Octubre	8.14
2022	Noviembre	7.82
2022	Diciembre	6.87

3.2. La Demanda Máxima Instalada y El Consumo Energía

La Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca de acuerdo con la visitar realizada se obtuvo la información de las instalaciones eléctrica y se determinó el área a electrificar y los equipos que cuentas, la cual se calculó la demanda máxima.

Tabla 3.

Consumo de energía en I.E Albert Casavilca Curacca

	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA INDIVIDUAL	POTENCIA ACUMULAD	HORA X DIA	ENERGIA
ITEM	DESCRIPCION	#	(W)	(W)	(HORA)	(Wh)
1	Iluminación Exteriores	21	36	756	4	3024
2	Iluminación Interior	72	36	2592	4	10368
3	Reflectores	4	150	600	4	2400
4	Computadoras	5	300	1500	3	4500
5	Minilaptos xo	20	50	1000	3	3000
6	Proyector	1	350	350	3	1050
7	Ventiladores	2	100	200	4	800
8	Parlante	1	150	150	2	300
9	Modem Reuter	1	80	80	5	400
10	Impresora	2	180	360	1	360
				7588		26202

Ya determinado la potencia de la I.E, que es de 7 588 W y un consumo a utilizar 26202Wh, la cual con los datos obtenido dimensionaremos los equipos que conformará el sistema fotovoltaico: los paneles solares se dimensionarán con consumo a utilizar y luego se dimensionará los inversores, el regulador y las baterías se determina con la demanda máxima.

3.3. Consumo Medio Diario

Para dimensional los equipo que conformara el sistema fotovoltaico primero tenemos que calcular el consumo medio diario, la cual lo determinaremos con siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{L_{md} = 1.1 * \left(\frac{L_{dc}}{\eta_{bat}} + \frac{L_{ac}}{\eta_{bat} * \eta_{inv}}\right) * \left(\frac{1}{\eta_{cond}}\right)} \ldots\ldots\ldots(1)$$

Donde.

L_{md}: Consumo medio diario (Wh).

L_{cd}: Consumo de energía diario dc (Wh).

L_{ac}: Consumo de energía diario ac. (Wh).

η_{inv}: Rendimiento del inversor.

η_{bat}: Rendimiento de batería.

η_{cond}: Rendimiento de conductor eléctrico.

En este caso el consumo de energía diaria de corriente alterna se determinará la sumatoria total la potencia de los equipos de I.E por el tiempo de funcionamiento. En cambio, el consumo de energía de corriente continua se lo considera cero, porque en la I.E no cuenta con equipos que lo requiere.

3.3.1. Parámetros de Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Para determinar el consumo medio diario es necesario tener los rendimientos de los equipos de la batería, inverso y conductor eléctrico. La cual lo consideramos los parámetros del sistema fotovoltaico por ser los más frecuente en el mercado la cual especificamos en la tabla N°4.

Tabla 4.

Parámetros de Dimensionamiento fotovoltaico.

PARAMETRO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	
BATERIA	
RENDIMIENTO ($\eta_{batería}$)	0.95
PROF.DESC.MAX.DIARIA. ($P_{Dmax,d}$)	0.3
PROF.DESC.MAX.EST. ($P_{d\ max,e}$)	0.7
INVERSOR	
RENDIMIENTO ($\eta_{inversor}$)	0.95
CONDUCTOR ELECTRICO	
RENDIMIENTO (η_{cond})	0.98
OTROS	
MARGEN SEGURIDAD GFV	1.2
FACTOR GLOBAL DE FUNCIONAMIENTO (PR)	0.9
DIAS DE AUTONOMIA (Na)	2

Con los datos obtenido de la tabla 4 seleccionaremos el rendimiento batería, inversor y conductor, la cual podremos hallar con el consumo medio diario. La cual reemplazamos y calculamos:

$$L_{md} = 1.1 * \left(\frac{0}{0.95} + \frac{26\ 202}{0.95 * 0.95}\right) * \left(\frac{1}{1}\right)$$

$$\boldsymbol{L_{md} = 31\ 935.95\ Wh = 31.93\ Kwh}$$

3.4. Selección de los equipos que conforman el sistema de generación solar fotovoltaico

3.4.1. Cálculo de Módulos Fotovoltaicos

Para el calcular correctamente los paneles solares tendremos que determinar la hora solar pico (HPS), la cual con los datos proporcionado por la página web de la NASA, se determinara la irradiación del mes más crítico.

Con los datos proporcionado de la tabla 2, vemos el mes con menos irradiación solar que es de 5.21 kWh/m2, con los datos de irradiación se podrá hallar la hora solar pico (HSP)crit, se utilizarla la siguiente ecuación donde el factor de corrección atmosférico de 0.95, la cual es un valor que está estrechamente ligada al nivel de contaminación.

$$\boldsymbol{HSP = \frac{Irradiación\ solar}{1\ Kw/m2}\ x\ Factor\ de\ Corrección\ Atmosférico} \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\boldsymbol{HSP = \frac{5.21\ Kwh/m2}{1\ Kw/m2}\ x\ 0.95}$$

$$\boldsymbol{HSP = 4.94\ h}$$

Una vez determinado la hora solar pico, podemos dimensionar el número de paneles solares con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Ntp = \frac{L_{md}}{HSP_{crit}\ X\ PR\ X\ P_{mpp}}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Donde.

N_{tp}: Número total de paneles.

HSP_{crit}: Horas Pico Sol del mes crítico.

P_{mpp}: Potencia pico del panel solar (W).

PR: Factor global

Donde el facto global está variando entre los 85% y 95%, la cual se selecciona por lo general un rendimiento de 90%, lo que equivale a 0.90. La potencia de los paneles que consideramos de 455W, la cual es una de la más comercializable.

$$Ntp = \frac{\mathbf{31\,935.95\ Wh}}{\mathbf{4.94\ h\ X\ 0.9\ X\ 455\ W}}$$

Ntp=15.78≈ 16 paneles

***Se usaran* 16 *paneles fotovoltaicos* 455 *W*p**

Ya definido el número de paneles solares, la cual trabajara con un voltaje de 48V, como no es un voltaje muy comercial se consideró usa el panel solar JA SOLAR de 455Wp, 24V/, lo cual, determinaremos el número de paneles fotovoltaico en serie con la siguiente ecuación:

$$N_{Paneles\ en\ serie} = \frac{V_{trabajo}}{V_{modulo}} \text{ ..... (4)}$$

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

A continuación, ya determinado los paneles fotovoltaicos en serie se calculará el número de paneles fotovoltaico en paralelo con la siguiente ecuación:

$$N_{Paneles\ en\ paralelo} = \frac{\mathbf{Ntp}}{N\ modulo\ en\ serie} \text{ ..... (5)}$$

$$N_{Paneles\ en\ paralelo} = \frac{16}{2} = 8$$

Por lo tanto, determinamos que se usará 16 paneles solares de 455 Wp, de 24V/dc, de la marca **Ja Solar** la cual estará conformada en un grupo de 8 ramas de 2 paneles por ramas.

Se considero usar los paneles fotovoltaicos del modelo JA SOLAR, por ser de tipo monocristalina a comparación a los paneles policristalina, son más eficiente. Característica Panel Solar Monocristalino 455Wp Ja Solar.

Figura 1.

Características del panel monocristalino de 455Wp marca Ja Solar.

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Nota. Obtenido de la ficha técnica “Anexo. N°3”

3.4.2. Capacidad de las Baterías

Para determinar la capacidad nominal de las baterías la cual alimentara de energía eléctrica a las horas después de mañana o días de poca acumulación de energía es importante hallar la capacidad de manera que es importante tener en cuenta 3 parámetros las cuales son: la profundidad de descarga máxima diaria (PDmax,d),el número de días autonomía (Na) y el voltaje que trabajara las baterías consideremos de 48V . La cual nos permitirá seleccionar correctamente la cantidad de baterías y su agrupación con la siguiente ecuación:

$$C_t = \frac{N_D \mathrm{x}\, L_{md}}{P_{D\ MAX}\, \mathrm{X}\, V_t} \ldots\ldots\ldots (6)$$

Donde.

$\boldsymbol{C_T}$ = Capacidad total de baterías, (Ah).

$\boldsymbol{N_D}$ = Número de días de autonomía =2.

$\mathbf{L_{md}}$ = Consumo medio diaria (Wh).

$\boldsymbol{P_{D\ MAX}}$ = Profundidad de descarga máxima: 0,7

$\boldsymbol{V_T}$= Voltaje de trabajo (48 V).

$$\boldsymbol{Ct = \frac{2\ x\ 31\ 935.95\ Wh}{0.7\ X\ 48\ V}}$$

$$\boldsymbol{C_t = 1900.94\ Ah}$$

Teniendo en cuenta que la batería trabajara con un voltaje de 48V y no hay mucha variedad en el mercado usaremos una batería de 12V y la cual determinaremos el número de batería en serie, con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{N_{Bateria\ en\ serie} = \frac{V_{tension\ de\ trabajo}}{V_{tension\ de\ la\ bateria}}} \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\boldsymbol{N_{Bateria\ en\ serie} = \frac{48\ V}{12\ V}}$$

$$\boldsymbol{N_{Bateria\ en\ serie} = 4}$$

Luego de determinar número de batería en serie, hallaremos la cantidad de batería en paralelo, lo cual la capacidad de la batería seleccionada será de 300 Ah, se determinará el número de batería en paralelo, con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{N_{ramas\ de\ bateria\ paralelo} = \frac{C_{banco}}{C_{bateria\ selecionada}}} \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$N_{ramas\ de\ bateria\ paralelo} = \frac{1900.94\ Ah}{300\ \text{Ah}}$$

$$N_{\text{ramas de batería paralelo}} = 6.3 \approx 6$$

Se usaran 24 baterias de 300 A.h

Ya seccionado la cantidad de baterías de 300 A.h, determinamos el voltaje a trabajar la cual es de 48Vdc, como es un voltaje no muy comercial se usará una batería de 12V dc, por lo tanto, se usará 24 baterías de 300 A.h /12Vdc, de manera que agruparemos en 6 ramas de 4 baterías en serie cada una para lograr almacenas y abastecer a la Institución Educativa.

Por lo tanto, para seleccionar la marca de batería consideramos dos marcas de baterías: TENSITE GEL 300Ah/12Vdc, la cual resultara apropiada para el proyecto de sistema fotovoltaico.

3.4.2.1. Características de la Batería Tensite de GEL 300Ah/12Vdc

Las características de la batería GEL 300Ah, se observará en la figura 2.

Figura 2.

