

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Investigación

**Diseño de un sistema eléctrico híbrido para
una vivienda residencial**

Juan Jesús Jamjachi Rojas

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Eléctrica

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por todo lo que hasta ahora me dio; La vida, su amor y bendición día tras día y la oportunidad de compartir este trabajo que con tanto esfuerzo se logra concretar.

Al docente y asesor Ing. Miguel Ángel Córdova Solís, por haber impartido sus conocimientos y experiencias en mi formación académica para la culminación del presente proyecto de investigación.

DEDICATORIA

A mi hija Ariana Brittany, que es la personas que más amo en la vida y que es el motivo de esfuerzo para lograr mis metas trazadas.

A mi madre, por acompañarme hasta en los momentos difíciles. A mi tío Pedro Rojas por preocuparse en mi formación.

A mis hermanos y demás familiares, por su apoyo incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPITULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1 Planteamiento y formulación del problema.	13
1.1.1 Planteamiento del problema.	13
1.1.2 Formulación del problema.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Justificación e importancia.....	16
1.3.1 Justificación Teórica.....	16
1.3.2 Justificación Social.....	17
1.3.3 Justificación Práctica.....	17
CAPITULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes del problema.	18
2.2 Bases teóricas.....	21
2.2.1 Fundamentos tecnológicos.....	22
2.2.2 Sistema convencional Red pública.....	23
2.2.3 Energía Solar.....	24
2.2.4 Sistema solar fotovoltaico.....	26

2.3	Definición de términos básicos.....	36
CAPITULO III.....		38
METODOLOGÍA.....		38
3.1	Metodología aplicada para el desarrollo de la solución	38
3.1.1	Método de la investigación.....	38
CAPITULO IV		40
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		40
4.1	Identificación de requerimientos	40
4.2	Análisis de la solución.....	40
4.3	Diseño	41
4.4	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el sistema hibrido	42
4.4.1	Cálculo de la potencia requerida para el sistema fotovoltaico.	43
4.4.2	Cálculos de los módulos fotovoltaicos.	43
4.4.3	Cálculo para la elección del controlador.	46
4.4.4	Cálculo para la elección del inversor.....	47
4.4.5	Cálculo para la elección de los acumuladores de energía.	48
4.4.6	Cálculo para la elección de los conductores eléctricos.....	50
4.4.7	Dispositivo de protección y desconexión.....	52
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES		54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		55
ANEXOS.....		56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de energía primaria.....	14
Figura 2. Huaycos por lluvias en la sierra.	14
Figura 3. Producción de energía eléctrica en el Perú.....	15
Figura 4. Curva típica de una célula fotoeléctrica de silicio.	28
Figura 5. Tipos de módulos fotovoltaicos.....	29
Figura 6. Tipos de controladores para sistemas fotovoltaicos.	30
Figura 7. Acumuladores de uso fotovoltaico.	31
Figura 8. Tipos de inversores para sistemas fotovoltaicos.	33
Figura 9. Conductor eléctrico de uso fotovoltaico.....	34
Figura 10. Equipo con la conexión y puesta a tierra.....	35
Figura 11. Metodología para el desarrollo de la solución	38
Figura 12. Esquema de la instalación del sistema híbrido.....	43
Figura 13. Módulo fotovoltaico ERA SOLAR 400M.	44
Figura 14. Radiación solar en la provincia de Huancayo.....	45
Figura 15. Regulador de carga MPPT SR-MC 40A / 24V.....	47
Figura 16. Inversor Phoenix Inverter VE.Direct 250VA.....	48
Figura 17. Acumulador UP-SPO 120 y tipo de arreglo.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Combinaciones de sistemas híbridos con fuentes de energía renovable.	23
Tabla 2. Irradiación solar en el Perú.	26
Tabla 3. Factor de demanda por tipo de local.	41
Tabla 4. Estudio de cargas para la demanda máxima.	41
Tabla 5. Demanda máxima por sistema de generación.	42
Tabla 6. Potencia de consumo diario para el sistema fotovoltaico.	42

