



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de un aplicativo de cálculo de Sistemas Fotovoltaicos
para la optimización del costo de instalación en el Perú**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Alvarez Yana, Urbano (orcid.org/0000-0002-5000-7556)

Ojeda Aguilar, Pedro Pablo (orcid.org/0000-0003-4219-8628)

ASESORA:

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana (orcid.org/0000-0001-5688-2258)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación cambio climático

TRUJILLO - PERÚ
2023

Dedicatoria

A mi madre Agustina por su inmenso amor y a mi padre Francisco que desde el cielo guía mis pasos.

Pedro Ojeda Aguilar

De manera muy especial a mi hermana Yolanda por su apoyo en la construcción de mi vida profesional.

U.A.Y.

Agradecimientos

Agradecimiento a Dios y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica por las alegrías y oportunidades brindadas en seguir tan bonita profesión de la ingeniería.

Pedro Pablo Ojeda Aguilar

Me gustaría expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad César Vallejo por abrirnos las puertas para formarnos como grandes profesionales.

A mi padre por su consejos y orientaciones, a mis hermanos por su apoyo económico y moral que me brindan en todo momento.

U.A.Y

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	11
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	11
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	12
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	14
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	15
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	15
IV. RESULTADOS	16
4.1 Programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados	16
4.2 Utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador	19
4.3 Generar un aplicativo mediante el software LabVIEW para el cálculo de sistemas fotovoltaicos	21
4.4 Demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica	22
4.4.1.1 Estudio de consumo de energía de la vivienda	22
4.4.1.2 Hora solar pico.....	25
4.4.1.3 Cálculo del ángulo de inclinación y orientación	26
4.4.1.4. Distancia mínima entre paneles fotovoltaicos	28
4.4.1.5 Consumo medio teórico diario	30
4.4.1.6 Consumo medio real diario	30

4.4.1.7 Cálculo del sistema de baterías	31
4.4.1.8 Número de baterías conectadas en paralelo	32
4.4.1.9 Capacidad del sistema.....	33
4.4.1.10 Número total de módulos que debemos instalar	33
4.4.1.11 Número de módulos en serie	34
4.4.1.12 Número de módulos en paralelo	35
4.4.1.13 Potencia pico o potencia máxima del generador fotovoltaico	35
4.4.1.14 Cálculo del inversor	37
4.4.1.15 Cálculo del regulador	37
4.4.1.16 Corriente máxima que puede enviar el regulador hacia los consumos	38
4.4.2 CALCULO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON GRID	41
4.4.2.1 Potencia de Arreglo	41
4.4.2.2 Número de paneles fotovoltaicos.....	42
4.4.2.3 Módulo de paneles en serie	42
4.4.2.4 Módulo de paneles en paralelo	42
4.4.2.5 Número total de inversores.....	43
4.5 Calcular los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.....	44
4.6 Realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú	54
4.7 Evaluacion de la usabilidad del aplicativo informatico.....	56
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	65
Anexos	74

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos</i>	13
Tabla 2. <i>Resumen del Procesamiento de Casos</i>	13
Tabla 3. <i>Estadísticos de confiabilidad</i>	14
Tabla 4. <i>Cuadro comparativo de uso de recursos computacionales</i>	20
Tabla 5. <i>Cálculo de los consumos teóricos de electrodomésticos y dispositivos, vivienda ubicada en la ciudad de Juliaca</i>	22
Tabla 6. <i>Cuadro de cantidad de componentes y costos por sistema fotovoltaico</i>	45
Tabla 7. <i>Valores del TIR para los sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID</i>	53
Tabla 8. <i>Valores del VAN para los sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID</i>	54

Índice de figuras

Figura 1. <i>Distancia mínima entre aristas de paneles</i>	6
Figura 2. <i>Irradiancia normal de un día soleado</i>	6
Figura 3. <i>Sistema fotovoltaico OFF GRID</i>	8
Figura 4. <i>Máquina de estados en LABVIEW</i>	9
Figura 5. <i>Arquitectura de máquinas de estado con el detalle para sistemas fotovoltaicos OFF GRID</i>	16
Figura 6. <i>Diagrama de la arquitectura de máquina de estados utilizada en el aplicativo</i>	17
Figura 7. <i>Arquitectura de máquinas de estado con el detalle para sistemas fotovoltaicos ON GRID</i>	18
Figura 8. <i>Detalle la programación orientada a eventos mediante una estructura de evento.</i>	19
Figura 9. <i>Generación del archivo ejecutable en LabVIEW</i>	21
Figura 10. <i>Cuadro de cargas en la vivienda de prueba ubicada en la ciudad de Arequipa</i>	24
Figura 11. <i>Resultados del como de potencia y energía eléctrica para la vivienda de prueba ubicada en la ciudad de Arequipa</i>	25
Figura 12. <i>Coordenadas de la vivienda de prueba 1</i>	27
Figura 13. <i>Respuesta del cálculo del ángulo de inclinación del aplicativo para la vivienda 2</i>	29
Figura 14. <i>Esquema de conexión de los paneles y baterías para la vivienda 2</i> ..	36
Figura 15. <i>Resumen de los componentes necesarios para satisfacer la demanda de energía de la vivienda 2</i>	40
Figura 16. <i>Datos de los componentes necesarios para el sistema fotovoltaico ON GRID en la vivienda 2</i>	43
Figura 17. <i>Costo de componentes por sistema fotovoltaica en la vivienda 2</i>	44
Figura 18. <i>Diferencias en costos utilizando el factor de simultaneidad en la vivienda 2 para un sistema fotovoltaico OFF GRID</i>	46
Figura 19. <i>Diferencias características de equipo por uso del factor de simultaneidad en un sistema OFF GRID</i>	47
Figura 20. <i>Algoritmo de cálculo de la TIR</i>	50
Figura 21. <i>VAN y TIR del sistema fotovoltaico ON GRID</i>	52
Figura 22. <i>Icono del aplicativo SFV_CAL para el cálculo de sistemas fotovoltaicos</i>	55
Figura 23. <i>Escala Likert de la aceptación del uso del aplicativo diseñado</i>	56
Figura 24. <i>Escala Likert de medición de la integración rápida del usuario con el aplicativo desarrollado</i>	57

Resumen

El presente trabajo de investigación se efectuó en base a la problemática del uso complejo de paquetes de software en el diseño de sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID que requieren una capacitación en el manejo de los mismos. Por esto se tuvo como objetivo general realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.

La metodología empleada es la de una investigación del tipo aplicada de diseño no experimental y transversal en donde la obtención de datos para la prueba de la utilidad del aplicativo se usó datos de la factura de energía eléctrica, de las páginas web de la NASA, SOLARGIS, Google Earth y SENAMHI que en las coordenadas donde se ubicaron las viviendas de prueba dan una irradiación promedio de 6 kWh/m²-día y 5.88 kWh/m²-día.

El desarrollo del aplicativo se hizo en el programa LabVIEW en donde se genera un archivo ejecutable. En su construcción se utilizó una arquitectura de máquina de estados con una programación orientada a eventos que permitió un ahorro del 12% del uso de la CPU del ordenador frente a una programación que no utilizó eventos en su ejecución. Este aplicativo puede ser instalado en sistemas operativos como Microsoft Windows , Linux y Mac OS X.

El aplicativo se utilizó como un medio de simulación de prueba de distintos escenarios en los que determino cantidad de componentes del sistema fotovoltaicos y su precio total e individual por equipo. En el diseño de sistemas fotovoltaicos OFF GRID se contó con la opción de usar el factor de simultaneidad en los cálculos que permitió ajustar la dimensión de potencia y corriente del regulador de carga que logro un ahorro 552.7 soles para la vivienda 1 y para la vivienda 2 que se tomaron como ejemplo de uso del aplicativo.

Palabras clave: Máquina de estados, programación orientada a eventos, ON GRID, OFF GRID, costos.

Abstract

This research work was carried out based on the problem of the complex use of software packages in the design of OFF GRID and ON GRID photovoltaic systems that require training in their management. For this reason, the general objective was to carry out the design of a photovoltaic system calculation application for the optimization of installation costs in Peru.

The methodology used is that of an investigation of the applied type of non-experimental and cross-sectional design where the obtaining of data for the test of the utility of the application was used data from the electric power bill, from the web pages of NASA, SOLARGIS, Google Earth and SENAMHI that at the coordinates give an average irradiation of 6 kWh/m²-day and 5.88 kWh/m²-day

The development of the application was done in the LabVIEW program where an executable file is generated. In its construction, a state machine architecture was achieved with event-oriented programming that allowed a saving of 12% in the use of the computer's CPU compared to programming that did not use events. This application can be installed in operating systems such as Microsoft Windows, Linux and Mac OS X.

The application was used as a means of testing simulation of different scenarios in which I determine the number of components of the photovoltaic system and their total and individual price per unit. In the design of OFF GRID photovoltaic systems, there was the option of using the simultaneity factor in the calculations that allowed adjusting the power and current dimension of the charge regulator, which achieved a saving of 552.7 soles for house 1 and for house 2 that were taken as an example of use of the application

Keywords: State machine, event-oriented programming, ON GRID, OFF GRID, costs.

I.- INTRODUCCIÓN

La energía solar es un tipo de energía renovable que no emite de CO_2 es una fuente de energía inagotable que está teniendo una gran relevancia hoy en día en tratar de no depender de fuentes de energía contaminantes como son los derivados de combustibles fósiles (Altas & Sharaf, 2014). Los sistemas fotovoltaicos son formados por paneles solares son del tipo modular por lo cual la generación de energía eléctrica puede ser ampliada con tiempo de vida útil promedio de 25 años sumado a que el costo de fabricación año a año van disminuyendo hacen que este tipo de tecnología tenga un buen futuro en su desarrollo (Krauter, 2006).

El diseño de sistemas fotovoltaicos se necesitan de datos como la localización geográfica del sitio donde se va a instalar (latitud y longitud), la radiación que incide en el sitio dependiendo de la estación del año, también por se requiere contar con conocimientos de previos de modelamiento matemático para representar componentes como el panel solar que es un semiconductor en base a silicio (Serna, Marín & Alzate, 2016).

La nueva visión que adquieren estudiantes para la solución de problemas de control con el uso del ordenador y software hacen que sean un complemento ideal en el afianzamiento del aprendizaje a un nivel de licenciatura (sites.google.com, 2020).

En la adquisición de nuevos conocimientos con ayuda de un ordenador se logra procesar un gran volumen de datos en un corto periodo de tiempo. Esto permite que se vea más claro conceptos teóricos descritos en libros. Esto hace que se puedan comprender ideas o conceptos de alta complejidad de una manera sencilla. (Arsham, 2015)

Las instituciones que brindan conocimiento para el desarrollo de uso de la energía solar han crecido y se requiere que para el diseño de proyectos en donde se hacían los cálculos en forma manual estos pasen a ser calculados con el uso de softwares de diseño fotovoltaico por la rapidez de obtención de resultados pero esto lleva al inconvenientes de que muchos de estos paquetes de software tienen una licencia de prueba de una corta duración para su uso a eso se debe de agregar que se requiere de una capacitación para el manejo de los mismos.

Por lo visto anteriormente se propuso el desarrollo de una aplicación que pueda ser utilizado de forma sencilla que pueda ser instalado en distintos sistemas operativos (Microsoft Windows , Linux y Mac OS X), que sea intuitivo la recepción de los datos necesarios (coordenada geográfica del lugar, radiación solar, días de autonomía y la energía eléctrica a suministrar) para el diseño del sistema fotovoltaico, que pueda utilizar las características de componentes (Panel solar, batería, controlador de carga e inversor) que se encuentren en el mercado local y no se limiten a una base de datos, que puedan entregar los resultados como la cantidad de componentes necesarios y costo total que representa para la toma de decisiones de su implementación de una manera visualmente entendible y sencilla. Por lo anterior descrito se planteó el problema general, ¿De qué manera se puede desarrollar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú? y por consiguiente los problemas específicos que ayudaron a lograr este objetivo principal son: i) ¿De qué manera se puede programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados?; ii) ¿De qué manera se puede utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador?; iii) ¿De qué manera se puede generar un aplicativo para el cálculo de sistemas fotovoltaicos? vi) ¿De qué manera se puede demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica? v) ¿De qué manera se calculará los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú?

La justificación del trabajo de tesis planteado son los siguientes: i) La justificación técnica del proyecto busca que los desarrolladores de proyectos fotovoltaicos utilicen un aplicativo con un entorno intuitivo para la selección adecuada a su necesidad de un sistema fotovoltaico donde solo se requiere los datos técnicos de los componentes como son el panel solar, el inversor, el regulador de carga, batería, coordenada de ubicación de la vivienda, irradiación solar de la ubicación de la vivienda y la energía a satisfacer; ii) La justificación ambiental toma valides por ayudar a los desarrolladores de proyectos eléctricos el uso de una energía fotovoltaica que es una energía limpia que no quema combustibles de origen fósil para la generación de la misma evitando así el aumento de gases de efecto

invernadero; iii) La justificación económica de la aplicación brinda un panorama del costo de inversión requerida para la adquisición de componentes necesarios en nuestra instalación fotovoltaica en el sistema elegido ya sea ON GRID u OFF GRID.

Debido a esto el informe de tesis tiene como objetivo general realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú. Teniendo para ello a los siguientes objetivos específicos:

- i) Programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados;
- ii) Utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador;
- iii) Generar un archivo ejecutable para el cálculo de sistemas fotovoltaicos;
- iv) Demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica;
- v) Calcular los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.

II. MARCO TEÓRICO

La recopilación de trabajos previos que se necesitaron para realizar este trabajo de investigación se detallan a continuación: (Camargo, Esmerlis, Marieth, Salas, & Garcés, 2020), desarrollaron un software libre de nombre DISOLFV para dar alternativas de solución en proyectos de sistemas fotovoltaicos aislados. En su construcción compilaron información obtenida de libros y artículos científicos de diseño fotovoltaico. Concluyeron que su trabajo ayudo a ahorrar costos porque permitió dar información de la cantidad de componentes y modo de conexión sin la necesidad de contratar a un experto para el diseño.

(Mejia, 2019), implemento un algoritmo para el cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados atraves de una interfaz grafica de usuario de MATLAB en donde incluyo los los procedimientos para realizar el cálculo del sistema fotovoltaico. Con ello comprobo que los resultados hallados coincidieron con ejercicios propuestos en la lista de documentación consultada. Finalmente concluyo que gracias a lo amigable de la interfza grafica creada se puedan diseñar sistemas fotvoltaicos aislados con facilidad.

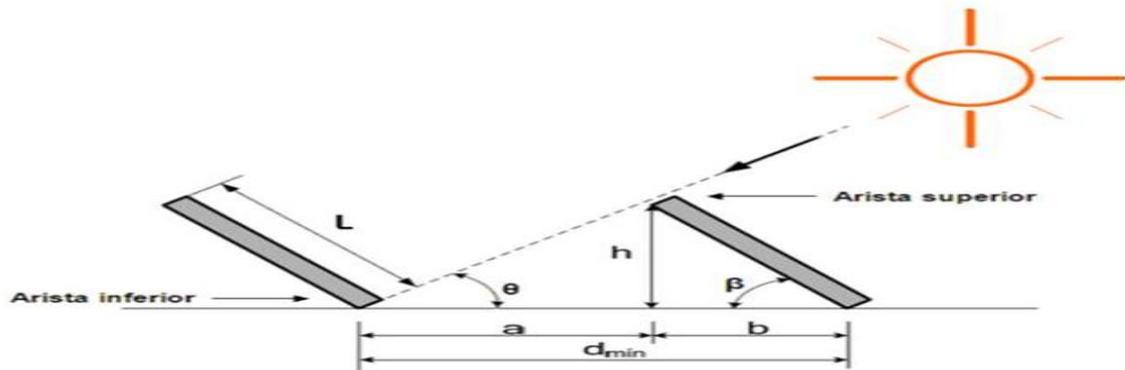
(COHAILA, 2018), desarrollo un software para parametrizar un sistema fotovoltaico conectado al red. Valiendose del paquete informatico de MATLAB utilizó una programción secuencial para crear un entorno de de comunicación entre el usuario y el software. Concluyo es es factible definir mediante un aplicativo un sistema fotovoltaico que se encuentra enlazado a la red eléctrica de la empresa concesionara del lugar. El aplicativo fue capaz de graficar data cada 15 segundos hallando picos de irradiancia de $1200 W/m^2$.

Luego de haber descrito los antecedentes de investigación se procede a citar conceptos necesarios para realizar este trabajo de investigación.

(Flores, Pesantez & Zalamea, 2021), en su investigación nos dice que la energía solar es un recurso energético que se encuentra libre en la naturaleza y que podemos aprovechar durante las horas de luz en el día. El dimensionamiento acorte a nuestra demanda está sujeto a la radiación solar propia del lugar.

(Filgueira, 2022), en su investigación menciona que una vez instado un sistema fotovoltaico el costo de generación es mínimo ya que no se paga por la energía que brinda el sol. Para nuestro diseño nos valemos de la información recopilada de instituciones gubernamentales y de organismos internacionales esto con fin de dar viabilidad al proyecto. (Villafuerte, 2019), en su estudio menciona la energía eléctrica por medio del uso de la luz del sol, el diseño fue experimental, el sistema fotovoltaico es una alternativa de energía que produce electricidad de origen renovable. El investigador concluye que la energía fotovoltaica es una energía renovable porque procede de una fuente primaria de energía inagotable, el cual es el sol además es un recurso limpio sostenible y gratuito. (Calsi & Angulo, 2020), en su investigación menciona como marcador útil podemos tomar como referencia la potencia nominal para determinar el estado de un sistema fotovoltaico. El estudio de (Pesantez, Ríos & Redrován, 2021) refiere al ángulo de inclinación óptimo que se tiene entre el plano horizontal y el panel fotovoltaico donde recomienda que se tome el valor de latitud en valor absoluto sumándole 10° . El trabajo de (Machado, 2015) menciona los niveles de radiación en la superficie dependen de varios factores: posición del Sol, altitud, latitud, cubrimiento de las nubes, cantidad de ozono en la atmósfera y reflexión terrestre. (cimav, 2022), en su investigación se refiere que el Sistema fotovoltaico es el conjunto de componentes conectados entre sí que tiene como finalidad obtener energía eléctrica a partir de la radiación solar. (Villavicencio, Melo, & Padilha, 2022), Tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, donde menciona que para un adecuado dimensionamiento se deberá tomar en cuenta el requerimiento de energía eléctrica de la vivienda y cuyo consumo de potencia es en muchos casos inferior a los 10 kW. El trabajo de investigación de (YUBASOLAR, 2015) se basa en "La estructura de soporte, permite asegurar la fijación del panel solar, favoreciendo la orientación y ángulo de inclinación para aprovechar mejor el nivel de irradiación por el generador solar, esta estructura proporciona a los módulos fotovoltaicos resistencia frente a los cambios atmosféricos" Soportes "La estructura de soporte, permite asegurar la fijación del panel solar, favoreciendo la orientación y ángulo de inclinación para aprovechar mejor el nivel de irradiación por el solar.

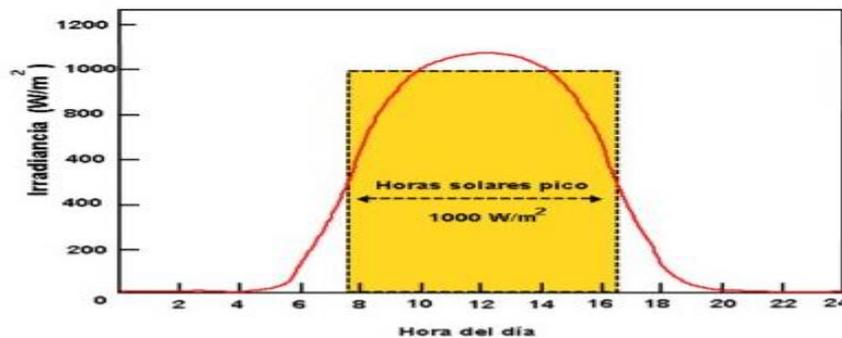
Figura 1. Distancia mínima entre aristas de paneles



Fuente: fuente tomada de (YUBASOLAR, 2015)

Según (Rojas-Hernández, 2018) indica que el tiempo de recuperación de la energía y cuya sigla en inglés es EPBT nos proyecta el tiempo necesario de generación en donde nuestro sistema fotovoltaico podrá cubrir el costo invertido en su instalación. En su estudio (Machado, 2015), menciona sobre los niveles de radiación en la superficie dependen de varios factores: posición del Sol, altitud, latitud, cubrimiento de las nubes, cantidad de ozono en la atmósfera y reflexión terrestre.

Figura 2. Irradiancia normal de un día soleado



Fuente: fuente tomada de Energía solar fotovoltaica (Machado, 2015)

(M. Pérez Martínez, 2017) menciona que la energía generada por el sistema requerirá de la potencia del panel fotovoltaico donde esta información es brindada por el fabricante y la hora solar pico.

El factor de simultaneidad es el dato que te indica la potencia eléctrica necesaria para tu hogar en caso de conectar todos los aparatos a la vez. (Naturgy, 2022)

(Rojas, 2022), en su investigación menciona que los paneles solares son los componentes encargados de transformar la radiación solar en energía eléctrica siendo su equivalente un generador de corriente continua. La configuración del sistema fotovoltaico (conexión serie, paralelo o mixto) así como la tensión y corriente de trabajo estará ligado al requerimiento de energía de la vivienda.

Tipos de sistemas fotovoltaicos que detallaremos serán los siguientes: Sistema fotovoltaico On Grid de refiere a que está conectada directamente a la red eléctrica local y su funcionamiento es el siguiente durante las horas con presencia de luz solar el usuario es bastecido de la energía solar producida por el sistema fotovoltaico y fuera estas horas o cuando la luz solar es insuficiente es bastecido de energía de la red eléctrica local (América fotovoltaica, 2020); En su estudio (Cantos, 2016), menciona que los sistemas aislados, se presenta en instalaciones que están aislados de la red eléctrica ya que su demanda de energía es abastecida por un sistema fotovoltaico.

(Petrone & Spagnuolo, 2011), en su estudio de investigación menciona que los sistemas fotovoltaicos aislados u OFF GRID se dan en lugares que por cuestiones técnicas no es posible que las viviendas se conecten a la red de energía eléctrica. La Imposibilidad de que las viviendas se puedan conectar a la red son generalmente a que estén muy lejos de punto de conexión o que estén separados de un rio, lago, etc.

(Juan C. Plasencia C. Universidad N. Pedro R. G.2018), en su trabajo de investigación, su objetivo es un sistema fotovoltaico interconectado a la red es un tipo de instalación en la que intervienen tres elementos: los paneles fotovoltaicos, el inversor interconectado y la línea eléctrica de la red. El generador fotovoltaico se encuentra conectado a la red eléctrica convencional a través del inversor interconectado, en dónde cuando trabaja el generador fotovoltaico de manera automática mediante el inversor interconectado deja de trabajar la red eléctrica convencional. Esto lo realiza en su tesis que lleva por título diseño de un sistema

fotovoltaico interconectado a red de 4.5 kW en el complejo policial la despensa -en el distrito de José leonardo Ortiz - provincia de Chiclayo – Lambayeque.

(Naing & Srinivasan, 2010), en su estudio de investigación busca que la demanda esté en equilibrio con la generación para ellos conecta la energía generada por los paneles fotovoltaico a la red de energía eléctrica. En el estudio de investigación de (Sanseverinatti, 2018), Menciona que los módulos fotovoltaicos, son elementos de que ante una radiación solar brindan una corriente eléctrica su material base lo compone el silicio.

(Machado, 2015), en su estudio de investigación proporciona que el regulador de carga, es un elemento de vital importancia en un sistema fotovoltaico ya que regulan la descarga y carga de las baterías, así como su protección entre estos dos estados.

Figura 3. Sistema fotovoltaico OFF GRID



Fuente: fuente tomada de Energía solar fotovoltaica (Machado, 2015)

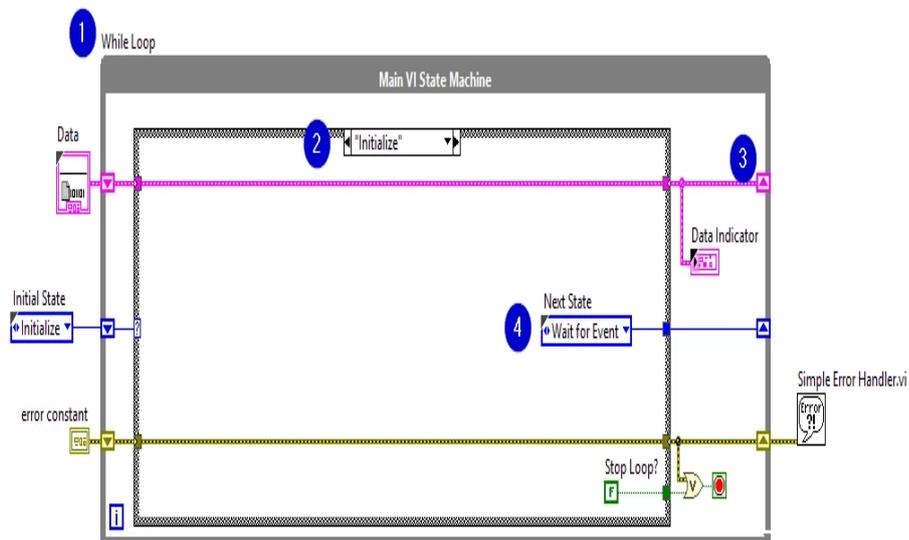
Para el diseño de un sistema fotovoltaico que abastezca de energía eléctrica a una vivienda se pedirá como dato la demanda máxima de potencia proveyendo un crecimiento del mismo en el tiempo. (Espejo & Molina, 2014)

El software representa la unión de datos, comando de instrucciones que interactúan entre ellas para ejecutar tareas que han sido programadas. El tiende a dividirse en dos tipos de categorías las de aplicación que están diseñadas para satisfacer un problema y las de sistema esta última es en donde se hallan los sistemas operativos

en los cuales podemos instalar los softwares del tipo aplicación (Camargo, Esmerlis, Salas & Garcés, 2020).

(NATIONAL INSTRUMENTS, 2022), en su página web menciona que LabVIEW es un entorno amigable que integra hardware y software que administra datos haciendo fácil su procesamiento y análisis. (Galeas & Llana, 2011), menciona que LabVIEW es un entorno donde la programación se da de forma gráfica y que se utiliza para crear instrumentos virtuales. Con LabVIEW se puede diseñar un instrumento virtual, simulando la forma física de un panel de control. La máquina de estados contiene estados únicos y estos están interconectados entre si a través de una condición de entrada que hace que se pase de un estado a otro. La estructura básica de un estado se da de la siguiente forma: i) Bucle while en donde se ejecuta ciertas condiciones repetidamente; ii) Estructura case que representa un estado aquí hay porciones de código que realizan una acción; iii) Shift register en donde se varía la información de entrada para hacer que se pase de un estado a otro; iv) Código de transición es la que actualiza la información del shift register haciendo que pase de un estado a otro.

Figura 4. Máquina de estados en LABVIEW



Fuente: Imagen tomada de la página web de National Instruments (National Instruments, 2022)

Según (QuestionPro, 2020), la escala de Likert es una escala de medición utilizada para parametrizar la comprensión de actitud de un usuario frente a un producto.

El valor neto actual (VAN) se utiliza para estimar diferentes alternativas de inversión de dinero y con ello encontrar la opción económica que genere mayor ganancia (economipedia, 2020).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+k)^t}$$

La tasa de descuento o tipo de interés (k) para proyectos verdes es de 4% según el trabajo de (Guevara D., 2021)

La tasa interna de rentabilidad llamada también como TIR representa una tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea igual a cero (SAGE, 2021).

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+TIR)^t}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación: según (CONCYTEC, 2018), indica que la investigación que se realizara es del tipo aplicada ya que usaremos la metodología existente para realizar nuestro diseño.

Diseño no experimental: para esta investigación usaremos un diseño de investigación del tipo no experimental porque no manipularemos nuestra variable independiente.

Dentro de la Investigación no experimental se usará la investigación transeccional o transversal ya que tomará los datos recolectados para decidir el tipo de sistema acorde a la necesidad de energía eléctrica de la vivienda. Diseños transeccionales exploratorios ya que servirá de guía de otras investigaciones. (Sampieri, 2014)

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable independiente

Diseño de un aplicativo para la selección de un sistema fotovoltaico

VARIABLES dependientes

Costo del tipo de instalación del sistema fotovoltaico

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: según (Arias-Gómez, 2016) nos dice que la población es un conjunto de individuos u objetos que guardan características similares que se encuentran en una misma ubicación geográfica y tiempo. Esta población es materia de estudio.

Población:

Las viviendas con opción tarifaria BT5B que no sobrepasen al mes la demanda máxima de 20 kW (OSINERGMIN, 2001).

Criterio de inclusión:

El estudio está dirigido a viviendas de consumo de energía eléctrica residencial BT5B.

Criterio de exclusión:

Viviendas fuera de la opción tarifaria BT5B

Muestra:

Se toma como muestra de estudio 2 viviendas ubicadas en el país de Perú una en la ciudad de Juliaca y la otra en la ciudad de Arequipa.

La elección de la muestra la tomamos por conveniencia.

Muestreo:

Fue de tipo no probabilístico usando la técnica de muestreo por conveniencia.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas de recolección de datos

- a) Observación directa, se dio en las ubicaciones de la vivienda donde se registró cada carga que servirá para el cálculo del dimensionamiento nuestro sistema fotovoltaico.
- b) Análisis de documentos, se tomó en consideración la información de los comprobantes de facturación de energía eléctrica que brinda la concesionaria al dueño de la vivienda mensualmente donde hay datos de la energía consumida y costos de venta.
- c) Entrevista, se hizo una entrevista para ver las necesidades del usuario esto con el fin de hallar la demanda de energía requerida y que deberá de suministrar el sistema fotovoltaico diseñando

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	VALIDACION
Observación directa	Cuestionario	Por expertos
Análisis de documentos	Recibos de consumo de energía eléctrica, hojas técnicas de componentes (Panel, batería, regulador de carga, inversor).	Fotos y recibos escaneados
	Libros de diseño de instalaciones fotovoltaicas, libro de programación en LabVIEW.	Libros
Entrevista	Cuestionario	Por expertos

Fuente: Elaboración propia

La tabla 1 muestra las técnicas que fueron utilizados en el desarrollo de este trabajo de tesis como la entrevista que se llevo mediante un cuestionario en formato digital utilizando un formulario de Google para recopilar información que se requirió en este trabajo. La información necesaria utilizada de los libros de diseños fotovoltaicos para ingresar los algoritmos de cálculo en el programa LabVIEW.

Tabla 2. Resumen del Procesamiento de Casos

	N	%
Validos	8	100
Excluidos	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 mostró la cantidad de personas que participaron en el llenado del cuestionario que se encuentra en el anexo 25.

Tabla 3. *Estadísticos de confiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.970	15

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 mostro el alfa de Cronbach que representa un método de cálculo para hallar el coeficiente de confiabilidad que determina hasta que medida los diferentes ítems de un instrumento de investigación como es el cuestionario son consistentes entre sí. El alfa de Cronbach hallado es de 0.97 que indico que las preguntas tomadas son consistentes.

3.5. PROCEDIMIENTOS

Se realizó la recolección de los comprobantes de pago de energía eléctrica de los usuarios participantes en el proyecto de investigación de un cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú .

Se hizo la entrevista y llenado de encuesta para ver las características de la carga que se debe de alimentar con el sistema fotovoltaico.

Se describió las fases correspondientes al procedimiento de recolección de información y elaboración del trabajo de tesis:

Fase inicial: se recolectó información relacionada con el diseño de instalaciones con energía fotovoltaica, la cual ayudó a determinar y especificar los requerimientos funcionales.

Fase de elaboración: en esta fase se diseñó el programa usando la arquitectura de máquinas de estado que permitió de desarrollo del aplicativo.

Fase de construcción: se desarrolló un prototipo del aplicativo creando para ello algoritmos que calculen los componentes de un sistema esto con los datos solicitados de las fichas técnicas de los componentes utilizados.

Fase de transición: se realizaron las pruebas de validación del aplicativo con datos reales de costos y datos técnicos de los componentes.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Observación directa de cada vivienda que servirá para la interpretación de los resultados.

Análisis de los documentos resultados alcanzados para datos de consumo de energía eléctrica.

Entrevistas esto sirvió como referencia de consumo de energía eléctrica.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

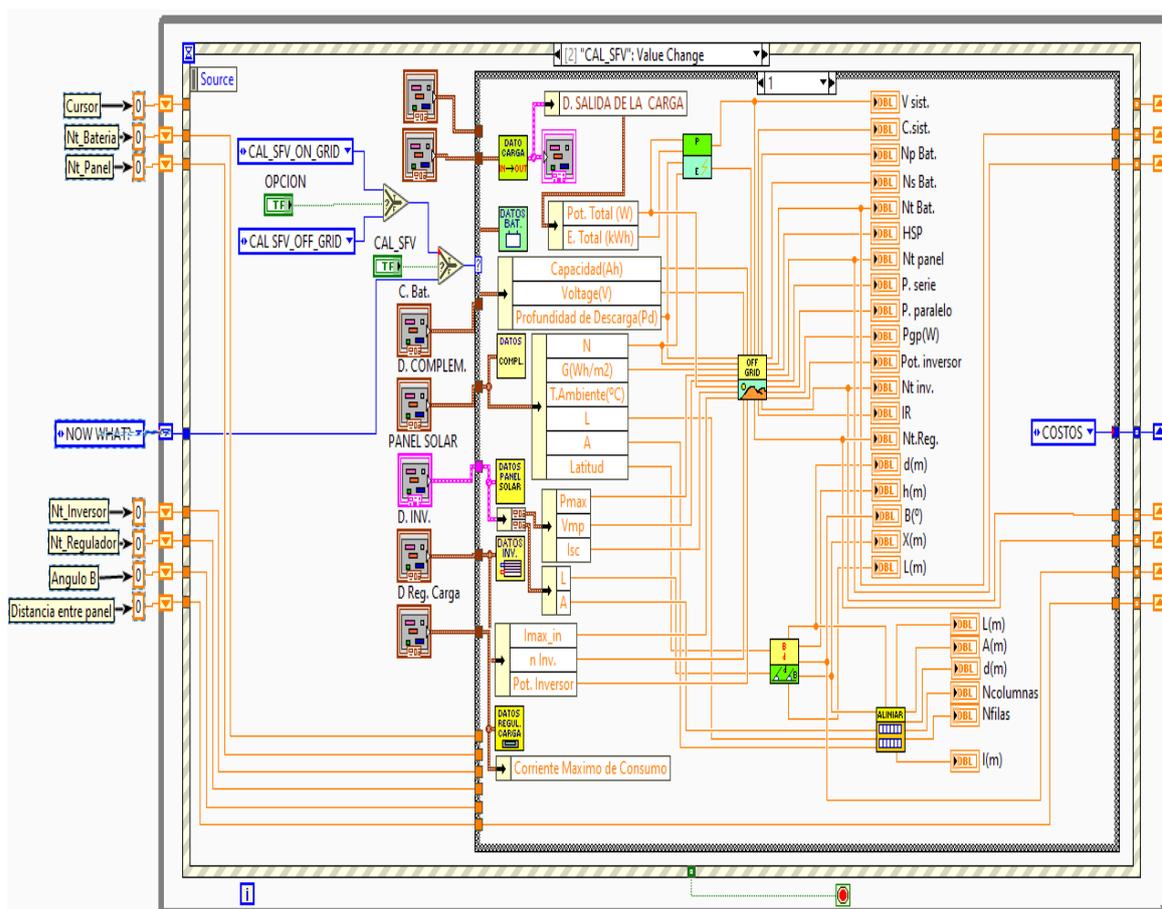
Se uso los parámetros de la investigación de la universidad César Vallejo, también los que están establecidos en el Código de Ética del Psicólogo Peruano son los siguientes 3 principios: i) El respeto a las personas se brindará el respeto debido a todos lo que participaran en esta investigación; ii) La justicia en la que a cada uno de los estudiantes serán tratados de forma equitativa, otorgando el mismo grado de responsabilidad a cada uno de ellos, y evitando tratos parcializados o discriminatorios; iii) Beneficencia y no maleficencia por medio del cual, se procura obtener el máximo provecho de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1 Programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados

Se utilizó la arquitectura de máquinas de estados en la programación del aplicativo en el software LabVIEW que permitió ordenar adecuadamente los algoritmos de cálculo ya sea de un sistema OFF GRID u ON GRID de una forma sencilla lo que otorgó la posibilidad que toda la estructura de programación este contenida en una sola ventana evitando así que se pierda perspectiva del programa como se ve en la (Figura 5) y (Figura 7).

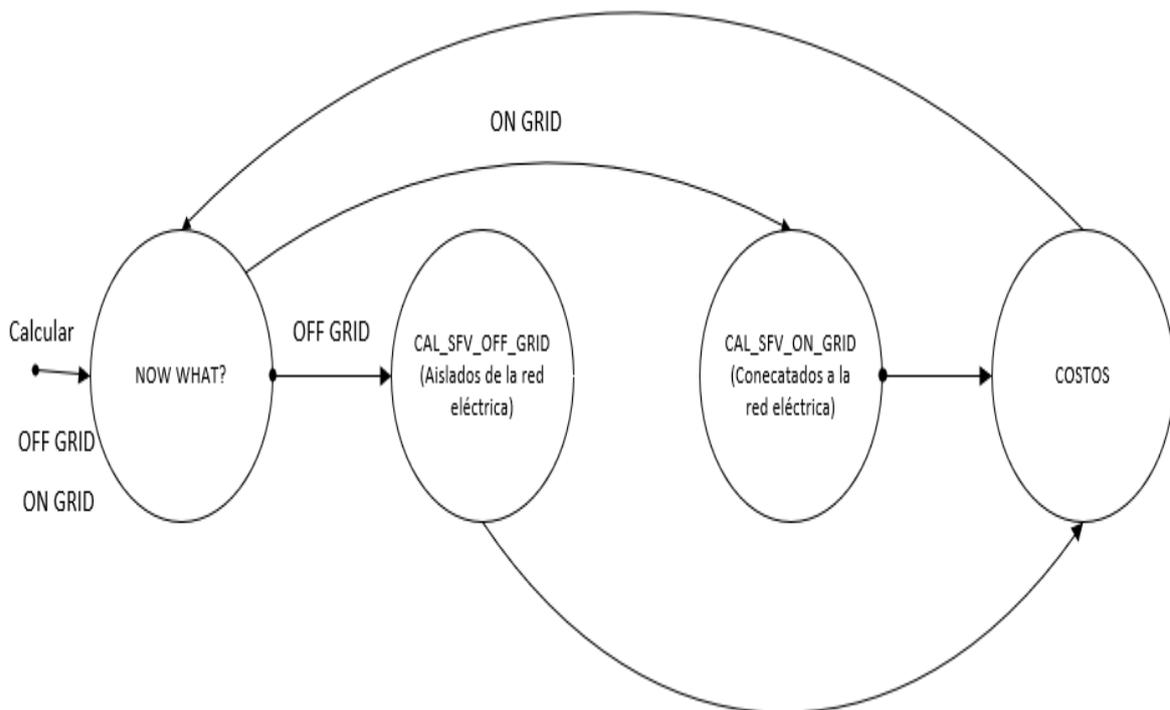
Figura 5. Arquitectura de máquinas de estado con el detalle para sistemas fotovoltaicos OFF GRID



Fuente: elaboración propia

Los estados creados en la (Figura 5,6 y 7) fueron 4: i) El estado de espera (¿NOW WHAT?) que inicia por defecto; ii) El estado del cálculo de sistemas fotovoltaicos OFF GRID; iii) El estado del cálculo de sistemas fotovoltaicos ON GRID; iv) El estado de cálculo de los costos de los componentes. En este estado se encuentra porciones de algoritmos que calculan componentes que conforman el sistema fotovoltaico y estos a su vez se encuentran encerrados en un estado. La programación utilizando máquinas de estado tiene como gran ventaja que se puede realizar cambios en los algoritmos que contienen los estados que conforman al aplicativo de forma sencilla esto debido a que el cambio realizado será hecho en un estado por lo que no afectará en el desempeño de los demás estados. Esta particularidad de la maquinas permite que se puedan dar mejoras en la programación o se añadan nuevas funciones sin modificar mucho la programación existente.