Características Batería de GEL 12Vdc/300Ah

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO DE BATERÍA	Voltaje nominal		12V	
	Capacidad nominal (100 Hora)		300Ah	
	Células por batería		6	
DIMENSIÓNES	Longitud	Ancho	Altura	Altura total
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
PESO APROXIMADO	67.0 kg ± 3%			
CAPACIDAD@ 25°C	10 Hroas(25.0A)	5 Horas (43.7A)	3 Horas (66.2A)	1 Hora(161.5A)
	250.0 Ah	218.7 Ah	198.7 Ah	161.5 Ah
CORRIENTE DE DESCARGA MÁX	2000 A (5 seg.)			
RESISTENCIA INTERNA	Cargado por completo Vat 25°C: Aprox. 2.0mΩ			
CAPACIDAD AFECTADA POR LA TEMPERATURA(10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
MÉTODO DE CARGA @25°C	Rango de voltaje de carga (Bulk)		Rango de voltaje de flotación (Float)	
	14.1-14.4V (Corriente de carga inicial inferior a 27A)		13.50-13.80V	

Nota. Obtenido de la ficha técnica “Anexo N°4”

3.4.3. Controlador de Carga

Para calcular el controlador de carga del sistema fotovoltaico de la Institución Educativa, la cual tiene la función controlara la carga y descarga de las baterías TENSITE de 300 A.h de 12Vdc, tomamos en cuenta los parámetros de la corriente cortocircuito modular (I_{SC}) y numero de paneles (Np) solares del sistema fotovoltaico, la cual determinaremos la corriente de entrada al regulador con siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{I_n = 1.25 * I_{SC} * N_p} \text{ ..... (6)}$$

Donde.

In = $Corriente\ de\ entrada\ al\ Regulador$

Np = $Número\ de\ paneles$

Isc = $Corrinte\ de\ Cortocircuito\ del\ Módulo$

Calculando:

$$\boldsymbol{I_n} = 1.25 \text{ x } 11.41\ A \text{ x } 16 = \mathbf{228.2\ A}$$

Por lo tanto, determinaremos la cantidad de regulador a usar de manera que utilizaremos un regulador de 100A de carga MPPT, calculamos con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{N_{reguladores} = \frac{I_{mini\ de\ reguladores}}{I_{regulador\ selecionado}}} \text{ ..... } (\mathbf{10})$$

$$N_{reguladores} = \frac{228.2 \text{ A}}{100\ A} = 2.2 = 2\ Regulador$$

Se usaran 02 Controlador de 100 A

3.4.4. Cálculo del Inversor

Para calcular los numero de inversor del sistema fotovoltaico se tendrá que hallar la potencia del inversor (Pinv), por lo cual se sumara todas las potencias de carga y se multiplicara con el factor de seguridad (Fs), que es de 1.2, por lo tanto, determinaremos con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{P_{inv} = FS\ x\ P_{ac}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{11})$$

Donde.

P_{inv}: Potencia del inversor (W).

P_{ac}: Potencia en alterna de la I.E (W).

calculamos:

$$P_{inv} = 1.2\ x\ 7\ 588\ W$$

$$P_{inv} = 9\ 105.6\ W = 9.1\ KW$$

Con la determinación potencia del inversor (Pinv), que es de 9.1 KW que trabaje con voltaje de 48Vdc, viendo que no es un inversor muy comercializable sus características se determinó usar el inversor de 48Vdc/5000W, la cual el modelo de Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100A, con regulador de carga MPPT incorporado de 100 A. la cual nos facilitad ya con regular anteriormente seleccionado de 100A.

Por lo tanto, ya determinado la potencia de inversores a usar se hallará el número de inversores con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{N_{inversores} = \frac{P_{entrada\ de\ inversores}}{P_{inversores\ selecionados}}} \ldots\ldots\ldots \textbf{(12)}$$

$$N_{inversores} = \frac{9\ 105.6\ \text{w}}{5000\ \text{w}} = 1.8 = 2$$

Se usaran **02 Inversor de 48V de 5000w**

Figura 3.

Característica Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100A.

Datasheet	SPF 3500 ES	SPF 5000 ES
Battery Voltage	48VDC	
Battery Type	Lithium/Lead-acid	
INVERTER OUTPUT		
Rated Power	3500VA/ 3500W	5000VA/ 5000W
Parallel Capability	Yes, 6 units maximum	
AC Voltage Regulation (Battery Mode)	230VAC ± 5% @ 50/60Hz	
Surge Power	70000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	93%	
Waveform	Pure sine wave	
Transfer Time	10ms typical, 20ms Max	
SOLAR CHARGER		
Maximum PV Array Power	4500W	6000W
MPPT Range @ Operating Voltage	120VDC ~ 430VDC	
Number of Independent MPP Trackers/ Strings Per MPP Tracker	1/1	
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	450VDC	
Maximum Solar Charge Current	80A	100A
AC CHARGER		
Charge Current	60A	80A
AC Input Voltage	230 VAC	
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)	
Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)	
PHYSICAL		
Protection Degree	IP20	
Dimension (W/H/D)	330/485/135mm	330/485/135mm
Net Weight	11.5kgs	12kgs
OPERATING ENVIRONMENT		
Humidity	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)	
Altitude	<2000m	
Operating Temperature	0°C - 55°C	
Storage Temperature	-15°C - 60°C	

Nota. obtenido de la ficha técnica Anexo N°5

Se ha considerado instalar dos Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100A, con regulador de carga MPPT incorporado de 100 A, con salida a 220 VAC - 60 HZ.

3.4.5. Cálculo del Calibre de los Conductores Eléctricos

Para dimensionar los conductores eléctricos para las instalaciones del sistema fotovoltaico se tendrá que calcular la sección de los conductores en relación con su intensidad, el voltaje de cada tramo, la longitud de los cables y su caída de tensión de los tramos, por lo tanto, emplearemos la siguiente ecuación:

$$S_{(mm2)} = 2 * \left(\frac{L*I}{K*V_{sist}*\%V}\right) \quad \text{..... (13)}$$

Donde.

S: Sección del conductor (mm2).

I: Intensidad de corriente (A).

L: Longitud del conductor (m).

V_{sist}: Voltaje del sistema (V).

k: Conductividad del cobre a temperatura ambiente (56 m/Ohm*mm2).

%V: Caída de tensión aceptable:

a. Caída de tensión adecuada para paneles fotovoltaico e Inversor es: 3%.

b. Caída de tensión adecuada para Inversor y batería es: 1%.

c. Caída de tensión adecuada para Inversor y tablero general es: 0.5%.

Para seleccionar la sección de los cables hemos dividido en 3 tramos las cuales son las siguientes:

a) Tramo Paneles Fotovoltaico – Inversor **Δ** V ≤ 3 %

Haciendo uso de la Ecuación

$$I_{MAX\,mf} = 1.25 * I_{cortocircuito\ del\ panel} * N_{ramas\ en\ paral\ x\ regulador} \ldots\ldots\ldots (14)$$

$$I_{MAX\,mf} = 1.25\ x\ 11.41\ A\ x\ 2 = 28.52\ A$$

Luego de hallar la intensidad máxima continuamos con la sección del conductor con la siguiente formula:

$$S_{(mm2)} = 2 * \left(\frac{15\ m * 28.52\ A}{56\ \text{m/Ohm} * \text{mm2} * 48\ V * 0.03}\right) = 10.61\ mm2$$

El tramo generador fotovoltaico – inversor, se calculó una sección de 10.61 mm2 la cual la sección no es comercializable, por lo cual se utilizará la de 10mm2

b) Tramo Inversor – Batería **Δ** V ≤ 1 %

$$I_{MAX\,mf} = 1.25\left(\frac{P_{inversor}}{V_{tension\ de\ trabajo} * n_{inversor}}\right) \ldots\ldots\ldots (15)$$

$$I_{MAX\,mf} = 1.25\left(\frac{5000\ W}{48\ V * 0.93}\right) = 140\ A$$

Luego de hallar la intensidad máxima continuamos con la sección del conductor con la siguiente formula:

$$S_{(mm2)} = 2 * \left(\frac{2\ m * 140\ A}{56\text{m/Ohm} * \text{mm2} * 48V * 0.01}\right) = 20.83\ mm2$$

El tramo inversor – batería, se calculó una sección de 20.83 mm2 la cual no es comercial la sección, por lo cual se utilizará de 25mm2

c) Tramo Inversor – Tablero General **Δ** V ≤ 0.5 %

$$I_{MAX\,mf} = 1.25\left(\frac{P_{inversor}}{V_{tension\ de\ trabajo} * n_{inversor}}\right) \ldots\ldots\ldots (16)$$

$$I_{MAX\,mf} = 1.25\left(\frac{5000\ W}{220\ V * 0.93}\right) = 30A$$

Luego de hallar la intensidad máxima continuamos con la sección del conductor con la siguiente formula:

$$S_{(mm2)} = 2 * \left(\frac{4\ m * 30\ A}{56\text{m/Ohm} * \text{mm2} * 220\ V * 0.005}\right) = 3.89\ mm2$$

El tramo inversor – tablero general, se calculó una sección de 3.89 mm2, como no es muy comercializable se utilizará la sección de 4 mm2.

Tabla 5.

Datos técnicos N2XY

TABLA DE DATOS TECNICOS N2XY UNIPOLAR

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIAMETRO	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	EXTERIOR		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
1 x 10	7	0.7	1.4	7.9	144	115	90	95
1 x 16	7	0.7	1.4	9.0	204	155	125	125
1 x 25	7	0.9	1.4	10.6	309	200	160	160
1 x 35	7	0.9	1.4	11.7	406	240	200	195
1 x 50	19	1	1.4	13.1	529	280	240	230
1 x 70	19	1.1	1.4	14.9	738	345	305	275
1 x 95	19	1.1	1.5	16.9	1003	415	375	330
1 x 120	37	1.2	1.5	18.6	1246	470	435	380
1 x 150	37	1.4	1.6	20.7	1533	520	510	410
1 x 185	37	1.6	1.7	23.1	1919	590	575	450
1 x 240	37	1.7	1.8	25.9	2492	690	690	525
1 x 400	61	2	2	31.9	3143	895	955	680
1 x 500	61	2.2	2.1	35.5	5003	1010	1100	700

Nota. Obtenido de la ficha técnica “INDECO” [13]

Con los cálculos realizados tenemos las sesiones, que se utilizara para cada tramo del sistema fotovoltaico, la cual los que se muestra en la tabla N°6.

Tabla 6.

Conductores eléctricos para cada tramo.

	Sistema		**Conductor**	
Tramo	**Descripción**	**Corriente**	**Descripción**	**Sección**
Tramo 1	Paneles – inversores	28 A	**N2XY**	10 mm2
Tramo 2	Inversores - baterías	140 A	**N2XY**	25 mm2
Tramo 3	Inversores – tableros	30 A	**THW - 90**	4.0 mm2

3.5. Protección contra sobreintensidades

3.5.1. Selección de elementos de protección: fusibles

Para la protección de los equipos del sistema fotovoltaico es necesario emplear fusible para proteger de una sobre carga o cortocircuito. La cual se empleará un cartucho de fusible de tipo PV de 1000V DC, que es de uso específico para instalaciones fotovoltaicas. Para seleccionar el fusible correcto utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{V_{fus} = \mathbf{f.s} * v_{oc} * \ N_p} \ldots\ldots\ldots \textbf{(17)}$$

Donde.