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica - Módulo fotovoltaico ERA SOLAR 400M.	57
Anexo 2. Ficha técnica - Regulador de carga MPPT SR-MC 40A / 24V.....	58
Anexo 3. Ficha técnica - Inversor Phoenix Inverter VE.Direct 250VA.	59
Anexo 4. Ficha técnica - Acumulador UP-SPO 120.	60
Anexo 5. Ficha técnica - Fotovolt N2X 1KV FB.....	61

RESUMEN

La energía eléctrica es el principal insumo que mueve al mundo industrial, tecnológico y residencial, pero sobre todo en el crecimiento económico de un lugar. La disponibilidad de este principal recurso, facilita a los seres humanos en el desarrollo de diversos rubros como: La educación, salud, procesamiento y conservación de los alimentos, utilización de electrodomésticos y entre muchos aspectos de la vida cotidiana.

La demanda energética a nivel mundial se incrementa con el pasar del tiempo, ya que, en la actualidad el consumo de los combustibles tanto como; fósiles y minerales son utilizados en la producción de la energía eléctrica y que se están agotando. Por ello, se presenta una alternativa de diseño, de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial, cuyo objetivo es de suministrar de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos, para diversos circuitos de la vivienda aislado del suministro eléctrico público. Adecuando un sistema de control para la maniobra y mediciones de la energía suministrada.

En el presente trabajo de investigación se aplicó el método de análisis y diseño para la solución, el análisis se realiza con teorías propuestas en diversos artículos científicos y el diseño con elementos y dispositivos tecnológicos existentes. Los sistemas híbridos aportan beneficios operativos al sistema de generación de una sobre demanda de energía eléctrica y de gran beneficio por no ser contaminantes para el medio ambiente. El sistema fotovoltaico seleccionado tras la recepción de los rayos solares y su posterior transformación hasta llegar a la vivienda, aporta con un ahorro económico, tanto para el consumidor como para el servicio eléctrico nacional. Por tanto, la tecnología y dispositivos planteados en el diseño existen en mercado en variedad de precios y modelos, lo cual hace viable al usuario en implementar éste sistema híbrido en su vivienda.

ABSTRACT

Electric energy is the main input in the industrial, technological and residential world, but above all in the economic growth of a place. The availability of this main resource, facilitates the human being in the development of various areas such as: education, health, food processing and preservation, use of electrical appliances and among many aspects of daily life.

Global energy demand is increasing over time as the consumption of minerals and fossil fuels is being depleted in the production of electricity. For this reason, the design of a hybrid electrical system for a residential home is presented, whose objective is to supply electrical energy with photovoltaic panels, for several circuits of the home isolated from the public electricity supply. Adequacy of a control system for the maneuvers and measurements of the energy supplied.

In the present research work, the analysis and design method was applied for the solution, the analysis is carried out with theories proposed in various scientific articles and the design with existing technological elements and devices. Hybrid systems provide operational benefits to the generation system from an over demand of electrical energy and of great benefit because they are not polluting for the environment. The photovoltaic system selected after receiving the sun's rays and its subsequent transformation until reaching the home, provides economic savings, both for the consumer and for the national electricity service. Therefore, the technology and devices proposed in the design exist on the market in a variety of prices and models, which makes it feasible for the user to implement this hybrid system at home.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad, concientizar en el uso de la energía eléctrica, con un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial y que cuenta con cuatro capítulos, lo cual, hace mención la necesidad de implementar este sistema eléctrico en beneficio y desarrollo sostenible de la sociedad.

En el capítulo I, se plantea la importancia de la energía eléctrica, en diversos rubros de la sociedad y que la energía eléctrica lo es todo. Pero también se presenta el problema de la demanda energética mundial y que esto cada vez se acrecienta, también el consumo acelerado de los combustibles fósiles y minerales, ocasionando daños al ecosistema. Por ello el objetivo general es el de; “Diseñar un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial” con paneles fotovoltaicos aislado del suministro eléctrico público, adecuando un sistema de control para la maniobra y las mediciones de la energía suministrada de los paneles solares hacia la vivienda residencial. También se menciona, la justificación teórica que se basa en las interrogantes sobre la sostenibilidad en nuestra forma de vida, debido a la creciente demanda de la energía eléctrica en el mundo, además, la justificación social hace referencia que nuestro planeta, está siendo afectado considerablemente por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, por los efectos de la quema de combustibles fósiles.