Figura 6. Diagrama de la arquitectura de máquina de estados utilizada en el aplicativo

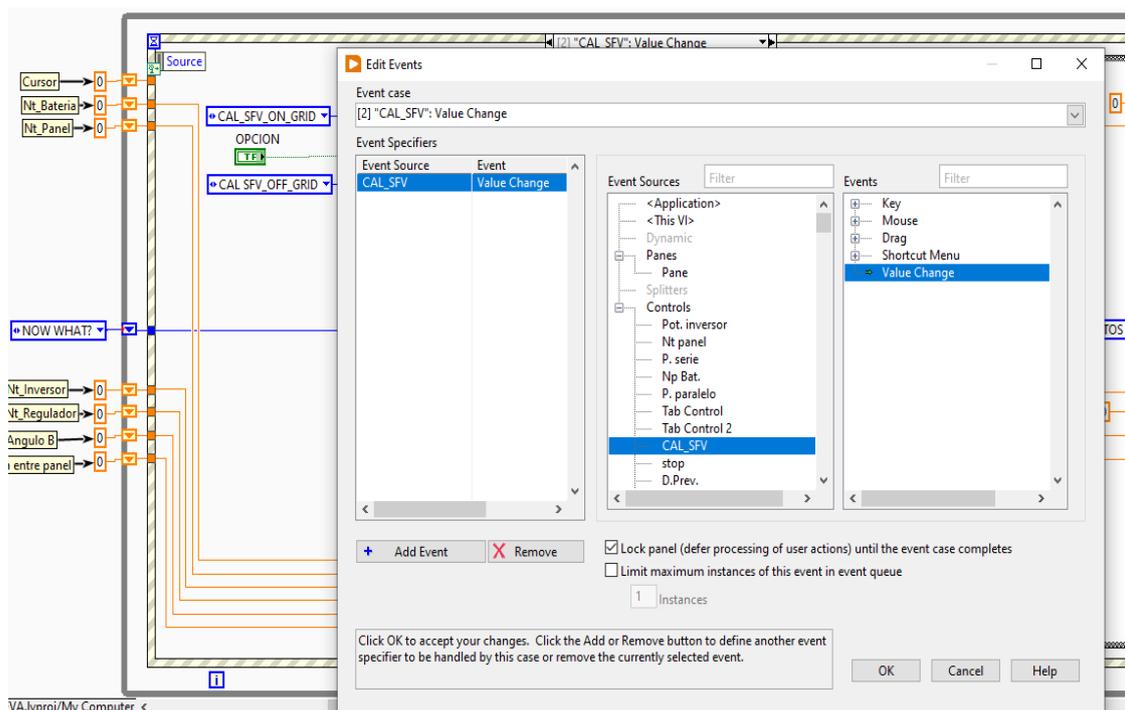


Fuente: Elaboración propia

La figura 7 muestra al estado de cálculos de sistemas fotovoltaicos ON GRID que utiliza los mismos datos que del panel solar y el inversor usando en el estado de sistemas fotovoltaicos OFF GRID, la irradiación solar en la ubicación de la vivienda y datos de las de coordenada geográficas para hallar la inclinación y separación entre paneles. Luego de haberse procesado la información ingresada esta pasa al estado de costos cuya programación se encuentra en el anexo 28. Terminado la ejecución de los cálculos presentados en el estado de costos este pasara al estado de espera (¿NOW WHAT?) que se presenta en el anexo 31.

4.2 Utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador

Figura 8. *Detalle la programación orientada a eventos mediante una estructura de evento.*



Nota: Una estructura de evento es donde se registran los controles que hacen que una entrada como la del botón calcular inicie la transición de un estado a otro.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 el evento que se planteó en el programa es el del botón calcular. Este fue registrado en la estructura evento que hace no se ejecute ninguna operación de cálculo hasta que se dé un clic en este botón y mientras no se presione en botón calcular el programa este en estado de reposo. En el programa de prueba del Anexo 65 no se utilizó la programación orientada a eventos por ello se ejecuta continuamente el programa derrochando recursos como la CPU (Unidad Central de Proceso) de la computadora esto hasta que se dé un stop o se cierre el programa.

Tabla 4. *Cuadro comparativo de uso de recursos computacionales*

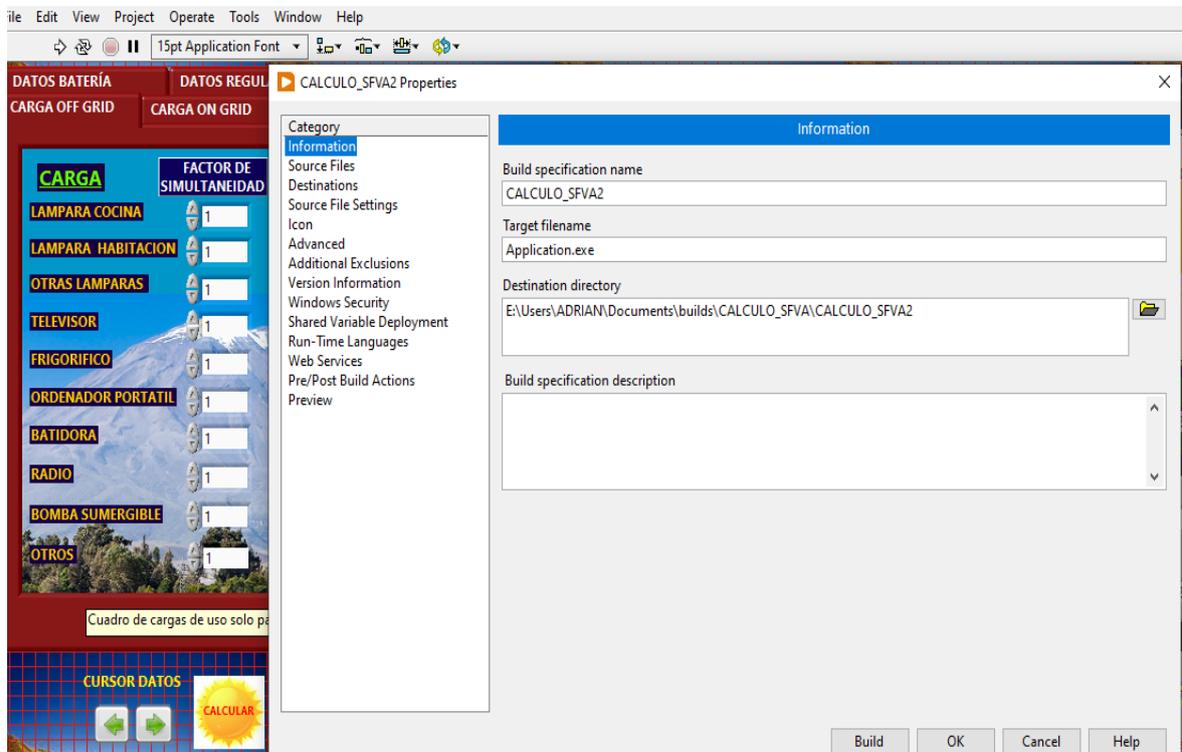
Condición	CPU (%)	Velocidad (GHz)	Memoria RAM (%)
Programa que utiliza eventos	26	1.43	78
Programa que no utiliza eventos	38	1.39	78
Diferencia de uso de recursos	12	0.04	0

Fuente: Elaboración propia

La (Tabla 4) se muestra las comparativas de los recursos utilizados por la computadora cuando ejecuta una aplicación cuando se utiliza una programación orientada a eventos, entonces se utilizará la menor cantidad de recursos computacionales, como se observó en la (Tabla 4) hay un ahorro del 12 % de la CPU de la computadora. Cabe resaltar que el programa de ejemplo del Anexo 65 es un programa sencillo que no se asemeja a la complejidad los algoritmos creados para realización del aplicativo desarrollado en este trabajo de tesis, pero para efectos ver cómo es la utilización de recursos cuando no se utiliza una programación orientada a eventos con un simple algoritmo de cálculo frente a un complejo conjunto de algoritmos presentados en el desarrollo del aplicativo de cálculos de sistemas fotovoltaicos.

4.3 Generar un aplicativo mediante el software LabVIEW para el cálculo de sistemas fotovoltaicos

Figura 9. Generación del archivo ejecutable en LabVIEW



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestra la opción de “Build Application EXE from VI” que se encuentra en menú Tools, aquí es onde se genera la aplicación que su icono se muestra en la figura 22 que puede abrirse directamente. Este ejecutable requirió del archivo llamado Runtime que puede ser descargado de la página oficial de National Instruments para que poder funcionar en distintos sistemas operativos sin la necesidad de tener instalado el software de LabVIEW en la computadora. El manejo del aplicativo se encuentra en el Anexo 22.

4.4 Demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica

4.4.1.1 Estudio de consumo de energía de la vivienda

Se realizó un estudio de carga de 2 viviendas una ubicada en la ciudad de Juliaca y la otra en la ciudad Arequipa como se muestra en la (Tabla 5) y la figura 10 con el fin de tener distintas ubicaciones con una radiación solar diferente.

La (Figura 10) muestra la potencia total requerida por la vivienda ubicada en la ciudad de Arequipa que temas prácticos pasara a llamarse vivienda 2 por consiguiente la vivienda ubicada en la ciudad de Juliaca que se utilizó como prueba se llamará vivienda 1.

Tabla 5. *Cálculo de los consumos teóricos de electrodomésticos y dispositivos, vivienda ubicada en la ciudad de Juliaca*

Carga	Factor de simultaneidad	Cantidad (Unid.)	Potencia (W)	Uso diario (h)	Energía consumida (Wh)
Lampara de cocina	1	1	24	3	72
Lampar de habitación	1	2	18	3	108
Otras lámparas	1	3	12	1	36
Televisor	1	0	0	0	0
Frigorífico	1	1	350	4	1400
Ordenador portátil	1	1	170	6	1020
Batidora	1	0	0	0	0
Radio	1	0	0	0	0
Bomba sumergible	1	0	0	0	0
Otros	1	0	0	0	0
Energía total (Wh)					2636

Fuente: Elaboración propia

En la (Tabla 5) se observó el consumo de energía diario teórico de la vivienda ubicada en la ciudad de Juliaca cuya particularidad es que el factor de

simultaneidad es 1, que hará que nuestro sistema fotovoltaico OFF GRID este sobredimensionado ya que indicaría que todas las cargas estarán funcionando a las ves que es muy inusual que esto suceda siempre.

En la (Tabla 5) se utilizó como el tiempo de funcionamiento de la nevera de cuatro horas ya que es un promedio de las horas de trabajo del compresor esta referencia fue saca de (3en1group, 2023)

El factor de simultaneidad (FS) para la (Figura 10) se halló de la siguiente forma:

$$FS = \frac{\text{Potencia máxima}}{\text{Suma de las potencia de los aparatos}}$$

$$FS = \frac{350 \text{ W}}{874 \text{ W}} = 0.4004 \approx 0.4$$

Este valor hallado del factor de simultaneidad (FS) no influirá en la energía teórica que requiere la instalación por lo que el número de paneles solares y baterías no se vio afectado, la importancia del factor de simultaneidad cobro se presentó al momento de dimensionar el inversor y el regulador de carga como se verá más adelante.

Se utilizó el factor de simultaneidad de 0.4 que multiplica todas las cargas excepto la de mayor valor que representa el frigorífico esto con fin de definir la potencia necesaria cuando estén en funcionamiento los electrodomésticos del hogar.

Figura 10. Cuadro de cargas en la vivienda de prueba ubicada en la ciudad de Arequipa



Fuente: elaboración propia

En figura 10 también muestra la potencia de los electrodomésticos en corriente alterna multiplicada por el factor de simultaneidad (P_{AC}) que se usara al final para dimensionar el inversor y regulador de carga. Para efectos prácticos el aplicativo fue preparado para trabajar con el factor de simultaneidad de 1, por lo que si se requiere trabajar con un valor distinto se tendrá que hacer el cambio manualmente. Los rangos que permite variar el factor de simultaneidad el aplicativo se encuentran en el rango de 0.2 a 1.

Figura 11. Resultados del como de potencia y energía eléctrica para la vivienda de prueba ubicada en la ciudad de Arequipa



Fuente: elaboración propia.

La (Figura 11) muestra los valores de consumo den energía total, potencia total y potencia en corriente alterna (Esta última es la potencia total multiplicada por el factor de simultaneidad) en donde si se requiera evaluar distintos escenarios de carga solo se tendrá que cambiar los datos de la carga y presionar en el botón calcular e inmediatamente se actualizará las respuestas en la ventana de la (Figura 11).

4.4.1.2 Hora solar pico

$$HSP = \frac{G}{I_{B(CEM)}}$$

Dónde:

HSP : horas solares pico para un ángulo de inclinación.

G : irradiación solar media diaria, en $Wh/m^2/día$, para un ángulo de inclinación β .

$I_{B(CEM)}$: potencia media de radiación incidente en W/m^2 para las Condiciones Estándar de Medida (CEM), siendo su valor de $1000 W/m^2$

Para la vivienda 1 se tomó como valor $6000 Wh/m^2/día$, esto según la información suministrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la página web de la NASA y SOLARGIS que se da desde los Anexos 13 al 16.

$$HSP = \frac{6000}{1000} = 6$$

Para la vivienda 2 la información es sacada de la base de datos del software PVSYST como se muestra en el (Anexo 19) da una irradiación promedio de $5.88 kWh/m^2/día$ que se usó para hallar hora solar pico.

$$HSP = \frac{5880}{1000} = 5.88$$

4.4.1.3 Cálculo del ángulo de inclinación y orientación

$$\beta = \phi + 10$$

Dónde:

β : ángulo de inclinación.

ϕ : latitud del lugar en donde está ubicada la vivienda.

De forma práctica se toma el ángulo de la inclinación se toma usando latitud de la ubicación de la vivienda agregándole 10 grados esto se da con el fin de que el ángulo de inclinación no sea menor a 15° en donde se corre el riesgo de que se

deposite en el panel fotovoltaico sedimentos de polvo o granizo como en el caso de las zonas alto andinas como la ciudad de Juliaca lo cual afecta en el rendimiento del panel por efecto de sombras. Lo dicho anteriormente se toma en consideración en la programación del algoritmo como se detalla en el (Anexo 46).

Figura 12. Coordenadas de la vivienda de prueba 1



Fuente: imagen que se genera a partir de las coordenadas en Google Earth

Para la vivienda 1, que representa al hogar ubicado en la ciudad de Juliaca con coordenada geográfica mostrada en la (Figura 12) de -15.471271° , -70.143390° se tiene un ángulo de inclinación de:

$$\beta = |-15.471271| + 10 = 25.471271 \approx 26 \text{ grados}$$

De lo anterior se observó que da un redondeo hacia la derecha que también se utilizó en el algoritmo de cálculo del ángulo de inclinación del anexo 45.

Para la vivienda 2, que está representada por un hogar de la ciudad de Arequipa se obtuvo las coordenadas mediante el software PVSYST como da cuenta el (Anexo 18) da una coordenada geográfica de -16.4088 , -71.4765 .

$$\beta = |-16.4088| + 10 = 26.4088 \approx 27 \text{ grados}$$

La orientación de los paneles de da con dirección al norte esto debido a que el Perú se encuentra en el hemisferio sur. Si no se dispone de una herramienta que pueda medir el ángulo de inclinación del panel solar en la instalación del panel solar se utilizara la altura h desde el nivel del suelo al extremo del panel como se ve en la (Figura 13).

4.4.1.4. Distancia mínima entre paneles fotovoltaicos

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61 - \emptyset)}$$

$$h = l_p \times \sin \beta$$

Dónde:

d : distancia mínima entre paneles fotovoltaicos.

h : altura que forma el panel y el ángulo de inclinación.

l_p : longitud del panel solar en m.

β : ángulo de inclinación del panel solar.

Para la vivienda 1 el valor de d :

Para iniciar el cálculo se obtuvo el cálculo del panel solar de 350 W de la marca ECO GREEN ENERGY tiene una longitud de 1956 mm que en metros sería 1.956 metros.

$$h = 1.956 \text{ m} \times \sin 26^\circ$$

$$h = 0.857 \text{ m}$$

$$d = \frac{0.857 \text{ m}}{\operatorname{tg}(61 - 16.47)}$$

$$d = 0.841 \text{ m}$$

Para la vivienda 2 el valor de d se muestran en la (Figura 13):

Se utilizo el mismo modelo y marca de panel solar de la vivienda 1 por lo tanto la longitud del panel es de 1.956 m.

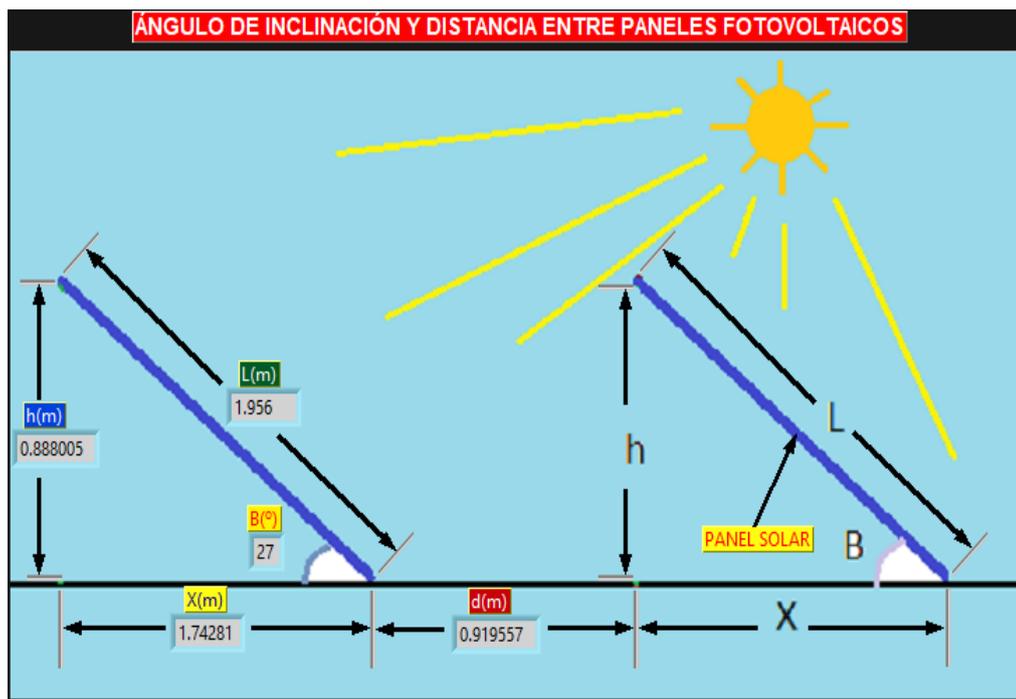
$$h = 1.956 \text{ m} \times \sin 27^\circ$$

$$h = 0.888 \text{ m}$$

$$d = \frac{0.888 \text{ m}}{\text{tg}(61 - 16.4)}$$

$$d = 0.902 \text{ m}$$

Figura 13. Respuesta del cálculo del ángulo de inclinación del aplicativo para la vivienda 2



Fuente: elaboración propia

La (Figura 13) muestra un ángulo de inclinación de 27° cuando de forma manual se obtuvo como respuesta 26°, esto se explica porque en el algoritmo utilizado en el

(Anexo 46) se emplea un redondeo hacia la derecha por lo que el valor de 26.4088 se ira a 27 por ser el valor entero más cercano a la derecha.

4.4.1.5 Consumo medio teórico diario

$$E_T = E_{CA} + E_{CC}$$

Dónde:

E_T : consumo medio teórico diario.

E_{CA} : consumo diario de corriente alterna.

E_{CC} : consumo diario de corriente continua.

Para la vivienda 1 el valor de E_T se obtuvo de la (Tabla 4):

$$E_T = 2636 Wh$$

Para la vivienda 2 el valor de E_T se obtuvo de la (Figura 6):

$$E_T = 2266 Wh$$

4.4.1.6 Consumo medio real diario

$$E = \frac{E_T}{R}$$

R: parámetro de rendimiento global de la instalación

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \times \left(1 - \frac{k_a \times N}{P_d}\right)$$

Dónde:

R: rendimiento global de la instalación.

k_b : factor de pérdidas en el conjunto de baterías y regulador.

k_c : factor de pérdidas en el inversor.

k_v : factor de pérdidas varias.

k_a : coeficiente de autodescarga diaria de las baterías.

N : número de días de autonomía.

P_d : profundidad de descarga de las baterías.

Para ambos casos de la vivienda 1 y 2 se toma como 3 días de autonomía y una profundidad de descarga de la batería de 0.7, los valores de los factores de cálculo de rendimiento global (k_b, k_c, k_v, k_a) se toman del (Anexo 20). El algoritmo desarrollado para calcular el rendimiento global se observa en el Anexo 34.

$$R = (1 - 0.1 - 0.1 - 0.1) \times \left(1 - \frac{0.005 \times 3}{0.7}\right) = 0.685$$

Para la vivienda 1:

$$E = \frac{2636 \text{ Wh}}{0.685} = 3848.1782 \approx 3848 \text{ Wh}$$

Para la vivienda 2:

$$E = \frac{2266 \text{ Wh}}{0.685} = 3308.0292 \approx 3308 \text{ Wh}$$

4.4.1.7 Cálculo del sistema de baterías

$$C_{sist} = \frac{E \times N}{V_{CC} \times P_d}$$

Dónde:

E : consumo medio real diario.

N : número de días de autonomía.

V_{CC} : tensión nominal del sistema.

P_d : profundidad de descarga de la batería.

La tensión del sistema es de 24 V para la vivienda 1 y para la vivienda 2 es de 48V el cual se halló del (Anexo 21) que trabaja en función de la potencia a alimentar. La profundidad de la descarga de la batería se toma 0.7 este dato se obtuvo de la hoja de datos de la batería como se muestra en el (Anexo 60).

Para la vivienda 1:

$$C_{sist} = \frac{3848 Wh \times 3}{12V \times 0.7} = 1374.2857 \approx 1374 Ah$$

Para la vivienda 2:

$$C_{sist} = \frac{3308 Wh \times 3}{24 V \times 0.7} = 590.7143 \approx 591 Ah$$

4.4.1.8 Número de baterías conectadas en paralelo

La batería que se está usando es de una capacidad de 150 Ah y de 12 VDC de la marca Tensite

$$N_p = \frac{C_{sist}}{C_{bat}}$$

Dónde:

N_p : número de baterías conectadas en paralelo.

C_{sist} : capacidad del sistema de baterías.

C_{bat} : capacidad de la batería a usar en Ah.

Se utilizará la misma capacidad de 150 Ah en las 2 viviendas el dato es sacado de la hoja de datos como se muestra en el (Anexo 60) y por ser esta capacidad bastante comercial.

Para la vivienda 1:

$$N_p = \frac{1374 \text{ Ah}}{150 \text{ Ah}} = 9.16 \approx 9 \text{ baterías}$$

Para la vivienda 2:

$$N_p = \frac{591 \text{ Ah}}{150 \text{ Ah}} = 3.94 \approx 4 \text{ baterías}$$

4.4.1.9 Capacidad del sistema

$$C_{sist} = N_p \times C_{bat}$$

Dónde:

C_{sist} : capacidad del sistema de baterías en Ah.

N_p : número de baterías conectadas en paralelo.

C_{bat} : capacidad de la batería a usar en Ah.

Para la vivienda 1

$$C_{sist} = 9 \times 150 \text{ Ah} = 1350 \text{ Ah}$$

Para la vivienda 2

$$C_{sist} = 4 \times 150 \text{ Ah} = 600 \text{ Ah}$$

4.4.1.10 Número total de módulos que debemos instalar

$$N_T = \frac{E}{P_p \times HSP \times \eta_m}$$

Dónde:

N_T : número total de módulos fotovoltaicos.

E : consumo medio real diario en Wh/día.

P_p : potencia pico del módulo fotovoltaico que se va a utilizar en Watt.

HSP : el número de la hora solar pico.

η_m : rendimiento del módulo, debido a suciedad en su superficie, pérdidas por reflexión, tolerancias, etcétera. Normalmente podemos considerar $\eta_m = 0.9$.

Para la vivienda 1

$$N_T = \frac{3848}{350 \times 6 \times 0.9} = 2.03 \approx 2 \text{ paneles}$$

Para la vivienda 2

$$N_T = \frac{3308}{350 \times 5.88 \times 0.9} = 1.7859 \approx 2$$

4.4.1.11 Número de módulos en serie

$$N_s = \frac{V_{sist\ bat}}{V_m}$$

Dónde:

N_s : número de módulos fotovoltaicos conectados en serie.

$V_{sist\ bat}$: tensión del sistema de baterías.

V_m : tensión en el punto de máxima potencia del módulo fotovoltaico.

V_m , se toma de la hoja de datos que está en el Anexo 60 y tal valor es 38.93 V

Para la vivienda 1:

$$N_s = \frac{12 V}{38.93 V} = 0.308 \approx 1$$

Para la vivienda 2:

$$N_s = \frac{24 V}{38.93 V} = 0.6276 \approx 1$$

Se redondea hacia el valor entero hacia el valor inmediato superior

4.4.1.12 Número de módulos en paralelo

$$N_p = \frac{N_T}{N_s}$$

Dónde:

N_p : número de módulos fotovoltaicos conectadas en paralelo.

N_T : número total de módulos fotovoltaicos.

N_s : número de módulos fotovoltaicos conectadas en serie.

Para la vivienda 1:

$$N_p = \frac{2}{1} = 2 \text{ paneles}$$

Para la vivienda 2:

$$N_p = \frac{2}{1} = 2 \text{ paneles}$$

4.4.1.13 Potencia pico o potencia máxima del generador fotovoltaico

$$P_{Gp} = N_s \times N_p \times P_p$$

Dónde:

P_{G_p} : potencia pico o potencia máxima del generador fotovoltaico.

N_s : número de módulos fotovoltaicos conectados en serie.

N_p : número de módulos fotovoltaicos conectados en paralelo.

P_p : potencia pico del módulo fotovoltaico en concreto.

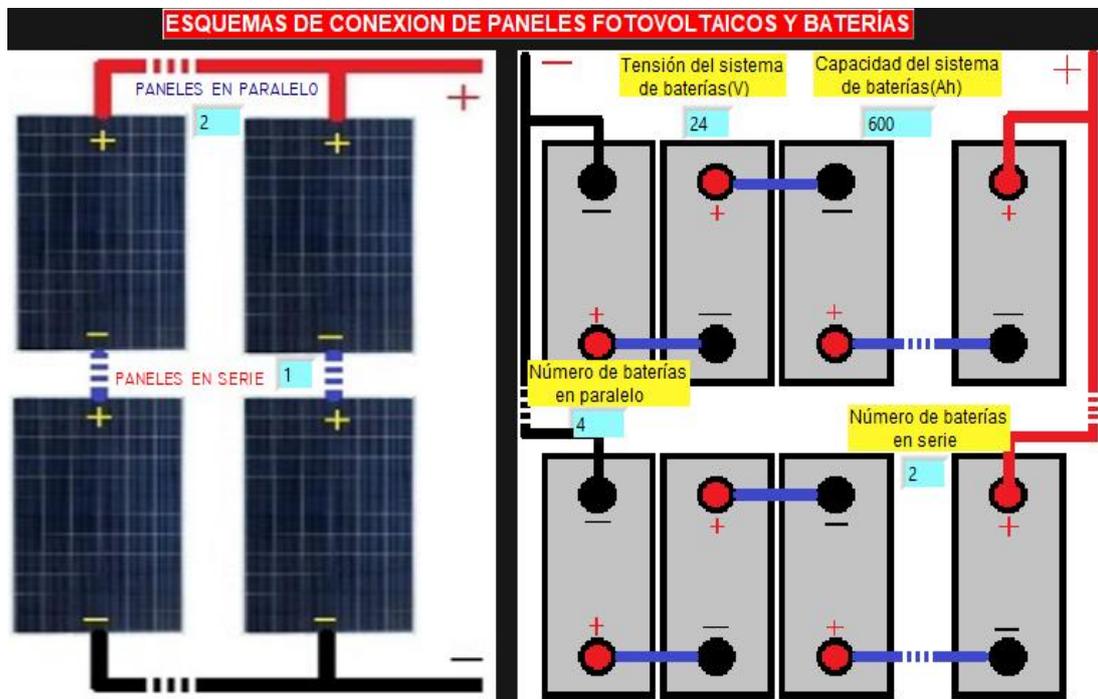
Para la vivienda 1:

$$P_{G_p} = 1 \times 2 \times 350 \text{ W} = 700 \text{ W}$$

Para la vivienda 2:

$$P_{G_p} = 1 \times 2 \times 350 \text{ W} = 750 \text{ W}$$

Figura 14. Esquema de conexión de los paneles y baterías para la vivienda 2



Fuente: elaboración propia

La (Figura 14) refiere a vivienda 2 (vivienda ubicada en la ciudad de Arequipa) que se necesitó un total de 8 baterías divididos en cuatro ramas en paralelo y en cada rama se conectara dos baterías en serie a esto se agrega que se requieren 2 paneles fotovoltaicos conectados en paralelo. Los algoritmos para el cálculo del número de baterías y paneles fueron desde el (Anexo 35) al (Anexo 41).

4.4.1.14 Cálculo del inversor

$$P_{inv} = 1.1 \times P_{CA}$$

Dónde:

P_{inv} : potencia del inversor.

P_{CA} : potencia de la carga en corriente alterna.

Para la vivienda 1:

$$P_{inv} = 1.1 \times 1 \times (24 + 36 + 36 + 350 + 170)W = 677.6 W$$

Dónde 1 es el valor del factor de simultaneidad.

Para la vivienda 2:

$$P_{CA} = 1 \times 350 W + 0.4 \times (24 + 72 + 48 + 200 + 150 + 30)W = 559.6 W$$

Donde 0.4 representa al factor de simultaneidad.

$$P_{inv} = 1.1 \times 559.6 W = 615.56 W$$

4.4.1.15 Cálculo del regulador

$$I_R > 1.20 \times N_p \times I_{sc}$$

$$I_R > 1.20 \times I_{cc \text{ máx}}$$

Dónde:

I_R : intensidad del regulador de carga.

N_p : número de ramas de paralelo del generador fotovoltaico.

I_{sc} : intensidad de cortocircuito de uno de los módulos fotovoltaicos (A).

$I_{cc\ máx}$: corriente máxima que puede enviar el regulador.

4.4.1.16 Corriente máxima que puede enviar el regulador hacia los consumos

$$I_{cc\ máx} = \frac{P_{cc\ máx} + \frac{P_{inv}}{\eta_{inv}}}{V_{cc}}$$

Dónde:

$I_{cc\ máx}$: corriente máxima que puede enviar el regulador hacia los consumos.

$P_{cc\ máx}$: potencia de la carga en corriente continua.

P_{inv} : potencia del inversor.

η_{inv} : eficiencia del inversor.

V_{cc} : tensión nominal del sistema.

Para la vivienda 1:

$$I_{cc\ máx} = \frac{0 + \frac{677.6\ w}{0.8}}{12\ V} = 70.583 \approx 71\ A$$

Para el caso 1:

$$I_R > 1.20 \times N_p \times I_{sc}$$

$$I_R > 1.20 \times 2 \times 9.38 A$$

$$I_R > 22.512 A$$

Para el caso 2:

$$I_R > 1.20 \times I_{cc \text{ máx}}$$

$$I_R > 1.20 \times 71 A$$

$$I_R > 85.2 A$$

La corriente I_R toma el mayor valor de los dos casos anteriores siendo 85.2 A el valor de corriente con el que se trabajó. Para cubrir esta demanda de corriente se deberá tener una de las siguientes combinaciones; tres controladores de 30 A, dos controladores de carga de 50 A o escoger uno regulador de carga de 100 A que son valores típicos que se puedan encontrar en el mercado.

Para la vivienda 2:

$$I_{cc \text{ máx}} = \frac{0 + \frac{615.56 w}{0.8}}{24 V} = 32 A$$

Para el caso 1:

$$I_R > 1.20 \times N_p \times I_{sc}$$

$$I_R > 1.20 \times 2 \times 9.38 A$$

$$I_R > 22.512 A$$

Para el caso 2:

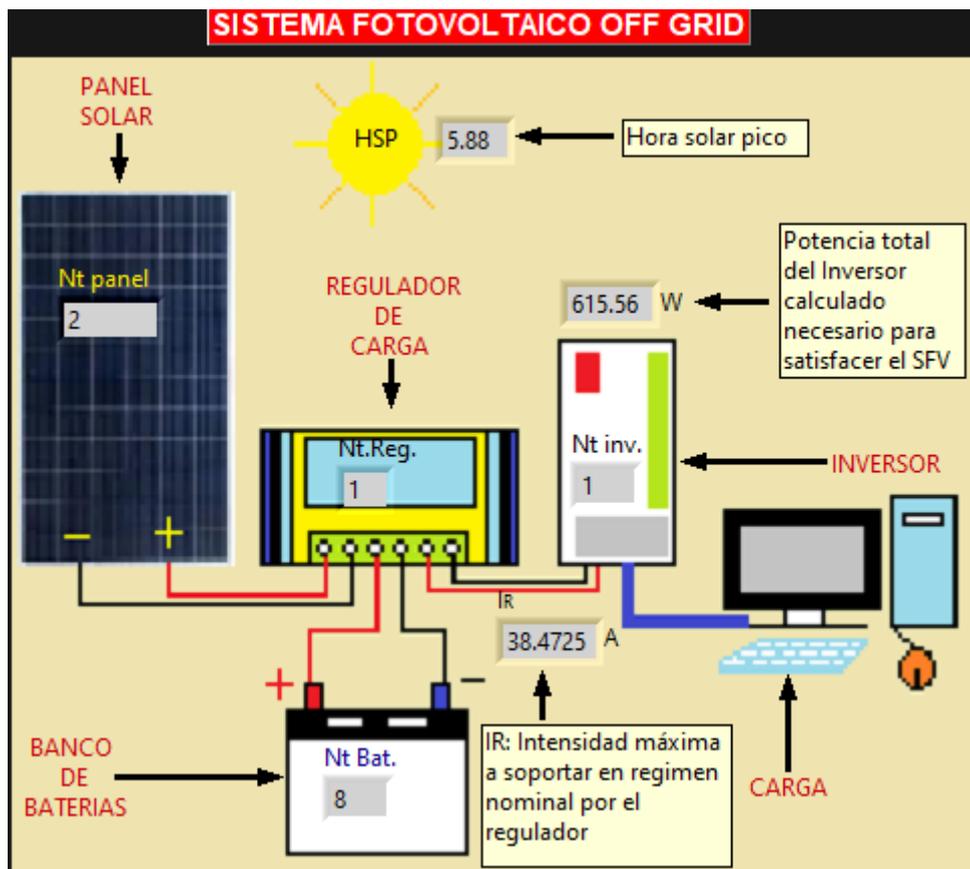
$$I_R > 1.20 \times I_{cc \text{ máx}}$$

$$I_R > 1.20 \times 32 A$$

$$I_R > 38.4 A$$

La corriente I_R toma el mayor valor de los dos casos anteriores siendo 38.4 A, este valor de corriente es con el que se trabajó. Para cubrir esta demanda de corriente se buscó un controlador de carga de 40 A. Los algoritmos que realizaron el cálculo del inversor y el regulador de carga son los (Anexos 52), (Anexo 53) y (Anexo 54).

Figura 15. Resumen de los componentes necesarios para satisfacer la demanda de energía de la vivienda 2



Fuente: elaboración propia

En la (Figura 15) se mostró los componentes del sistema fotovoltaico OFF GRID del cual podemos resaltar que se escogió como modo de prueba un inversor de 1000 W, pero lo que realmente requiere el sistema es un inversor de 615.56 W y el regulador de carga necesita 38.47 A por lo que se podría cambiar estos componentes por un inversor de 800 W y controlador de carga que soporte una

cantidad de corriente de 40 A que son valores comerciales que se pueden encontrar en el mercado.

4.4.2 CALCULO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON GRID

4.4.2.1 Potencia de Arreglo

$$P_{arreglo} = \frac{W_{promedio_dia}}{HSP \times \eta_{inv} \times \eta_{cab}} [w]$$

Dónde:

$P_{arreglo}$: potencia total del arreglo fotovoltaico en W.

$W_{promedio_dia}$: energía media real diario en Wh.

HSP : hora solar pico.

η_{inv} : eficiencia del inversor sacada de su hoja de datos.

η_{cab} : eficiencia del conductor que toma un valor típico de 97%.