V_{fus}: Tensión de fusible.

V_{oc}: Voltaje de cortocircuito.

N_p: Número de paneles.

Para determinar la tensión del fusible consideraremos F. S=1.2

$$V_{fus} = 1.2 * 49.85\, V * \ 16$$

$$V_{fus} = 957 = 1000 \text{ v}$$

Ya determinado la tensión del sistema fotovoltaico se calculará intensidad del sistema fotovoltaica para seleccionar el fusible adecuado.

Con la siguiente ecuación se determinará el amperaje del fusible:

$$\boldsymbol{I_{fus} = 1.25 * I_{SC}} \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(18)}$$

Donde.

I_{fus} = $Corriente\ de$ fusible.

I_{sc} = $Corrinte\ de\ Cortocircuito\ del\ Módulo.$

$$I_{fus} = 1.25 * 11.41\ A$$

$$I_{fus} = 14.26 \text{ A} = 15 \text{ A}$$

Por lo tanto, ya determinado la tensión y la intensidad del sistema fotovoltaico seleccionaremos el fusible de 1000V y 15 A, en corriente continua.

3.5.2. Protección del Inversor

Para proteger los inversores, se utilizarán interruptores termomagnéticos bipolar la cual se hallará con la siguiente ecuación.

$$I_{MAX\ carga} = \frac{1.2 \text{ x } 3640 \text{ W}}{220\text{V}} = 19.85\ A \ldots\ldots\ldots \textbf{(19)}$$

Se selecciono un interruptor termomagnético con capacidad de corriente de 25 amperios.

3.6. Inclinación y Orientación Óptimo de los Paneles Solares

3.6.1. Cálculo de Inclinación Óptima

Para conseguir un mejor rendimiento en el sistema fotovoltaico es muy importante saber la inclinación de los paneles fotovoltaico, la cual no ayudara a recibir una mayor cantidad energía. Para calcular la inclinación optima (β), se deberá tener la ubicación precisa de latitud y longitud, la cual se ha utilizado un GPS para obtenerlo (ANEXO 1).

Los datos obtenidos se realizaron con un GPS la cual nos ubicó la siguiente coordenada:

Latitud: -14.060053°

Longitud: -75.723562°

Luego de los datos de localización de la ubicación de los paneles solares se podrá calcular la inclinación son las siguientes ecuaciones. Tabla N° 7.

Tabla 7.

Valores de inclinación óptima

TIPO DE INSTALACIÓN	PERÍODO DE USO	INCLINACIÓN ÓPTIMA
Instalación para Vivienda	Principalmente en Verano	B= Lat. -10º
Instalación para Vivienda	Principalmente en Invierno	B= Lat. +10º
Bombeo de Agua	Principalmente en Verano	B= Lat. -20º
Instalación para Vivienda	Anual	B= 3.7 +0.69*(Lat.)

Nota. Obtenido en área tecnológica [14]

Para calcular la Inclinación Óptima en un tiempo anual aplicamos la ecuación:

$$\boldsymbol{\beta = 3.7 + 0.69 * (Lat.)} \text{ ..... (20)}$$

Donde:

$\boldsymbol{\beta}$ = *Inclinación Óptima*

$\boldsymbol{Lat}$ = *Latitud*

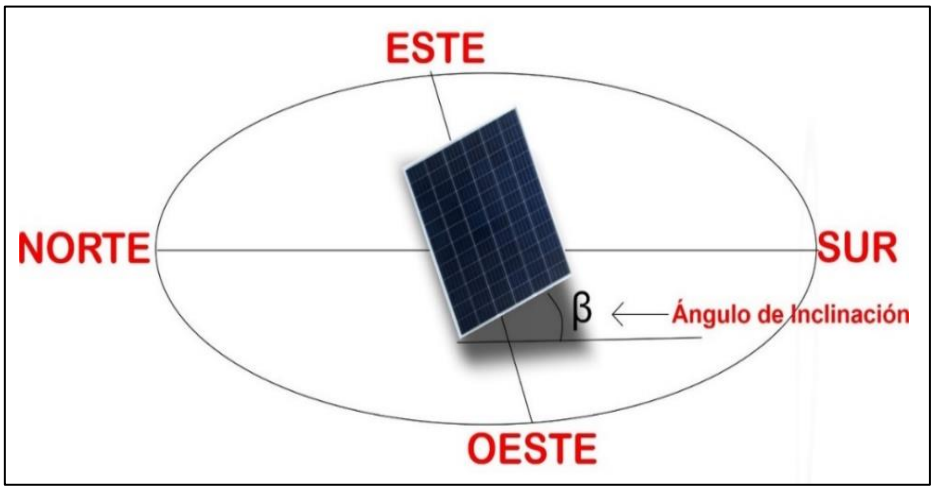
Entonces:

$$\beta = 3.7 + 0.69 * (14.060053°)$$

$$\beta = 13.40143° = 13.40$$

Figura 4.

Angulo de inclinación



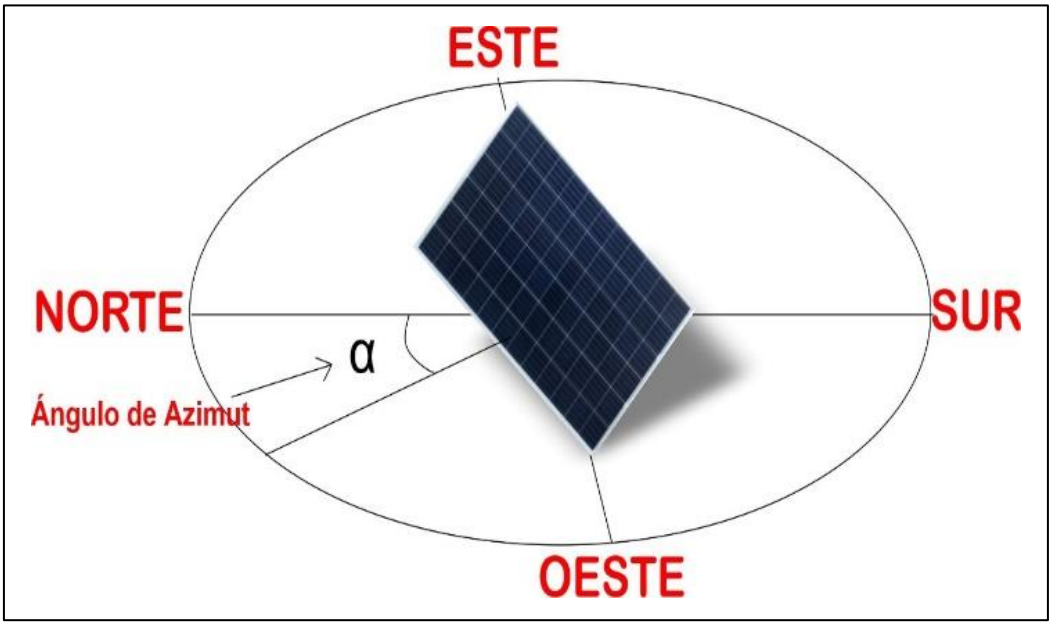
Con los calculo, se determina que el Angulo optimo es de 13.40°, que es la adecuada para obtener una mejor eficiencia en producción de energía solar. Por la humedad, las lluvias y el polvo sería más adecuado usar un ángulo de 15°, con el objetivo que no se acumule los residuos en los paneles solares.

3.6.2. Orientación

La orientación o azimut, la cual es importarte determinar la orientación de los módulos fotovoltaico, se posicionará sobre el techo del I.E Alberto Casavilca Curacca, la cual como estamos en hemisferio sur consideraremos la dirección $\alpha = 0°$ hacia el hemisferio norte, mientras que la dirección Oeste a 90°, la dirección de Este a -90°y finalmente la dirección Sur 180° o también a -180°.

Figura 5.

La orientación de los paneles solares



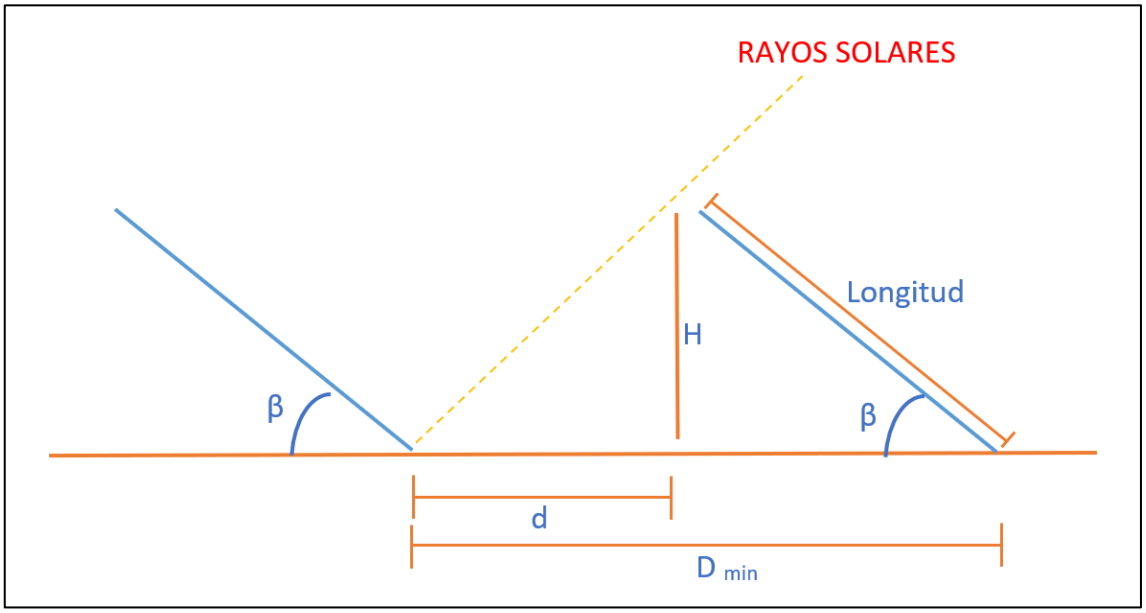
3.7. Distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos

Para tener una mejor eficiencia en la generación de energía es necesario determinar la distancia mínima entre los paneles solares, lo cual no permitirá tenga obstrucción de sombra entre los modulo fotovoltaico.

Para determinar la distancia mínima entre paneles fotovoltaico se necesitará tener la longitud de los modulo fotovoltaico y tener la inclinación optima, la cual utilizaremos las siguientes ecuaciones:

Figura 6.