Terminando con la justificación práctica, la energía obtenida a través de los rayos del sol, es la que presenta mayores posibilidades de aprovechamiento para el sistema híbrido del proyecto, ya que, es una energía natural y limpia que existe en todos los lugares del planeta.

En el capítulo II, se mencionan los antecedentes del problema, con artículos para la investigación del proyecto, con las bases teóricas y fundamentos tecnológicos de lo que compone el sistema híbrido de generación eléctrica, como también los tipos de sistemas híbridos existentes, su clasificación y ciclo de vida. Se explica también sobre el sistema convencional de la Red pública, ya sea, administrado por alguna concesionaria y el sistema fotovoltaico con sus elementos como; también los dispositivos que los componen y la definición de términos básicos.

En el capítulo III, se muestra la metodología aplicada para el desarrollo de la solución, empleando el método de investigación de; Análisis y Diseño. Con el método específico de

la investigación de los requerimientos en la vivienda residencial, lo cual, se propone incentivar el uso de nuevas formas de energía renovables como lo es, el sistema de generación fotovoltaico.

En el capítulo IV, se detalla, en base al análisis y diseño la solución de elegir entre dos energías renovables limpias, que proporcionen la obtención de la energía eléctrica requerida en base a una vivienda de 80 m² y una demanda máxima de 1098 Watts distribuidos en dos fuentes generadoras para el funcionamiento de los diversos circuitos seleccionados en la vivienda residencial. Concluyendo en la elección del sistema fotovoltaico como una de las fuentes generadoras de energía eléctrica y sus cálculos respectivos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema.

1.1.1 Planteamiento del problema.

En la actualidad, la energía eléctrica lo es todo, es el principal insumo que consume el mundo; Industrial, tecnológico, residencial y sobre todo el crecimiento económico de un determinado lugar. La disponibilidad de este recurso, facilita a los seres humanos el desarrollo en: Educación, procesamiento de alimentos y su conservación, utilización de electrodomésticos y entre muchos aspectos de la vida cotidiana. Y que la demanda energética a nivel mundial se incrementa con el pasar del tiempo, ya que, el consumo de los combustibles fósiles y minerales en la producción de la energía eléctrica es mayor como se muestra en el gráfico estadístico, figura 1. De la demanda de energía primaria, que a su vez se van agotando. Fuente. BP Statical Review of world Energy (2018).

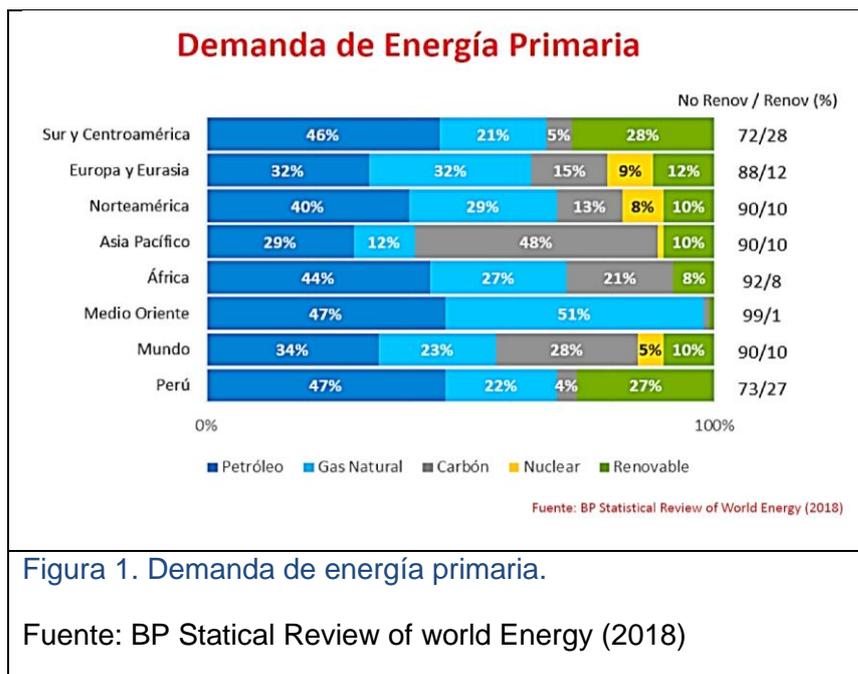


Figura 1. Demanda de energía primaria.