Para la vivienda 2:

$$P_{arreglo} = \frac{2266 Wh}{5.88 h \times 0.8 \times 0.97} [w] = 496.62 W$$

Con el número de paneles encontrados se comparará luego la potencia pico que se podría producir con cada uno de los arreglos de paneles considerados, tal que la potencia en cada caso corresponderá a:

$$P_{arreglo} = n_{paneles} \times P_{m_p_panel} [w]$$

De esta fórmula se requiere hallar el número de paneles o módulos fotovoltaicos

4.4.2.2 Número de paneles fotovoltaicos

$$n_{\text{paneles}} = \frac{P_{\text{arreglo}}}{P_{m_{\text{panel}}}}$$

$$n_{\text{paneles}} = \frac{496.62 \text{ W}}{350 \text{ W}} = 1.4189 \approx 2 \text{ paneles fotovoltaicos}$$

Cuando se tenga una cantidad de módulos superior a la unidad se pueden hacer arreglos en donde se utilizan las siguientes formulas

4.4.2.3 Módulo de paneles en serie

$$N_{\text{modulos_serie}} = \frac{V_{in_max_inversor}}{1.25 \times V_{OC}}$$

$$N_{\text{modulos_serie}} = \frac{130 \text{ V}}{1.25 \times 47.12 \text{ V}}$$

$$N_{\text{modulos_serie}} = 2.207 \approx 2$$

Se observó en la sección anterior que salió 2 paneles y en este último apartado salió también 2 ya que fue determinado por la tensión máxima que puede soportar el inversor.

4.4.2.4 Módulo de paneles en paralelo

$$N_{\text{modulos_paralelo}} = \frac{I_{in_max_inversor}}{1.25 \times I_{SC}}$$

$$N_{\text{modulos_paralelo}} = \frac{80 \text{ A}}{1.25 \times 9.38 \text{ A}}$$

$$N_{\text{modulos_paralelo}} = 6.823 \approx 6$$

Aquí se presentó que la cantidad máxima de paneles a instalar en paralelo para el inversor utilizado es de 6 paneles para un inversor de 1000 W y 80 A pero como el sistema requiere de 2 paneles para cubrir su demanda de energía fotovoltaica lo dejaremos en 2 paneles en conexión en serie.

4.4.2.5 Número total de inversores

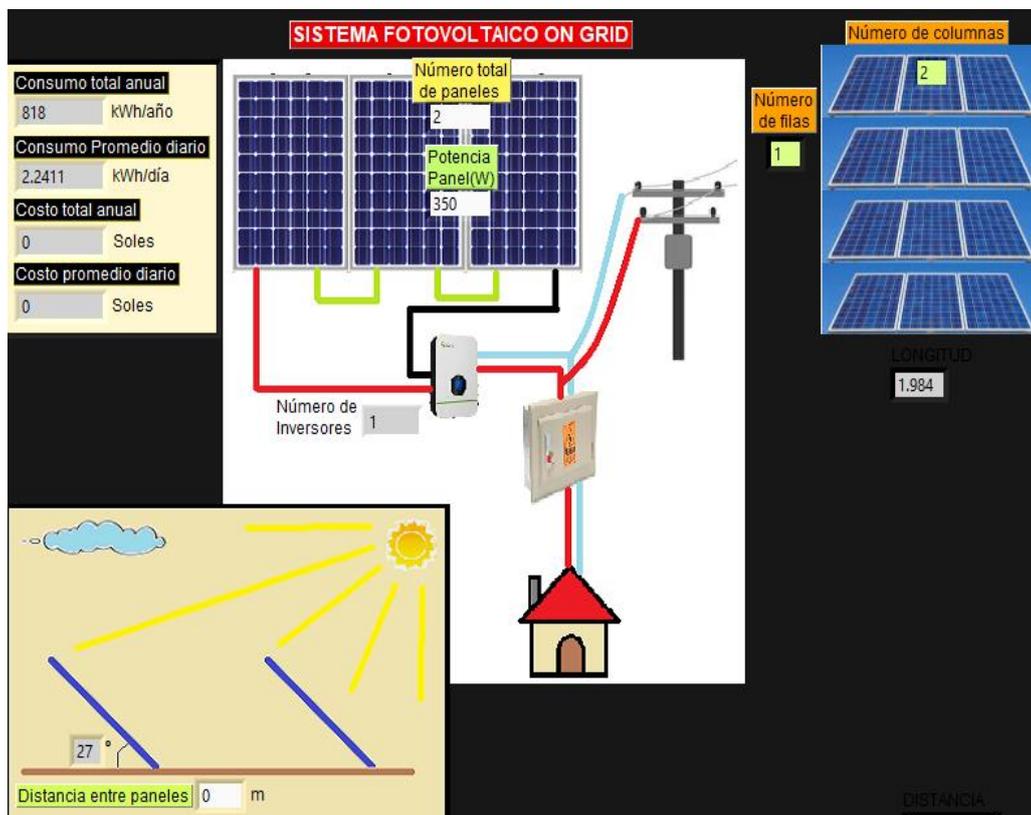
$$N_{T_{inversor}} = \frac{n_{paneles} \times P_{m_{panel}}}{P_{inversor}}$$

Para la vivienda 2.

$$N_{T_{inversor}} = \frac{2 \times 350 \text{ W}}{1000 \text{ W}} = 0.7 \approx 1$$

Se utilizó un regulador de carga en previsión de a posterior se aumente el consumo eléctrico en la vivienda, pero puede ser reemplazado por un inversor de potencia de 800 W para economizar costos.

Figura 16. Datos de los componentes necesarios para el sistema fotovoltaico ON GRID en la vivienda 2



Fuente: Elaboración propia

La (Figura 16) mostro la cantidad de los componentes requeridos para la implementación de un sistema fotovoltaico ON GRID en la vivienda 2 (Vivienda ubicada en la ciudad de Arequipa)

4.5 Calcular los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.

Figura 17. Costo de componentes por sistema fotovoltaica en la vivienda 2



Fuente: Elaboración propia

La (Figura 17) ofreció la comparativa de un sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID donde se tuvo una diferencia de inversión de 6883.3 soles a favor del sistema que está conectado a la red en donde su ventaja radica que no requiere baterías y regulador de carga para suministrar de energía eléctrica fotovoltaica a la vivienda que se utilizó de prueba.

Tabla 6. Cuadro de cantidad de componentes y costos por sistema fotovoltaico

	FS=1	Sistema fotovoltaico	Cantidad de componentes				Costo Total (S./)
			Panel fotovoltaico	Batería	Regulador de carga	Inversor	
Vivienda 1	Si	OFF GRID	3	9	2	1	11332.2
Vivienda 1	No	OFF GRID	3	9	1	1	10779.5
Vivienda 1	No	ON GRID	2	0	0	1	2874.7
Vivienda 2	Si	OFF GRID	2	8	2	1	9397.7
Vivienda 2	No	OFF GRID	2	8	1	1	8845.0
Vivienda 2	No	ON GRID	2	0	0	1	2874.7

Fuente: Elaboración propia

En la (Tabla 6) se muestra los costos por sistema que ayudan al usuario del aplicativo a tomar la decisión final de cual sistema se requiere instalar siendo que los sistemas fotovoltaicos OFF GRID requieren de una alta inversión frente a los sistemas ON GRID. El factor de simultaneidad afecta en el dimensionamiento del regulador de carga y el inversor mas no en los otros componentes del sistema fotovoltaico OFF GRID como fueron los paneles solares y baterías. Por loque utilizando el factor de simultaneidad en el cálculo de sistemas fotovoltaicos OFF GRID se puede reducir el número de reguladores de carga o reducir la potencia del inversor con lo que también se disminuirá el consto de compra del mismo. En la tabla 6 el ahorro de dinero por considerar el factor de simultaneidad es de 552.7 soles para la vivienda 1 y para la vivienda 2 el ahorro sería 552.7 soles, esto en los

sistemas fotovoltaicos OFF GRID. Se observo que la inversión de los sistemas fotovoltaicos OFF GRID son más del triple del costo que de un sistema ON GRID que debe evaluarse en la ejecución del proyecto fotovoltaico del adecuado al usuario para la inversión del mismo. El factor que fue crítico en este desbalance de costos en un sistema fotovoltaico OFF GRID y ONGRID fue sin dudas el valor de las baterías.

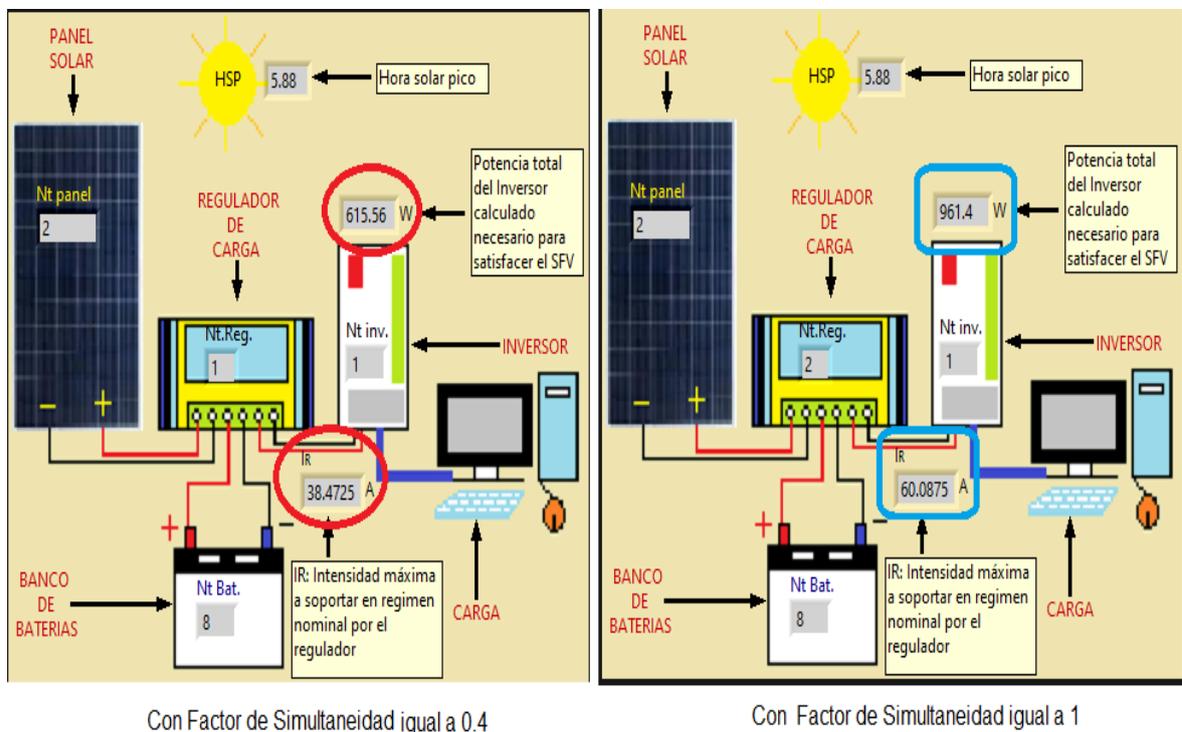
Figura 18. *Diferencias en costos utilizando el factor de simultaneidad en la vivienda 2 para un sistema fotovoltaico OFF GRID*



Fuente: Elaboración propia

Sobre la figura 18 se aprecia que hay una diferencia de costos de 552.38 soles solo por la utilización del factor de simultaneidad diferente a la unidad en los cálculos de un sistema fotovoltaico OFF GRID este ahorro puede cubrir la compra de un regulador de carga por lo tanto significa ya un ahorro en costos por compra de componentes.

Figura 19. *Diferencias características de equipo por uso del factor de simultaneidad en un sistema OFF GRID*



Fuente: Elaboración propia

De la (Figura 19) que mostro las diferencias en el uso del factor de simultaneidad podemos optimizar el costo del regulador de carga ya que para la vivienda 2 en realidad se requiere que el regulador de carga pueda soportar una corriente de 38.47 Amperios por lo que se buscó un regulador de carga de 40 A y 1000 W que

coincide con la potencia del inversor. Se escogió inicialmente el controlador MPPT LCD 60A 12/24/48V Must Solar que tuvo un costo de 1211.26 S/. que fue reemplazado por el controlador MPPT 100V 40A SRNE 12/24V que tiene un costo de 552.74 S/. soles por lo que se pudo ahorrar 658.52 soles esto gracias a trabajar con el factor de simultaneidad. Con esto se cumplido el objetivo de cuantificar el costo de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.

Calculando el VAN (valor actual neto) y TIR (tasa interna de retorno)

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+k)^t}$$

k : Tasa descuento.

I_0 : Valor del desembolso inicial de la inversión.

Q_t : Flujo de caja en cada año t .

n : Número de años que consideran.

Para calcular el VAN se requiere saber de la tasa de descuento (k) como no se tiene ese valor lo calculáremos indirectamente hallando el TIR que haga que el van sea cero. Donde el flujo de caja seria de 840 soles anuales por ahorro de generación fotovoltaica.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+TIR)^t}$$

El TIR es un valor complejo de calcular a primera por lo que se calculara un TIR aproximado y luego hacer aproximaciones sucesivas para obtener un VAN de valor cero.

Calculando el TIR aproximado

Para el ejemplo del cálculo del TIR aproximado se trabajó con los datos de la vivienda 2 para un sistema fotovoltaico OFF GRID con el la vivienda 2 que utiliza un factor de simultaneidad en sus cálculos que para su implementación requiere de 8845.04 soles y que paga mensualmente a la empresa de energía eléctrica local un promedio de 60 soles, este valor se tiene que multiplicar por doce para tener el monto anual finalmente se procedió a multiplicarlo por 14 que es número de años mínimos para hacer el TIR aproximado tenga un valor cercano a cero y positivo.

$$Aprox. TIR = \frac{\left(\frac{\sum \text{ingresos}}{\sum \text{egresos}} - 1\right)}{n}$$

$$Aprox. TIR = \frac{\left(\frac{60 \times 12 \times 14}{8845.04} - 1\right)}{14} = 0.00997298$$

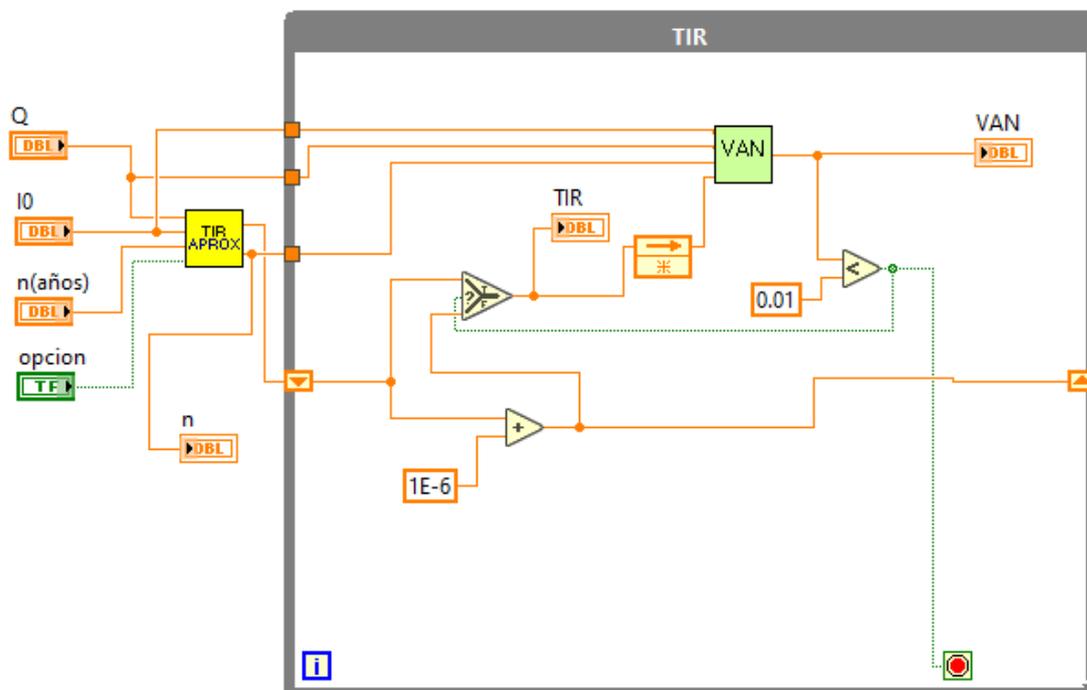
Este valor hallado de 0.00997278 se utilizó en la fórmula de cálculo del TIR aplicando aproximaciones sucesivas en la ecuación de cálculo del TIR.

$$0 = -8845.04 + \sum_{t=1}^{14} \frac{60 \times 12}{(1 + TIR)^t}$$

$$\begin{aligned}
-0.04306 = & -8845.04 + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^1} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^2} \\
& + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^3} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^4} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^5} \\
& + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^6} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^7} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^8} \\
& + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^9} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^{10}} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^{11}} \\
& + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^{12}} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^{13}} + \frac{720}{(1 + 0.0179275)^{14}}
\end{aligned}$$

Se utilizo el algoritmo de cálculo en la figura 20, en donde se calculó el TIR que su valor obtenido fue de 0.0179275 es decir del 1.79275% para un periodo de 14 años.

Figura 20. Algoritmo de cálculo de la TIR



Fuente: elaboración propia

De la figura 20, se aprecia el algoritmo de cálculo de TIR que utiliza el TIR aproximado para agilizar más las iteraciones de cálculo. Se evaluó en la ecuación del cálculo del VAN donde se compara si el valor obtenido fue menor a 0.01 donde termina las iteraciones para darnos el TIR y el número de años en se recuperó la inversión del sistema fotovoltaico.

Hallando el VAN

$$VAN = -8845.04 + \sum_{t=1}^{14} \frac{720}{(1 + 0.04)^t}$$

$$\begin{aligned} VAN = & -8845.04 + \frac{720}{(1 + 0.04)^1} + \frac{720}{(1 + 0.04)^2} + \frac{720}{(1 + 0.04)^3} + \frac{720}{(1 + 0.04)^4} \\ & + \frac{720}{(1 + 0.04)^5} + \frac{720}{(1 + 0.04)^6} + \frac{720}{(1 + 0.04)^7} + \frac{720}{(1 + 0.04)^8} \\ & + \frac{720}{(1 + 0.04)^9} + \frac{720}{(1 + 0.04)^{10}} + \frac{720}{(1 + 0.04)^{11}} + \frac{720}{(1 + 0.04)^{12}} \\ & + \frac{720}{(1 + 0.04)^{13}} + \frac{720}{(1 + 0.04)^{14}} \end{aligned}$$

$$VAN = -1239.59$$

El valor actual neto para un periodo de 14 años resulto negativo que indica que no se recupera la inversión dada en el sistema fotovoltaico OFF GRID para la vivienda 2 ubicada en la ciudad de Arequipa.

Figura 21. VAN y TIR del sistema fotovoltaico ON GRID



Fuente: elaboración propia

La figura 21 muestra el VAN y el TIR de la instalación fotovoltaica OFF GRID, se tiene un botón de selección del cálculo del TIR donde se puede elegir el cálculo del número de años mínimo para recuperar la inversión en automático o si le eligió la opción de manual se tendrá que ingresar el número de años (n) para poder calcular el TIR. Para la figura mostrada sé que el tiempo mínimo de para recuperar la inversión de 8845.04 soles sería de 14 años con un TIR de 1.79%.

Tabla 7. Valores del TIR para los sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID

Vivienda 1 (ubicada en la ciudad de Juliaca-Puno)					
Sistema fotovoltaico	FS=1	Inversión	Ingreso anual	n	TIR
OFF GRID	SI	11332.2	960	10	0.10%
OFF GRID	NO	10779.5	960	10	0.01%
ON GRID	-	2874.7	960	10	31.2%
ON GRID	-	2874.7	960	4	12.68%

Vivienda 2 (ubicada en la ciudad de Arequipa-Arequipa)					
Sistema fotovoltaico	FS=1	Inversión	Ingreso anual	n	TIR
OFF GRID	SI	9397.78	720	10	0.52%
OFF GRID	NO	8845.04	720	10	0.45%
ON GRID	-	2874.7	720	10	21.5%
ON GRID	-	2874.7	720	5	8.00%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se mostró los valores del TIR para la vivienda 1 y la vivienda 2 se da presente que en los sistemas fotovoltaicos OFF GRID a una menor inversión se tiene un menor TIR. Esto no se presenta en los sistemas fotovoltaicos ON GRID en donde se tuvo una menor inversión, pero la diferencia se ve en la tabla donde se encuentra el VAN de los sistemas fotovoltaicos e la vivienda 1 y vivienda 2.

En la tabla 7, la última fila en los cálculos del TIR para los sistemas fotovoltaicos ON GRID en la vivienda 1 y la vivienda 2 se tiene un valor de n (número de años que se consideran) mínimo en donde el valor actual neto es cero, se presentó que para la vivienda 1 el tiempo en que se recupera la inversión sería de 4 años frente a los 5 años en la vivienda 2 esto debido al concepto de ahorro monetario por concepto de energía siendo que fue de 960 soles en la vivienda 1 y de 720 soles en la vivienda 2.

Tabla 8. Valores del VAN para los sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID

Vivienda 1 (ubicada en la ciudad de Juliaca-Puno)						
Sistema fotovoltaico	FS=1	Inversión	Ingreso anual	n	K	VAN
OFF GRID	SI	11332.2	960	10	4.00%	-5492.38
OFF GRID	NO	10779.5	960	10	4.00%	-4939.64
ON GRID	-	2874.7	960	10	4.00%	4911.76
ON GRID	-	2874.7	960	4	4.00%	609.999
Vivienda 2 (ubicada en la ciudad de Arequipa-Arequipa)						
Sistema fotovoltaico	FS=1	Inversión	Ingreso anual	n	K	VAN
OFF GRID	SI	9397.78	720	10	4.00%	-3557.94
OFF GRID	NO	8845.04	720	10	4.00%	-3005.20
ON GRID	-	2874.7	720	10	4.00%	2965.14
ON GRID	-	2874.7	720	5	4.00%	330.612

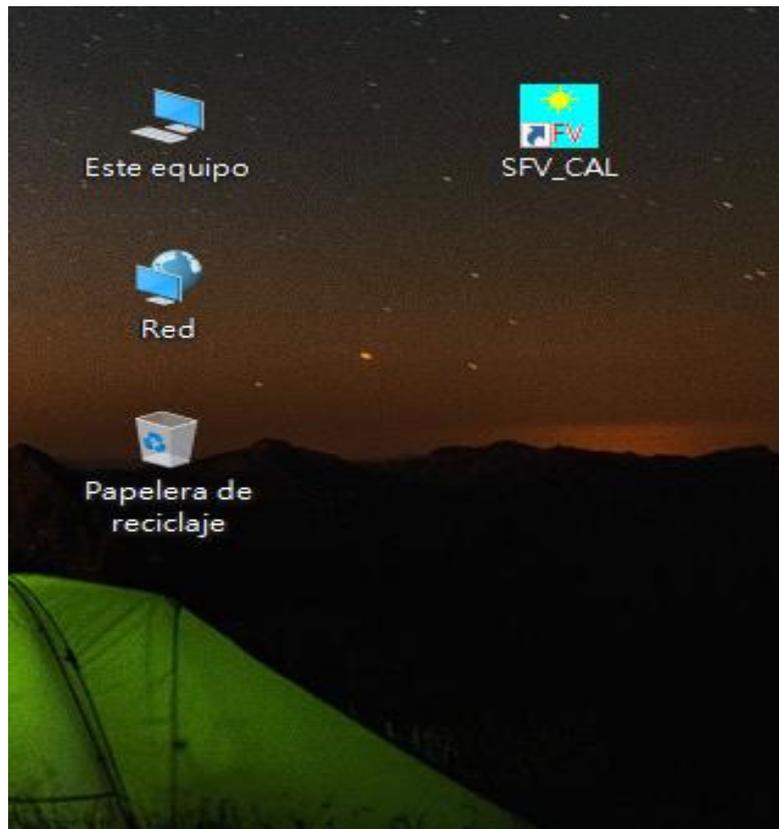
Fuente: Elaboración propia

En tabla 8 se mostró el valor actual netos para los distintos sistemas fotovoltaico en la vivienda 1 y la vivienda 2. Siendo que el VAN en los sistemas fotovoltaicos OFF GRID son negativos que refiere que no hay rentabilidad en su implementación caso contrario en los sistemas fotovoltaicos ON GRID.

4.6 Realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú

Por lo expuesto anteriormente en los objetivos específico se logró el objetivo general de realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú de nombre SFV_CAL como se muestra en la (Figura 22) y el (Anexo 22) que es un tutorial del manejo de este para el cálculo de sistemas fotovoltaicos.

Figura 22. *Icono del aplicativo SFV_CAL para el cálculo de sistemas fotovoltaicos*



Fuente: Elaboración propia

El aplicativo se programó en el software de LabVIEW y este fue capaz de generar un archivo ejecutable que es el producto final de este trabajo de investigación. Se requirió que el aplicativo trabaje en conjunto con una extensión de LabVIEW llamada Runtime que tiene un tamaño de 412 MB este permite que los aplicativos desarrollados en su plataforma sean utilizados en computadoras sin la necesidad que estas tengan instalado el software LabVIEW. El tamaño del archivo del aplicativo creado fue de 2128 kB como se observa en el (Anexo 22) que lo hace fácil almacenar en sitios de la red como Google Drive o instalarlo directamente en computadoras. La aplicación está preparada para funcionar en sistemas operativos como Microsoft Windows , Linux y Mac OS X.

4.7 Evaluación de la usabilidad del aplicativo informatico

Se utilizo la escala de Likert para medir el grado de aceptación del aplicativo desarrollado para el diseño de sistemas fotovoltaicos. Estos datos fueron recopilados de una encuesta desarrollada en formulario de Google que se muestra en el (Anexo 26) que está disponible en la dirección de https://docs.google.com/forms/d/1qSUKPPk_5HcadgqOwmGKtWYe1I3LW-Dk60jKrb47xZk/edit .

Figura 23. Escala Likert de la aceptación del uso del aplicativo diseñado



Fuente: Elaboración propia

La (Figura 23) mostro el grado de aceptación de 9 personas encuestadas que tuvieron acceso al uso de aplicativo como modo de evaluación del funcionamiento del software desarrollado quedando una porción de los usuarios con insatisfacción esto debido a que se tiene que ingresar muchos datos de forma manual ya que el aplicativo no cuenta con una base de datos de los componentes.

Figura 24. Escala Likert de medición de la integración rápida del usuario con el aplicativo desarrollado.



Fuente: Elaboración propia

La (Figura 24) mostro que un tercio de los usuarios que usaron el aplicativo encontró que la interfaz gráfica del programa no es tan amigable para ellos. Siendo una causa de ello que se requieran buscar datos de la irradiación solar de manera externa a través la página web de nasa y los precios de los componentes en páginas web.

V. DISCUSIÓN

El objetivo específico que consideró tomar en cuenta los criterios necesarios para el diseño de un aplicativo de sistemas foto voltaicos se basaron en los libros de “Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas” de (Cantos, 2016) y “Instalaciones solares fotovoltaicas” de (Castejón & Santamaría, 2010) que son libros que desarrollan muy bien el temas de sistemas fotovoltaicos aislados por otra parte para el desarrollo de la parte de sistemas conectados a la red u ON GRID se utilizó la “GÚIA DE DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID” de (Universidad de Concepción, 2017) que describió los pasos para dimensionar sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Como resultado se obtuvo un aplicativo que está preparado para dimensionar sistemas fotovoltaicos OFF GRID y ON GRID que se puede dar seguimiento a su procedimiento de cálculo y corroborar las respuestas que arrojo con un procedimiento de cálculo manual. Los trabajos previos que buscaron un objetivo similar como los de (SILVA, 2015) que como medio de prueba comparar su aplicativo con un software comercial encontro un eerror del 5% en sistemas aislados y 10% en sistemas conectados a la red que brinda una incertidumbre del correcto diseño que no pasa con el software desarrollado en este trabajo de tesis que fue un resultado comun con el trabajo de (Mejia, 2019) que corrobora su software con ejercicios de propuestos de la bibliografia que consulto.

El objetivo específico que busco aplicar el adecuado método de programación en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú, estuvo basado en el libro de “Programación grafica con LabVIEW” de (Galeas & Llana, 2011) y informacion encontrada en la web oficial de (NATIONAL INSTRUMENTS, 2022) que ayudaron a facilitar el concepto de maquinas de estado que según (Profesional Review, 2022) modelo de computación que sólo puede estar en uno de un número finito de estados en un momento dado, la arquitectura de máquinas de estado permitió que se craeran 4 estados el estado de reposo (NOW WHAT?), el estado del cálculo de sistemas fotovoltaicos OFF GRID ,el estado del cálculo de sistemas fotovoltaicos ON GRID, el estado de cálculo de los costos de los componentes que contiene todos los algoritmos necesarios para el cálculo de los sistemas fotovoltaicos descritos anteriormente. Se creo bloques pequeños de algoritmos llamados subVI que

realizan cálculos de cada uno de los componentes de conforman un sistema fotovoltaico que estuvieron contenidos en cada uno de los estados, que para que hubiese una operación de cálculo se necesitará que se produzca un evento que es no es más que darle clic en la opción calcular por ello se llama programación orientada a eventos donde la forma más simple de describirlo es que se no ejecuta ninguna operación en lo algoritmos creados si es que no se detecta una entrada en el botón calcular por esto es que se optimiza los recursos computacionales del ordenador. En los trabajos realizados de (Camargo, Orcasitas, Céspedes, Salas & Garcés, 2020) y (Cohaila, 2018) no describieron que arquitectura de programación utilizaron en cuyos trabajo utilizaron en su mayoría el software de MATLAB para el desarrollo de sus respectivos aplicativos. La herramienta informática creada en este trabajo de tesis se desarrollo en LabVIEW por el entorna amigable de programación y la facilidad de crear iconos para opciones del aplicativo sumado esto a la amplia información audiovisual que se encuentra en la red. La programación orientada a eventos significo un ahorro del 12% del uso de la CPU del computador, asimismo el software es liviano teniendo una dimension de 2.188 Megabyte y que trabajar en conjunto con la extension de Runtime de LabVIEW para que pueda ser instalado en diferentes sistemas operativos como Microsoft Windows , Linux y Mac OS X. Esto último de la compatibilidad con distintos entornos informáticos no fue planteado por los autores consultados en sus trabajos realizados.

El objetivo específico que busco calcular los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú, en donde se encontró primero la cantidad de componentes con conformaron el sistema fotovoltaico y que fue un objetivo buscado en el trabajo de (Mejia, 2019), en cuyos trabajos mostraron la cantidad de componentews requeridos para implementar el sistema fotovoltaico como fueron paneles, baterias, regulador de carga e inversores pero no incluyeron la parte de la inversion requerida en la compra de dichos partes. En esto el aplicativo diseñado ofrece la suma total e indivual de los componentes que se hallan en en sistema ON GRID u OFF GRID. La diferencia fundamental en la que se distancio el software diseñado fue que incluye un apartado para utilizar el factor de simultaneidad que no tiene influencia en los sistemas ON GRID que es una condicion valida solo en al

aplicativo desarrollado en cual se puede dimensionar el regulador de carga y el inversor que se observa la diferencia en la potencia la corriente requerido por la carga esto presenta en la (Figura 17) por lo cual se hizo reemplazo el regulador de carga por uno mas acorde a la cantidad que 40 A resultando en un ahorro del 658.52 soles esto se da en la premisa de que no todos los electrodomesticos de una vivienda funcionan al mismo tiempo.

Por ello el objetivo general busco realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú, que fue un objetivo común con los autores utilizados como antecedentes y con (Cohaila Mayta, 2018) se tuvo como único objetivo en común ya que busco principalmente parametrizar un sistema fotovoltaico conectado a la red usando el software de MATLAB desarrollo un aplicativo que lograra esto. La herramienta para diseño de sistemas fotovoltaicos diseñado en este trabajo de tesis busco calcular sistemas fotovoltaicos de manera sencilla rápida y que pueda dar un panorama del costo de adquisición de los componentes para implementar u futura la ejecución del proyecto para beneficio de contar con energía eléctrica en una vivienda ubicada en el país de Perú.

El aplicativo presento la debilidad de que se requiere que los datos estén correctamente ingresados para obtener resultados coherentes para poder satisfacer la demanda de energía eléctrica fotovoltaica de la vivienda. Por ello el público objetivo al va dirigido la herramienta desarrollada es a diseñadores y estudiantes interesados en la generación de energía fotovoltaica.

La oportunidad que ofreció el aplicativo fue que dio la cantidad de componentes requeridos para el sistema fotovoltaico, el esquema de conexión de baterías y paneles fotovoltaicos en sistemas aislados y sobre todo la separación y el ángulo de inclinación entre ellos para evitar pérdidas por efecto de sombra. Esto es un plus porque no se requirió contratar a un profesional experto en el tema fotovoltaico para que detalle esta parte.

Una ventaja que brindo la programación del aplicativo en el software de LabVIEW es que puede ser actualizado y mejorado fácilmente ya que se utilizó la arquitectura

de máquinas de estado con lo que si se quiere dar más funciones solo se requiere crear más estados sin la necesidad de desperdiciar la programación anterior.

Usando el algoritmo de cálculo realizado en la figura 20 se calculó el TIR que su valor obtenido fue de 0.0179275 es decir del 1.79275% para un periodo de 14 años. De aquí podemos decir que el tiempo en que recupera la inversión será de 14 años. Según (QUANTICA RENOVABLES, 2023), el tiempo de vida útil de las baterías solares duran un promedio de 10 años y estas depende de múltiples factores siendo los más importantes la cantidad de ciclos de carga y descarga, así como también si la descarga de la batería ha sido profunda o no. Por lo cual hace que el sistema fotovoltaico OFF GRID no sea rentable ya que el tiempo de vida de las baterías es de 10 años esto comparado con el tiempo de la vida del panel solar es de 25 a 30 años en ese lapso de tiempo por lo menos se darán una vez el recambio de baterías y el retorno de la inversión del se da recién después de los 14 años

En la tabla 6 observo que la inversión de los sistemas fotovoltaicos OFF GRID son más del triple del costo que de un sistema ON GRID que debe evaluarse en la ejecución del proyecto fotovoltaico del adecuado al usuario para la inversión del mismo. El factor que fue crítico en este desbalance de costos en un sistema fotovoltaico OFF GRID y ON GRID fue sin dudas el valor de las baterías.

VI. CONCLUSIONES

1. El diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú brindo una nueva alternativa en el análisis de los sistemas fotovoltaicos ON GRID y OFF GRID en su posible implementación en una vivienda por parte de un usuario.
2. La programación de los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados permitió que el diseño de sistemas fotovoltaicos ON GRID y OFF GRID se desarrolle de manera sencilla permitiendo que si se quiere hacer algún cambio se haga en un estado específico no afectando el proceso de cálculo del resto de los estados.
3. La utilización de la programación orientada a eventos permitió utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador logrando la optimización los recursos computacionales requeridos para su uso, para el ejemplo se tuvo el funcionamiento del aplicativo desarrollado frente a un programa básico de cálculo teniéndose un ahorro del 12% del uso de la CPU (Unidad Central de Procesamiento).
4. La generación un archivo ejecutable para el cálculo de sistemas fotovoltaicos con un tamaño de 2128 kb permitió que en archivo Runtime de tamaño de 412 Mb, funcione en un ordenador con sistema operativo Windows sin la necesidad de tener instalado el programa LabVIEW.
5. Se cálculo el sistema fotovoltaico requerido para las viviendas mediante el uso del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica en dos viviendas ubicadas en la región sur del Perú: la vivienda 1 ubicada en la región Puno ciudad de Juliaca y la vivienda 2 ubicada en la región de Arequipa ciudad de Arequipa en donde se mostró la cantidad de componentes necesarios para la instalación y los esquemas de conexión entre los mismos.
6. En esta tesis se calculó los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú, como modo de prueba para comprobar la utilidad del software se calculó el costo para la instalación fotovoltaica OFF

GRID para dos viviendas en el que se simuló dos escenarios uno en el que se aplicó el factor de simultaneidad y otro en el que no se tomó en cuenta lográndose el ahorro de dinero por considerar el factor de simultaneidad de 552.7 soles para la vivienda 1 y para la vivienda 2 el ahorro sería 552.7 soles, para los sistemas fotovoltaicos ON GRID se debió elegir la alternativa más económica en función de la marca, el modelo y prestación de servicios de los componentes para el ahorro económico.

7. El aplicativo permitió simular distintos escenarios modificando las cargas o datos de los componentes del sistema fotovoltaico (panel solar, batería, regulador de carga e inversor) esto para tener un panorama del costo que tendrían para su adquisición y encontrar la mejor opción de compra.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una capacitación del manejo del aplicativo a los usuarios interesados en el aplicativo para su mejor desempeño en el diseño de sistemas fotovoltaicos.
- Se recomienda realizar una nueva encuesta para poder conocer las debilidades del aplicativo para mejorar en esos aspectos.
- Se recomienda que el usuario tenga nociones básicas de diseño de sistemas fotovoltaicos para que la experiencia con el aplicativo desarrollado sea más amena.
- Se recomienda utilizar en los cálculos el factor de simultaneidad para no sobredimensionar el regulador de carga y el inversor en sistemas fotovoltaicos OFF GRID.
- Se recomienda utilizar el aplicativo a la par con páginas web de venta de componentes fotovoltaicos para la elección óptima de compra.
- Se recomienda el usuario tenga un cuadro de carga de los consumos en las horas con sol en un sistema fotovoltaico conectado a la red para el mejor diseño del sistema fotovoltaico ON GRID.

REFERENCIAS

(s.f.).

3en1group. (2023). *3en1group.es*. Obtenido de ¿Cuánto tiempo debe funcionar un frigorífico entre ciclos?: <https://3en1group.es/energia/cuantas-horas-al-dia-funciona-un-frigorifico/>

Alarcón-Castro, J. G.-A.-F.-A. (2018). *Evaluation of photovoltaic windows with luminescent solar concentrators for zeroenergy buildings in Santiago de Chile*. . Santiago de Chile.

Altas, i. H., & Sharaf, A. M. (2014). *Solar Energy and PV Systems*. Fredericton, Canada : Solar Energy and PV Systems.

Américafotovoltaica. (2020). *La Guía Solar*. Obtenido de ¿Qué es una instalación fotovoltaica On Grid?: <https://www.laguiasolar.com/que-es-una-instalacion-fotovoltaica-on-grid/>

Arias-Gómez, J. V.-K.-N. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 201-206.

Arsham, H. (2015). <http://home.ubalt.edu/>. Obtenido de El Aprendizaje con la Asistencia del Computador:: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/opre640S/SpanishComput.htm>

Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogota: Pearson Educación de Colombia Ltda.

Calsi-Silva, B., & Angulo-Abanto, J. (2020). Procedimiento del calculo de la potencia nominal de un generador fotovoltaico. *Tecnia*, 30 (1), 22-26.

Camargo Torres, E., Orcasitas Peñaloza, M., Céspedes Rangel, J., Salas Solano, C. A., & Garcés Conde, D. (2020). *Dialnet*. Obtenido de Software para el diseño de soluciones con sistemas de paneles solares y su beneficio

económico de costos:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8458717>

Cantos Serrano, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*.