Distancia mínima entre paneles. Obtenido en eliseosebastian.com. [15]



Se calculará la altura con la siguiente formula:

$$H = L.\ sen.\ B \text{……} (21)$$

Dónde:

H. altura (m)

L: longitud del módulo (m)

β: Angulo de inclinación (°)

$$H = 2.112 \times sen\ (15°)$$

$$H = 0.54\ m$$

Para determinar la distancia (d) emplearemos la siguiente ecuación:

$$d = \frac{H}{\text{tg}(61° - \text{latitud})} \ldots\ldots\ldots (22)$$

Dónde:

d: distancia (m)

H: altura (m)

ϕ: latitud del lugar (°)

$$d = \frac{0.54 \text{ m}}{\text{tg}(61° - \ -14°)} = 0.14m$$

Ya con el anterior calculo se determinará la distancia mínima entre los paneles fotovoltaico, con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{D}_{\mathbf{min}} = d + L.\ \text{Cos}\ \beta \ \textbf{……. (23)}$$

Dónde:

$D_{min:}$ Distancia mínima (m)

L: longitud del módulo (m)

β: Angulo de inclinación (°)

$$\mathbf{D}_{\mathbf{min}} = 0{,}14 + 2.112 \text{ x Cos } (15°)$$

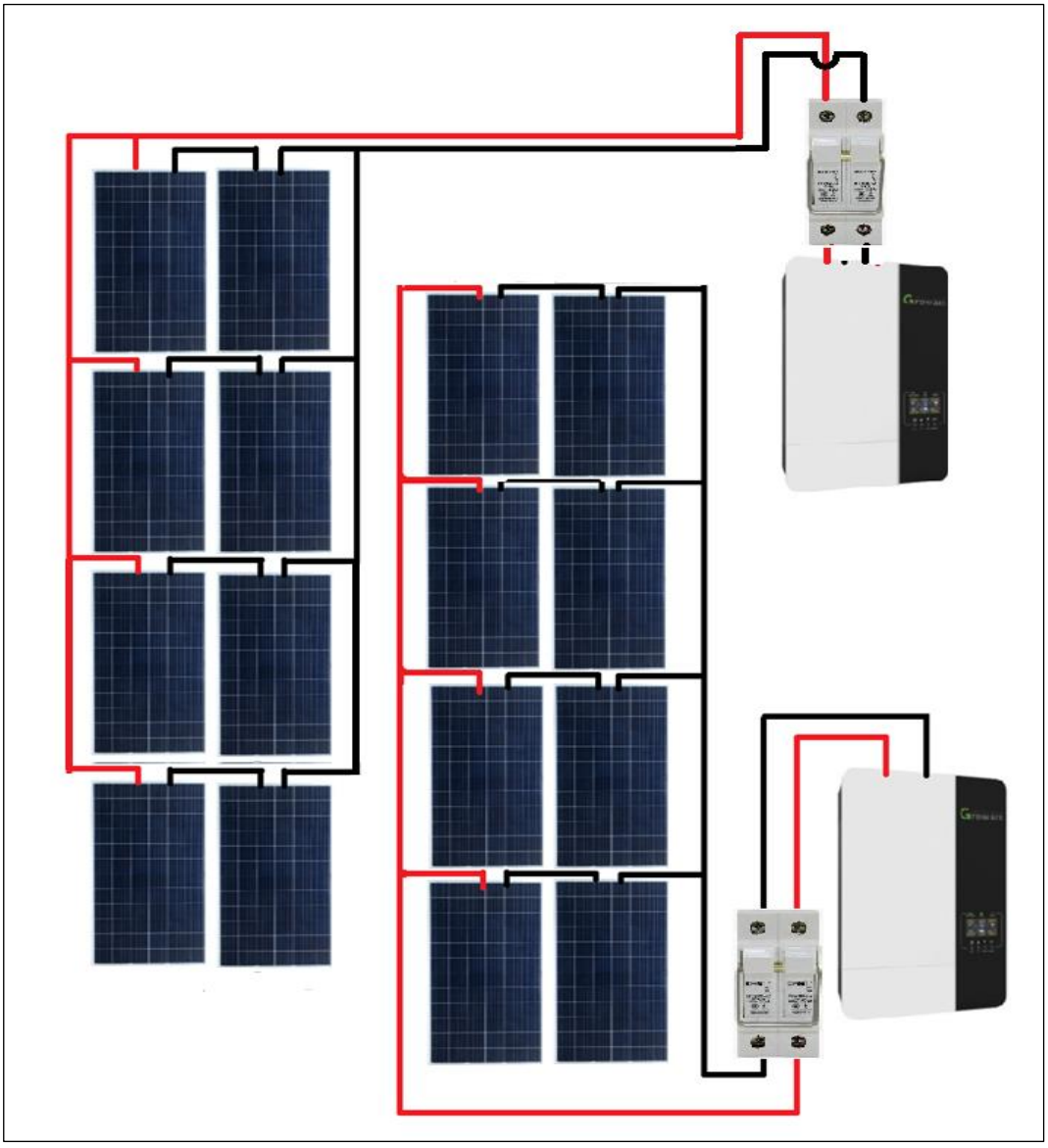
$$\mathbf{D}_{\mathbf{min}} = 2.18 \text{ m}$$

3.8. Diseño del Sistema Fotovoltaico en I.E Alberto Casavilca Curraca

Con los cálculos respectivo se determinó los equipos que conformará sistema fotovoltaico la cual se diseñará las instalaciones y conexiones de cada uno de ellos respectivamente. Los 16 paneles fotovoltaico de la marca JA SOLAR Monocristalino 455Wp /24V DC se agrupará en 2 grupos de 4 ramas y se conectara en serie 2 paneles para generar un voltaje 48V DC, que viene ser el voltaje del sistema que se trabajara, una vez agrupadas sus terminales positivo y negativo se conectarán a los fusible ya calculado de 15A y voltaje de 1000v, luego se conectara a los terminales correspondientes de los Inversores Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100 A, la cual tiene un regulador interno de 100A y la cual trabaja con sistema MMP.

Figura 7.

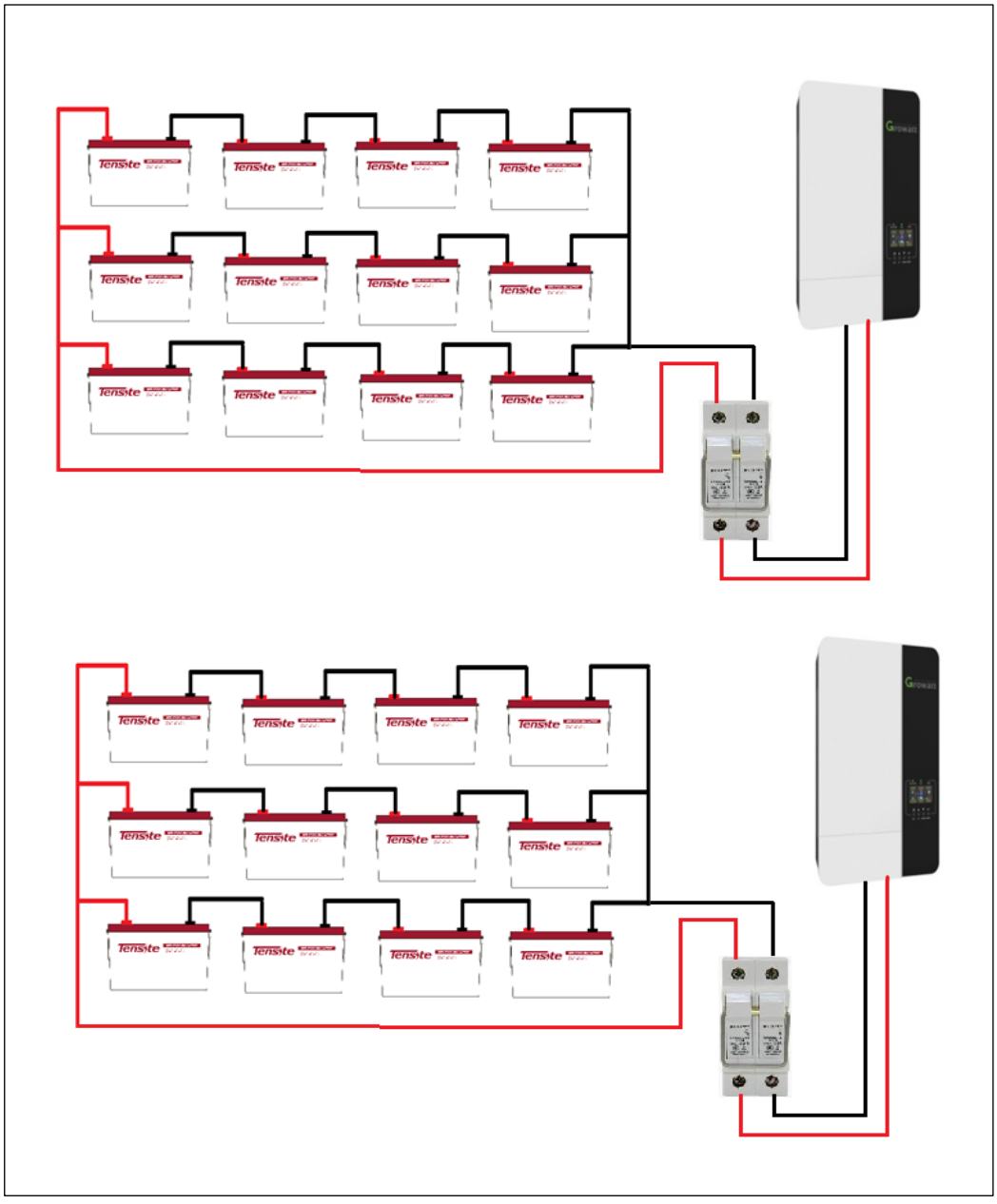
Conexión paneles solares – inversor incorporado con regulador



Luego de la conexión de los módulos fotovoltaico en los Inversores Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V/100 A. se conectar a las 24 baterías TENSITE de 300 A.h /12V DC se agruparán en 2 grupos de 3 ramas con 4 baterías, la cual las 4 baterías se conectar en serie para obtener un voltaje de 48V/DC, la cual se está trabajando el sistema fotovoltaico. Luego de agruparlo se conectará sus terminales negativo y positivo respectivamente, igual como los paneles fotovoltaicos se pondrá fusible de 15 A y 1000V, para la su respectiva protección, luego se conectará al Inversores Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V/100 A, La cual el inversor convertirá la correntie continua a corriente alterna con un voltaje de 220V.

Figura 8.