Fuente: BP Statical Review of world Energy (2018)

La actual demanda energética eléctrica, hace el uso frecuente de recursos fósiles y mineral como: El Petróleo, Gas natural y carbón para dicha producción de energía eléctrica y que esto tiene un impacto en el ecosistema, generando desastres naturales en distintos lugares de nuestro planeta como se muestra en un artículo periodístico, figura 2. Fuente diario el Comercio 2019.

Más de 250 distritos de la sierra presentan un riesgo muy alto de huaycos por lluvias

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres instó a las autoridades competentes tomar precauciones para evitar daños por este fenómeno.

Anuncios de interés

Recomendado por:

ÚLTIMAS NOTICIAS

- Huancayo: caída de combi al río Mantaro deja 8 muertos y más de...
- Conservarán más de 255 mil hectáreas de bosques en Madr...

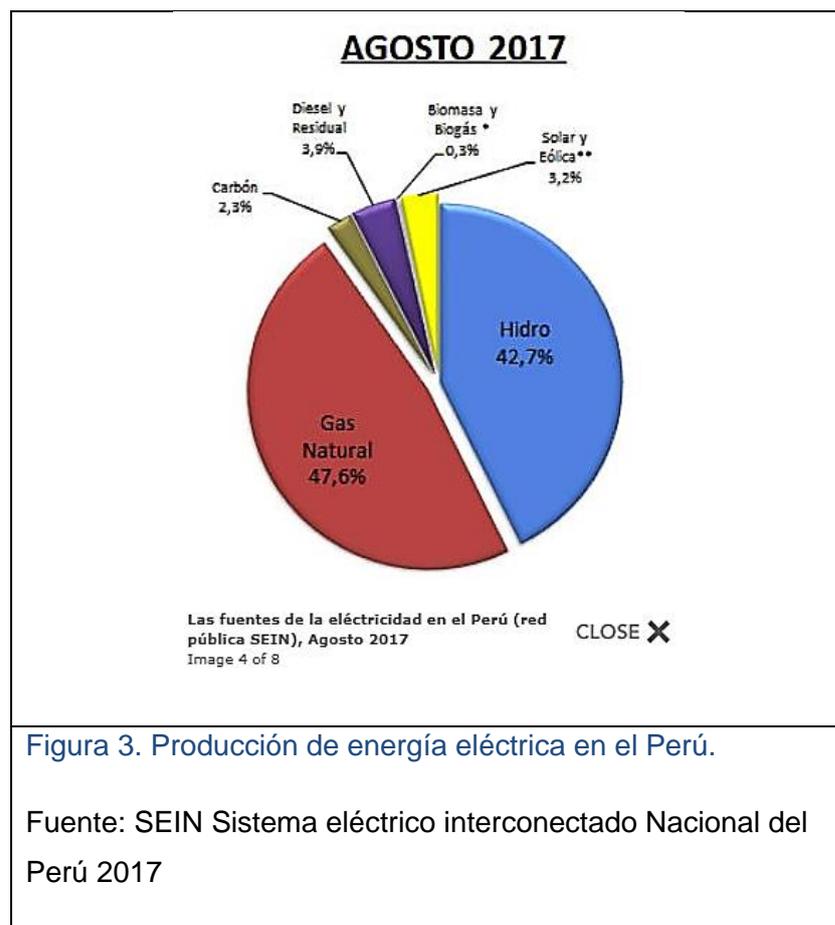
El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) informó que desde hoy hasta el miércoles 16 de octubre habrán precipitaciones líquidas y sólidas, en la sierra. (Foto: Agencia Andina)

Figura 2. Huaycos por lluvias en la sierra.

Fuente: Diario el Comercio 2019

Por ello, la necesidad de un diseño de producción de energía eléctrica eficiente a través de fuentes de energías renovables y como respaldo otras fuentes convencionales de energía eléctrica que en la actualidad es más consumida, como se muestra en el gráfico estadístico figura 3. Fuente SEIN Sistema eléctrico interconectado Nacional del Perú 2017.