Madrid: Ediciones Paraninfo.

Cantos Serrano, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*.

Madrid: Ediciones Paraninfo.

Castejón, A., & Santamaría, G. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*.

Editorial Editex.

Ceida. (1998). *Naciones Unidas–Convención Marco de las Naciones Unidas* .

Obtenido de Protocolo de Kioto:

<http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/Protocolo%20Kioto.pdf>

cimav. (15 de 08 de 2022). <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/>. Obtenido de

<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/825/2/Eduardo%20%A1valos%20de%20le%C3%B3n%20MER.pdf>

Cohaila Mayta, J. K. (2018). *Repositorio Institucional*. Obtenido de Caracterización

del sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica de la UNJBG

utilizando un aplicativo informático, Tacna – 2017:

<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3578>

CONCYTEC. (2018). <https://portal.concytec.gob.pe/>. Obtenido de

https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf

economipedia. (01 de Marzo de 2020). Obtenido de Valor actual neto (VAN):

<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

economipedia.com/. (2022). <https://economipedia.com/>. Obtenido de

<https://economipedia.com/definiciones/gastos-de->

- instalacion.html#:~:text=Los%20gastos%20de%20instalaci%C3%B3n%20s
on,comprendido%20como%20gasto%20de%20instalaci%C3%B3n.
edu.gcfglobal.org. (10 de Noviembre de 2022). <https://edu.gcfglobal.org/es/cultura-tecnologica/que-son-las-aplicaciones-o-programas/1/>. Obtenido de <https://edu.gcfglobal.org/es/cultura-tecnologica/que-son-las-aplicaciones-o-programas/1/>
- Espejo, E. J., & Molina, M. G. (Junio de 2014). *ResearchGate*. Obtenido de Desarrollo de software PVSET para evaluación y simulación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica.: https://www.researchgate.net/publication/269272594_Desarrollo_de_softwa_re_PVSET_para_evaluacion_y_simulacion_de_sistemas_de_generacion_d e_energia_solar_fotovoltaica
- Filgueira, Á. J. (2022). Adoption intention of photovoltaic solar systems. *Revista de Administração Da UFSM*, 15(1), 137-157.
- Flores-Chafla, P., Pesantez-Peñañiel, D., & Zalamea-León, E. (Febrero de 2021). *UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC*. Obtenido de Capacidad e integración fotovoltaica en edificios mixtos de mediana altura en la región ecuatorial andina: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/340673>
- Florián Cercado, H. L. (2021). *DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO*. Bagua Grande – Perú: Universidad Politécnica Amazónica.
- Galeas Arana, R., & Llana Baldeon, E. U. (2011). *Programacion grafica con LabVIEW*. Lima: Grupo Editorial Megabyte S.A.C.

- Guevara D., R. (2021). *Análisis costo beneficio del sistema fotovoltaico monofásico conectado a la red*. Obtenido de <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2448>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, Mexico: McGRAW-HILL Education. <https://webdesign.tutsplus.com/>. (15 de setiembre de 2022). <https://webdesign.tutsplus.com/es/tutorials/3-metrics-for-quantifying-usability--cms-29150>. Obtenido de <https://webdesign.tutsplus.com/es/tutorials/3-metrics-for-quantifying-usability--cms-29150>
- Krauter, S. C. (2006). *Solar Electric Power Generation - Photovoltaic Energy Systems*. Berlin : Springer-Verlag.
- Leavy, P. (2017). *Research Design: Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches*. Nueva York: The Guildford Press.
- M. Pérez Martínez, I. C. (2017). La hora solar pico equivalente: Definición e interpretación. . *Ingeniería Energética*, 38(2), 124-131.
- Machado, C. &. (2015). *Energía solar fotovoltaica*: .
- Mejia Vasquez, O. (2019). *Repositorio de la Universidad señor de Sipán*. Obtenido de ALGORITMOS GENÉRICOS PARA EL DISEÑO DE UNA MINICENTRAL ELÉCTRICA SOLAR UTILIZANDO UNA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6329/Olive%20Mejia%20Vasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINEM. (2015). *NORMA DGE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SUS COMPONENTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL*. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS.

Mohammed Moanes, E. A., & Sameer K., S. (2013). *ScienceDirect*. Obtenido de A Visual Basic-Based Tool for Design of Stand-alone Solar Power Systems : <https://pdf.sciencedirectassets.com/277910/1-s2.0-S1876610213X00062/1-s2.0-S1876610213012289/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEoaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQcKxnEXT423kMVdLGVt2Yz3BsCSr1bfo79l0YzWyMmD9glgBqJTWljJxIXHoUgyVSjVL1fq9G0xhf43%2FEYrg%2BAe>

Murillo, M. &. (2018). Proceedings of the 32nd International Business Information, Management Association Conference. *Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management*, 4216-4222.

Naing, L., & Srinivasan, D. (2010). Estimation of solar power generating capacity. *IEEE 11th Int. Conf. Probabilistic Methods Appl. to Power Syst.*, 95–100.

NASA. (2020). *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources*. Obtenido de The POWER Project: <https://power.larc.nasa.gov/>

NATIONAL INSTRUMENTS. (27 de Julio de 2022). *LabVIEW*. Obtenido de [https://www.ni.com: https://www.ni.com/es-cr/support/downloads/software-products/download.labview.html#460283](https://www.ni.com:https://www.ni.com/es-cr/support/downloads/software-products/download.labview.html#460283)

National Instruments. (25 de Mayo de 2022). *Patrones de diseño de aplicaciones: Máquinas de estado*. Obtenido de [https://www.ni.com/ https://www.ni.com/es-cr/support/documentation/supplemental/16/simple-state-machine-template-documentation.html](https://www.ni.com/https://www.ni.com/es-cr/support/documentation/supplemental/16/simple-state-machine-template-documentation.html)

- NATIONAL INSTRUMENTS. (25 de Mayo de 2022). *Patrones de diseño de aplicaciones: Máquinas de estado*. Obtenido de <https://www.ni.com/>:
<https://www.ni.com/es-cr/support/documentation/supplemental/16/simple-state-machine-template-documentation.html>
- Naturgy. (12 de Julio de 2022). *Coeficiente de simultaneidad*. Obtenido de Factor de imultaneidad:
https://www.naturgy.es/blog/hogar/coeficiente_de_simultaneidad
- OSINERGMIN. (01 de Noviembre de 2001). *Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas del usuario final*. Obtenido de Opción Tarifaria BT5B :
<https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2005/OSINERG%20No.236-2005-OS-CD-Norma.pdf>
- Pesantez, J. P., Ríos Villacorta, A., & Redrován, J. G. (2021). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. *Revista Politecnica*, 47(2), 7-16.
- Petrone, G., & Spagnuolo, G. (2011). Recent advances in efficient and reliable photovoltaic systems. *IECON 2011 - 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 4619–4622.
- Planas, O. (7 de Julio de 2021). *solar-energia.net*. Obtenido de Irradiancia solar e irradiación solar: diferencias, origen y tipos: <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/radiacion-solar/irradiacion-solar>
- Profesional Review. (26 de Noviembre de 2022). *www.profesionalreview.com*. Obtenido de Máquinas de estado finito ¿Qué son? ¿Para qué sirven?:

<https://www.profesionalreview.com/2022/11/26/maquinas-de-estado-finito-que-son-para-que-sirven/>

QUANTICA RENOVABLES. (03 de Enero de 2023). *Todo lo que necesitas saber sobre las baterías solares*. Obtenido de ¿Cuánto dura una batería solar?: <https://www.quanticarenovables.com/baterias-solares/>

QuestionPro. (2020). *Investigación de mercado*. Obtenido de Qué es la escala de Likert: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>

Rojas, Y. (10 de julio de 2022). <https://repositorio.continental.edu.pe/>. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10520/1/IV_FI_N_109_TE_Yaurivilca_Rojas_2021.pdf

Rojas-Hernández, I. &. (2018). Tiempo de recuperación de la energía para sistemas fotovoltaicos basados en silicio cristalino en Costa Rica. . *Ingeniería Energética*, 39(3), 195-202.

SAGE. (23 de Noviembre de 2021). Obtenido de Tasa interna de retorno (TIR): ¿Qué es y cómo se calcula?: <https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/#:~:text=La%20TIR%20es%20la%20tasa,actual%20de%20los%20ingresos%20previstos.>

Sampieri, D. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de Mexico D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Sanseverinatti, C. L. (2018). *Impact of Battery Banks on an Electric Grid with High Penetration of Renewable Energy-based Generators*.

SENAMHI. (2003). *ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERÚ*. LIMA: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA.

Serna Ruiz, A. F., Marín García, E. J., & Alzate Plaza, S. L. (5 de Diciembre de 2016). *Dialnet*. Obtenido de Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6050612>

Serna Ruiz, A. F., Marín García, E. J., & Alzate, S. L. (05 de 12 de 2016). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6050612>

Serna Ruiz, A. F., Marín García, E. J., & Alzate, S. L. (12 de Diciembre de 2016). *Dialnet*. Obtenido de Herramienta para el dimensionamiento de sistemas: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6050612>

SILVA. (2015). *APLICATIVO PARA DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*:. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

SILVA SARASTY, J. P. (2015). *APLICATIVO PARA DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*:. Pereira: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

sites.google.com. (2020). *bloqueivtemario1*. Obtenido de La aplicación de software para la solución de problemas.: <https://sites.google.com/site/bloqueivtemario1/4-5-3-la-aplicacion-de-software-para-la-solucion-de-problemas>

SOLARGIS. (2020). *solargis.info*. Obtenido de solargis.info: <https://solargis.info/imaps/#loc=-15.768721,-70.005952&c=-15.878385,-70.161134&z=9>

Suriaenergy. (16 de Agosto de 2022). <https://www.suriaenergy.com/>. Obtenido de <https://www.suriaenergy.com/tipos-de-instalaciones-solares-ongrid-offgrid-e-hibridos>

- Universidad de Concepción. (2017). *GÚIA DE DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID*. FUNDACIÓN ENEERGÍA COMUNITARIA.
- VASQUEZ DIAZ, A. J. (2019). *DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO*. LAMBAYEQUE – PERÚ : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.
- Villavicencio-Gastelu, J., Melo-Trujillo, J., & Padilha-Feltrin, A. (9 de julio de 2022). <http://www.scielo.org.pe/>. Obtenido de Comportamiento de las redes de baja tensión ante la presencia de Generación Fotovoltaica:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2309-04132021000200054&lang=pt
- Yiwei, M., Ping, Y., & Hongxia, G. (2011). *Distributed Generation System Development Based on Various Renewable Energy Resources*.

Anexos

Anexo1: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Nivel de Medición
Variable Independiente Diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos.	Una aplicación es un programa informático diseñado como una herramienta para realizar operaciones o funciones específicas. Generalmente, son diseñadas para facilitar ciertas tareas complejas y hacer más sencilla la experiencia informática de las personas. (edu.gcfglobal.org, 2022) El diseño de un aplicativo para la selección de un sistema fotovoltaico se realizará en el Software NI LabVIEW en donde se usa la arquitectura de programación de máquinas de estado y en el desarrollo de los algoritmos se usará la programación orientada a eventos.	La usabilidad en referencia a un producto está sujeto a la resolución de tareas que pueda solucionar y brindan un nivel de satisfacción al usuario. (https://webdesign.tutsplus.com/, 2022) La irradiación solar es la magnitud que mide la energía por unidad de superficie de radiación solar incidente en una superficie (Planas, 2021)	Nivel de satisfacción del usuario	Escala Likert	Razón
			Irradiancia	Cantidad de Irradiación solar del lugar en $\frac{w}{m^2}$	Razón
Variable Dependiente Optimización de los costos de instalación en el Perú	Las instalaciones fotovoltaicas pueden ser: instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red (off grid) que buscan saciar la demanda de energía de una vivienda o instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red (on grid) que inyectan el exceso de energía generada a la red o en su defecto consumen de la misma cuando la demanda supera a la generación del sistema fotovoltaico. (Suriaenergy, 2022) Es valor monetario de los componentes de la instalación fotovoltaica. Dentro de los componentes que se deben de valorar tenemos al panel solar, baterías, regulador de carga e inversor.	En una instalación de un sistema fotovoltaico el mayor costo lo presentan los paneles solares y baterías siendo los demás componentes inferiores al valor de los dos anteriores por lo que es determinante en la decisión del tipo de instalación que se pueden realizar ya sea una instalación fotovoltaica aislada (off grid) o conectada a la red (on Grid).	Precio de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado de la red (off grid).	Costo de instalación en soles (S/)	Razón
			Precio de la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red (on grid).	Costo de instalación en soles (S/)	Razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

Titulo	Problema	Objetivo General	Objetivo Especifico	Variables	Dimensiones	Indicadores	Población y Muestra	Tipo de Investigación
<p>Diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú</p>	<p>Problema General: ¿De qué manera se puede desarrollar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú?</p> <p>Problemas Específicos: i) ¿De qué manera se puede programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados?; ii) ¿De qué manera se puede utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador?; iii) ¿De qué manera se puede generar un aplicativo para el cálculo de sistemas fotovoltaicos? vi) ¿De qué manera se puede demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica? v) ¿De qué manera se calculará los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú?</p>	<p>Realizar el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú</p>	<p>i) Programar los algoritmos de cálculo de sistemas fotovoltaicos utilizando la arquitectura de máquinas de estados; ii) Utilizar la programación orientada a eventos para utilizar la menor cantidad de recursos computacionales del ordenador; iii) Generar un archivo ejecutable para el cálculo de sistemas fotovoltaicos; iv) Demostrar el funcionamiento del aplicativo para el abastecimiento de energía eléctrica fotovoltaica; v) Calcular los costos de los componentes en el diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.</p>	<p>Variable Independiente Diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos.</p> <p>Variable Dependiente Optimización de los costos de instalación en el Perú.</p>	<p>Nivel de satisfacción del usuario</p> <p>Irradiancia</p> <p>Precio de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado de la red (off grid).</p> <p>Precio de la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red (on grid).</p>	<p>Escala Likert</p> <p>Cantidad de Irradiación solar del lugar en $\frac{w}{m^2}$</p> <p>Costo de instalación en soles (S/)</p> <p>Costo de instalación en soles (S/)</p>	<p>Población: Las viviendas con opción tarifaria BT5B que no sobrepasen al mes la demanda máxima de 20 kW (OSINERGMIN, 2001).</p> <p>Muestra: Se toma como muestra de estudio 2 viviendas ubicadas en el país de Perú una en la ciudad de Juliaca y la otra en la ciudad de Arequipa. La elección de la muestra la tomamos por conveniencia.</p>	<p>La investigación que se realizara es del tipo aplicada con un diseño de investigación del tipo no experimental</p>

Anexo 3: Validación del experto



EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título del proyecto de investigación

Diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú.

Ingeniero experto:

Se presenta a usted el instrumento de recolección del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias.

CRITERIOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1. ¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	✓		
2. ¿El instrumento de recolección de datos se aprecia las variables de investigación?	✓		
3. ¿Los instrumentos de recolección de datos facilitaran el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
4. ¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	✓		
5. ¿Los instrumentos de recolección de datos presenta la cantidad de ítem apropiadas?	✓		
6. ¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	✓		
7. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitara el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8. ¿Del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9. ¿El instrumento de recolección de datos, usted agregaría algún ítem?	✓		
10. ¿El diseño del instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
11. ¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	✓		

Sugerencias:

Mg. Ing. Roberto Jaime Quiroz Sosa

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS : Roberto Jaime Quiroz Sosa.
FECHA DE NACIMIENTO : 15 de agosto 1953.
LUGAR DE NACIMIENTO : Lima.
LIBRETA ELECTORAL : 07128997.
DOMICILIO PARTICULAR : Jr. Huáscar N° 745 Juliaca.
TELÉFONO : 051323751 Juliaca

ESTUDIOS REALIZADOS

PRE GRADO – SUPERIOR : Universidad Nacional de Ingenierías.
POS GRADO : Maestría en Ingeniería Eléctrica,
Mención electricidad industrial.
SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN : Docencia Universitaria
Universidad Nacional de Trujillo.
CREDENCIAL : Miembro Hábil de la Asociación
Peruana de energía solar y medio
ambiente (APES)

TRABAJOS PROFESIONALES

CONTRATISTAS GENERALES DE OBRAS:

Asistente de ingeniería desde el 3 de agosto de 1983 hasta el 24 de enero de 1984.

INGENIERÍA AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA (ISI):

Asistente de ingeniería desde el 16 de febrero de 1984 hasta el 5 de mayo de 1985.

ELECTRO SUR ESTE S.A. ERSESA - JULIACA:

Jefatura de distribución desde el 2 de mayo de 1986 hasta el 09 de septiembre de 1991.

ORIÓN INGENIEROS S.A.:

Área de proyectos desde el 2 de mayo de 1994 hasta el 20 de septiembre de 1994.

CONSELMEC INGENIEROS S.R.Ltda.:

Gerente general y residente de obra desde el 02 de enero de 1995 hasta el 30 abril de 1998.

NOR ANDINA S.R.Ltda.:

Residente de obra desde el 18 de septiembre de 1996 hasta el 15 de marzo de 1997.

SERGELCO S.R.Ltda.:

Residente de obra desde el 16 de diciembre de 1996 hasta el 23 de julio de 1997.

CONSULCONSA CIEMSA ASOCIADO:

Residente de obra desde el 20 de enero de 1997 hasta el 06 de julio del 2000.

HALCÓN INGENIEROS S.R.Ltda.:

Residente de obra desde el 20 de junio de 1998 hasta el 30 de octubre de 1998.

FONCODES:

Inspector residente desde el 30 de junio del 2000 hasta el 24 de noviembre del 2000

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO:

Docente universitario desde el 16 abril de 1998 hasta diciembre 2005.

SENATI:

Docente desde el 03 enero del 2000 hasta el 25 de febrero del 2000

**UNIVERSIDAD ANDINA “NESTOR CACERES VELASQUEZ” DE JULIACA
UANCV:**

Docente universitario de la carrera profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica desde 1986 hasta la fecha.

CORPORACIÓN AC&Z S.A.:

Residente de obra desde el 15 de noviembre del 2001 hasta el 15 de febrero del 2002.

COMO PROYECTISTA:

En la actualidad vengo desarrollando proyecto de redes de distribución eléctrica primaria y secundaria, contando a la fecha con numerosos proyectos aprobado por la concesionaria Electro Puno.

SEMINARIO PROFESIONALES ACTUALIZACION EN INGENIERIA ELECTRICA

Como Asistente.

- a) Ingeniería de Sistemas de Potencia.
- b) Montaje y Mantenimiento de Líneas de Transmisión.
- c) Protección y Seguridad en la Industria Eléctrica.

ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE SAN GABAN.

Como Organizador - Coordinador.

GRUPOS ELECTROGENOS.

Como Organizador.

II SEMINARIO TALLER DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Como Organizador.

INVESTIGACION EN INGENIERIA: COMO ESCRIBIR ARTICULOS CIENTIFICOS.

Como Asistente. – 16 al 20 de enero del 2017.

XXII SIMPOSIO PERUANO DE ENERGIA SOLAR.

Como asistente. - 16 al 20 de noviembre del 2015.

III CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA ELECTRICA Y ENERGIAS NO CONVENCIONALES.

Como Asistente. – 16 al 18 de noviembre del 2015.

XXI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y RAMAS AFINES - (CONIMERA).

Como Asistente. – 24 al 26 de junio del 2015.

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES		
GRADUADO	GRADO O TÍTULO	INSTITUCIÓN
Quiroz Sosa Roberto Jaime DNI 07128997	BACHILLER EN CIENCIAS INGENIERÍA ELÉCTRICA Fecha de diploma: 08/02/85 Modalidad de estudio: PRESENCIAL. Fecha de matrícula: sin información. Fecha de egreso: sin información.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA PERÚ
Quiroz Sosa Roberto Jaime DNI 07128997	TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO ELECTRICISTA Fecha de diploma: 25/07/94 Modalidad de estudio: PRESENCIAL	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA PERÚ
Quiroz Sosa Roberto Jaime DNI 07128997	MAESTRO EN CIENCIAS: INGENIERÍA ELÉCTRICA MENCIÓN EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL Fecha de diploma 08/07/16 Modalidad de estudio: PRESENCIAL. Fecha de matrícula: 10/09/2009 Fecha de egreso: 05/05/2016	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA PERÚ

GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

GRADUADO	GRADO O TÍTULO	INSTITUCIÓN
QUIROZ SOSA, ROBERTO JAIME DNI 07128997	TITULO PROFESIONAL INGENIERO ELECTRICISTA Fecha de diploma: 25/07/94 Modalidad de estudios: PRESENCIAL	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA <i>PERU</i>
QUIROZ SOSA, ROBERTO JAIME DNI 07128997	MAESTRO EN CIENCIAS: INGENIERIA ELECTRICA MENCION EN ELECTRICIDAD INDUSTRIAL Fecha de diploma: 08/07/16 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 10/09/2009 Fecha egreso: 05/05/2016	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA <i>PERU</i>
QUIROZ SOSA, ROBERTO JAIME DNI 07128997	BACHILLER EN CIENCIAS INGENIERIA ELECTRICA Fecha de diploma: 08/02/85 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA <i>PERU</i>

(***) La falta de información de este campo, no involucra por sí misma un error o la invalidez de la inscripción del grado y/o título, puesto que, a la fecha de su registro, no era obligatorio declarar dicha información. Sin perjuicio de lo señalado, de requerir mayor detalle, puede contactarnos a

Anexo 4: Carta de consentimiento de uso de datos

Juliaca 27 de julio del 2021

Señor:

**Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica
de la Universidad Cesar vallejo**

Asunto: Aceptar desarrollo de Proyecto

Es grato expresarle mis saludos a la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo y a la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y en atención a la solicitud de poder utilizar los datos de consumo de energía eléctrica propios de mi vivienda ubicada en la ciudad de Juliaca, barrio las cerro colorado, Jr. Francisco Bolognesi 560, acepto la utilización de los mismos para el proyecto de **"Diseño de un aplicativo para el cálculo de sistemas fotovoltaicos en viviendas de la ciudad de Juliaca"** a realizar los por estudiantes; Pedro Pablo Ojeda Aguilar con DNI:44534086 y Urbano Álvarez Yana con DNI: 42765106.

Es propicia la oportunidad, para expresarle mi consideración y estima.

Atentamente



Esteban Venancio Gomes Soto
DNI: 29276060

Señor:

Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo

Asunto: Aceptar uso de utilización de datos de consumo eléctrico

Es grato expresarle mis saludos a la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo y a la escuela de profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y en atención a la solicitud de poder utilizar los datos de consumo de energía eléctrica propios de mi vivienda ubicada en la calle Santa Rosa #205, Urb. Miguel Grau, distrito de Paucarpata de la ciudad de Arequipa. En donde a pedido de los solicitantes acepto la utilización de los recibos de consumo de energía eléctrica e información necesaria que ayude en el proyecto de **Diseño de un aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú** a realizar por los estudiantes: Pedro Pablo Ojeda Aguilar con DNI: 44534086 y Urbano Álvarez Yana con DNI: 42765106.

Es propicia la oportunidad, para expresarle mi consideración y estima.

Atentamente



Agustina Ojeda Mamani

DNI:29211270

Anexo 5: Recibo de consumo de energía eléctrica del usuario.



Electro Puno S.A.A.
Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.
www.electropuno.com.pe | f i s t
JR. MARIANO H. CORNEJO N° 160 PUNO
P.O.C. 20405479592 TELEFONO (051) 366056 - PUNO

Para atención de consultas, pagos o denuncias.
Su número de cliente(suministro) es:
0020014757
MES FACTURADO Agosto-2022
RECIBO Nro. S113 - 516920

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: **GOMEZ SOTO, ESTEBAN VENANCIO**
D.N.I. 29276006
DIRECCIÓN: JR. FCO. BOLOGNESI 560
DPTO/PROV: PUNO/SAN ROMAN/JULIACA
RUTA: **301-28-01-003930** (013-JULIACA 013 CERCAD)

DATOS TÉCNICOS

TARIFA: **BT5B - RESIDENCIAL** ACOMETIDA: AEREA
ALIMENT: 50-05 (0100) TENSIÓN: 220 V - BT
POTENCIA: 0.20 KW. CONEXIÓN: C.1.1
N° MEDIDOR: 1997017 MONOFASICO-Electrónico-2 Hilos
SISTEMA: 0025 - JULIACA SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 7029 22 Ago 2022
LECTURA ANTERIOR: 6947 22 Jul 2022
DIFERENCIA DE LECTURA: 82 FACTOR: 1.00

CONSUMO FACTURADO 82.00 kW.h
PRECIO UNIT. S/ /KW.h: 0.7988 (Restantes 52 kWh)
PRECIO UNIT. S/ /KW.h: 0.5991 (Primeros 30 kWh)
Afecto a Descuento Ley 27510 FOSE, Monto S/ -5.99

DETALLE DE FACTURACIÓN

CONCEPTO	IMPORTE S/
ALUMBRADO PUBLICO (Alcuenta AP: S/ 0.7000)	4.90
CARGO FIJO AJUSTADO	4.50
ENERGIA AJUSTADA	41.54
ENERGIA PRIMEROS 30 KWH AJUSTADA	17.97
INTERESES COMPENSATORIOS	0.07
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.36
SUBTOTAL 70.34	
IGV 18%	12.66
OTROS PAGOS	
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	0.75
REDONDEO DEL MES	-0.04
REDONDEO MES ANTERIOR	0.08
TOTAL MES 83.80	
TOTAL A PAGAR S/ ***83.80	

EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA



Monto 202205: S/ 66.30 Monto 202207: S/ 91.30

MENSAJES AL CLIENTE

Proxima Facturacion :

Mes	F. Lectura	F. Factur.	F. Pago
sep-2022	22-sep-2022	1-oct-2022	19-oct-2022

"REFUERZA TU PROTECCION CON LA 3RA DOSES, VACUNATE YA!"
"VACUNATE CONTRA EL COVID POR TI POR MI, POR TODOS, PROTEGE A LA NIÑEZ"
"VERIFICA TU CARNET DE VACUNACION EN: <https://carnetvacunacion.mesa.gob.pe/>"

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

MES FACTURADO Agosto-2022 VENCIMIENTO 19 sep 2022
TOTAL S/ **83.80** **002-0014757**
GOMEZ SOTO, ESTEBAN VENANCIO
001 - 13 - SAN ROMAN/JULIACA

S113 - 516920 2022001000004037155



301-28-01-003930



www.electropuno.com.pe | f i s t



RECIBO ELECTRÓNICO POR SERVICIOS PÚBLICOS

Razon Number: **S001 - 9242981** **MES FACTURADO** Septiembre-2021
 Fecha Emision: **29/09/2021**

Fecha Vencimiento **14-Oct-2021**

Nombre: **MAMANI CHIPANA FRANCISCO**
 Direccion: **PPJJ MIGUEL GRAU III ETAPA CALLE SANTA ROSA NRO 205 ZON C**
 Provincia: **AREQUIPA**

N° CONTRATO
73881

DNI: **29217660**
 Ruta: **1-13-13-70-013000**
 T.C: **CL1 MONOFASICO Aerea Simple**
 T.M: **ELECTRONICO 2 Hilos**

T.N: **220 V** NSM: **50300328**
 S.E: **1330** NIM: **379430**
 T.S: **Individual**
 Sistema Electrico **SED134** - Arequipa
 Sector Tipico **2Urbano Media Densidad**

SET: **[05]-SET JESUS**
 Circuito: **[0507]-AMT CAYRO**
 S.E: **:1390**

LECTURAS Y CONSUMO

Opcion Tarifaria: **BTSS RESIDENCIAL**
 Potencia Contratada: **1.10 kW**
 LECTURA ANTERIOR: **OK_ 12654 26 Ago 2021**
 LECTURA ACTUAL: **OK_ 12724 25 Sep 2021**

Factor: **1.00**

DETALLE FACTURACION

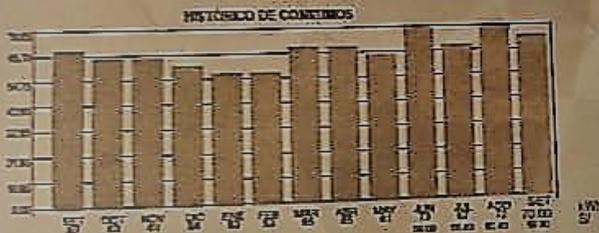
CONCEPTO	IMPORTE S
ALUMBRADO PUBLICO	3.7
CARGO FIJO	3.7
ENERGIA	26.3
ENERGIA PRIMEROS 30 KWH	14.1
MANUTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	1.3

CONSUMO FACTURADO: **70.00 kWh**
 EL COSTO DE kWh ES: S/ **0.6641** para consumos de 31 a 100kWh
 Alcantala AP: **0.54**
 Alcanta a Descuento Ley 27510 FOSE, Monto S/ **-4.93**

SUBTOTAL 50.2
IGV 18% 9.6

OTROS CONCEPTOS NO AFECTOS
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL 0.8

REDONDEO MES ANTERIOR -0.1



TOTAL A PAGAR S/ **59.9**

SON: CINCUENTA Y NUEVE CON 90/100 SOLES

ESTIMADO CLIENTE:
 ¡Vacúnate! protégete y protege a los que más quieres de los riesgos más graves de la COVID-19.
 #PongoElHombro.

Anexo 6: Controlador de carga MPPT ATERSA

🔌 Controlador Carga Leo10 25A 12/24V ATERSA



S/.957,92 SIN IGV S/. 811,80 ☆☆☆☆☆

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el miércoles 9 de noviembre en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Ateresa | Cod. Artículo: 2001015

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

2 años de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

1 Año con Pa...

Fuente: Imagen tomada de la pagina web de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-pwm/controlador-carga-leo10-25a-1224v-ateresa>

Anexo 7: Controlador de carga MPPT Must Solar

🔌 Controlador MPPT LCD 60A 12/24/48V Must Solar



S/.1.211,26 SIN IGV S/. 1.026,49 ☆☆☆☆☆

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el viernes 17 de febrero en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2002512

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

Fuente: Imagen tomada de la pagina web de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-lcd-60a-122448v-must-solar>

Anexo 8: Controlador de carga PWM Must Solar

🔌 Controlador PWM LCD 60A 12/24V Must Solar



S/.315,01

SIN IGV
S/. 266,96



Envío: Envío gratuito a provincias por más de S/. 500

Entrega: **Recójalos el viernes 17 de febrero en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2001515

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR

Fuente: Imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-pwm/controlador-pwm-lcd-60a-1224v-must-solar>

Anexo 9: Panel solar Ecogreen

🚀 Panel Solar 350W 24V Policristalino EcoGreen



Sin stock



S/.704,50

SIN IGV
S/. 597,03



1 Opinión

Envío: Envío gratuito a provincias!

Fabricante: EcoGreen | Cod. Artículo: 1002050

Cantidad:

Panel Solar 350W 24V Policristalino EcoGreen opiniones [Ver más opiniones](#)



Carlos Eduardo P ★★★★★

16.05.2022

Tiene una alta eficiencia, totalmente recomendado



1 año de garantía



14 días de devolución



100% pago seguro



Fuente: Imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/paneles-solares-24v/panel-solar-350w-24v-policristalino-ecogreen>

Anexo 10: Inversor de carga Must Solar

☑ Inversor Cargador 1000W 24V MPPT 80A Must Solar



S/. 1.465,70 SIN IGV
S/. 1.242,12

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el miércoles 9 de noviembre en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 3004231

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

1 año de garantía | 14 días de devolución | 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

Nuevos model...

Fuente: imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/inversores-cargadores-24v/inversor-cargador-1000w-24v-mppt-80a-must-solar>

Anexo 11: Inversor de carga Must Solar

☑ Inversor Victron Phoenix 12V 375VA VE.Direct



S/. 563,25 SIN IGV
S/. 477,33

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el viernes 17 de febrero en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Victron Energy | Cod. Artículo: 3005015

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

1 año de garantía | 14 días de devolución | 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

Contactar vía WhatsApp

Fuente: imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/inversores-12v/inversor-victron-phoenix-12v-375va-vedirect>

Anexo 12: Batería GEL Tensite

 Batería GEL 12V 150Ah Tensite



S/.677,20

SIN IGV
S/. 573,90

Descuento 17% (S/. 815,91 sin descuento)

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el lunes 13 de febre
provincias**

Fabricante: Tensite | Cod. Artículo: 17082

Cantidad:

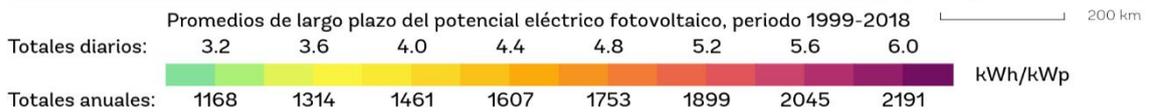
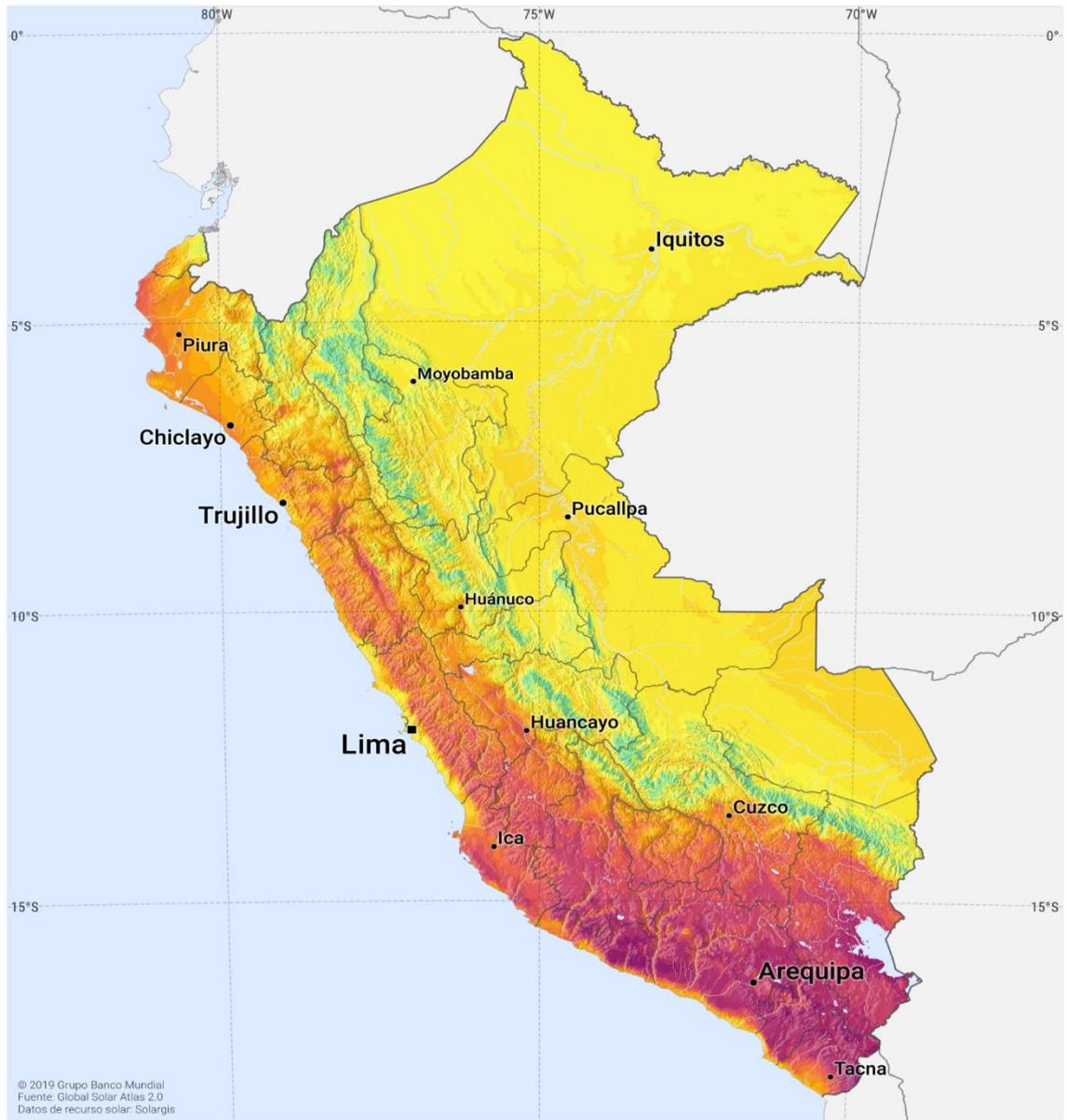
AÑADIR AL CARRITO

Fuente: imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/baterias-de-gel-12v/bateria-gel-12v-150ah-tensite>

Anexo 13: Mapa del recurso solar en el Perú

MAPA DE RECURSO SOLAR

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PERÚ



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

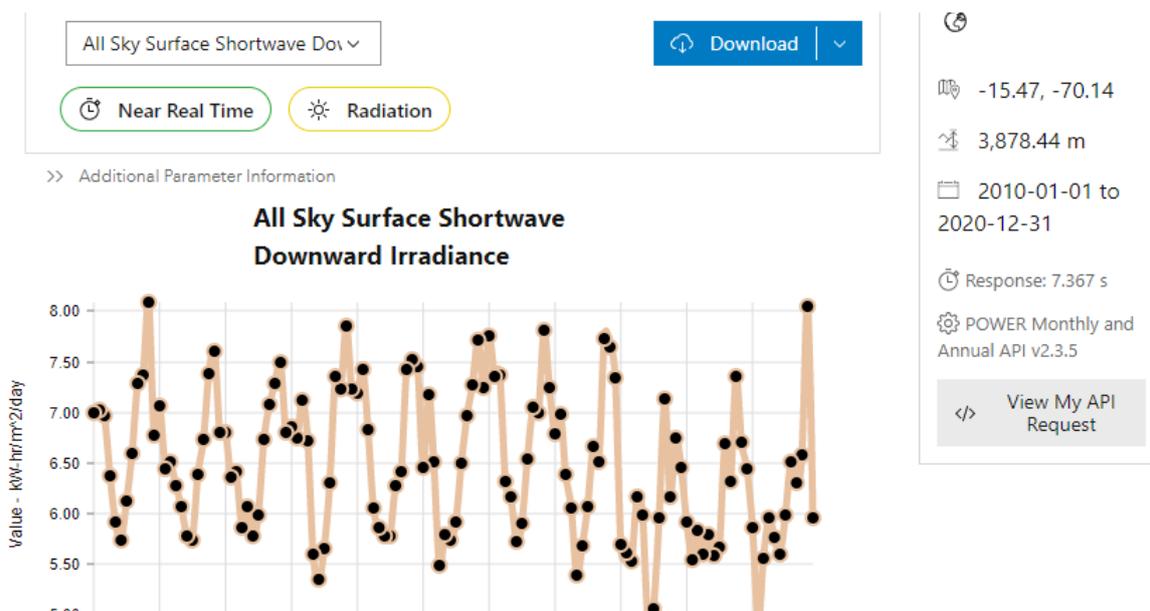
Fuente: Mapa de potencial eléctrico fotovoltaico tomado de (SOLARGIS, 2020)