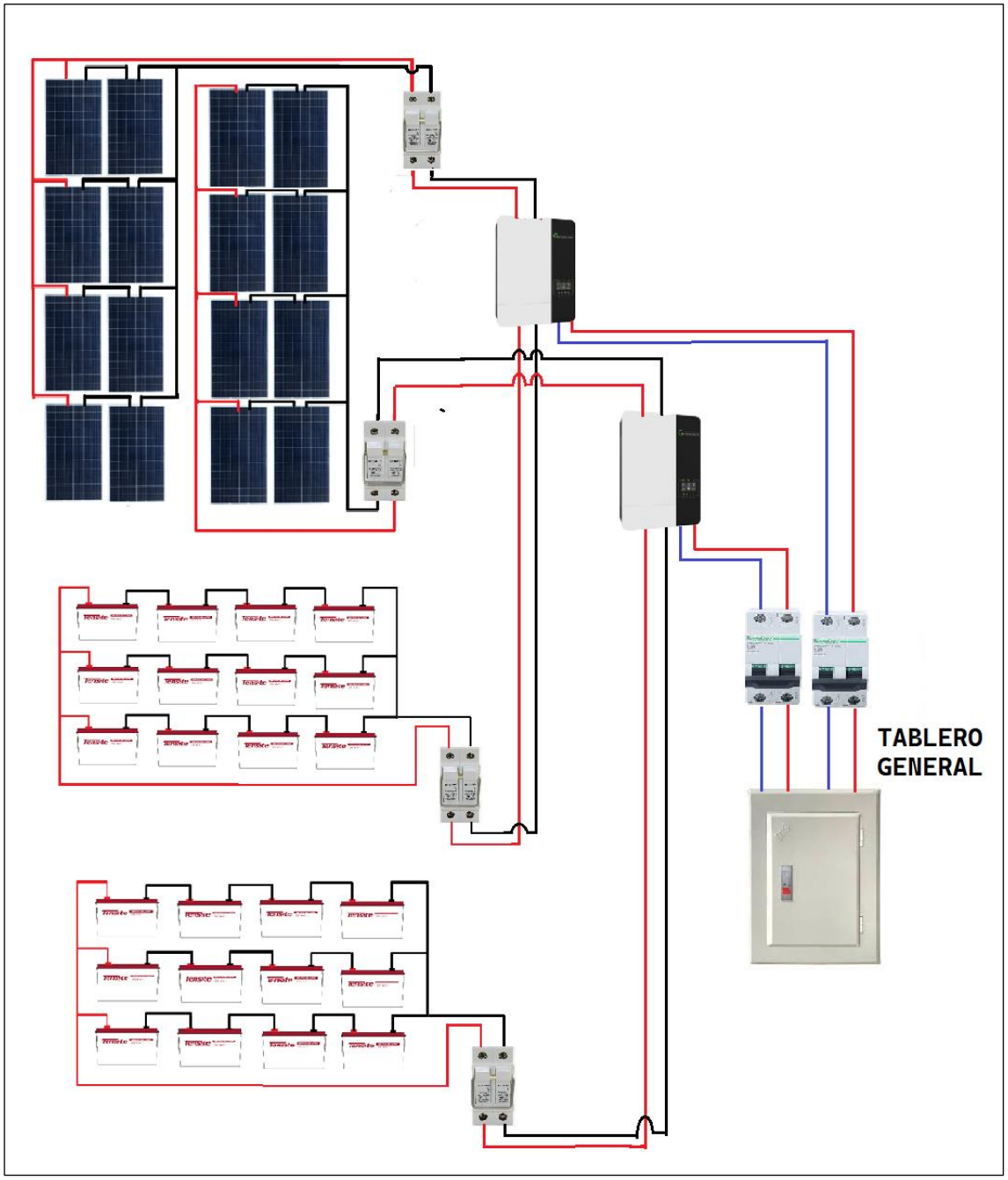
Conexión de la Batería – Inversor Incorporado Regulador MPPT



ya conectado todos los equipos que conforma el sistema fotovoltaico se deriva la energía eléctrica al tablero general, antes de la conexión al tablero se pondrá una llave termomagnética de 25A, para protección de una sobrecarga, la cual protegerá los circuitos, ya derivado la energía eléctrica a las instalaciones eléctrica interna de Institución Educativa, la cual proporcionará una energía renovales que reducirá el consumo eléctrico actual.

Figura 9.

Conexión del sistema fotovoltaico.



3.9. Estimación de la cantidad de CO_2 que dejara de emitir en el medio ambiente

El cambio climático es uno de los mayores desafíos ambientales que enfrenta el mundo actual, es por lo cual con la implementación de sistema fotovoltaico ayudara a reducir las emisiones de CO_2, es por esta razón que es importante tomar medidas para su reducción y promover una energía limpia y renovable.

De acuerdo con lo informado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), "el valor del Factor de Emisión es: 0.4521 kg CO_2/kWh, es el valor más actualizado del Factor de Emisión de la red eléctrica de Perú" [16]

Para calcular la cantidad de CO_2, es necesario determinar la energía anual generada con el sistema fotovoltaica, la cual se calculado con la página web PVGIS la cual no proporcionara con más exactitud la energía producida anual. (ANEXO 6).

$$\boldsymbol{Energia\ Electrica\ Anual} = 11\ 221.35\ \text{KW.h}$$

Con el proyecto ya implementado se calculará la cantidad de CO_2 con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{CO_{2\ Anual}} = 0.4521 \frac{Kg}{kw.h} x\ 11\ 221.35\ kw.h = 6\ 138.07\ kg$$

Ya determinado la cantidad de CO_2 anual que se reducirá, se calculara CO_2 total considerado la vida útil del sistema fotovoltaico, que es de 20 años, con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{CO_{2\ TOTAL}} = CO_{2\ ANUAL}\ X\ 20 \ldots\ldots\ldots (24)$$

$$\boldsymbol{CO_{2\ TOTAL}} = 6\ 138.07\ X\ 20$$

$$\boldsymbol{CO_{2\ TOTAL}} = 122\ 761.56\ Kg$$

$$\boldsymbol{CO_{2\ TOTAL}} = 122.76\ \text{Toneladas.}$$

3.10. Evaluación Económico y Financiero

3.10.1. Metrado y presupuesto del sistema fotovoltaico

Tabla 8.

Costo del suministro para el sistema fotovoltaico

ITEM	EQUIPAMIENTO PRINCIPAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	PRECIO
	SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.0	Modulo de Paneles Fotovoltaico				
	Panel solar Monocristalino de 72 celdas de 455Wp JA SOLAR	Unid.	16	S/ 883.07	S/ 14,129.12
2.0	Inversor				
	Inversor de carga Growatt SPF 5000 ES 48V,100A	Unid.	2	S/ 3,264.20	S/ 6,528.40
3.0	Sistema de almacenamiento				
	Bateria GEL 12 Vdc/300Ah TENSITE	Unid.	24	S/ 1,424.06	S/ 34,177.44
4.0	Acesorio de S.F				
	Estructura Panel Solar de Inclinacion 15°	unid.	4	S/ 1,128.24	S/ 4,512.96
	Cable de 10 mm2	m.	50	S/ 9.90	S/ 495.00
	Cable de 25 mm2	m.	12	S/ 20.50	S/ 246.00
	Cable de 4.0 mm2	rll.	1	S/ 493.90	S/ 493.90
	Acesorio de instalación	Gbl.	1	S/ 200.00	S/ 200.00
TOTAL					S/ 60,782.82

3.10.2. Flujo de Caja

El flujo de caja consiste el seguimiento detallado de los ingresos y egresos de efectivo durante un periodo de tiempo. La cual nos permitirán analizar y examinar la viabilidad de la implementación del sistema fotovoltaico en la Institución Educativa.

3.10.2.1. Flujo de Caja Proyectado

El flujo de caja proyectado, se generalizará informaciones actuales y estimada, lo cual permitirá evaluar la rentabilidad de la inversión proyectada para la Institución Educativa, así

mismo nos brindara la capacidad de visualizar los ingresos y/o egresos del proyectó a lo largo del tiempo estimado de 20 años, la cual consideraremos una tasa de interés mínimo de 10%.

El flujo de caja está compuesto por egresos e ingresos:

- **Los Egresos**

Por lo cual solamente los precios serian de:

a) Precio de los equipos

Precio equipos del sistema fotovoltaico= $S/.$ 60 782.82

b) Precio de montaje electromecánico

Precio de montaje = $S/.$ 2 123,72

c) Precio de transporte

Precio de transporte = $S/.$ 350.00

d) Precio de mantenimiento

Precio de mantenimiento = $S/.$ 300,00

Con la siguiente tabla se obtendrá el precio total

Tabla 9.

Precio del proyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PRECIO DE EQUIPOS	$S/.$ 60 782.82
2	PRECIO DE MONTAJE ELECTROMECANICO	$S/.$ 2 123,72
3	PRECIO DE TRANSPORTE	$S/.$ 350.00
4	PRECIO DE MANTENIMIENTO	$S/.$ 300,00
	TOTAL	$S/.$ 63 556.54

- **Los Ingresos**

Para la evaluación económica tendremos en cuenta los ingresos, la facturación de energía eléctrica que dejará de pagar la Institución educativa con la implementación de sistema fotovoltaico.

Para determinar la producción energía anual usaremos el sitio web PVGIS la cual nos brindara con más exactitud la producción energía del sistema fotovoltaico de la I.E Alberto Casavilca Curacca.

$$Consumo\ de\ energia\ anual = 11\ 221.35\ \text{KWh}$$

Ya obtenido la energía que producirá anualmente se multiplicará con costo actual de la energía que vende la empresa ELECTRODUNAS.S.A.S para obtener el costo de ahorro de energía eléctrica

$$Costo\ anual\ por\ consumo\ de\ energia\ x\ consumo\ de\ energía\ anual$$

$$= 11\ 221.35\ kWh\ x\ 0{,}79\ S/.\ /\ kWh = S/.\ 8\ 864.86$$

Lo cual nos da un ahorro de $S/.\ 8\ 864.86$ anules, por lo tanto, lo tomaremos como ingresos.

Ya con los datos de ingresos y egresos realizaremos la caja del flujo del sistema fotovoltaico de la Institución Educativa Alberto Casavilca Curraca.

Tabla 10.

Flujo de caja proyectada.

Año	Inversion Inicial	Mantenimiento	Ingreso	Flujo Efectivo
0	S/ 63,556.54			-S/ 63,556.54
1		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
2		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
3		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
4		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
5		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
6		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
7		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
8		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
9		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
10		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
11		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
12		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
13		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
14		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
15		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
16		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
17		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
18		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
19		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86
20		-S/ 300.00	S/ 8,864.86	S/ 8,564.86

VAN= S/ 64,270.28
TIR= 12%

RENTABLE
ACEPTABLE

3.10.3. Rentabilidad del Proyecto

3.10.3.1. Indicadores

Para determinar la rentabilidad del proyecto de sistema fotovoltaico utilizaremos dos herramientas importante VAN y TIR, la cual nos permitieran la evaluación la productividad del proyecto, con las herramientas también veremos el desarrollo de su rentabilidad la inversión.