Anexo14: Valores de las principales variables climáticas de las estaciones base

Estación meteorológica	Energía solar diaria (kW h/m ²)	Heliofanía relativa (%)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitación total (mm/año)
Costa					
Miraflores	5.75	56.00	30.70	19.30	216.00
Miraflores	4.06	40.00	23.30	15.50	16.00
San Camilo	5.92	61.00	28.70	13.40	11.00
La Joya	7.03	75.00	27.00	10.10	77.00
Sierra					
Bambamarca	4.56	44.00	19.40	9.50	737.00
Weberbauer	4.92	49.00	21.30	7.60	644.00
Cosmos	4.92	46.00	9.20	-0.70	1 047.00
Huayao	6.00	56.00	19.60	4.40	765.00
Granja cayra	5.44	53.00	20.70	3.70	674.00
Chuquibambilla	6.08	59.00	16.80	-2.40	715.00
Puno	6.36	70.00	14.70	2.00	753.00
Characato	6.50	73.00	22.80	6.80	78.00
Selva					
San Ramón SM	4.67	41.00	31.30	20.80	2 158.00
El Porvenir	3.89	41.00	32.50	20.40	1 041.00
Bellavista	4.78	40.00	32.20	20.90	928.00

Fuente: Tabla tomada del ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERÚ (SENAMHI, 2003)

Anexo 15: Radiación solar para la vivienda de estudio en la ciudad de Juliaca



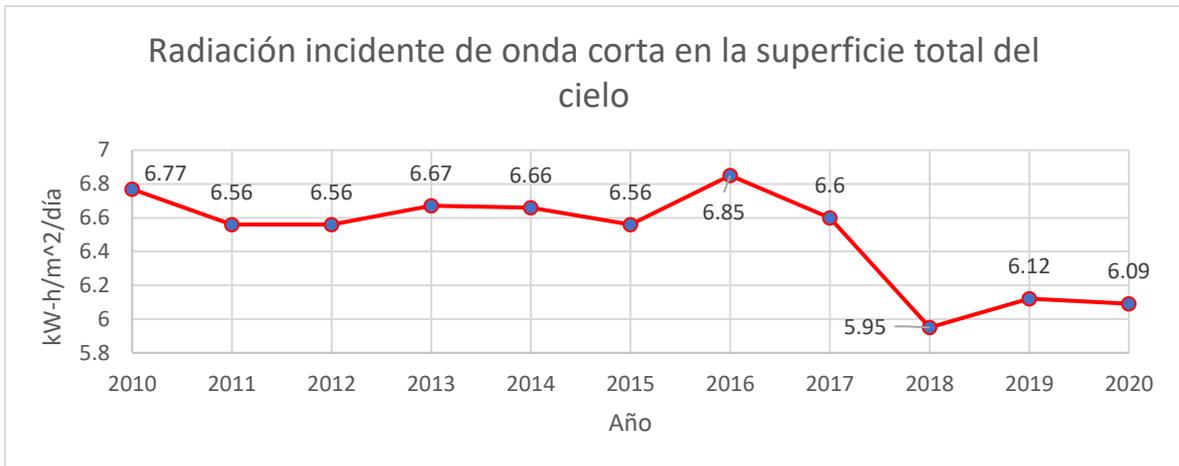
Fuente: Datos descargados de la página web oficial de la NASA (NASA, 2020)

Anexo 16: Radiación incidente de onda corta en la superficie total del cielo para la vivienda de estudio en la ciudad de Juliaca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	ANN
2010	7.00	7.02	6.97	6.37	5.91	5.74	6.12	6.59	7.28	7.37	8.09	6.78	6.77
2011	7.06	6.44	6.51	6.28	6.07	5.77	5.73	6.38	6.73	7.39	7.6	6.80	6.56
2012	6.80	6.36	6.42	5.86	6.07	5.78	5.99	6.73	7.08	7.29	7.49	6.80	6.56
2013	6.86	6.75	7.12	6.72	5.60	5.35	5.65	6.30	7.36	7.23	7.85	7.23	6.67
2014	7.19	7.43	6.83	6.05	5.86	5.77	5.78	6.28	6.42	7.42	7.52	7.45	6.66
2015	6.46	7.17	6.51	5.48	5.79	5.73	5.92	6.49	6.97	7.27	7.71	7.25	6.56
2016	7.76	7.35	7.37	6.32	6.17	5.72	5.90	6.54	7.05	7.00	7.81	7.25	6.85
2017	6.79	6.98	6.39	6.05	5.39	5.68	6.07	6.67	6.51	7.73	7.64	7.34	6.60
2018	5.70	5.61	5.53	6.17	5.98	4.89	5.06	5.95	7.13	6.16	6.75	6.45	5.95
2019	5.92	5.54	5.83	5.59	5.79	5.58	5.66	6.69	6.32	7.35	6.70	6.44	6.12
2020	5.86	4.92	5.55	5.95	5.76	5.60	5.99	6.51	6.30	6.58	8.05	5.96	6.09

Fuente: Datos descargados de la página web oficial de la NASA (NASA, 2020)

Anexo 17: Radiación solar histórica en el sitio de la vivienda en la vivienda de estudio en la ciudad de Juliaca



Fuente: Tabla elaborada con los datos recopilados de la página web oficial de la NASA (NASA, 2020)

Anexo 18: Coordenadas de la vivienda de estudio ubicado en la ciudad de Arequipa

Parámetros del sitio geográfico para VIVIENDA AREQUIPA_Nasa_1983.SIT

Coordenadas geográficas | **Meteo mensual** | Mapa interactivo

Ubicación

Nombre del sitio:

País: Región:

Coordenadas geográficas

Decimal Grad. Min. Seg.

Latitud [°] (+ = Norte, - = Hemisferio Sur)

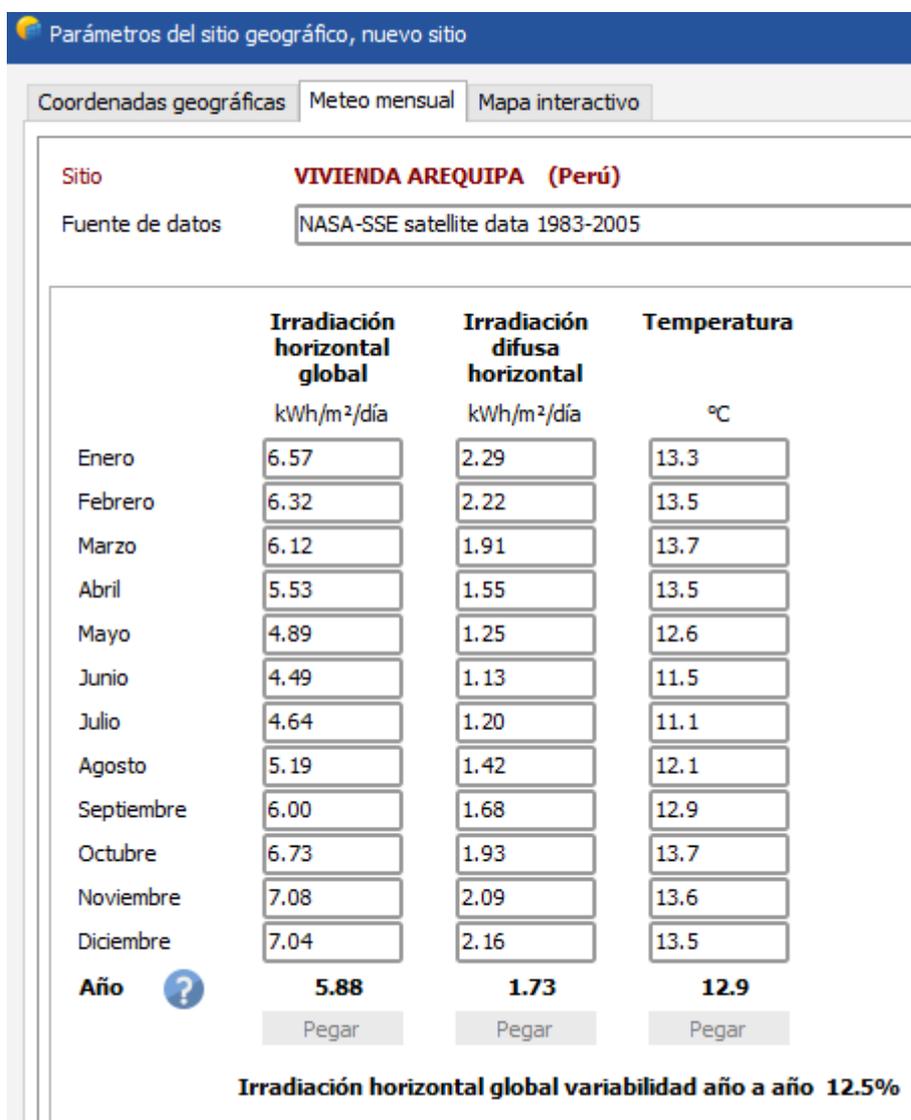
Longitud [°] (+ = Este, - = Oeste de Greenwich)

Altitud M por encima del nivel del mar

Zona horaria Hora Legal - Hora Solar = 0h-13m

Fuente: Datos obtenidos de software PVSYST

Anexo 19: Radiación solar de la vivienda de prueba ubicada en la ciudad de Arequipa



Fuente: Datos obtenidos de software PVSYST

Anexo 20: Factores para el cálculo de rendimiento global

Factor	Descripción del factor	Valor predeterminado
k_b	Factor de pérdidas en el conjunto de baterías y regulador	0.1
k_c	Factor de pérdidas del inversor	0.1
k_v	Factor de pérdidas varias (efecto Joule, caídas de tensión, etcétera)	0.1
k_a	Coefficiente de autodescarga diaria de las baterías	0.005
N	Número de días de autonomía	De 3 a 10
P_d	Profundidad de descarga de las baterías	0.7

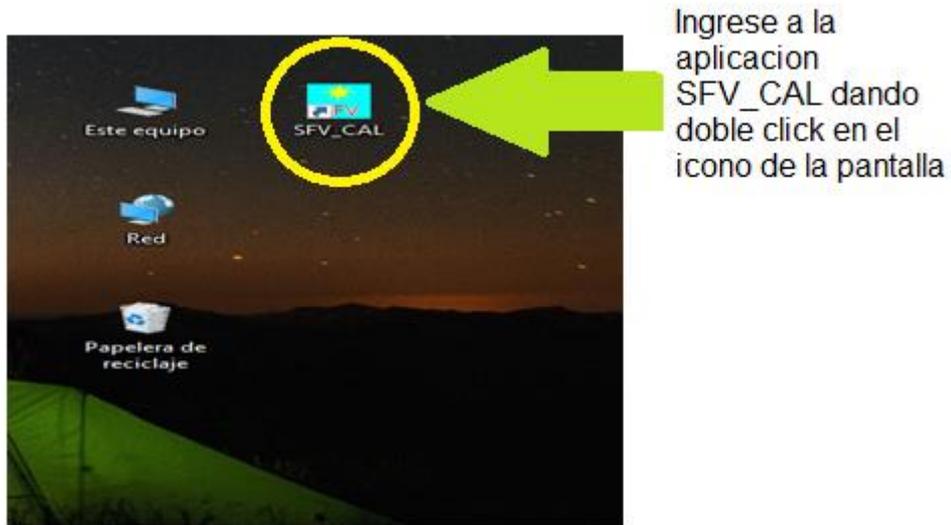
Fuente: Tabla tomada del libro Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas (Cantos, 2016)

Anexo 21: Tensión nominal del sistema en función de la potencia

Potencia (W)	Tensión nominal (V)
$P \leq 800$	12
$800 < P \leq 1600$	24
$1600 < P \leq 3200$	48
$P > 3200$	120 o 300

Fuente: Tabla tomada del libro Instalaciones solares fotovoltaicas (Castejón & Santamaría, 2010)

Anexo 22: Manual de uso del aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos



Nombre	Tipo	Tamaño
SFV_CAL	Aplicación	2,128 KB
SFV_CAL.aliases	Archivo ALIASES	1 KB
SFV_CAL	Opciones de confi...	1 KB

Puede ingresar también dando clic en el archivo SFV_CAL del tipo aplicación para empezar a utilizar el aplicativo

DATOS BATERIA		DATOS REGULADOR		DATOS INVERSOR			
CARGA OFF GRID		CARGA ON GRID		DATOS VIVIENDA		DATOS PANEL	
CARGA	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	CANTIDAD (Unid.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO (h)			
LAMPARA COCINA	1	1	25	3			
LAMPARA HABITACION	1	4	18	3			
OTRAS LAMPARAS	1	4	12	1			
TELEVISOR	1	2	80	3			
FRIGORIFICO	1	0	0	0			
ORDENADOR PORTATIL	1	2	80	3			
BATIDORA	1	0	0	0			
RADIO	1	0	0	0			
BOMBA SUMERGIBLE	1	0	0	0			
OTROS	1	0	0	0			

Ingrese de forma manual el consumo teóricos de los electrodomesticos

Cursores para poder acceder a las distintas ventanas para el ingreso de los datos solicitados

CURSOR DATOS	CURSOR RESPUESTAS
← →	← →
CALCULAR	SALIR
ON GRID	

Confirmar que se encuentre habilitado la opción ON GRID delo contrario dar un clic en el icono para cambiarlo.

DATOS BATERIA DATOS REGULADOR DATOS INVERSOR

CARGA OFF GRID CARGA ON GRID DATOS VIVIENDA DATOS PANEL

Irradiacion Solar Media Diaria(G)

G(Wh/m2) T.Ambiente(°C)

6000 0

Ubicacion

Latitud Longitud

-15.4712 -70.1434

Dias de Autonomia(dia)

N

3 DATO SOLO SI ES OFF GRID

Espacio destinado al Sist. Fotovoltaico(m)

L A

0 0

Costo de Energia de la Distribuidora(S/.xkWh)

0

Ingrese la irradiacion, las coordenadas geograficas de la vivienda y los dias de autonomia del sistema fotovoltaico

CARGA OFF GRID CARGA ON GRID DATOS VIVIENDA DATOS PANEL

DATOS BATERIA DATOS REGULADOR DATOS INVERSOR

Características electricas de la bateria

Capacidad(Ah)

150

Voltage(V)

12

Profundidad de Descarga(Pd)

0.7 en decimal ejm. 0.7

Características Mecanicas

L(mm) A(mm) H(mm)

0 0 0

Peso(kg)

0

C. Bat.(S/.)

677.2

Ingrese los datos requeridos de la bateria de su hoja de datos y el costo del mismo

CARGA OFF GRID CARGA ON GRID DATOS VIVIENDA DATOS PANEL

DATOS BATERIA DATOS REGULADOR DATOS INVERSOR

Tension Nominal CC(V)
12

Corriente Maxima de Generacion
25

100 %

Corriente Maximo de Consumo
25

Sobrecarga admisible (%)
0

Costo(S/.)
957.92

Otros datos de regulador de Carga

L A H Peso(kg)

0 0 0 0

Ingrese los datos solicitados del controlador de carga y el costo del mismo



CARGA OFF GRID CARGA ON GRID DATOS VIVIENDA DATOS PANEL

DATOS BATERIA DATOS REGULADOR DATOS INVERSOR

Pot. Inversor **n Inv.** en decimal
ejm. 0.97

1000 0.8

Voltage de salida en C.A.
V. Salida
220

Rango de tension MPP / Tension asignada de Entrada en C.C.

V. INmin V. INmax
0 0

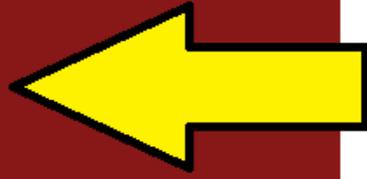
Corriente Max. de Entrada en C.C.
Imax_in
80

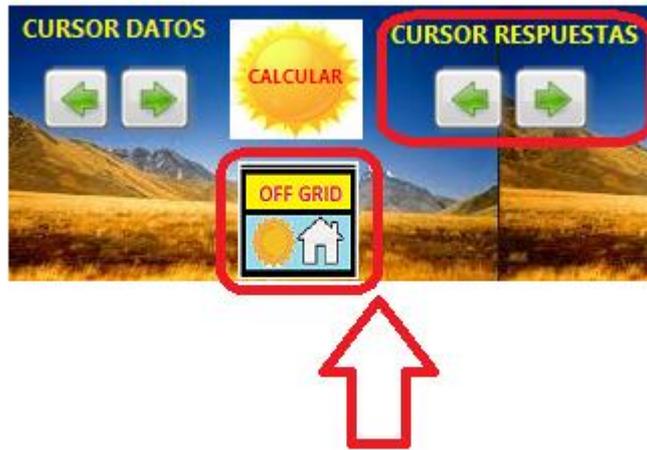
Dimension (mm)

L A H
0 0 0

Peso (kg) **Costo(S/)**
0 1465.7

Ingrese los datos encerrados en el rectangulo amarillo para el inversor y el costo del mismo

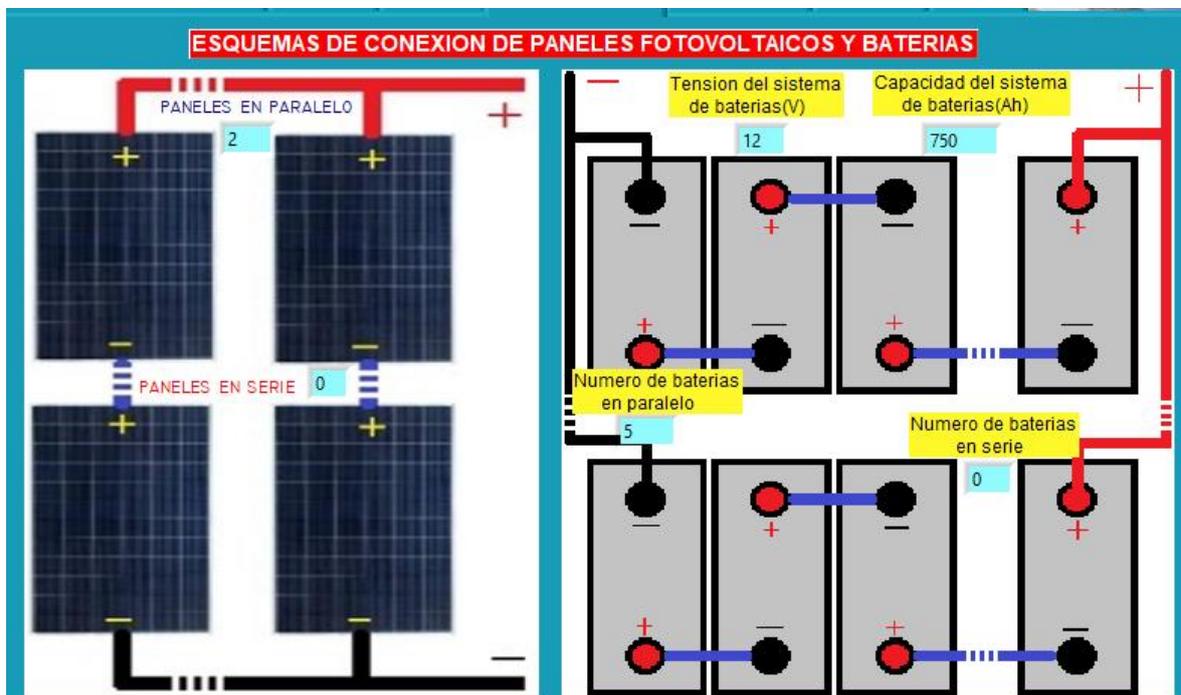
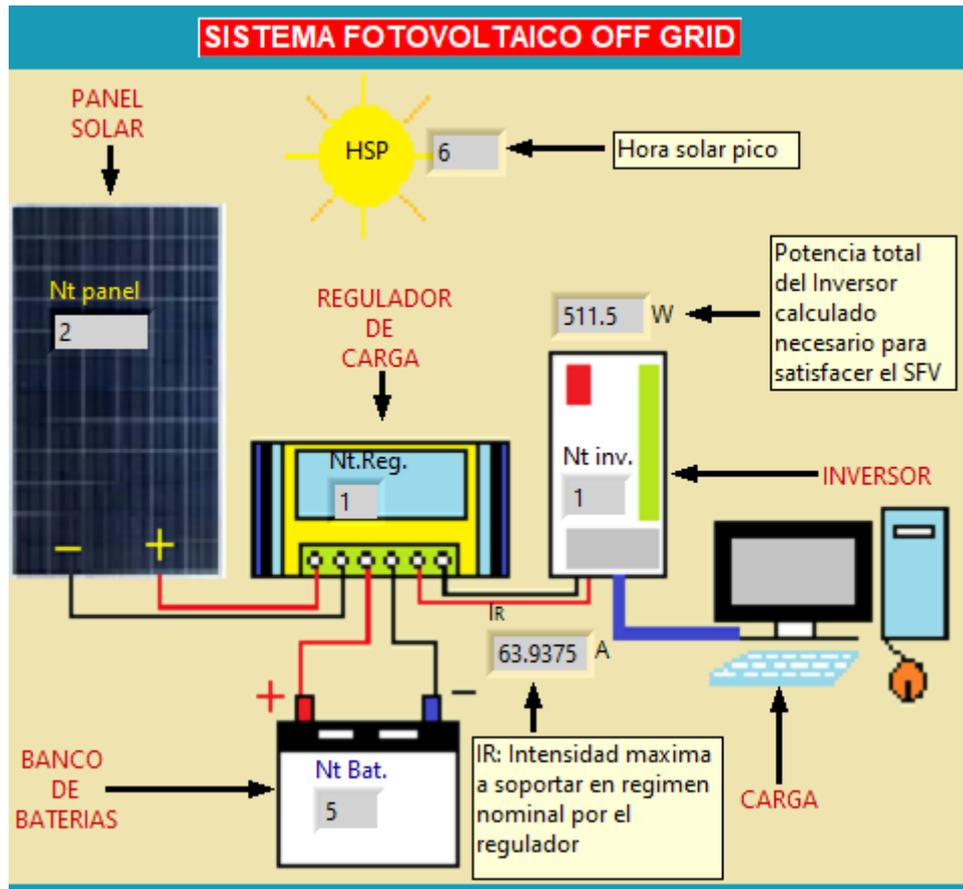




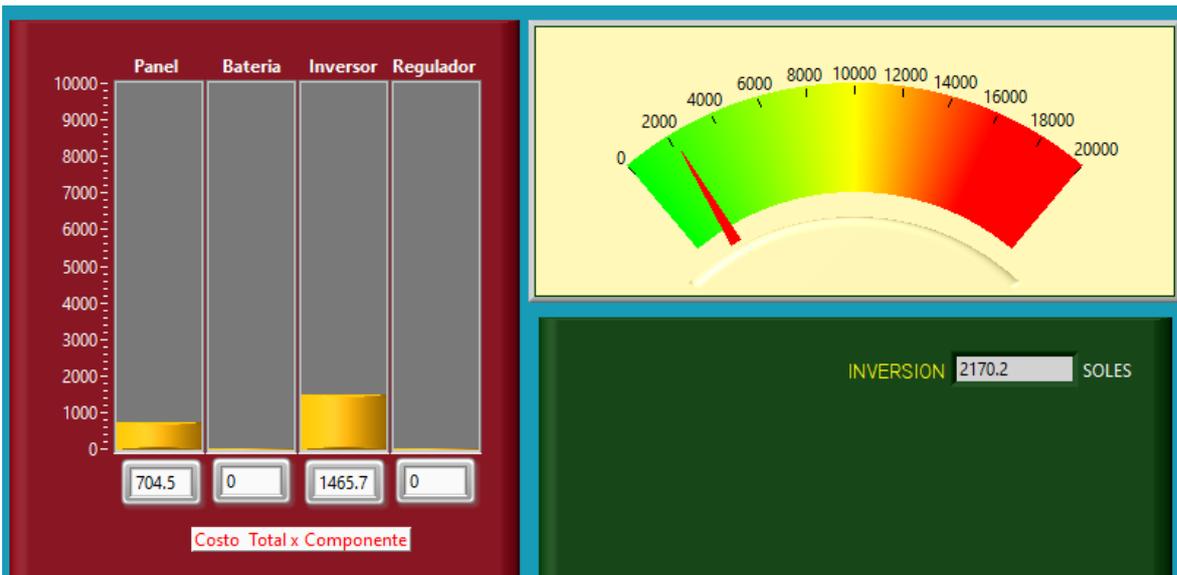
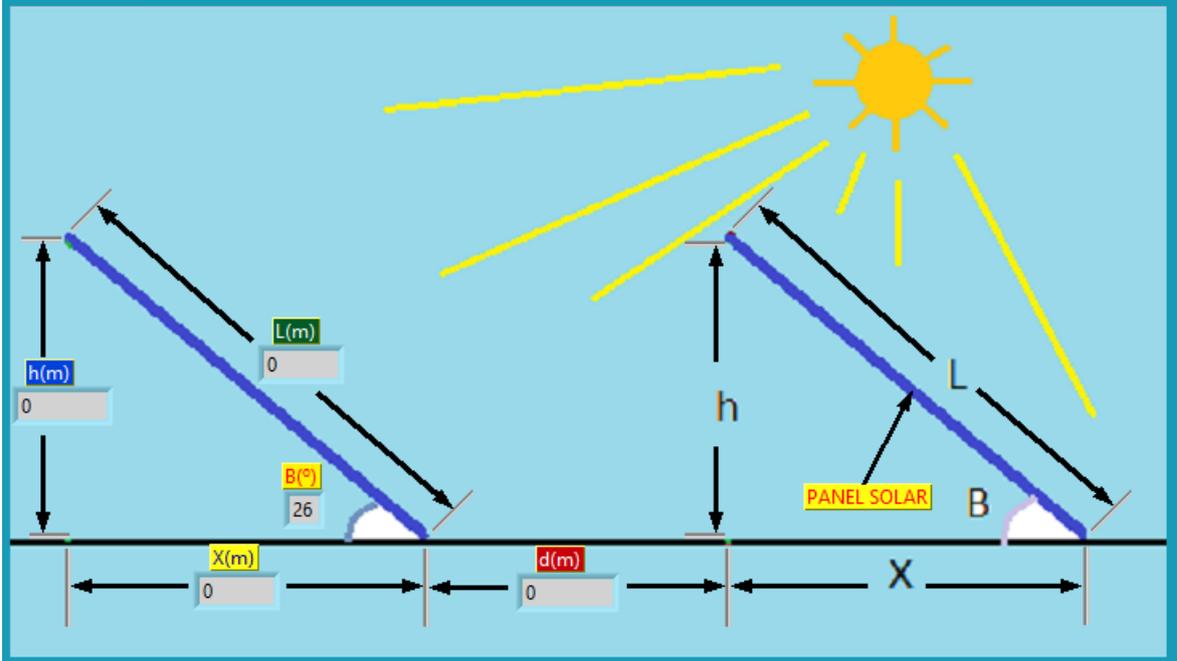
Avance con el cursor para ver los resultados hallados y verificar que se este en la opcion OFF GRID

Presione doble clic en calcular





ANGULO DE INCLINACION Y DISTANCIA ENTRE PANELES FOTOVOLTAICOS



Para el sistema ON GRID

DATOS BATERIA **DATOS REGULADOR** **DATOS INVERSOR**
CARGA OFF GRID **CARGA ON GRID** **DATOS VIVIENDA** **DATOS PANEL**

kWh **SOLES**

Ingresar los datos del del consumo de energia electrica anual historico y costos pagados del mismo.

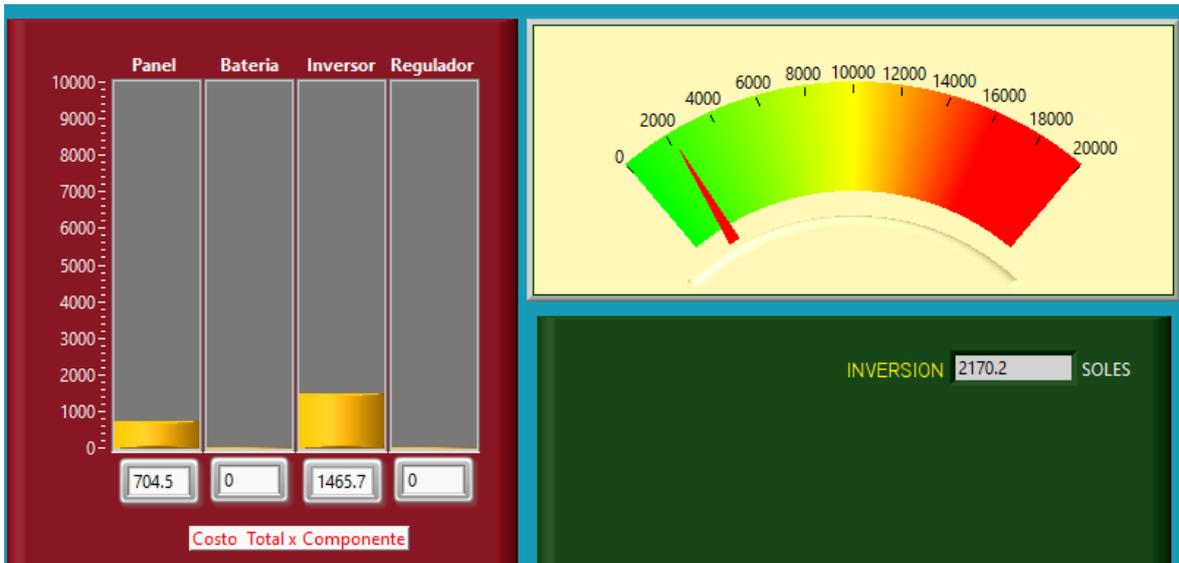
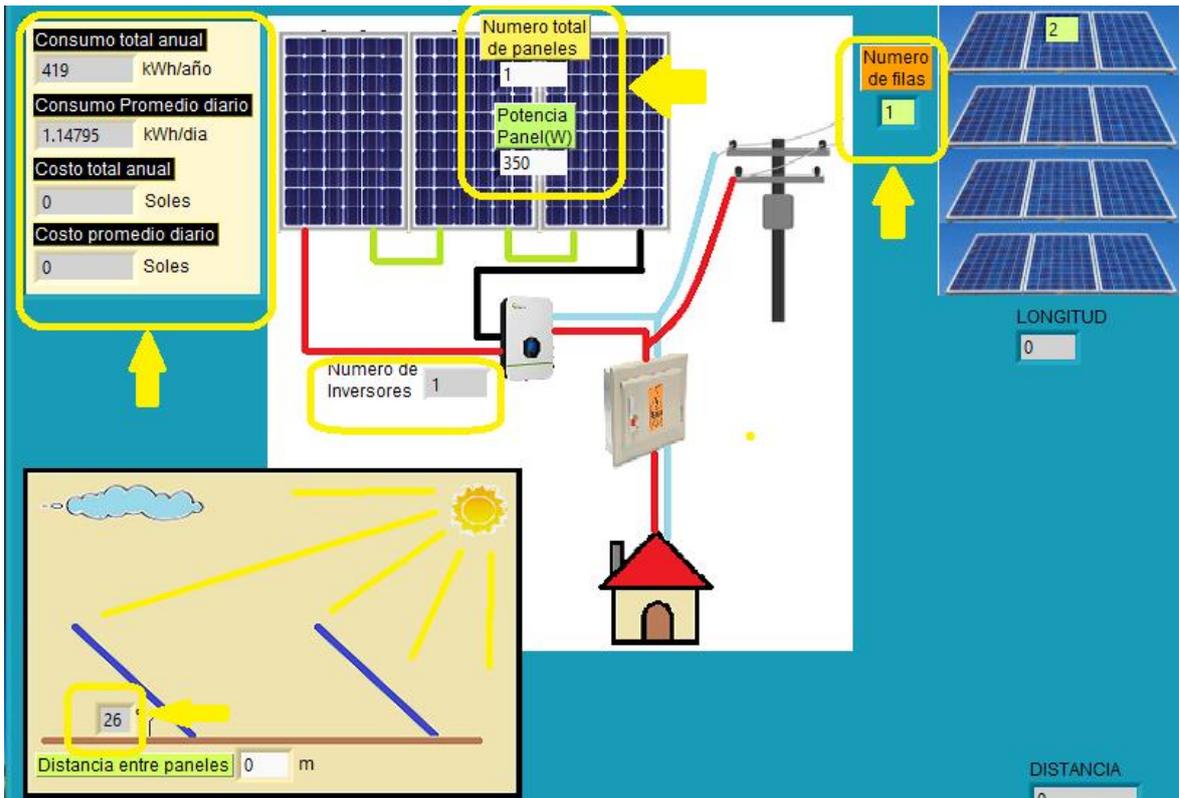
HISTORICO DE CONSUMOS

Month	kWh	SOLES
ENE	79	0
FEB	83	0
MAR	0	0
ABR	0	0
MAY	0	0
JUN	0	0
JUL	0	0
AGO	45	0
SET	49	0
OCT	60	0
NOV	51	0
DIC	52	0

CURSOR DATOS **CURSOR RESPUESTAS**

CALCULAR **SALIR**

ON GRID



Anexo 23: Pérdidas reales y óptimas en una instalación fotovoltaica

Tipo de pérdida	Perdida real (%)	Perdida optima (%)
Tolerancia respecto a la potencia nominal del modulo	3	0,5
Envejecimiento de las células fotovoltaicas	1	0,5
Mismatch	3	1
Desajustes respecto a los valores adecuados de inclinación y orientación	5	1
Polvo y suciedad	3	1
Aumento de temperatura de las células	6	2
Sombra de las células	1	0
Caída de tensión en los cables	2	0,5
Rendimiento del inversor	6	3,5
Falta de disponibilidad debido a tareas de mantenimiento (paradas de la instalación, etcétera)	2	1
Otras perdidas (en baterías, etcétera)	2	0

Fuente: tomado del libro de Configuración de Instalaciones Solares Fotovoltaiicas (Cantos Serrano, Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas, 2016).

Anexos 24: Resultados del análisis de confiabilidad en el programa SPSS STADISTICAL

```
RELIABILITY
/VARIABLES=uno dos tres cuatro cinco seis siete ocho nueve diez once doce trece catorce quince
/SCALE('Alpha') ALL
/MODEL=ALPHA
/SUMMARY=TOTAL.
```

Análisis de fiabilidad

Notas

Resultados creados		19-OCT-2022 17:55:34
Comentarios		
Entrada	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	9
	Entrada matricial	
Tratamiento de los datos perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratarán como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos se basan en todos los casos con datos válidos para todas las variables del procedimiento.
Sintaxis		RELIABILITY /VARIABLES=uno dos tres cuatro cinco seis siete ocho nueve diez once doce trece catorce quince /SCALE('Alpha') ALL /MODEL=ALPHA /SUMMARY=TOTAL.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.05
	Tiempo transcurrido	00:00:00.26

[Conjunto_de_datos0]

Escala: Alpha

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	9	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	9	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,970	15

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
¿El software que utiliza satisface sus necesidades de diseño?	35,89	296,861	,954	,966
¿El software empleado es intuitivo su uso?	36,11	294,611	,955	,966
¿El software utilizado presenta una versión de prueba gratuita?	36,56	336,528	,163	,977
¿El tiempo de uso del software con versión de prueba es adecuada para el aprendizaje?	35,89	304,111	,856	,967
¿Se requiere capacitación especializada para el uso del software empleado?	36,67	322,250	,502	,973
¿El software permite la edición de datos de manera sencilla?	36,11	292,361	,946	,966
¿El software utiliza la radiación del lugar para los cálculos del sistema fotovoltaicos?	36,22	297,694	,936	,966
¿El software requiere la ubicación geográfica de la vivienda?	36,22	290,444	,923	,966
¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica on grid?	36,44	296,778	,841	,968
¿El software muestra el coste total de la instalación fotovoltaica on grid?	36,44	296,778	,841	,968
¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico on grid?	36,33	298,750	,850	,967

Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica off grid?	36,56	299,278	,845	,967
¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico off grid?	36,56	301,528	,852	,967
¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico off grid?	36,56	299,778	,834	,968
¿El software es liviano para ser usado en computadoras con recursos básicos?	35,89	294,611	,843	,968

Anexo 25: Cuestionario utilizado para la recolección de información

Cuestionario sobre el uso de softwares de calculo en sistemas fotovoltaicos

Brindarle un cordial saludo, somos estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo, Pedro Pablo Ojeda Aguilar y Urbano Alvarez Yana, de la escuela profesional de Ingenieria Mecanica Electrica, nos encontramos realizando una encuesta con el proposito de conocer su interaccion son softwares de diseño de sistemas fotovoltaicos y poder diseñar un aplicativo que satisfaga las necesidades de los usuarios en los diseños de sistemas fotovoltaicos.

***Obligatorio**

Universidad Cesar Vallejo



1. 1.- Ingrese su correo GMAIL *

2. 2.- Ingrese sus apellidos y nombres *

3. 3.- Ingrese su numero de DNI *

4. 4.- Edad

Marca solo un óvalo.

- 20 a 25 años
- 25 a 30 años
- 30 a 35 años
- 35 a 40 años
- 40 años a mas

5. 5.- Sexo *

Marca solo un óvalo.

- Masculino
- Femenino

6. 6.- Indique el software que utiliza para sus diseños, en caso de que utilice otro programa escribalo en "otra"y escriba el programa utilizado. Si no conoce ninguno escoja la opcion "Ninguno". *

Selecciona todos los que correspondan.



Archelios



PVGIS



PV SKETCH



Helioscope



PVSYS

Otro: _____



Ninguno

7. Seleccione en cada fila la opción que crea conveniente en función de la pregunta *

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	Deacuerdo	Muy deacuerdo
7.1.- ¿El software que utiliza satisface sus necesidades de diseño?	<input type="radio"/>				
7.2.- ¿El software empleado es intuitivo su uso?	<input type="radio"/>				
7.3.- ¿El software utilizado presenta una versión de prueba gratuita?	<input type="radio"/>				
7.4.- ¿El tiempo de uso del software con versión de prueba es adecuada para el aprendizaje?	<input type="radio"/>				
7.5.- ¿Se requiere capacitación especializada para el uso del software empleado?	<input type="radio"/>				
7.6.- ¿El software permite la edición de datos de manera sencilla?	<input type="radio"/>				
7.7.- ¿El software utiliza la radiación del lugar para los cálculos del sistema fotovoltaicos?	<input type="radio"/>				

7.8.- ¿El software requiere la ubicación geográfica de la vivienda?

7.9.- ¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica on grid?

7.10.- ¿El software muestra el coste total de la instalación fotovoltaica on grid?

7.11.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico on grid?

7.12.- ¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica off grid?

7.13.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico off grid?

7.14.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el

sistema
fotovoltaico off
grid?

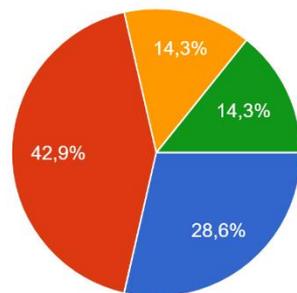
7.15.- ¿El software
es liviano para ser
usado en
computadoras con
recursos basicos?

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

4.- Edad

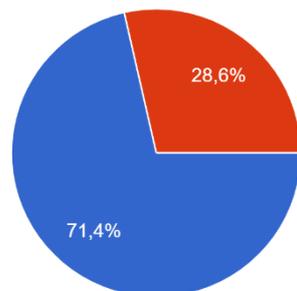
7 respuestas



- 20 a 25 años
- 25 a 30 años
- 30 a 35 años
- 35 a 40 años
- 40 años a mas

5.- Sexo

7 respuestas

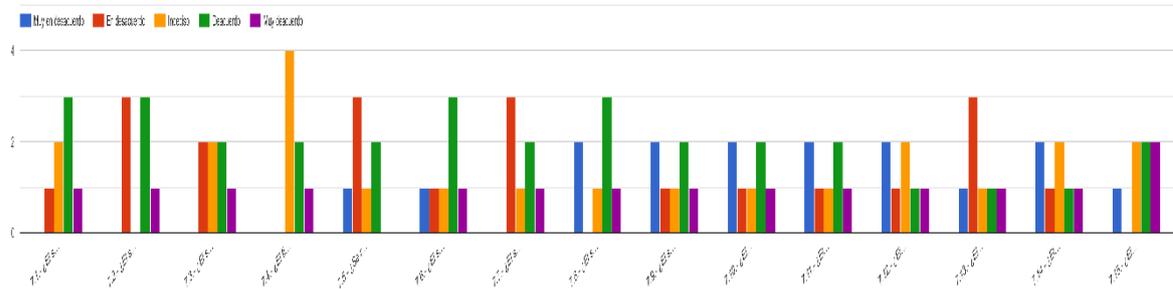


- Masculino
- Femenino

6.- Indique el software que utiliza para sus diseños, en caso de que utilice otro programa escribalo en "otra"y escriba el programa utilizado. Si no conoce ninguno escoja la opcion "Ninguno".
7 respuestas



Seleccione en cada fila la opción que crea conveniente en función de la pregunta



Anexo 26: Encuesta de satisfacción del uso del aplicativo para cálculo de sistemas fotovoltaicos

Encuesta de satisfacción del uso del aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú

Brindarle un cordial saludo, somos estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo, Pedro Pablo Ojeda Aguilar y Urbano Alvarez Yana, de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, nos encontramos realizando una encuesta con el propósito de conocer su interacción con el aplicativo de cálculo de sistemas fotovoltaicos para la optimización de los costos de instalación en el Perú y si este cubrió sus requerimientos en el diseño de sistemas fotovoltaicos.

***Obligatorio**

- 1.- Ingrese sus apellidos y nombres ***

- 2.- Edad ***
Marca solo un óvalo.
 20 a 25 años
 25 a 30 años
 30 a 35 años
 35 a 40 años
 40 años a mas
- 3.- Sexo**
Marca solo un óvalo.
 Masculino
 Femenino

4. 4.- Seleccione en cada fila la opcion que crea conveniente en funcion de la pregunta *



Marca solo un óvalo por fila.

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	Deacuerdo	Muy deacuerdo
4.1.- ¿El software que utiliza satisface sus necesidades de diseño?	<input type="radio"/>				
4.2.- ¿El software empleado es intuitivo su uso?	<input type="radio"/>				
4.3.- ¿Se requiere capacitacion especializada para el uso del software empleado?	<input type="radio"/>				
4.4.- ¿El software permite la edicion de datos de manera sencilla?	<input type="radio"/>				
4.5.- ¿El software utiliza la radiacion del lugar para los calculos del sistema fotovoltaicos?	<input type="radio"/>				
4.6.- ¿El software requiere la ubicacion geografica de la vivienda?	<input type="radio"/>				

4.7.- ¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica on grid?

4.8.- ¿El software muestra el coste total de la instalación fotovoltaica on grid?

4.9.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico on grid?

4.10.- ¿El software muestra el coste de los componentes de la instalación fotovoltaica off grid?

4.11.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema fotovoltaico off grid?

4.12.- ¿El ofrece el tiempo de recuperación de la inversión en el

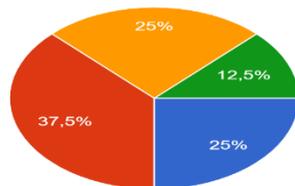
sistema
fotovoltaico off
grid?

4.13.- ¿El software
es liviano para ser
usado en
computadoras con
recursos basicos?

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

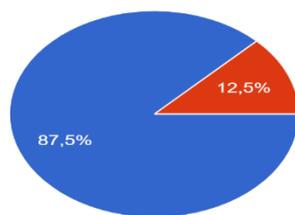
Google Formularios

2.- Edad
8 respuestas



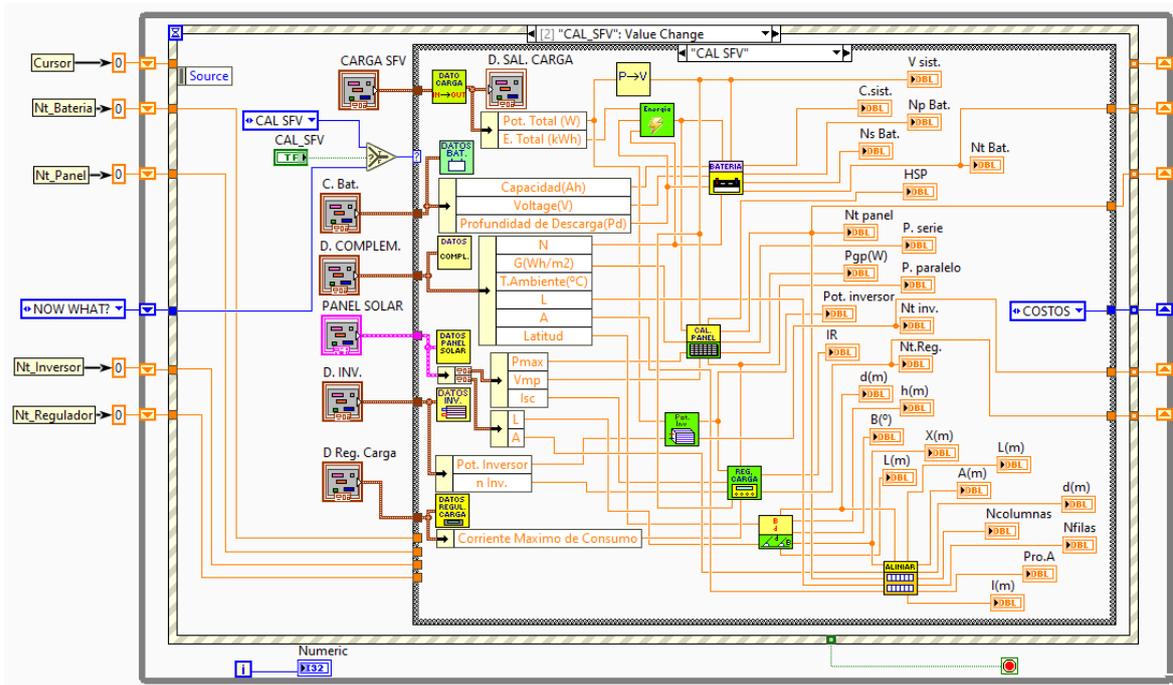
- 20 a 25 años
- 25 a 30 años
- 30 a 35 años
- 35 a 40 años
- 40 años a mas

3.- Sexo
8 respuestas



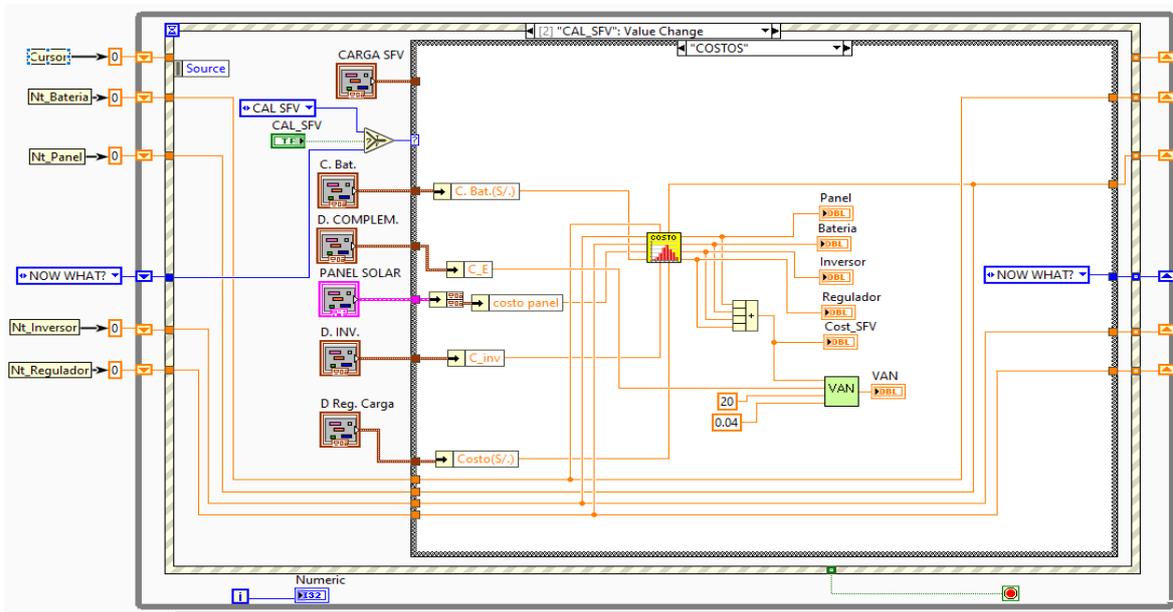
- Masculino
- Femenino

Anexo 27: Detalle de la programación de sistemas fotovoltaico OFF GRID



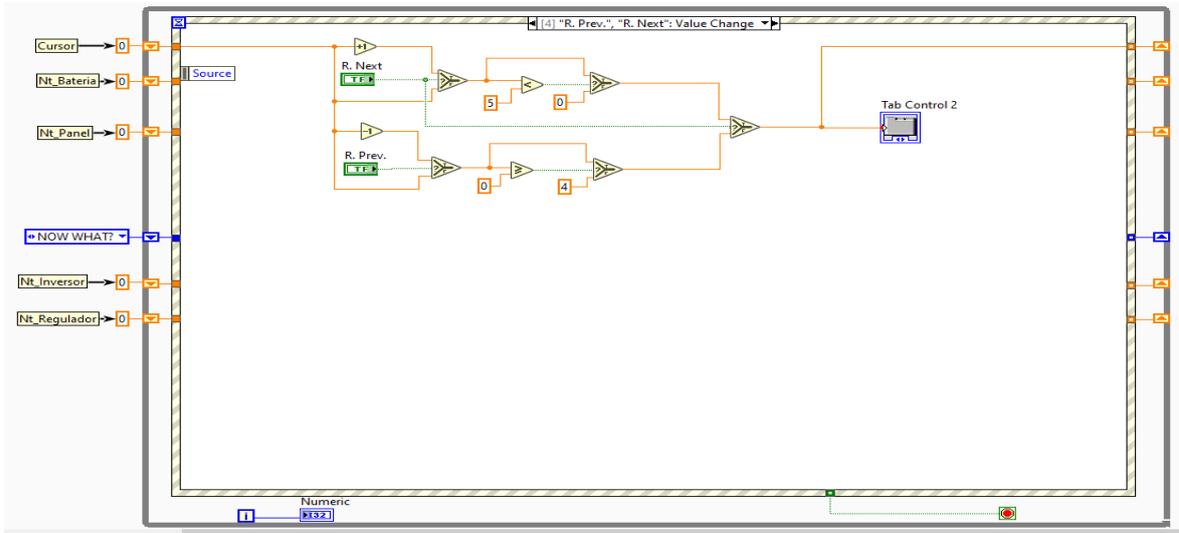
Fuente: Elaboración propia

Anexo 28: Detalle de la programación para hallar los costos del sistema fotovoltaico



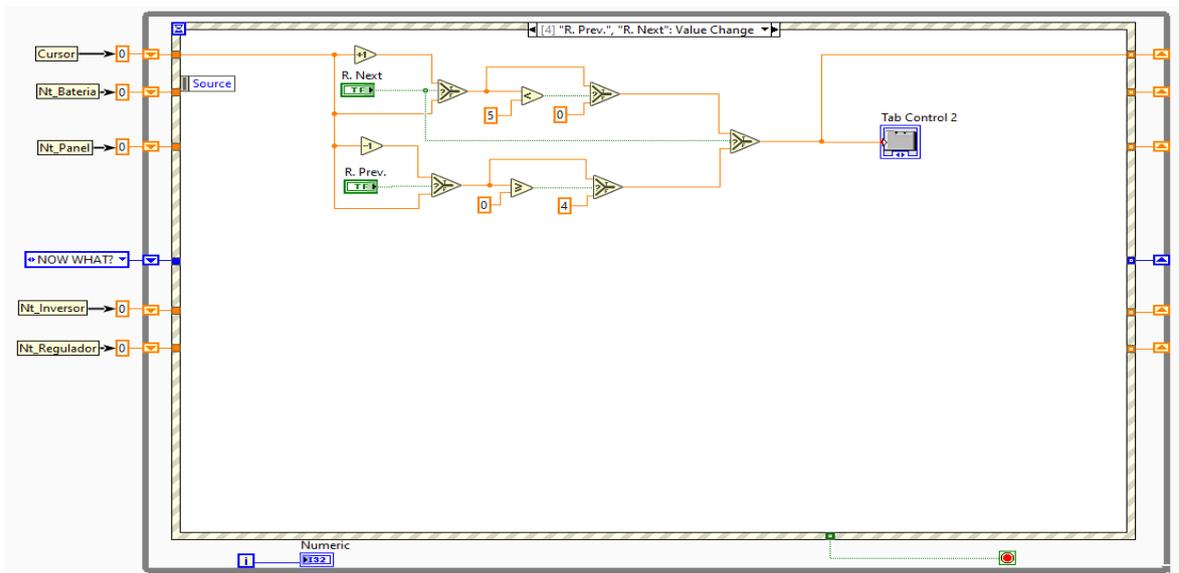
Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Detalle de la programación por el uso del cursor de avance y retroceso de los datos de entrada



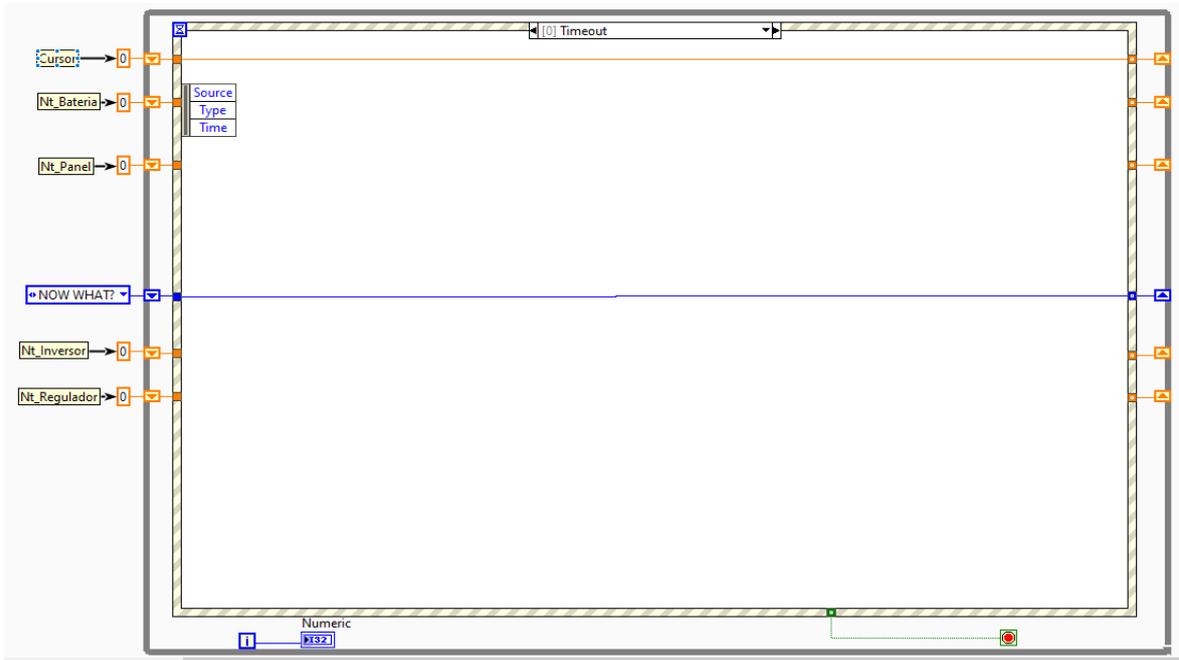
Fuente: Elaboración propia

Anexo 30: Detalle de la programación por el uso del cursor de avance y retroceso de los datos de salida



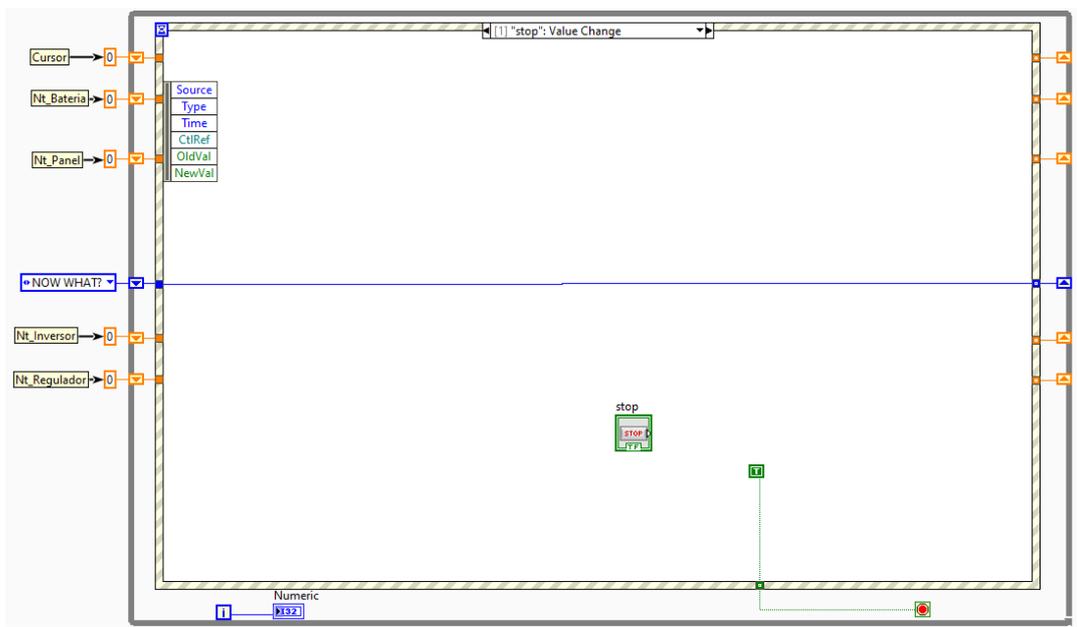
Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: Detalle del estado de espera en la máquina de estado programada



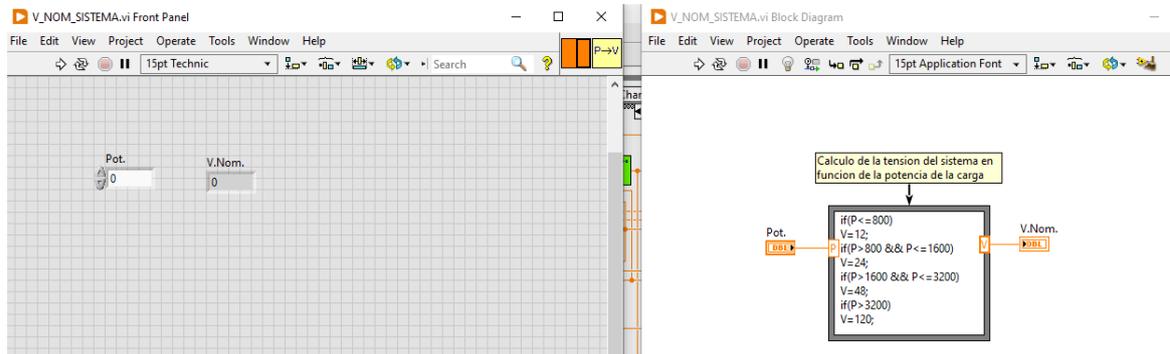
Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Detalle del estado de Stop en la máquina de estado programada



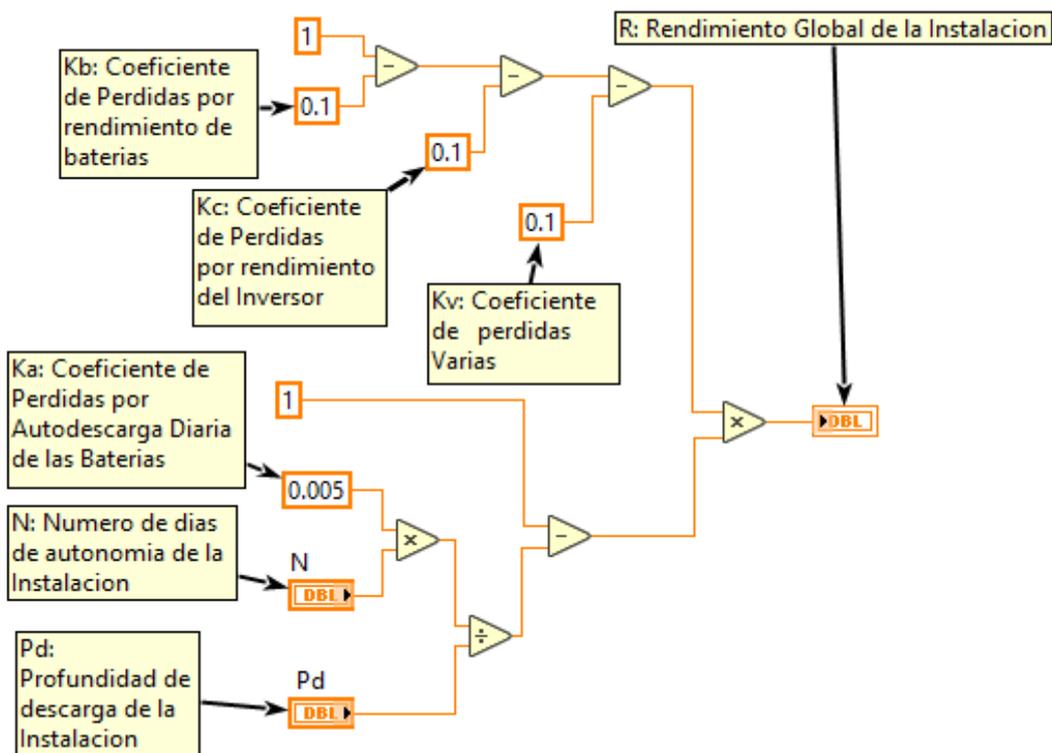
Fuente: Elaboración propia

Anexo 33: Detalle de programación para hallar la tensión nominal del sistema en función de la potencia



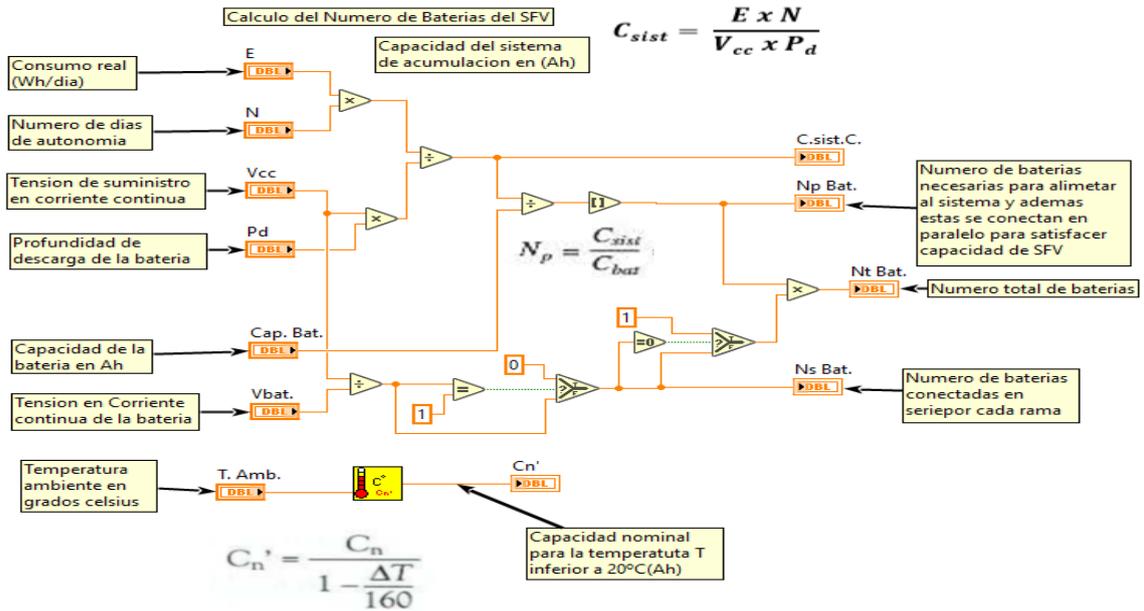
Fuente: Elaboración propia

Anexo 34: Detalle de programación para hallar el rendimiento global de la instalación fotovoltaica



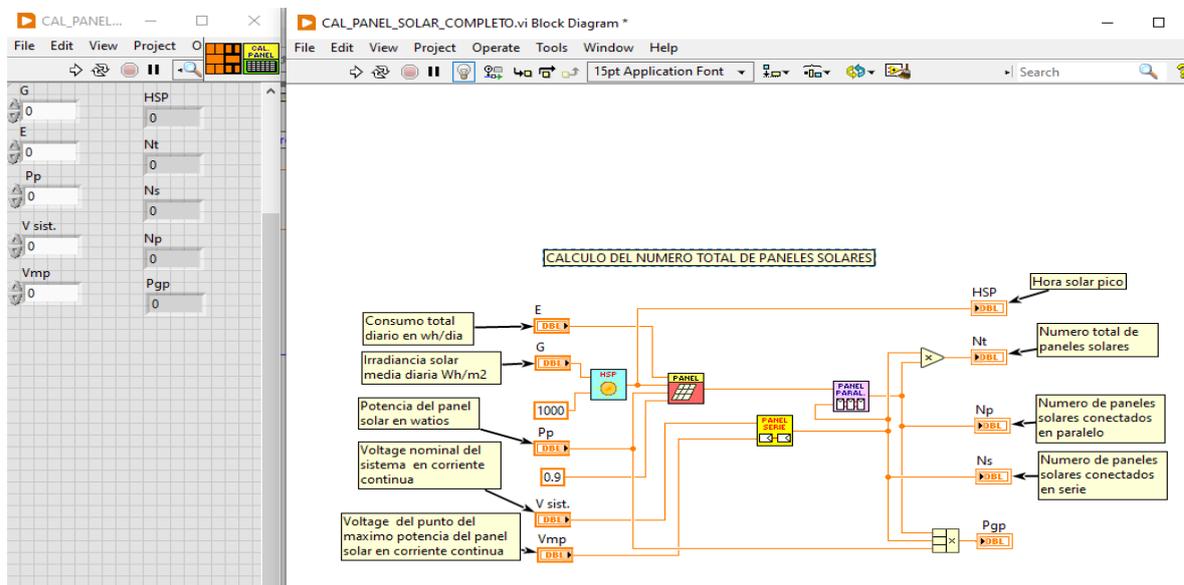
Fuente: elaboración propia

Anexo 35: Detalle de algoritmo para determinar el número de baterías del sistema fotovoltaico OFF GRID



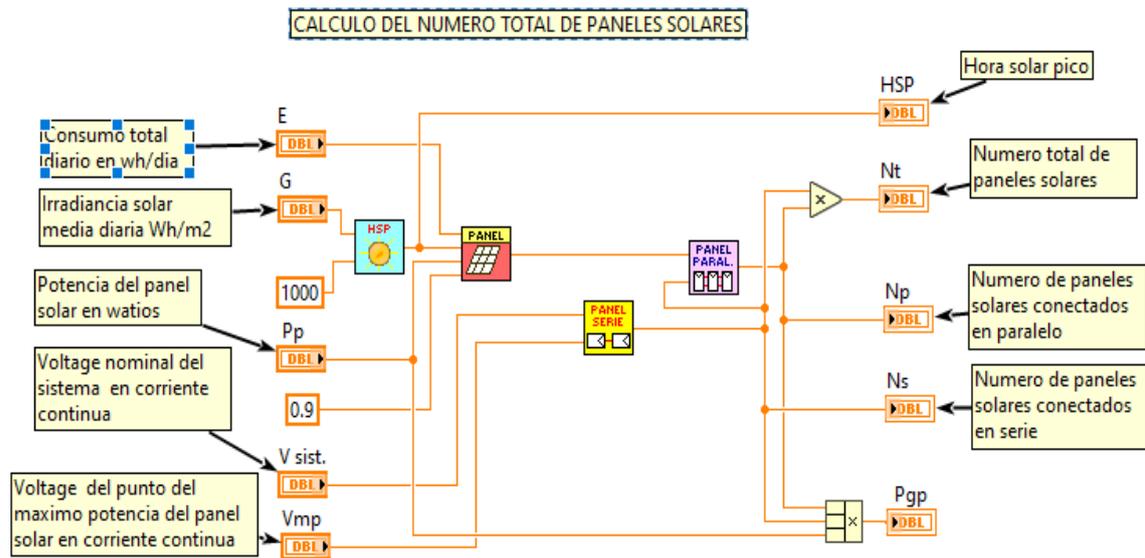
Fuente: Elaboración propia

Anexo 36: Detalle de programación para hallar el total de paneles fotovoltaicos en el sistema fotovoltaico OFF GRID



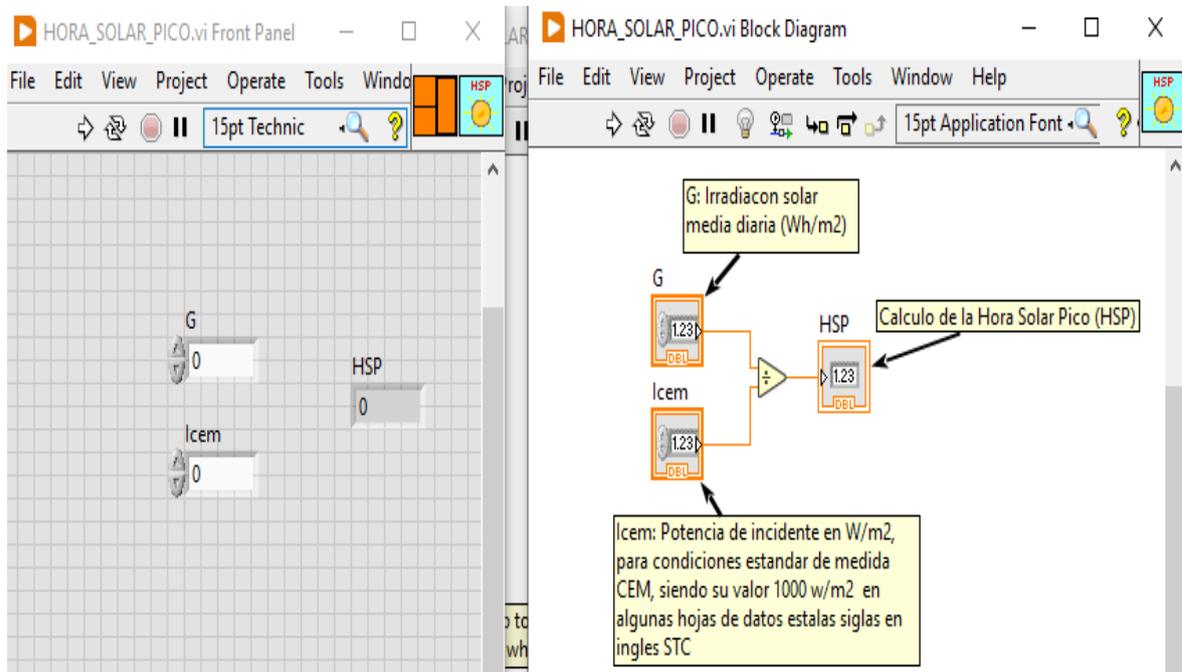
Fuente: Elaboración propia

Anexo 37: De la programación en la ventana de bloques de programa del cálculo de paneles solar en un sistema fotovoltaico OFF GRID



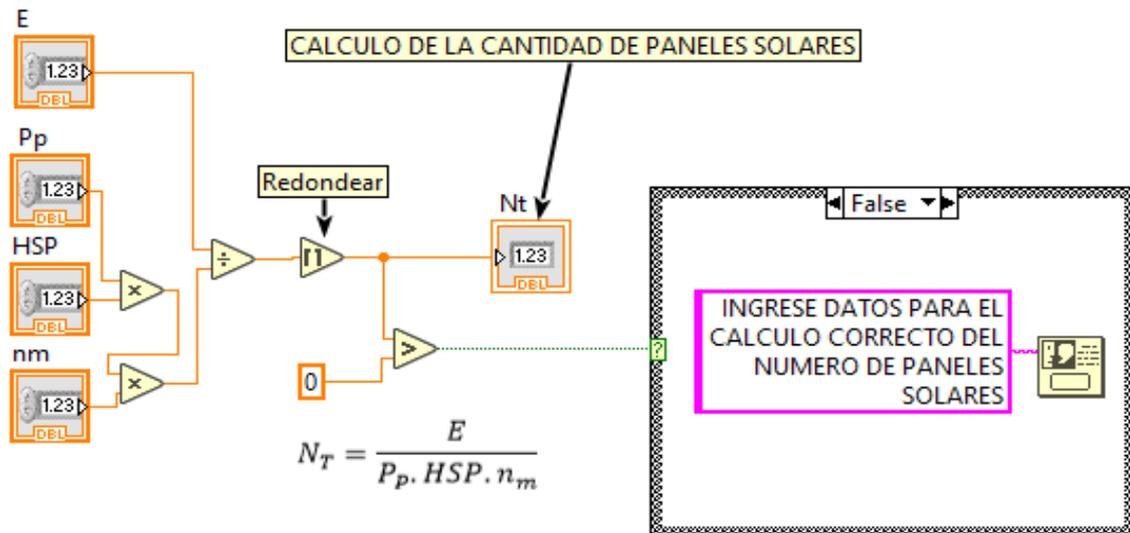
Fuente: Elaboración propia

Anexo 38: Detalle de programación para hallar la hora solar pico



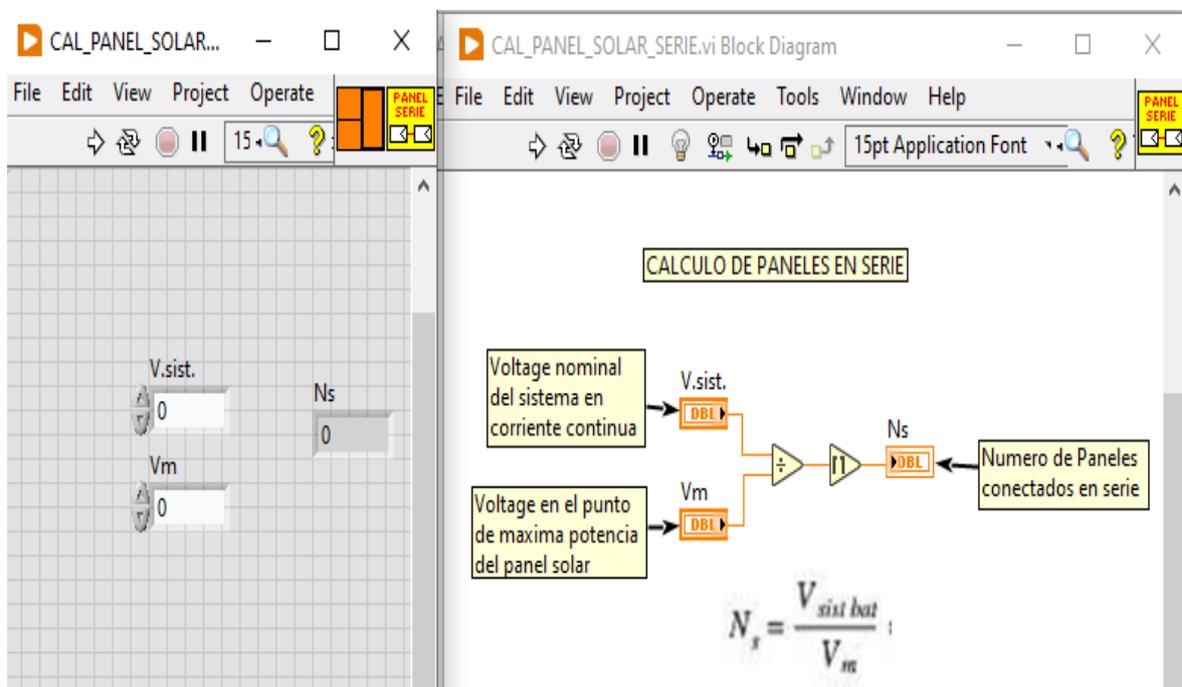
Fuente: Elaboración propia

Anexo 39: Detalle de la programación para el cálculo inicial de los paneles solares