3.10.3.1.1. Valor Actual Neto (VAN)

El libro titulado Matemáticas Financieras para la toma de decisiones empresariales lo define al "VAN como una medida de la rentabilidad del proyecto en términos monetarios, después de deducir la inversión inicial. Actualizando los flujos futuros a una tasa de descuento específica" [17, p. 137]

Para tener un mejor alcance en la productibilidad del proyecto es necesario calcular el valor actual neto (VAN), la cual evaluará los flujos de ingreso y egresos, así mismo las ganancias que se tendrá durante el tiempo proyectado.

Para calcular el VAN, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+r)^n}} \text{..... (25)}$$

Donde:

I_0: Inversión inicial.

n: Número de períodos.

r: Tasa de interés en la inversión.

FC_t: Flujos de caja en cada período t.

Para determinar el VAR se considera los siguientes criterios:

VAN<0: Si la inversión generada por la implementación sistema fotovoltaica genera pérdidas será rechazado.

VAN=0: Si la inversión generada por la implementación sistema fotovoltaica no produce, no genera pérdidas entonces lo que significa que es indiferente y no influirá en las decisiones.

VAN>0: Si la inversión generada por la implementación sistema fotovoltaica, generará los beneficios, por lo que se ha tomaría la decisión de aceptarlo.

3.10.3.1.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

En el libro titulada Matemáticas Financieras para la toma de decisiones empresariales, se describe:

> Al TIR (Tasa Interna de Retorno) como un porcentaje que mide la rentabilidad de una inversión, calculado sobre los saldos no recuperados en cada período. Este indicador muestra el promedio de rentabilidad por período y se define como la tasa que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero [18, p. 138].

Para tomar una mejor decisión de la inversión del sistema fotovoltaico en la Institución Educativa es necesario empleará la tasa interna de retorno (TIR), la cual se calculará la rentabilidad del proyecto, donde se determinará su aceptación o rechazo del proyecto. La cual usaremos la ecuación para calcular el TIR:

$$\mathbf{0} = -\boldsymbol{I_0} + \sum_{\boldsymbol{t=1}}^{\boldsymbol{n}} \frac{\boldsymbol{FC_t}}{\boldsymbol{(1+TIR)^n}} \text{..... (26)}$$

Donde:

I_0**:** Inversión inicial.

TIR**:** Tasa Interna de Retorno.

FC_T: Flujos de caja en cada período t.

n: Número de períodos.

A continuación, con los siguientes criterios se seleccionará TIR, en que “r” es la tasa de interés de la inversión.

TIR<r: la rentabilidad mínima no alcanza a la inversión del proyecto, por lo cual será rechazada.

TIR=r: la inversión es igual a cero, entonces no se podrá determinar en las decisiones del proyecto, igual con el ejemplo del VAR.

TIR>r: la rentabilidad supera a la tasa de interés del proyecto, por lo cual se llega a la conclusión de aceptar el proyecto.

De acuerdo con resultados obtenido en la **tabla N°10**, determinamos los siguientes datos:

VAN = S/. 64 270.28 > 0, por lo cual, es rentable el proyecto.

TIR = 12 % > 10 %, por consiguiente, es aceptable el proyecto.

PR= 7.5, por lo cual, la fecha recuperación de lo invertido es de 7 años y 6 meses.

IV. DISCUSIÓN

- En el proyecto de investigación presentada por Cáceres (2018) “Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red en el ahorro energético industrial para mitigar impactos Ambientales en la Región Ica 2017 – 2018”, tiene el objetivo de implementar un sistema fotovoltaico con la finalidad de ahorra la electricidad y la disminución de CO2 así mismo concordando con nuestro proyecto de implementación de sistema fotovoltaico de la Institución Educativa, en la reducción de CO2, con finalidad de mitigar la contaminación ambiental en la región de ICA y también concluyendo que es rentable.

- En la tesis desarrolla por Cayotopa (2019), se planteó el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de Amazonas, de acuerdo con la localización se determinó el nivel de radiación solar de la zona, llegando utilizar página web de la Nasa, Atlas y Meteonorm , la cual se determinó el mes más crítico de radiación solar es mes de junio con 3.64 kWh/m2/día. La cual concuerda con proyecto realizado en I.E Alberto Casavilca Curacca, donde el mes más crítico es del mes de junio con una radiación de 5.21 kWh/m2/día, a la vez concluyendo que la radiación solar varía de acuerdo con la latitud y longitud de cada zona.

- En la investigación presentados por flores, tapia (2023), “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School Moquegua 2022”, en la cual se determinó un consumo diario de 42.953 kWh/día en la Institución Educativa, luego determinando los componentes del sistema fotovoltaico de 38 paneles solares de 470 Wp, 04 reguladores de 80 amperio, 32 baterías de 6 voltio de 600Ah CD y 02 inversores de 24KW y último se realizó los calculo económico del proyecto donde se obtuvo un VAN de 142.34 soles y un TIR 10%, con un tiempo de retorno de la inversión de 8,995 años. El aporte del proyecto es el cálculo del sistema fotovoltaico. En cambio, en el proyecto de investigación se dimensiono el consumo 26 202 Wh/día en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca en Parcona, conformando 16 paneles fotovoltaico 455Wp, 24 batería 300Ah y 2 inversores incorporado un regulador. Los calculo económicos son: VAN de S/.64 270.28, TIR de 12% y con recuperación de la inversión de 7 años y 6 meses.

V. CONCLUSIONES

a) El promedio de energía eléctrica diaria que se necesitará para la I.E ALBERTO CASAVILCA CURRACA es de 26 202 Wh/dia. La máxima demanda siendo 7.588 W.

b) Se elaboro un estudio de los recursos solares de la zona a realizar el sistema fotovoltaico con la cual se utilizó la página web NASA la cual nos brindará la información de la radiación, la cual se consideró la menor radiación del mes JUNIO con una radiación de 5.21 KWh/m2, lo cual con datos obtenido se calculará los equipos que conforma el sistema fotovoltaico que son: los números de paneles solares, reguladores, inversores y baterías.

c) Los equipos que conformara el sistema fotovoltaico son los siguientes: 16 paneles fotovoltaicos de la marca JA SOLAR de 455 Wp de potencia pico cada uno, 24 baterías de la marca TENSITE de 300 A.h, y un Inversor Cargador Growatt SPF 5000 ES 48V 100A, la cual esta incorporado un regulador de 100A con tecnología MPPT. Con el equipo ya establecido se determinó la potencia que captara el generador del sistema fotovoltaico que es de 7.2 kWp.

d) Calculamos la reducción de CO_2, durante los 20 años, con sistema fotovoltaica será de 122 761.56 kg la cual los determinamos con la producción de energía anual.

e) Se realizo el presupuesto total del sistema fotovoltaico de I.E Alberto Casavilca Curacca la cual se determinó una inversión de *S*/. 63 556.54.

f) Con los análisis Viabilidad del sistema fotovoltaico se obtuvo un VAN de S/. 64 270.28 a una tasa del 10 % para un tiempo estimado de 20 años, con una TIR de 12%, y tiempo de recuperación de la inversión de 7 años y 6 meses.

VI. RECOMENDACIONES

a) Los paneles solares deberán ser instalado en zona sin ninguna obstrucción de sombras entre modulo fotovoltaico.

b) Los modulo fotovoltaico se deberá ser limpiado por la parte expuesta a los rayos de sol.

c) El mantenimiento se recomienda un promedio de 6 meses para la limpieza de los módulos fotovoltaico la cual está expuesta de lluvias, nevada y otros fenómenos meteorológicos. Igualmente, también verificar el estado de los cables y los equipos de protección del sistema fotovoltaico, si presenta algún desperfecto o deterioro la cual se reemplazará por un equipo nuevo.

d) Se tendrá en cuenta las especificaciones técnicas de las baterías la cual está en el anexo N° 04 donde recomienda hasta que tiempo cumple dicho ciclo que garantiza su adecuado funcionamiento, la cual ya cumpliendo el tiempo estimado por el fabricante se tendrá que cambiar por una batería nuevas, para así cumplir con su buen funcionamiento del sistema fotovoltaico.

e) El tablero eléctrico se deberá estar en un lugar ventilado y seco, así mismo debe ser hermético con la finalidad de protegerlo de los posibles daños ocurrentes.

f) Se recomienda hacer un estudio de cotización de los equipos y materiales, para obtener un mejor alcance de los precios y el que proyecto sea más rentable.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

[1] V. Lozano, «angencia andina,» 2022. [En línea]. Available: https://andina.pe/agencia/noticia-radiacion-ultravioleta-conoce-es-cuales-son-sus-tipos-y-sus-efectos-740414.aspx/www.congreso.gob.pe/mesa-partes-virtual/noticia-energias-renovables-cambio-necesario-vision-futuro-para-asegurar-sostenibilidad-920380.aspx#.

[2] A. R. Ticona Huanca, Artist, *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el hospital de la localidad de Coripata provincia Nor Yungas.* [Art]. Universidad Mayor De San Andrés, 2019.

[3] . A. García Barrero y L. Peñuela Guevara, Artists, *diseño e implementación de un sistema de paneles solares como.* [Art]. Universidad Santo Tomás, 2019.

[4] M. A. Morillo Chiluiza y W. A. Ayala Tipan, Artists, *implementación de reflectores con paneles fotovoltaicos.* [Art]. Universidad Técnica De Cotopaxi, 2021.

[5] Cavotopa, Artist, *dimencionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserio flor de valle en yambrasbamba provincia de bongara.* [Art]. Universidad Nacional De Pedro Ruizgallo, 2019.

[6] A. M. Quicaño Quea, Artist, *implementación de un sistema fotovoltaico.* [art]. universidad autónoma san francisco, 2021.

[7] T. Flores, Artist, *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School Moquegua 2022.* [Art]. Universidad Cesar Valle, 2023.

[8] caceres, Artist, *Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red en el ahorro energético industrial para mitigar impactos Ambientales en la Región Ica 2017 – 2018.* [Art]. universidad san luis gonzaga de ica, 2018.

[9] Hernandez, Fernandez y Baptista, Metodología de la investigación, 2014.

[10] Murillo, Artist, *La investigación científica.* [Art]. 2008.

[11] Tamayo, Artist, *El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa.* [Art]. 2004.

[12] B. &. h. Fernández, metodología de la investigació, mexico, 2014.

[13] c. d. c. indeco, «tabla de dactos tenicos n2xy».

[14] a. tecnologica, «valores de inclinacion óptimo,» 2023. [En línea]. Available: https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html. [Último acceso: 2022].

[15] e. sebastian, «eliseosebastian.com,» [En línea]. Available: https://eliseosebastian.com/distancia-entre-paneles-fotovoltaicos/.

[16] M. d. E. y. Finanzas, «Nota Técnica para el uso del Precio Social del Carbono en la Evaluación Social de Proyectos De Inversión,» lima , 2021.

[17] A. G. C., Matemáticas Financieras para toma de decisiones, 2006, p. 137.

[18] A. G. C., Matemáticas Financieras para toma de decisiones, p. 138.

VIII. ANEXOS

ANEXO N°01.