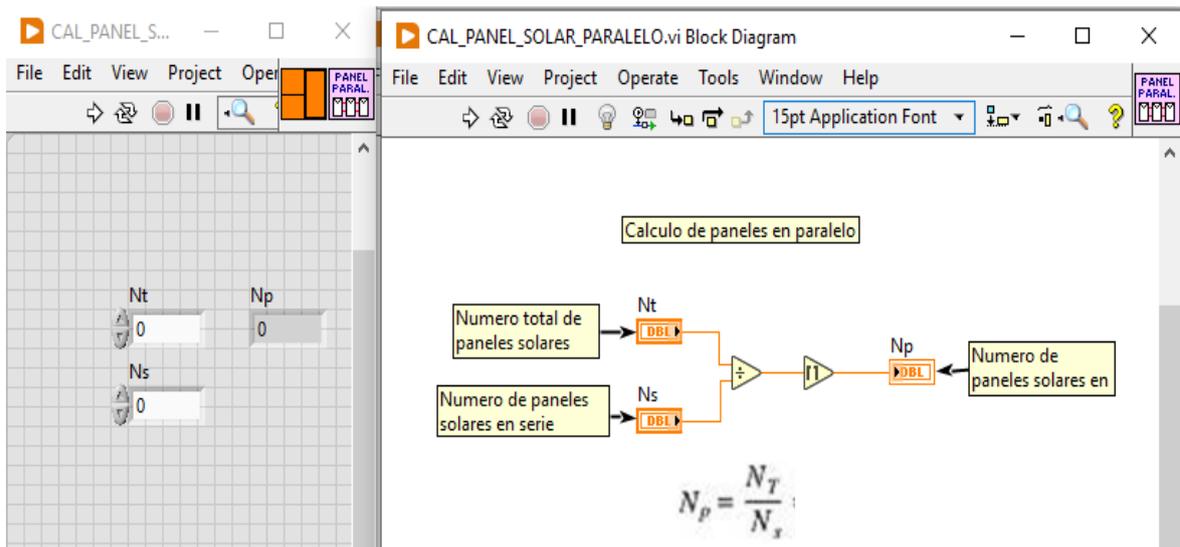
Fuente: Elaboración propia

Anexo 40: Detalle de la programación del cálculo de paneles en serie



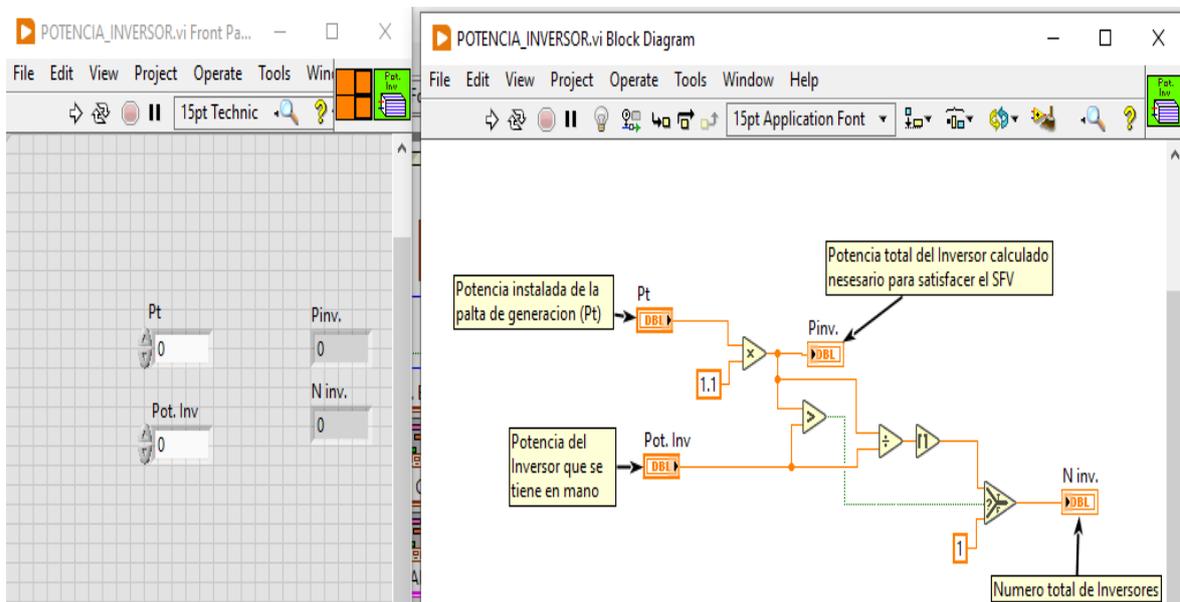
Fuente: Elaboración propia

Anexo 41: Detalle de la programación del cálculo de paneles en paralelo



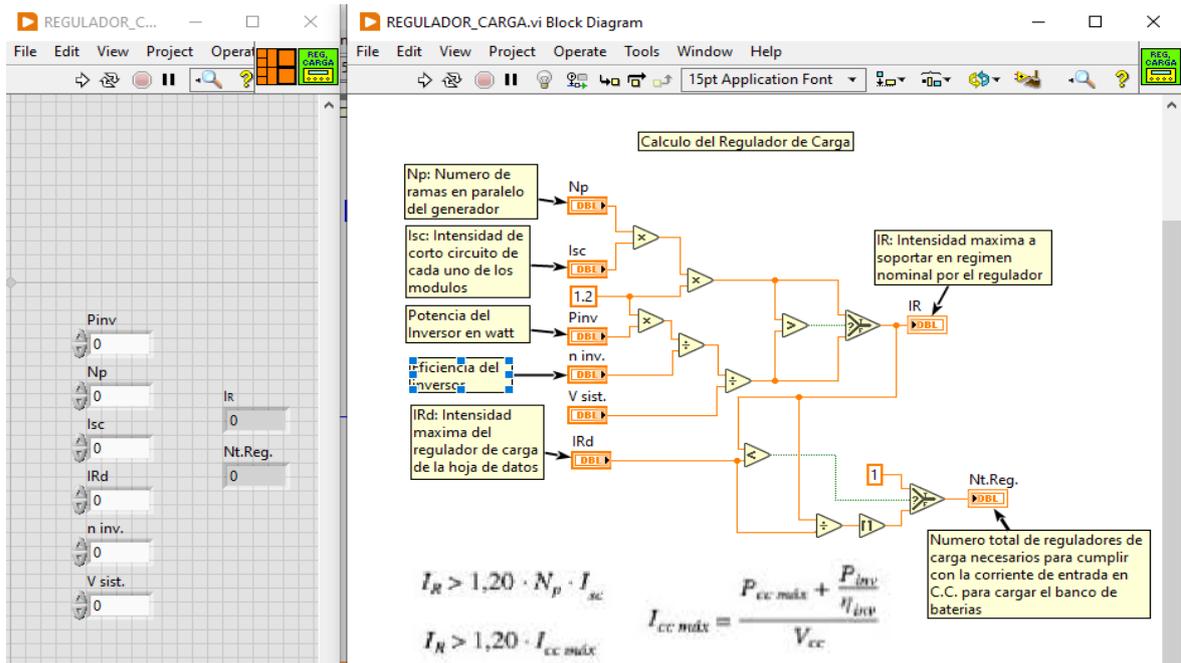
Fuente: Elaboración propia

Anexo 42: Detalle de programación del cálculo del número de inversores en sistema fotovoltaico OFF GRID



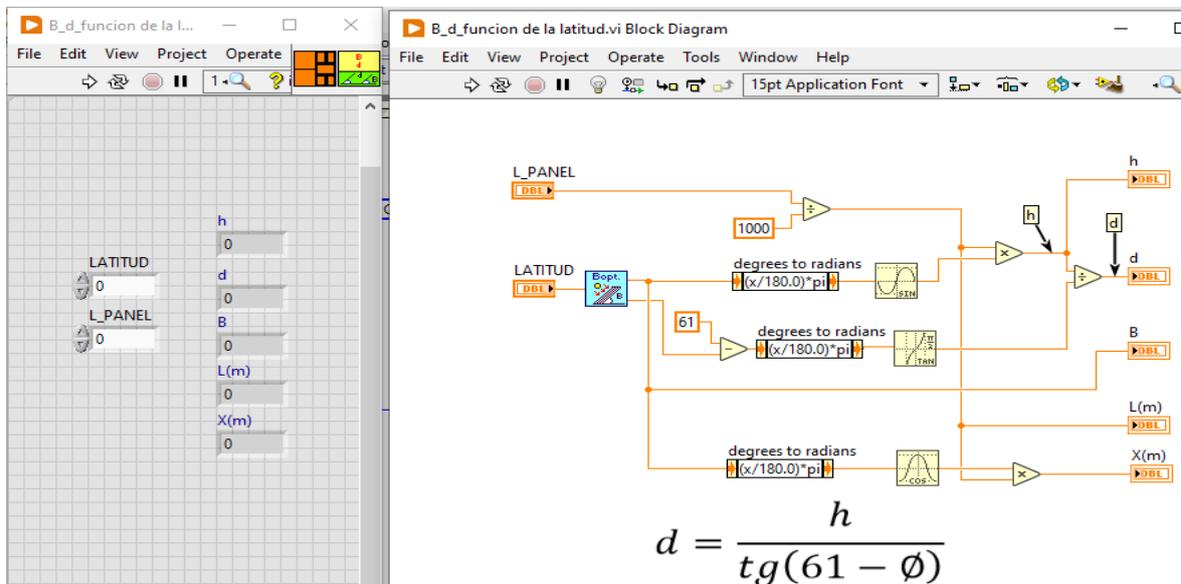
Fuente: Elaboración propia

Anexo 43: Detalle de programación para el cálculo del número de controladores de carga en un sistema fotovoltaico en sistema OFF GRID



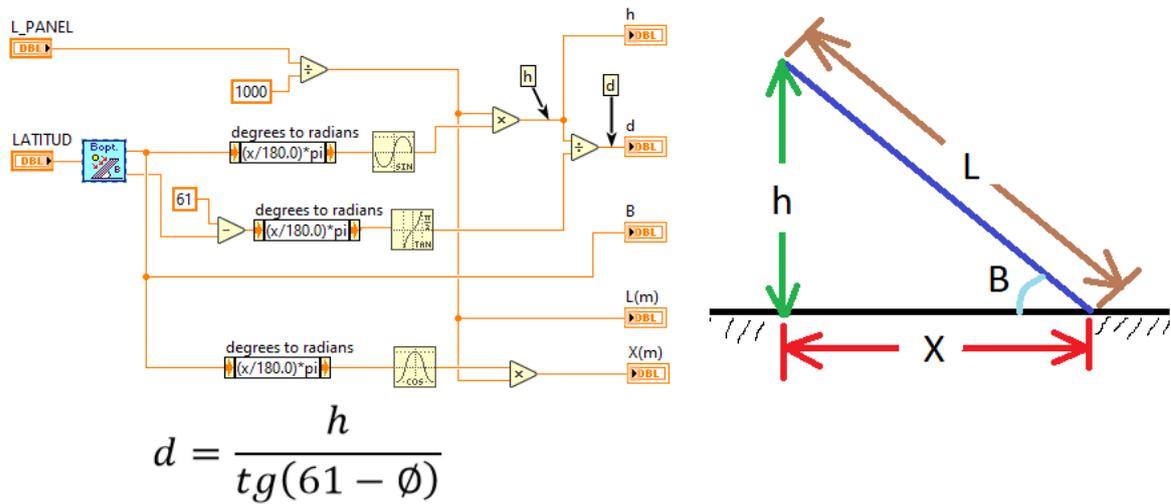
Fuente: Elaboración propia

Anexo 44: Detalle de programación para hallar la distancia mínima entre paneles solares



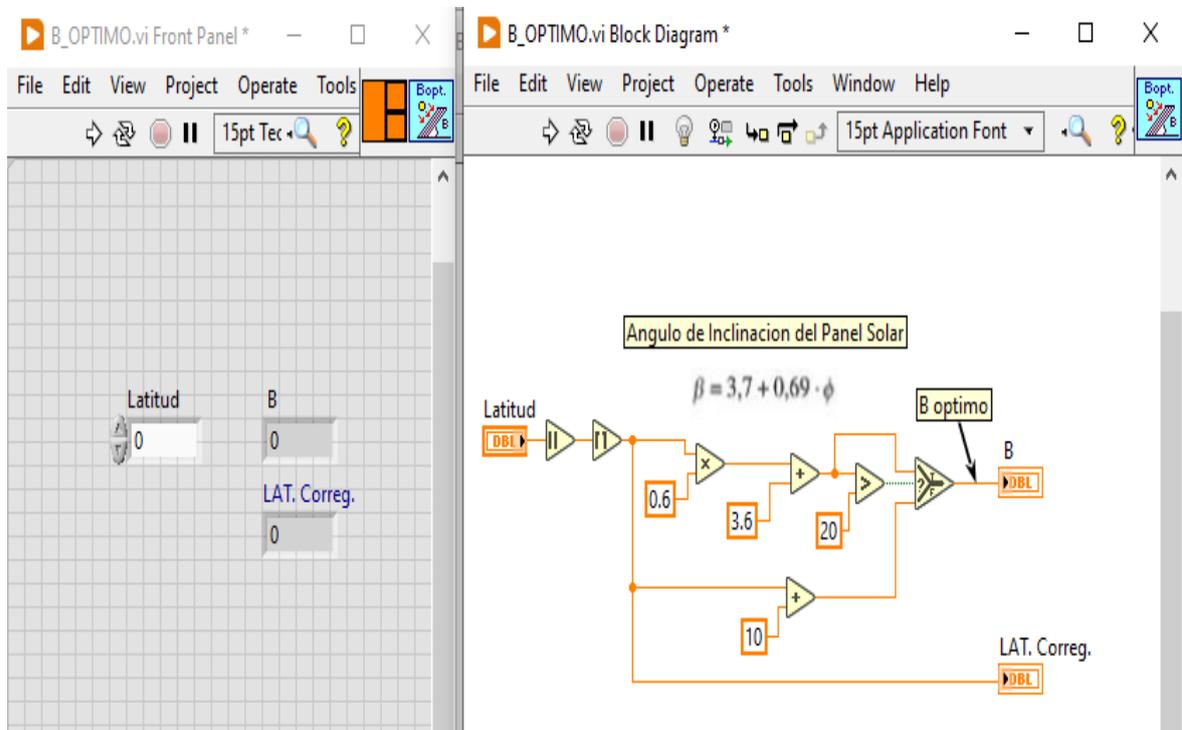
Fuente: Elaboración propia

Anexo 45: Detalle de la programación en la ventana de diagrama de bloques para el cálculo de distancia entre paneles en la ventana de diagrama de bloques



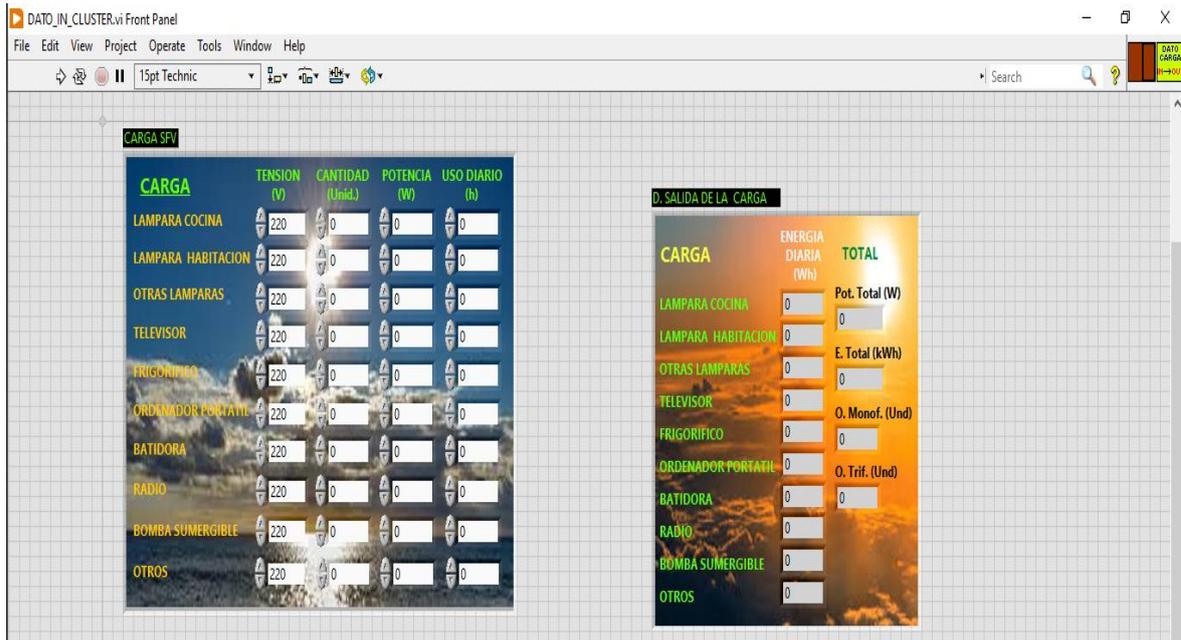
Fuente: Elaboración propia

Anexo 46: Detalle de programación para el cálculo de la inclinación del panel solar



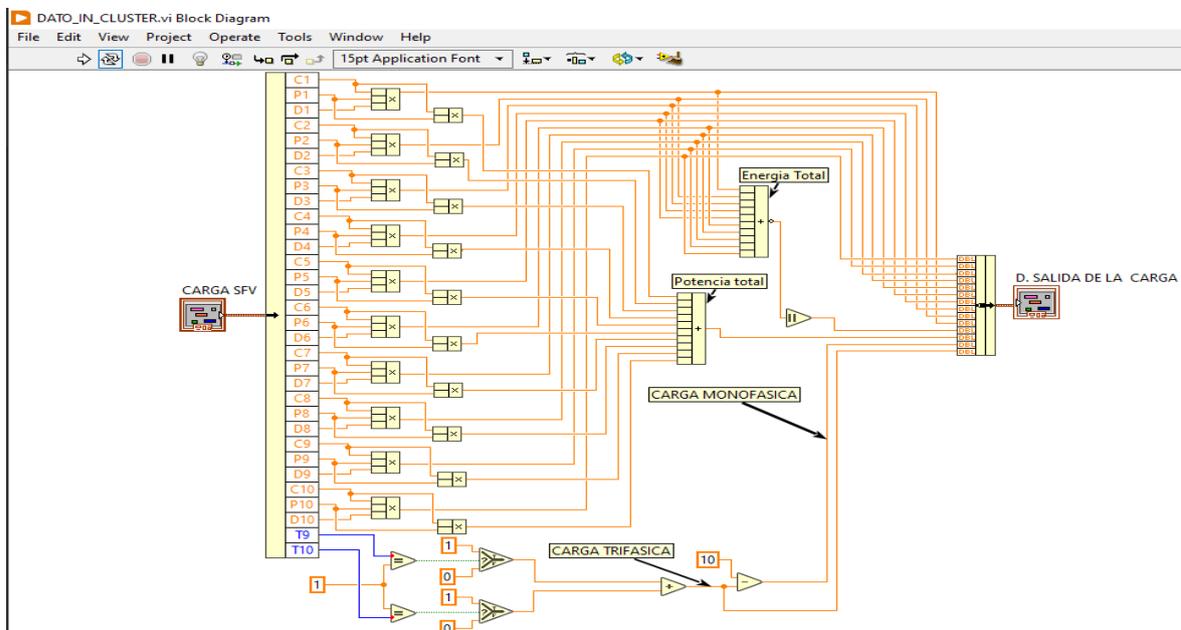
Fuente: Elaboración propia

Anexo 47: Detalle de la ventana para el ingreso de los datos de la carga



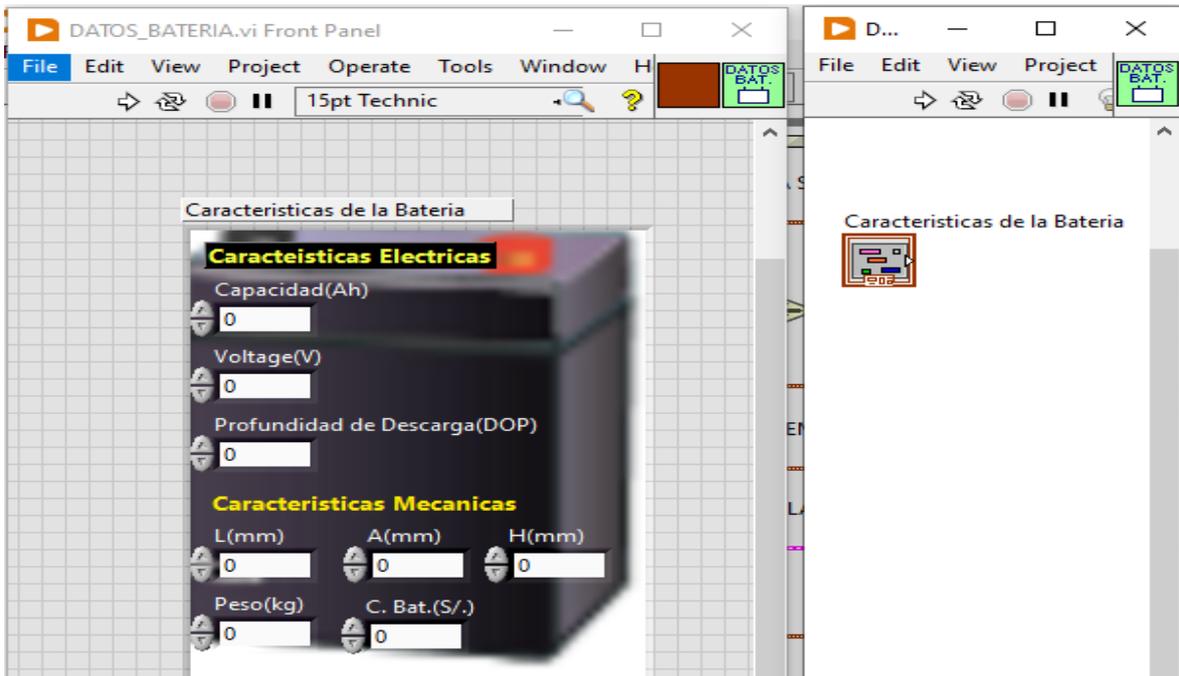
Fuente: Elaboración propia

Anexo 48: Detalle de programación del cálculo la potencia y energía total que debe suministrar el sistema fotovoltaico ON GRID calculado.



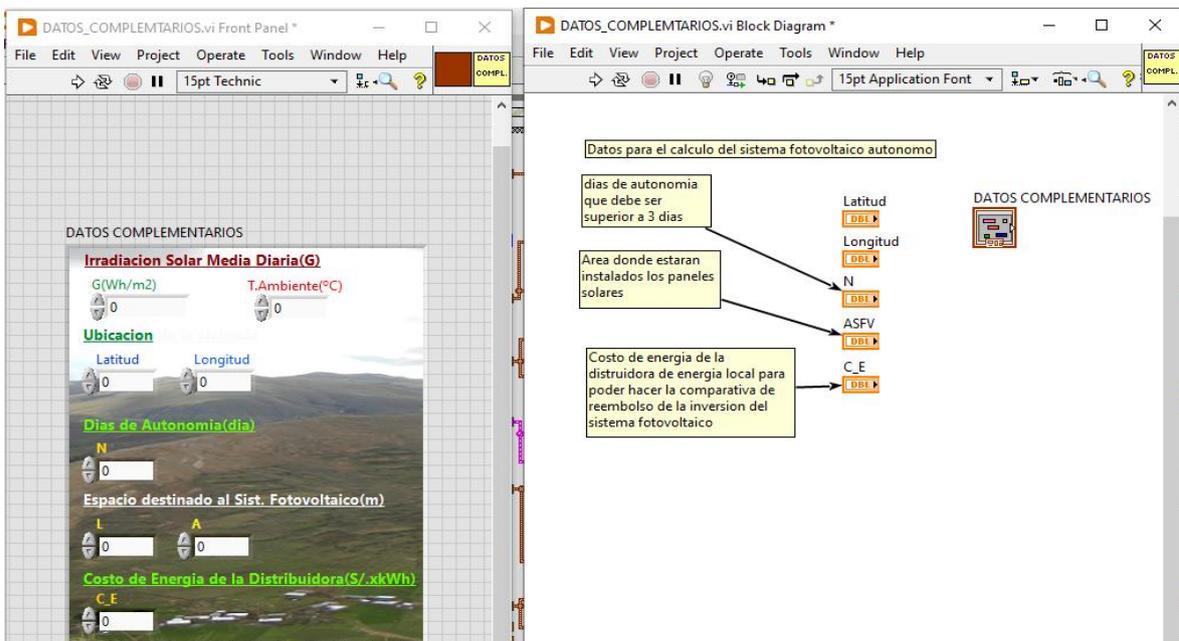
Fuente: Elaboración propia

Anexo 49: Detalle de ingreso de datos para el cálculo de baterías en un sistema fotovoltaico OFF GRID



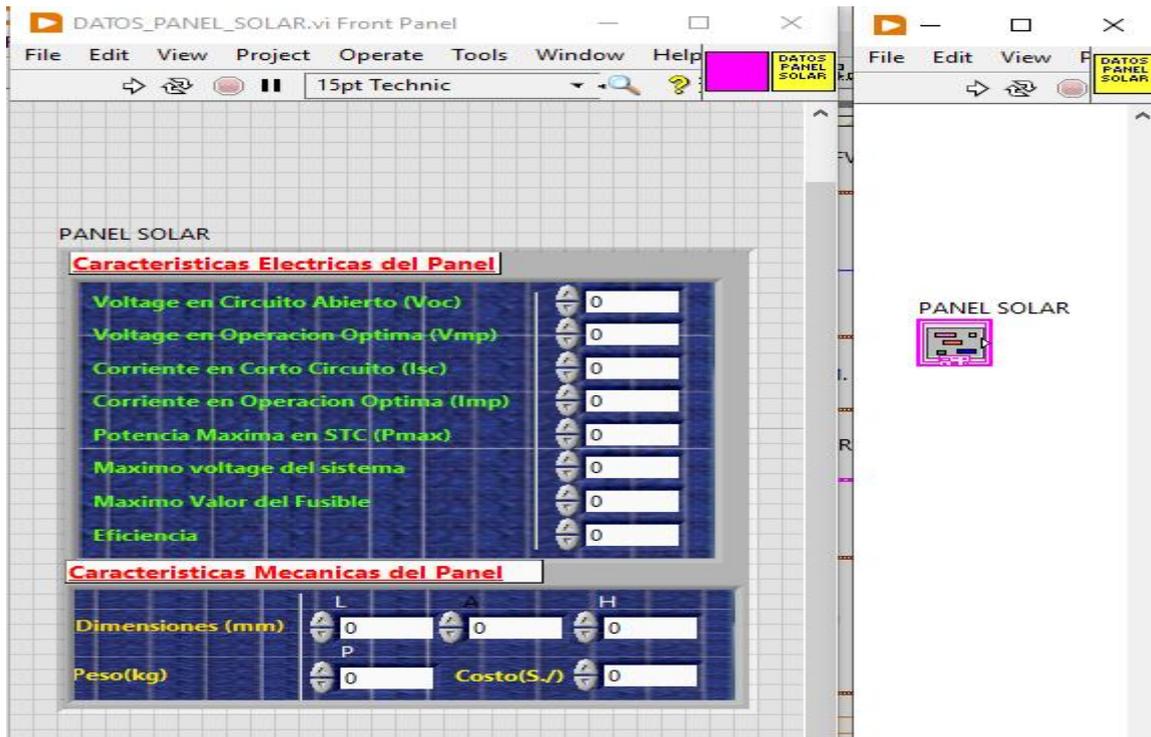
Fuente: Elaboración propia

Anexo 50: Detalle de ingreso de datos de la ubicación geográfica y radiación solar en un sistema fotovoltaico OFF GRID



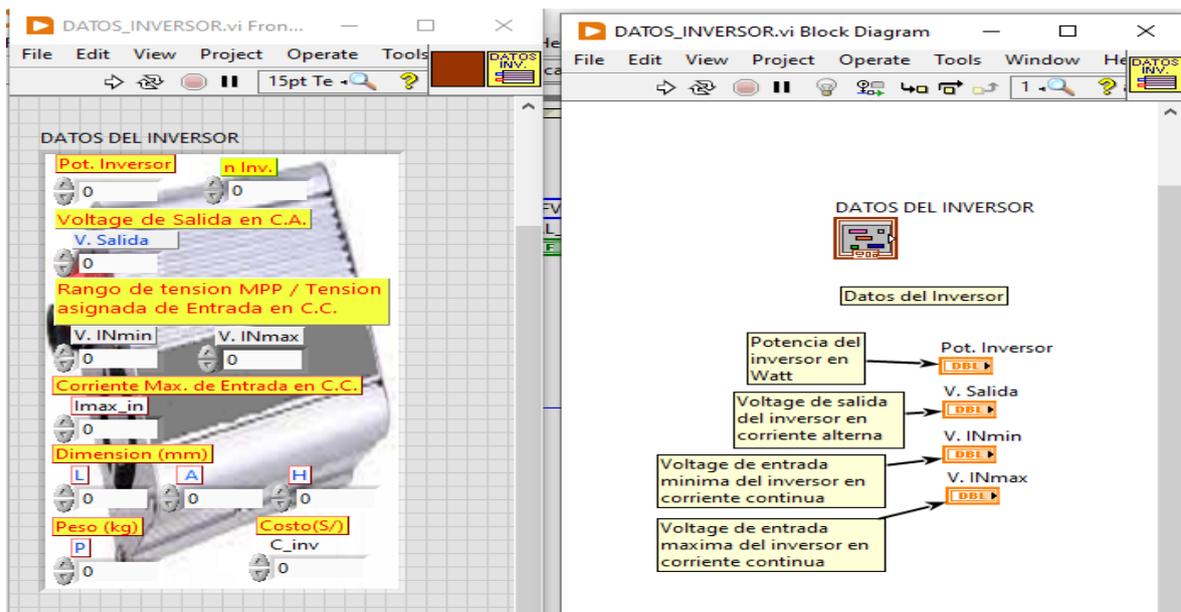
Fuente: Elaboración propia

Anexo 51: Detalle del ingreso de datos de los paneles fotovoltaicos



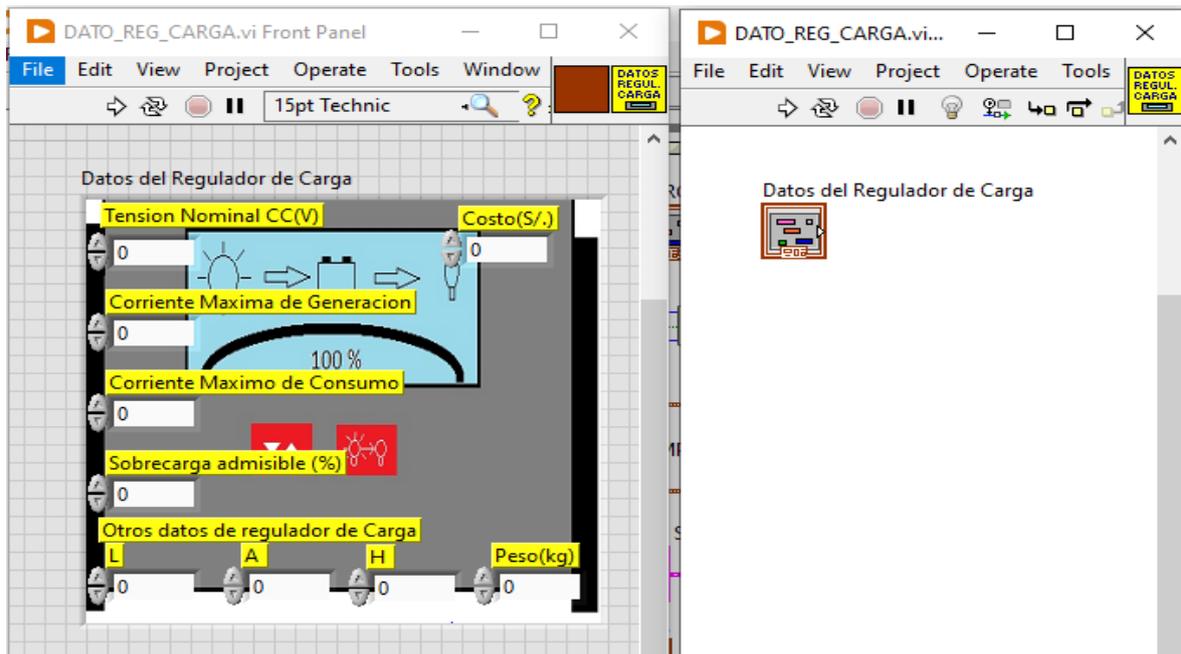
Fuente: Elaboración propia

Anexo 52: Detalle de ingreso de datos para el cálculo de inversores en un sistema fotovoltaico OFF GRID



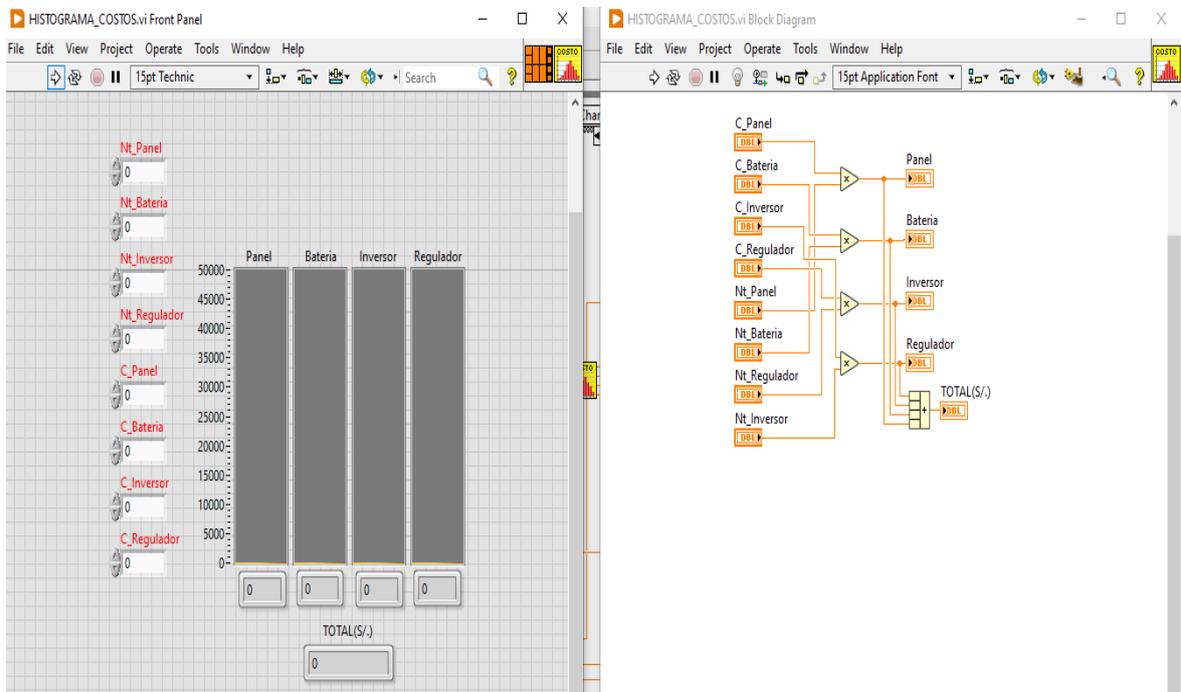
Fuente: Elaboración propia

Anexo 53: Detalle de ingreso de datos para el cálculo de reguladores de carga en un sistema fotovoltaico OFF GRID



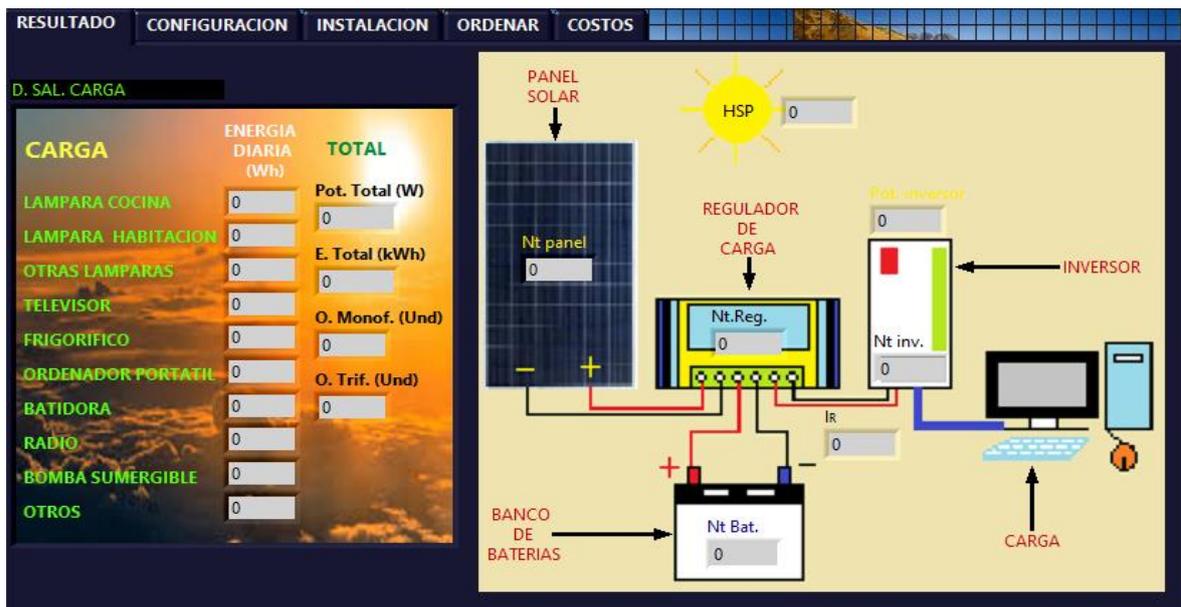
Fuente: Elaboración propia

Anexo 54: Detalle de la programación del caculo de los costos de los componentes de un sistema fotovoltaico



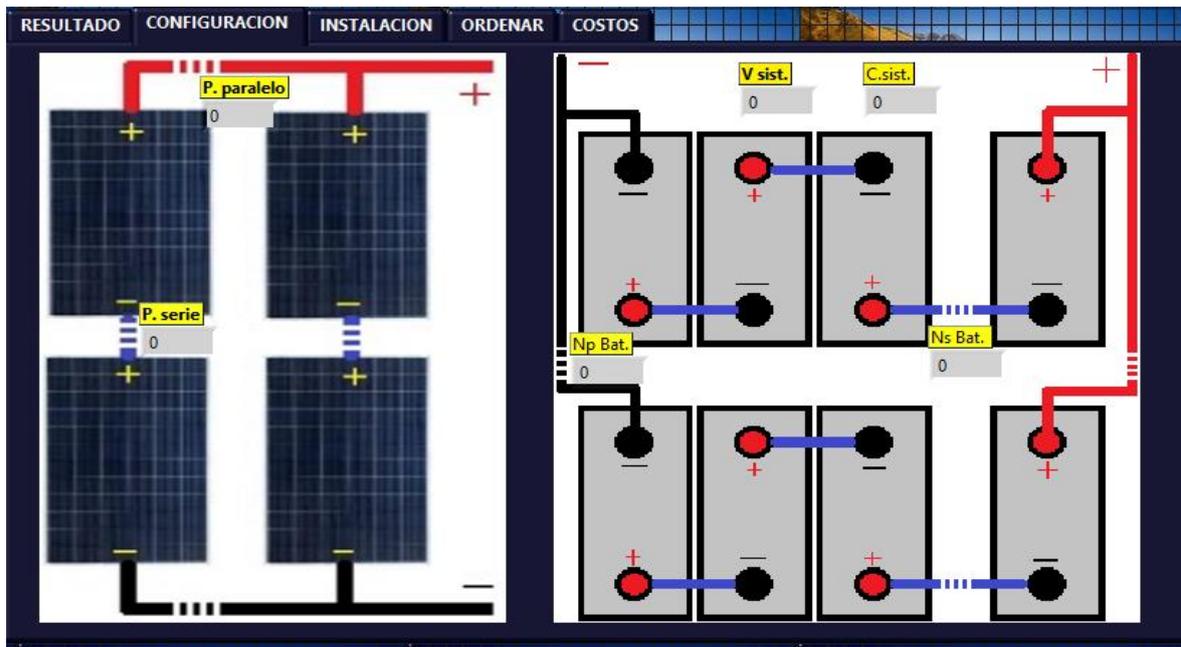
Fuente: Elaboración propia

Anexo 55: Detalle de los datos de salida para un sistema fotovoltaico OFF GRID



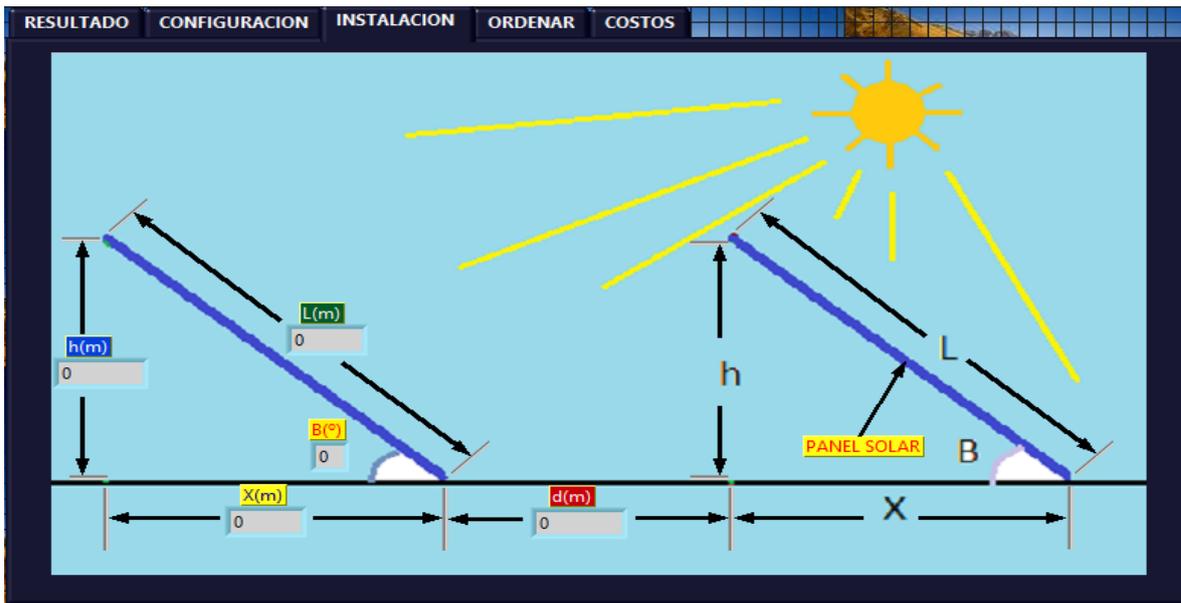
Fuente: Elaboración propia

Anexo 56: Detalle de la instalación de paneles solares y baterías en un sistema OFF GRID



Fuente: Elaboración propia

Anexo 57: Detalle de los datos salida para la distancia entre paneles e inclinación



Fuente: Elaboración propia

Anexo 58: Detalle de la disposición de los paneles solares en el techo de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

Anexo 59: Datos tecnicos del panel solar fotovoltaico

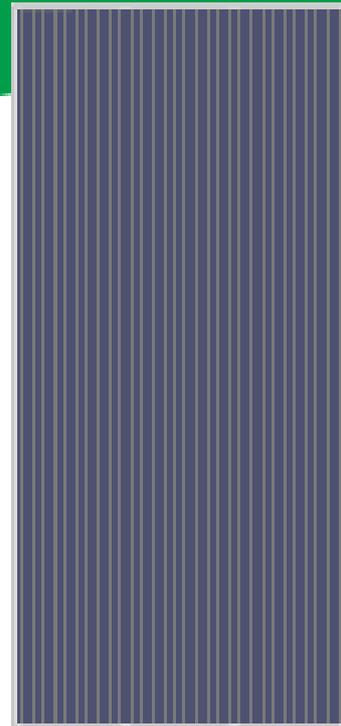


EOS POLY by Eco Green Energy

330-350W

156.75 mm Cell - 72 cells

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Eos poly solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.



KEY FEATURES



72-Cell
POLYCRYSTALLINE MODULE

18.04%
MAXIMUM EFFICIENCY

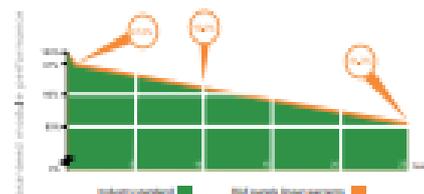
0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

GRADE A
CELLS GUARANTEED



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 62804 / UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power tolerance	0+5 W				
Module efficiency	17.61 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.93 V	38.15 V	38.42 V	38.68 V	38.93 V
Maximum power current (Imp)	8.70 A	8.78 A	8.85 A	8.92 A	8.99 A
Open circuit voltage (Voc)	46.11 V	46.32 V	46.58 V	46.85 V	47.12 V
Short circuit current (Isc)	9.10 A	9.16 A	9.23 A	9.31 A	9.38 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	344.13 W	347.83 W	351.53 W	355.23 W	358.93 W
Maximum power voltage (Vmp)	35.03 V	35.23 V	35.48 V	35.72 V	35.96 V
Maximum power current (Imp)	6.96 A	7.02 A	7.08 A	7.14 A	7.19 A
Open circuit voltage (Voc)	43.80 V	43.99 V	44.24 V	44.49 V	44.74 V
Short circuit current (Isc)	7.39 A	7.44 A	7.49 A	7.54 A	7.61 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C
• AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Polycrystalline (156.75x156.75mm)
Number of cells	72
Dimensions	1956x992x40mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-); Length can be customized
Connector	MCA or MCA compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.206%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.21%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

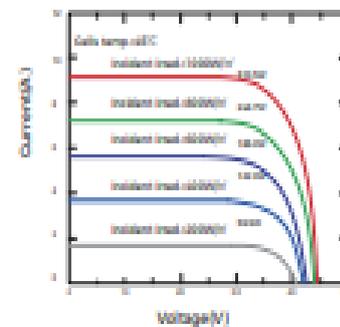
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C ~ +85 °C
Maximum system voltage	1500VDC(IEC) 1500VDC(UL)
Max series fuse rating	25 A

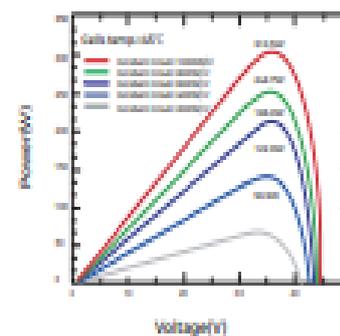
RACKING (1956x992x40mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	27 pcs	650 kg
40ft HQ Container	720 pcs	17.3 t

PV MODULE : EGE-350W-72M



PV MODULE : EGE-350W-72M



Dimension of PV Module (mm)



Anexo 60: Datos tecnicos de la bateria

Tensite

GEL 12-150

GEL BATTERY 12V 150 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

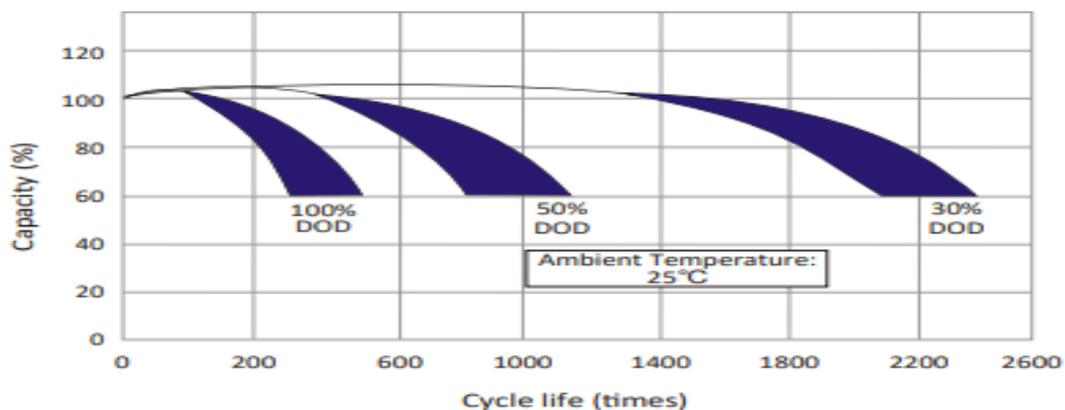
GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		150Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length	Width	Height	Total Height
APPROX. WEIGHT	407 mm	173 mm	208 mm	233 mm
CAPACITY @ 25°C	33.5 kg ± 3%			
MAX. DISCHARGE CURRENT	10 hour rate (12.0A)	5 hour rate (21.0A)	3 hour rate (31.8A)	1 hour rate (77.5A)
INTERNAL RESISTANCE	120.0 Ah	105.2 Ah	95.4 Ah	77.5 Ah
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	1170 A (5 sec.)			
CHARGE METHOD @25°C	Full charged Vat 25°C: Approx. 4.8mΩ			
	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
	Cycle Use		Standby Use	
	14.4-15.0V		13.50-13.80V	
	(Initial charging current less than 27A)			

Cycle life in relation to depth discharge



Anexo 61: Datos del Inversor solar Must de 1000 W

Specifications

Inverter Mode Specification

Rated power(W)	1KW	1.5KW	2KW	3KW	4KW	5KW	6KW
Power Factor	1						
Wave form	Pure sine wave						
Output voltage RMS	110V/115V/120VAC(220V/230V/240VAC)±10%						
Output frequency	50HZ or 60HZ (±0.3HZ)						
Inverter efficiency(peak)	>80%						
Overload	100%<Load<110% (alarm 5min then stop output and fault code 07) 110%<Load<125% (alarm 60s then stop output and fault code 07) Load>125% (alarm 10s then stop output and fault code 07)						

Solar charger(MPPT controller) electrical specification

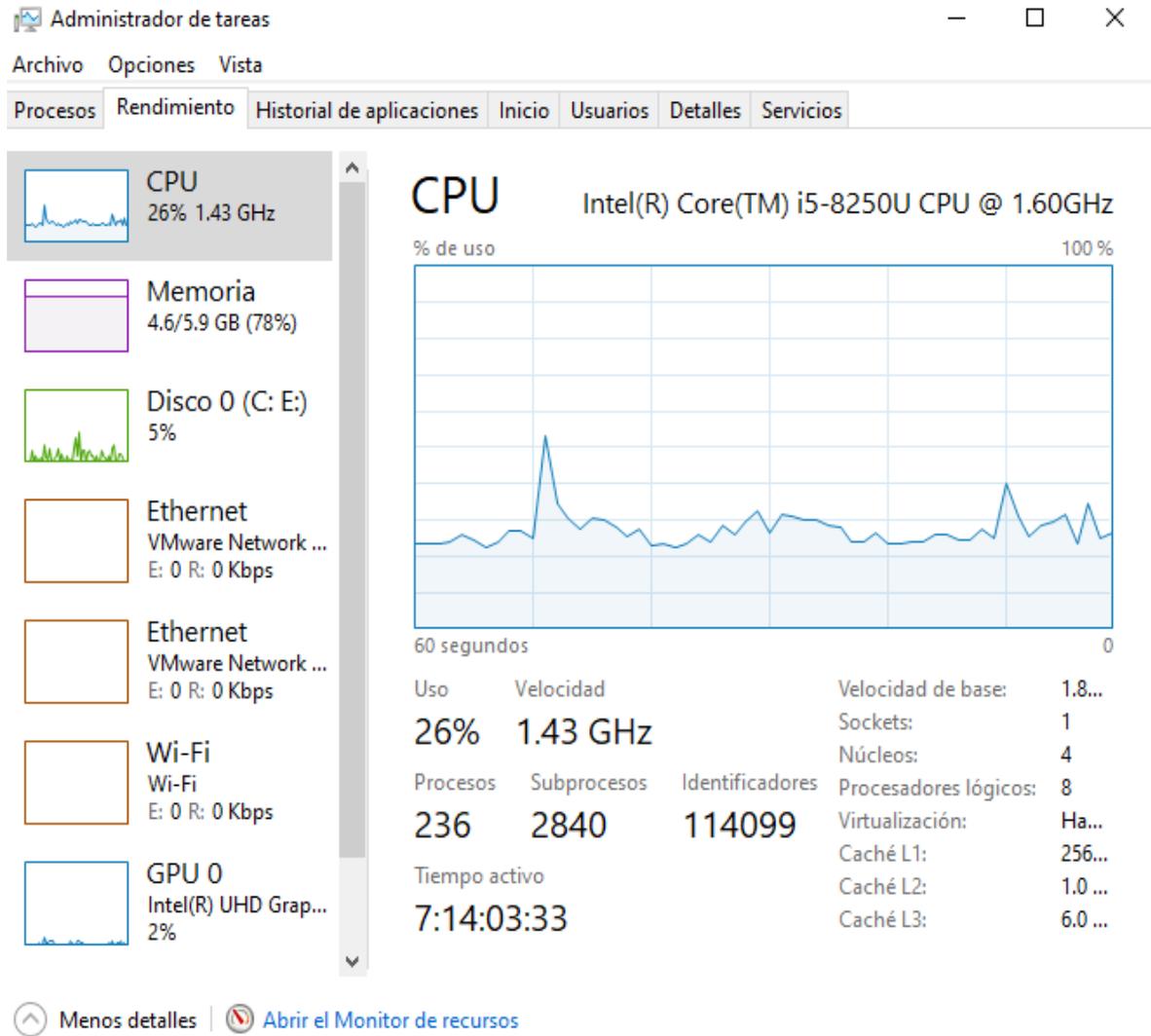
Type	MPPT-80A			
Nominal system voltage	12V/24/48V(auto detection);			
Maximum charge current	80A±4A			
Battery voltage	12V	24V	36V	48V
Maximum solar input voltage	100±2V		145±2V	
PV array MPPT voltage range	15-95V	30-130V	45-130V	60-130V
Maximum input power	1250W	2500W	3750W	5000W
Charging stages	Bulk,absorption,float			
Over charging voltage	15.5V/30.0V/45.0V/60.0V			
Over charging comeback voltage	14.5V/29.5V/44.5V/59.0V			
Battery defect voltage	10.0V/17.0V/25.5V/34.0V			
Charging curve				

Anexo 62: Regulador de carga

7. Datos técnicos

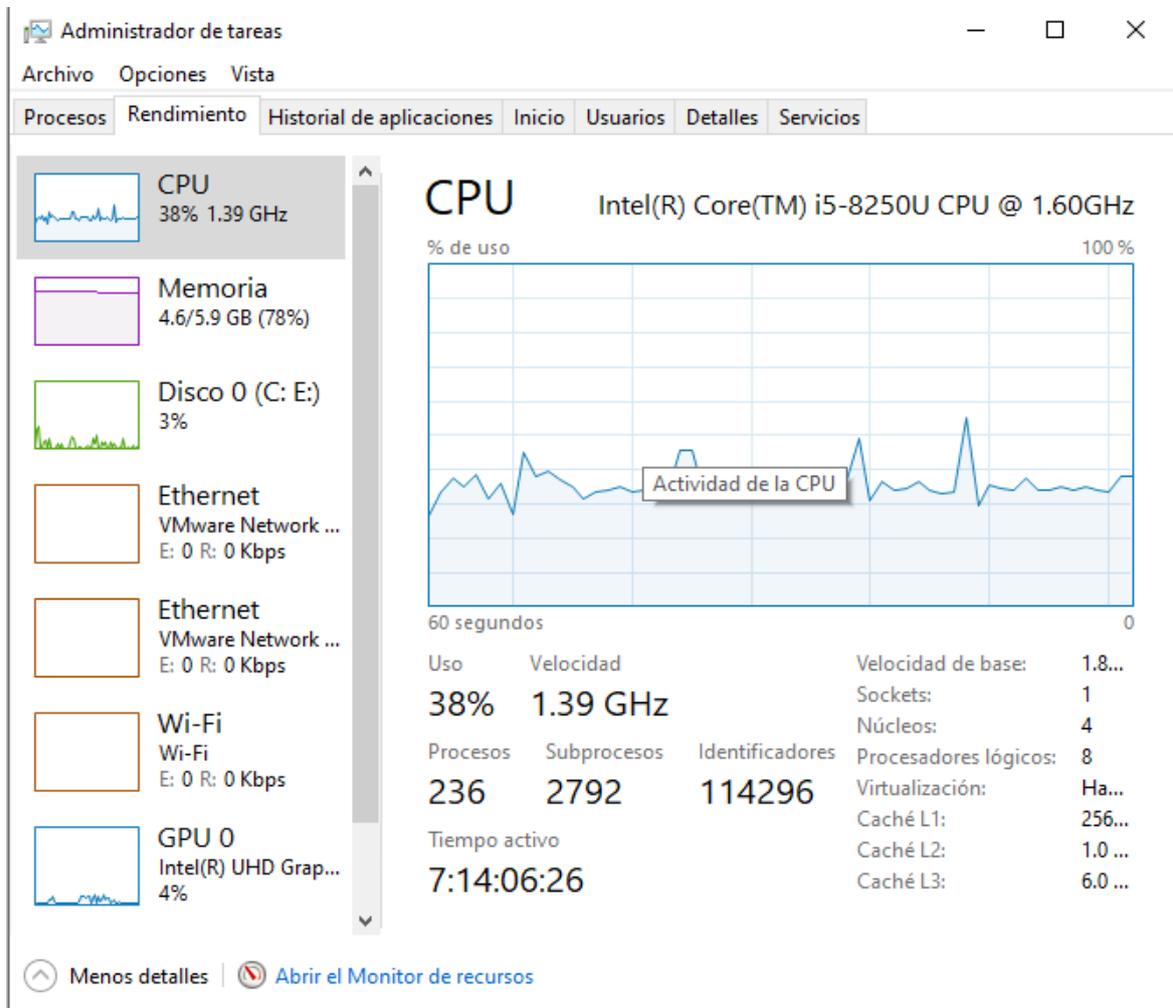
Modelo		50A 12/24V	60A 12/24V	50A 48V	60A 48V	
Entrada	Voltaje FV	≤50V		≤100V		
	Intensidad nominal	50A	60A	50A	60A	
Salida	Voltaje sistema	12V/24V Auto		48V		
	Desconexión por alto voltaje (HVD)	16.00V x1 / x2		64V		
	Intensidad descarga nominal	50A	60A	50A	60A	
	Autoconsumo	≤14mA		≤16mA		
	Caída de tensión circuito carga	≤0.22V		≤0.25V		
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.12V		≤0.12V		
	Modo de carga	PWM Multi-etapas (carga, absorción, flotación)				
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (12.8V~14.2V) x1 / x2		55.2V (51.2V~56.8V)		
	Voltaje Carga Absorción	2 horas	14.4V (13.6V~15.2V) x1 / x2		57.6V (54.4V~60.8V)	
	Protección Bajo Voltaje (LVD)	10.8V (10.5V~12V) x1 / x2		43.2V (42V~48V)		
	Reconexión Bajo Voltaje (LVR)	12.6V (11.5V~13V) x1 / x2		50.4V (46V~52V)		
Características físicas	Sección cableado	25mm ²				
	Temperatura trabajo	-20 ~ +50°C				
	Tamaño (L x W x H)	188x125x48.5mm	187x125x56mm	188x125x48.5mm	187x125x56mm	
	Peso neto	562g	701g	564g	703g	

Anexo 63: Consumo de recursos del ordenador cuando se ejecuta el aplicativo



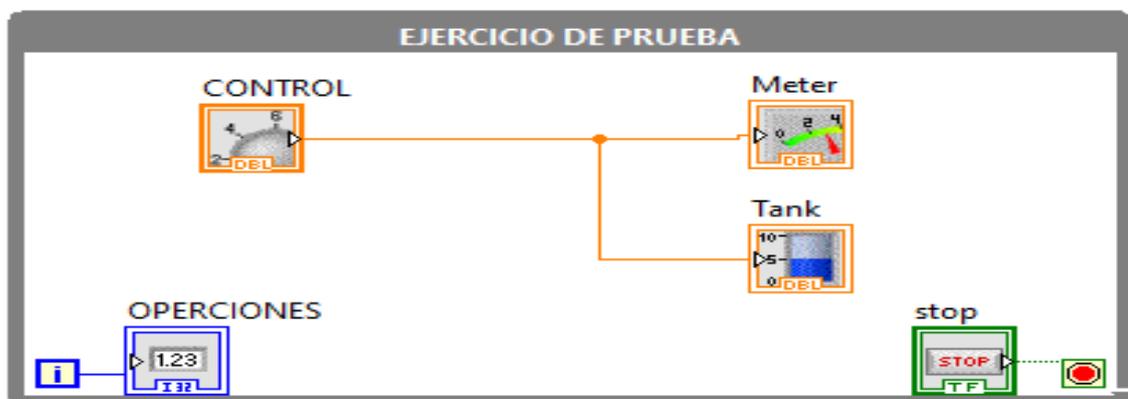
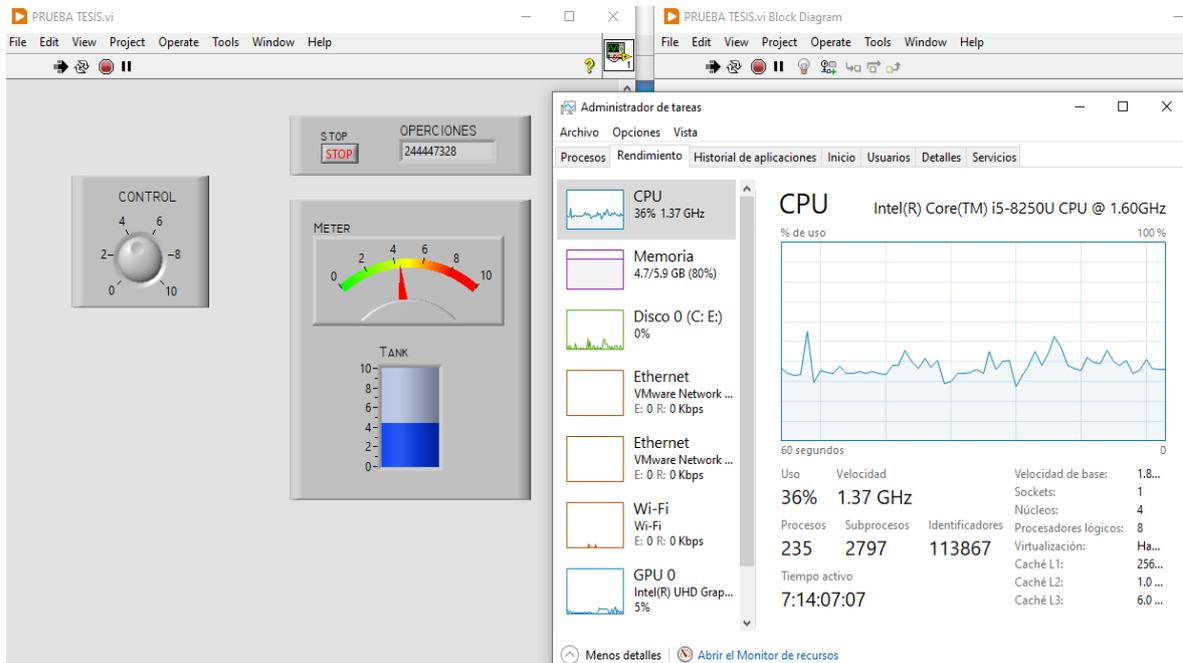
Fuente: Elaboración propia

Anexo 64: Recursos computacionales utilizados por un programa sin el uso de programación orientada a eventos



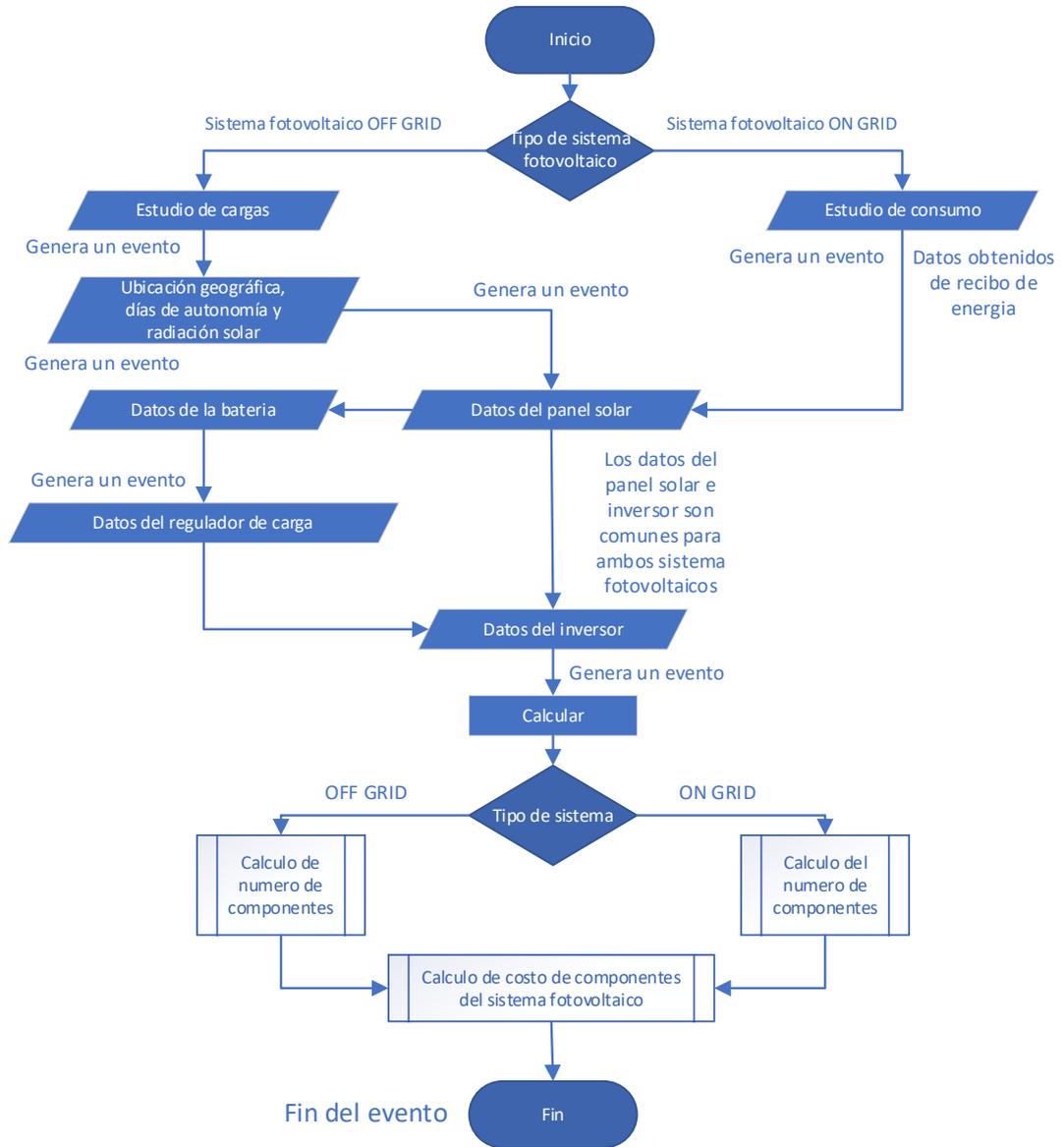
Fuente: Elaboración propia

Anexo 65: Programa de prueba que utiliza la programación orientada a eventos



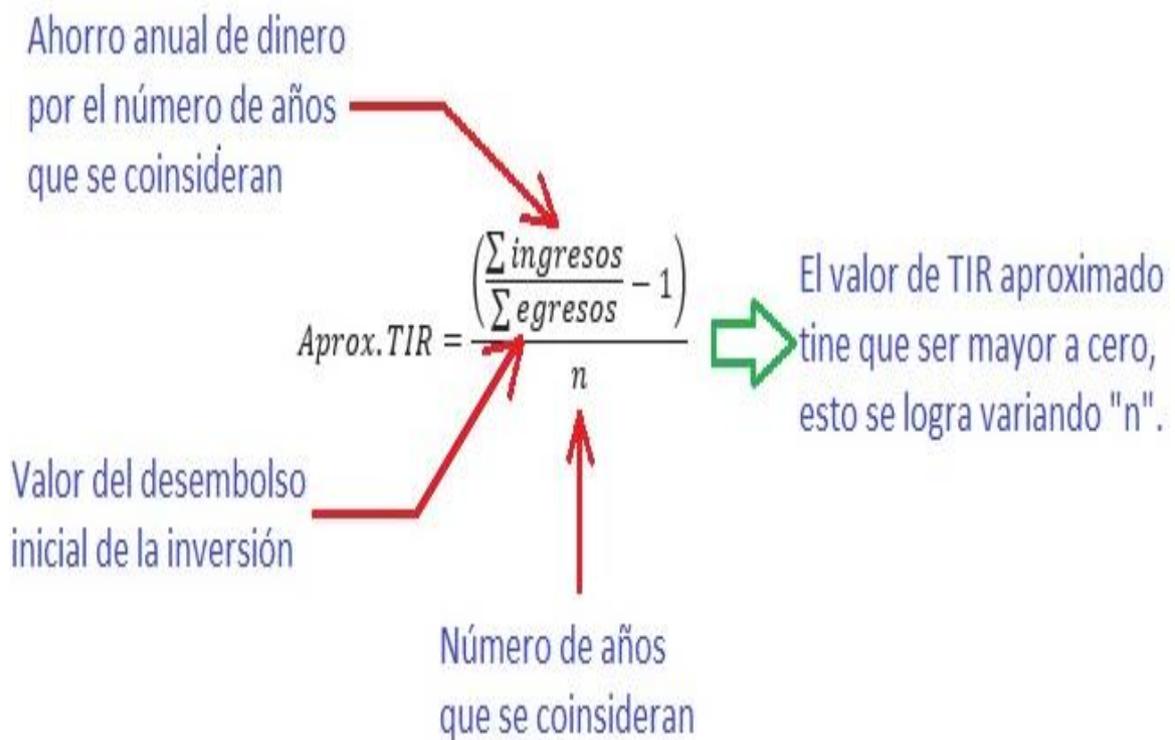
Fuente: elaboración propia

Anexo 66: Descripción del algoritmo utilizado en el aplicativo



Fuente: elaboración propia

Anexo 67: Descripción de la formula TIR aproximado.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 68: Controlador MPPT Must Solar

☑ Controlador MPPT LCD 20A 12/24V Must Solar



S/.580,93 SIN IGV
S/. 492,31

Envío: Envío gratuito a provincias!

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2002510

Cantidad:

1 año de garantía | 14 días de devolución | 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

Sin stock

Fuente: Imagen tomada de la página web de <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-lcd-20a-1224v-must-solar>

MODEL	PC16-2015A	PC16-3015A	PC16-4015A	
Nominal Battery System Voltage	12VDC/24VDC (Auto Detection)			
CONTROLLER INPUT	PV Open Circuit Voltage			
	100VDC@12W/145VDC @24V			
	PV Array MPPT Voltage Range			
	16VDC-100VDC / 32VDC-130VDC			
	Max PV Input Power(12V)	300W	450W	600W
Max PV Input Power(24V)	600W	900W	1200W	
BATTERY	Absorption Voltage			
	12.5VDC / 25.0VDC			
	Refloat Voltage			
	13.7VDC / 27.4VDC			
Float Voltage				
14.3VDC / 28.6VDC				
Low Voltage Protection Point				
10.0VDC / 20.0VDC				
DC OUTPUT	Output Voltage			
	10.0-14.5VDC / 20.0-29.0VDC			
	Peak Conversion Efficiency			
	98%(MPPT Efficiency 99%)			
	Max Charging Current	20 amps continuous	30 amps continuous	40 amps continuous
	Max Output Current	20 amps continuous	20 amps continuous	20 amps continuous
	Low Voltage alarm	10.25VDC / 20.5VDC		
Low Voltage cutoff	10.0VDC / 20.0 VDC			
Low Voltage Recovery	11.0VDC / 22.0VDC			
GENERAL SPECIFICATION	Radiating Mode	Automatic cooling		
DISPLAY & PROTECTION	LED Indication	Systematic operation, LV indication, LV protection, Over charge protection Loads protection, Short circuit protection		
	LED Display	Charge Voltage, Charge Current, Voltage of storage battery, Capacity of storage battery, Output current		
	Alarm Protections	PV array short circuit, PV reverse polarity		
		Battery reverse polarity, Over charging protection		
		Output short circuit protection		
Low voltage protection for storage battery				
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Mounting	Wall mount		
	Machine Dimension(W*H*D)	154*236*88mm (color box / pcs)		
	Gross Wight (kg)(per pcs)	2.5kg		
	Package Dimension (W*H*D)	610*308*230mm (4PCS/Cartron)		
	Gross Weight (kg)(per carton)	10.8kg	13.4kg	13.4kg
OTHER	Environmental Rating	Indoor		
	Operation Temperature Range	-25°C ~ +55°C		
	Ambient Humidity	0-90% relative humidity (non-condensing)		
	Altitude	≤3000m		
	Loading (20GP/40GP/40HQ)	2500pcs / 5000pcs / 5800pcs		

Anexo 69: Controlador MPPT 40A SRNE 24V

🔌 Controlador MPPT 100V 40A SRNE 12/24V



S/.552,74

SIN IGV
S/. 468,42

☆☆☆☆☆

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalos el lunes 27 de febrero en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: SRNE | Cod. Artículo: 2006015

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO
COMPRAR

1 año de garantía

14 días de devolución

100% pago seguro

Fuente: <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-100v-40a-srne-1224v>

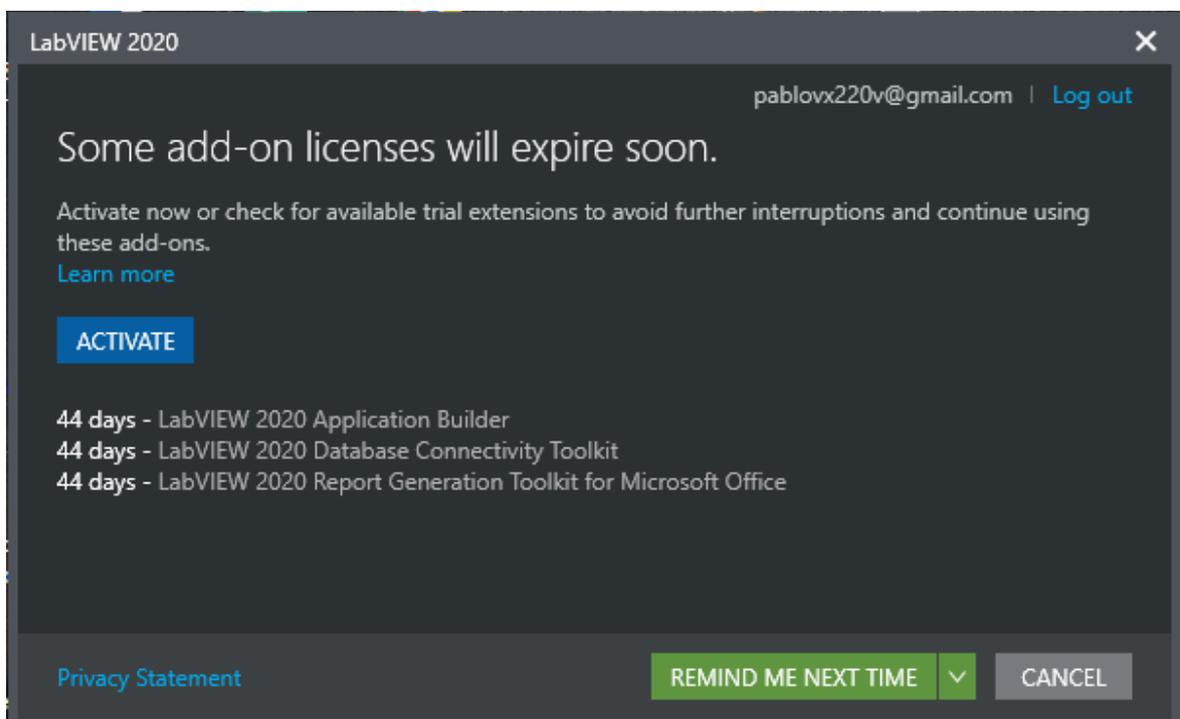
Especificaciones técnicas

Parámetro	Valor			
	SR-MC2420	SR-MC2430	SR-MC2440	SR-MC2450
Modelo				
Voltaje del sistema	12V 24V			
Corriente de carga máx.	20A	30A	40A	50A
Potencia paneles solares (batería 12V)	260W	400W	520W	660W
Potencia paneles solares (batería 24V)	520W	800W	1040W	1320W
Voltaje panel en circuito abierto	100V			
Consumo en reposo	10mA			
Tipos de baterías admitidas	AGM/Sellada, GEL, Plomo-ácido abierta, Litio, Definido por el usuario			
Carga de equalización	14.6V/29.2V (Ajustable)			
Carga boost	14.4V/28.8V (Ajustable)			
Carga en flotación	13.8V/27.6V (Ajustable)			
Compensación de temperatura	-3mV/°C/2V			
Rango de temperatura de operación	-35°C ~ 60°C			
Eficiencia de conversión	95%, sin condensación			
Diámetro del cable de paneles	5mm ² /10AWG	8mm ² /8AWG	10mm ² /7AWG	12mm ² /6AWG
Diámetro del cable de la batería	5mm ² /10AWG	8mm ² /8AWG	10mm ² /7AWG	12mm ² /6AWG

Anexo 70: Version de software LabVIEW



Trabajo de Investigación





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, NELLY ROXANA SOVERO LAZO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN APLICATIVO DE CÁLCULO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL COSTO DE INSTALACIÓN EN EL PERÚ", cuyos autores son ALVAREZ YANA URBANO, OJEDA AGUILAR PEDRO PABLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 10 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NELLY ROXANA SOVERO LAZO DNI: 20048561 ORCID: 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 21- 12-2022 08:33:40

Código documento Trilce: TRI - 0481446