LOCALIZACIÓN DE LO PANELS SOLARES CON GPS GAMIN ETREX 30

LOCALIZACIÓN PARA LOS PANELES SOLARES

UBICACIÓN DE LOS POLOS

ANEXO N°02.

REPORTE DE RADIACIÓN SOLAR DE LA I.E ALBERTO CASAVILCA CURRACACON LA PAGINA NASA

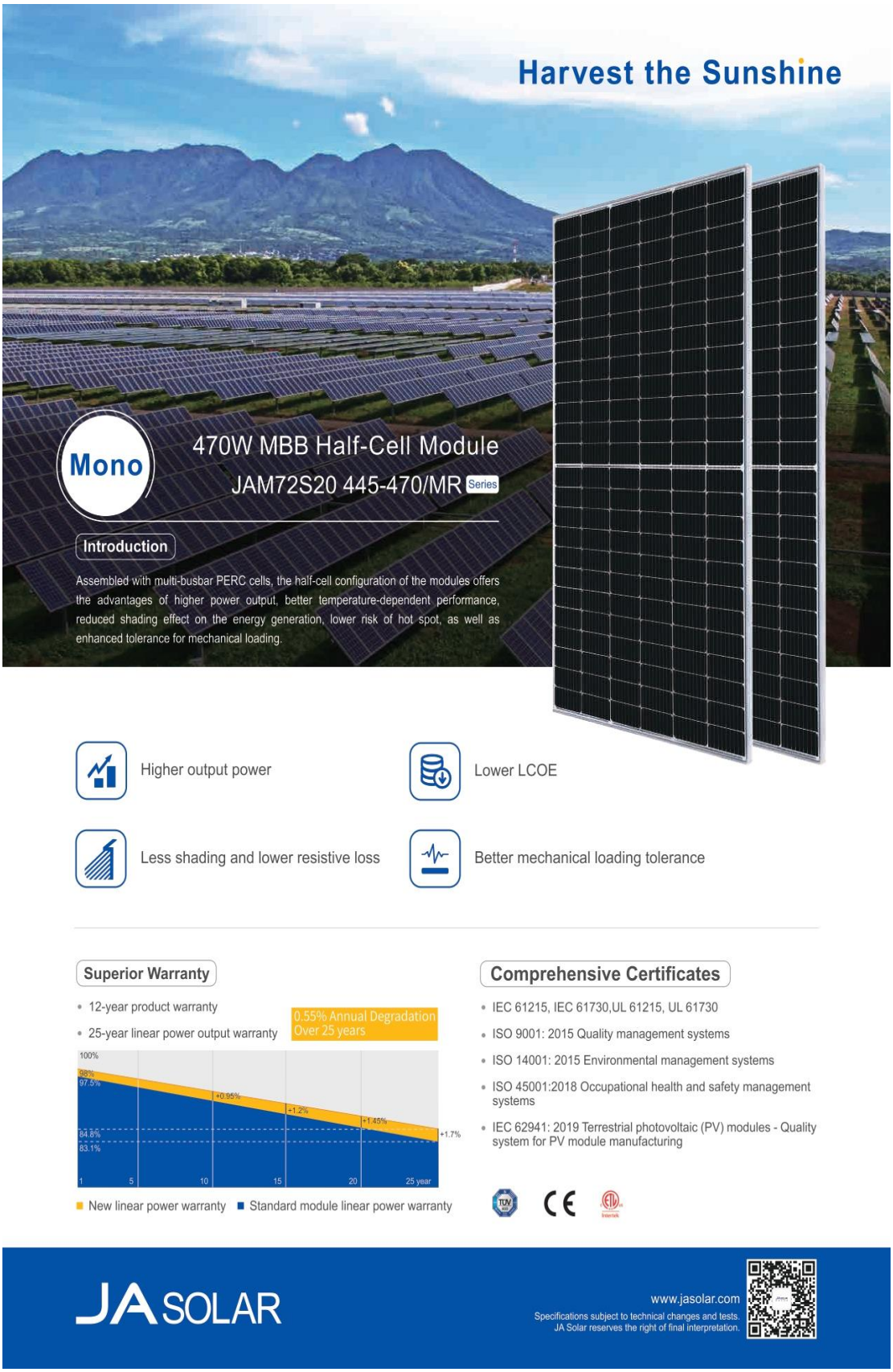
POWER_Point_Monthly_Timeseries_

Archivo Editar Ver

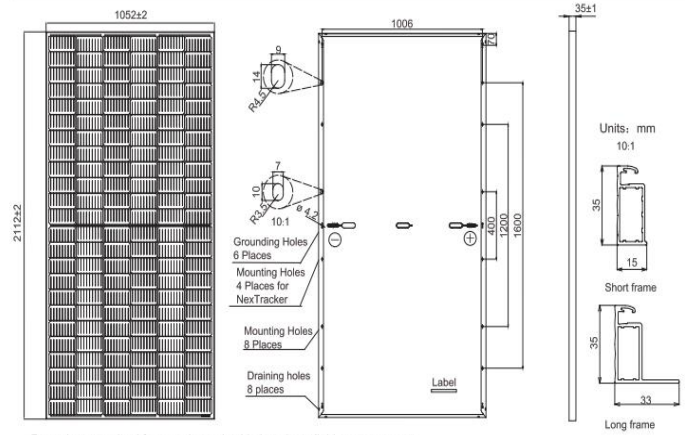
```
BEGIN HEADER-
NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Monthly and Annual
Dates (month/day/year): 01/01/2022 through 12/31/2022
Location: Latitude  -14.0601   Longitude -75.7236
Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 1319.63 meters
The value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability range: -999
Parameter(s):
ALLSKY_SFC_SW_DWN     CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m^2/day)
-END HEADER-
PARAMETER           YEAR   JAN  FEB  MAR  APR  MAY  JUN  JUL  AUG  SEP  OCT  NOV  DEC  ANN
ALLSKY_SFC_SW_DWN 2022   6.87 6.35 6.19 6.35 5.96 5.21 5.42 6.24 7.33 8.14 7.82 6.87 6.56
```

ANEXO N°03.

FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES SOLARES SIMAX DE 455 Wp



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	24.5kg
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/ QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.044%/℃					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.272%/℃					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/℃					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25℃, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

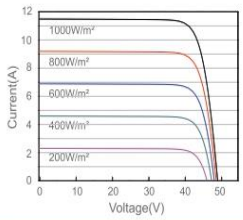
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

OPERATING CONDITIONS

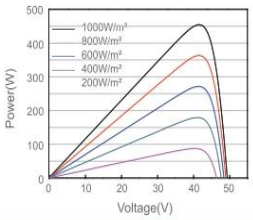
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40℃~+85℃
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112 lb/ft²) 2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2℃
Safety Class	Class Ⅱ
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

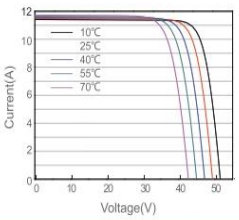
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



ANEXO N°04.

FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA RITAR 12 V- 300 A.h

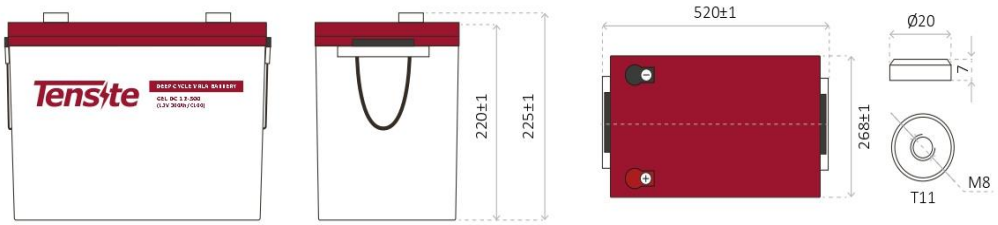
Tensite

GEL 12-300

CARACTERÍSTICAS

- Tamaño compacto ideal para cualquier tipo de uso.
- Gran rendimiento debido a su ciclo de vida de descarga profunda.
- Ideado para instalaciones fotovoltaicas.

DIMENSIONES



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

V-ES-1

BATERÍA DE GEL
12V 300 AH

BATERÍA SERIE GEL

Las baterías de la serie GEL están fabricadas con separadores especiales y gel de sílice que mantiene los electrolitos dentro de la batería. La tecnología de gel sílice ayuda a que las baterías duren más tiempo y funcionen mejor en diferentes temperaturas. La vida útil del ciclo de descarga puede durar un 50% más en comparación con las baterías normal.

APLICACIÓN

- Sistema de energía de emergencia
- Equipos de comunicación
- Sistemas de telecomunicaciones
- Fuente de energía ininterrumpida
- Herramientas eléctricas
- Equipo marino
- Equipo médico
- Sistema de energía solar y eólica

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sellado de seguridad
- Tecnología antiderrames
- Alta densidad de potencia
- Excelente recuperación de descarga profunda
- Placas gruesas y materiales altamente activos
- Mayor vida útil y diseño de baja autodescarga

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO DE BATERÍA	Voltaje nominal		12V	
	Capacidad nominal (100 Hora)		300Ah	
	Células por batería		6	
DIMENSIÓNES	Longitud	Ancho	Altura	Altura total
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
PESO APROXIMADO	67.0 kg ± 3%			
CAPACIDAD@ 25°C	10 Hroas(25.0A)	5 Horas (43.7A)	3 Horas (66.2A)	1 Hora(161.5A)
	250.0 Ah	218.7 Ah	198.7 Ah	161.5 Ah
CORRIENTE DE DESCARGA MÁX	2000 A (5 seg.)			
RESISTENCIA INTERNA	Cargado por completo Vat 25°C: Aprox. 2.0mΩ			
CAPACIDAD AFECTADA POR LA TEMPERATURA(10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
MÉTODO DE CARGA @25°C	Rango de voltaje de carga (Bulk)		Rango de voltaje de flotación (Float)	
	14.1-14.4V (Corriente de carga inicial inferior a 27A)		13.50-13.80V	

TABLA DE DESCARGA DE BATERÍA

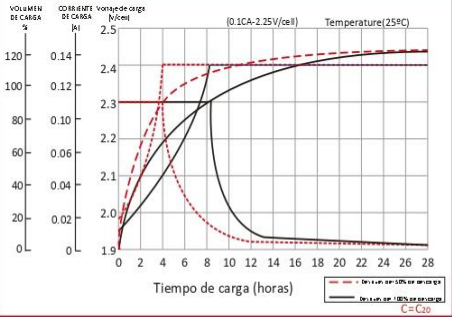
CORRIENTE CONSTANTE (AMP) Y POTENCIA CONSTANTE (WATT) TABLA DE DESCARGA A 25 ºC

F.V / TIME		5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00	13.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6	25.7
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25	13.13
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1	25.9
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50	13.38
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6	26.4
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75	13.55
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0	26.7
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00	13.63
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5	26.8

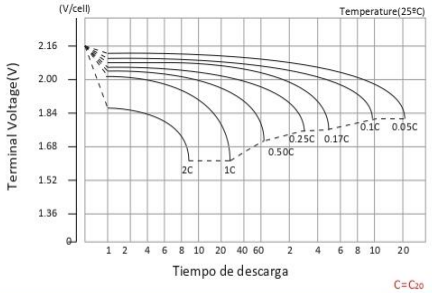
Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com

CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA

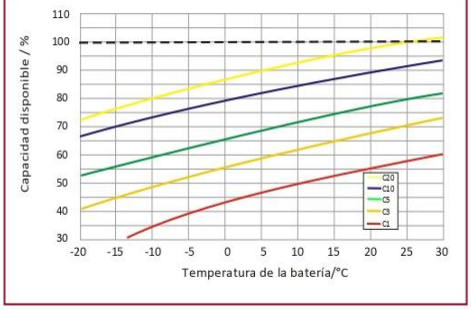
Características de carga en flotación



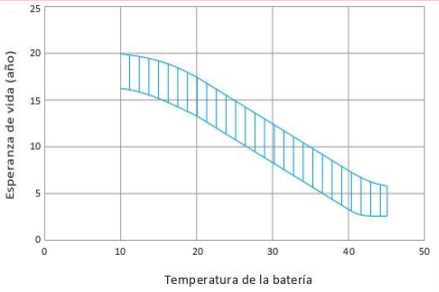
Características de descarga



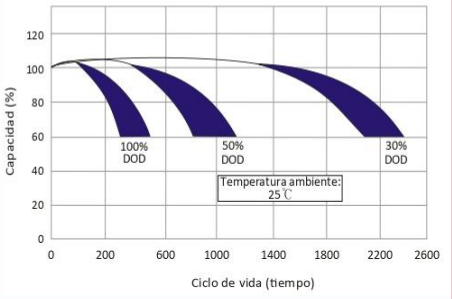
Efectos de la temperatura en relación con la capacidad de la batería



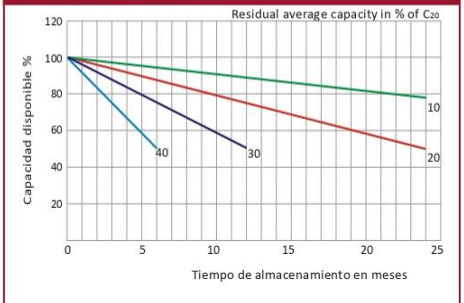
Vida útil de la batería en flotación en función de la temperatura



Ciclo de vida en relación con la descarga profunda



Capacidad disponible vs tiempo de almacenamiento



ANEXO N°05.

FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR CARGADOR GROWATT SPF 5000 ES 48V 100

Datasheet	SPF 3500 ES	SPF 5000 ES
Battery Voltage	48VDC	
Battery Type	Lithium/Lead-acid	
INVERTER OUTPUT		
Rated Power	3500VA/ 3500W	5000VA/ 5000W
Parallel Capability	Yes, 6 units maximum	
AC Voltage Regulation (Battery Mode)	230VAC ± 5% @ 50/60Hz	
Surge Power	70000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	93%	
Waveform	Pure sine wave	
Transfer Time	10ms typical, 20ms Max	
SOLAR CHARGER		
Maximum PV Array Power	4500W	6000W
MPPT Range @ Operating Voltage	120VDC ~ 430VDC	
Number of Independent MPP Trackers/ Strings Per MPP Tracker	1/1	
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	450VDC	
Maximum Solar Charge Current	80A	100A
AC CHARGER		
Charge Current	60A	80A
AC Input Voltage	230 VAC	
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)	
Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)	
PHYSICAL		
Protection Degree	IP20	
Dimension (W/H/D)	330/485/135mm	330/485/135mm
Net Weight	11.5kgs	12kgs
OPERATING ENVIRONMENT		
Humidity	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)	
Altitude	<2000m	
Operating Temperature	0°C - 55°C	
Storage Temperature	-15°C - 60°C	

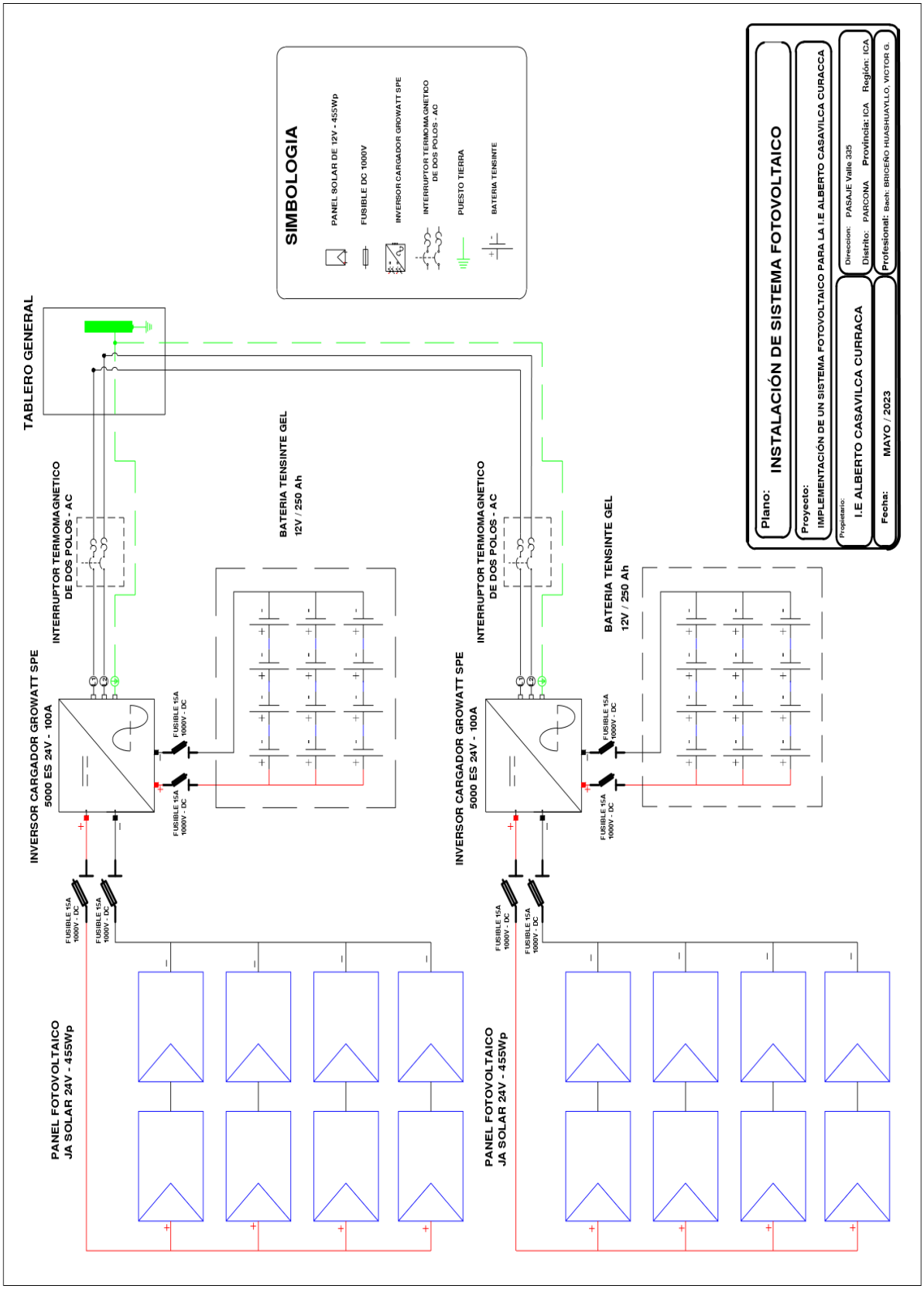
GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY Co.,LTD A: No.28 Guangming Road, Longteng Community, Shiyan, Baoan District, Shenzhen, P.R.China.
T: + 86 755 2747 1900 F: + 86 755 2749 1460 E: info@ginverter.com

ANEXO N° 6

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR, SIMULACIÓN CON PAGINA WEB PVGIS

ANEXO N° 7

DIAGRAMA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLATICA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALBERTO CASAVILCA CURACCA



ANEXO N° 8

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables
¿Como influirá la implementación del sistema fotovoltaico en la reducción de costo en la facturación eléctrica en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?	Implementar un sistema fotovoltaico para la reducción de consumo eléctrico convencional en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA,	El proyecto de la tesis de sistema fotovoltaico se logrará optimizar el servicio de consumo eléctrico generando un impacto positivo en la reducción facturación eléctrica, lo cual también ayudará a disminuir las emisiones de CO_2, contribuyendo y mejorando nuestro medio ambiente	VI: Implementación del sistema fotovoltaico VD: Reducción de consumo eléctrico
Problema Específicos	**Objetivo Específicos**	**Hipótesis Específicos**	**Variables**
a) ¿Cómo se obtendrá la demanda total y los cálculos necesario para seleccionar correctamente los componentes del sistema fotovoltaico en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?	a) Determinar la demanda total y calculo necesario para seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.	a) Con la determinación demanda total se podrá seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA	VI: Determinación consumo eléctrico VD: Selección de los componentes del sistema fotovoltaico
b) ¿Cómo impactará la evaluación económica para precisar el ahorro en la facturación de energía en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca?	b) Determinar la incidencia económica en la facturación del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.	b) Existe una ventaja económica posterior a la implementación de la energía eléctrica convencional por un sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.	VI: Evaluación económica VD: Estimación de ahorro
c) ¿De qué manera se presupuestará el sistema fotovoltaico para determinar a futuro la recuperación de lo invertido en la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona-ICA?	c) Estimar el presupuesto necesario para la implementación del sistema fotovoltaico para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca, N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.	c). Con el presupuesto se estimará si es accesible el sistema fotovoltaico en la reducción de costo de la facturación eléctrica para la Institución Educativa Alberto Casavilca Curacca N°22321, en el distrito de Parcona – ICA.	VI: Presupuesto necesario VD: Estimación tiempo de retorno

ANEXO N° 9

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALBERTO CASAVILCA CURACCA

APROBACIÓN PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la solicitud recibida por el BACHILLER VICTOR GABRIEL, BRICEÑO HUASHUAYLLO le informamos que la I.E ALBERTO CASAVILCA CURACCA N° 22321, que esta presta a colaborar con el proyecto de investigación titulada, "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO CONVENCIONAL A LA I.E. ALBERTO CASAVILCA CURACCA N° 22321 EN EL DISTRITO DE PARCONA - ICA", por lo cual proporcionaremos informaciones generales requeridas para el proyecto y se permitirá acceso a las instalaciones requerida de la institución educativa.

DIRECTORA: LA I.E. ALBERTO CASAVILCCA CURACCA N° 22321

EN PARCONA - ICA

ICA, 27 de JULIO del 2022