Con el diseño de este sistema para una vivienda residencial, se estaría preservando dichos recursos en armonía con el medio ambiente.



1.1.2 Formulación del problema.

A) Problema general.

¿Cómo diseñar un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial?

B) Problemas específicos.

¿Cómo diseñar un sistema de producción de energía eléctrica renovable y a su vez utilizar la energía eléctrica convencional pública?

¿Cuál es la factibilidad técnica para el control del sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Diseñar un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Diseñar el sistema eléctrico híbrido con paneles fotovoltaicos para diversos circuitos de la vivienda residencial, aislado del suministro eléctrico público.
- Adecuar en el diseño un sistema de control para la maniobra y las mediciones de la energía suministrada de los paneles solares hacia la vivienda residencial.

1.3 Justificación e importancia.

El presente proyecto, beneficiará a todo aquel usuario que adopte éste sistema de energía eléctrica para su consumo en su vivienda, con eficiencia, calidad, sobre todo, en armonía con el medio ambiente.

1.3.1 Justificación Teórica.

La humanidad actual, se encuentra con muchas interrogantes día tras día, sobre la sostenibilidad en nuestra forma de vida, debido a la creciente demanda de la energía eléctrica en el mundo y el consumo acelerado de los recursos naturales en cada parte de nuestro planeta, para satisfacer las necesidades del hombre. Por ello, urge transformar el modo de consumo de nuestros recursos energéticos y que éste proyecto tiene un direccionamiento a las energías renovables que nos garantiza un mejor impacto sobre el ecosistema, que, a su vez es limpia y económica, como los rayos solares que describimos en el proyecto que se encuentran a nuestro alcance de forma gratuita en la naturaleza.

1.3.2 Justificación Social.

La producción energética eléctrica actual, es a través de los recursos hídricos como fósiles, éste último recurso hace que nuestro planeta este siendo afectado considerablemente por la quema de combustibles y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera y como consecuencia cambios bruscos en el clima, afectando negativamente a diversas partes del planeta. Y con el diseño de éste sistema híbrido eléctrico, se puede mitigar los efectos negativos por la quema de dichos combustibles fósiles, preservando la vida en nuestro planeta.

1.3.3 Justificación Práctica.

La energía obtenida a través de los rayos del sol, es la que presenta mayores posibilidades de aprovechamiento de entre todas las energías renovables, ya que, se encuentra en todo lugar, tomando en cuenta que la radiación solar de acuerdo al momento del día tiene variaciones de aprovechamiento energético a lo largo de todo el año y más aún durante el invierno, de modo que este tipo de energía está sometida a algunas fluctuaciones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema.

Los antecedentes relacionados al presente trabajo, tanto a nivel internacional como nacional, se presentan a continuación.

Artículo 1.

El artículo de (Caso de Boca Lurá, Año 2013). Que tiene como título “Diseño de un sistema híbrido de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía” Presenta el caso de la comunidad de Boca de Lurá de la provincia de Coclé. En la que se evaluó, diseñó, construyó e instaló, un sistema híbrido, Eólico-Solar fotovoltaico con una capacidad de 2.17 kW que provee de energía eléctrica a un centro escolar de dicha comunidad, ya que, el aumento del costo de los combustibles fósiles y su impacto en nuestro medio ambiente, impulsan la implementación de nuevas tecnologías renovables para así suplir la demanda energética y reducir el efecto invernadero. (1)

Artículo 2.

En el artículo “Estudio de tecnologías apropiadas en el ahorro de energía con sistemas de paneles solares en el campo residencial”

Elaborado por Rodríguez Barbosa, Wilman y Useche Rivera, Carolina. Presenta el estudio de disminución en el consumo de la energía convencional suministrado por la concesionaria, aprovechando de la energía solar a través de paneles fotovoltaicos. Y que se ajuste a la red convencional simultáneamente, con el fin de reducir el impacto económico en los hogares. (2)

Artículo 3.

El artículo “Propuesta para disminuir el alto consumo energético en las industrias dependientes de combustible fósiles”

Presentado por el Ingeniero Mecánico Carlos Ernesto Arias García, Profesor de Universidad de Holguín (UHO). Cuba. Menciona la mejora en eficiencia de sistemas de suministro de energía, con la utilización de fuentes no convencionales por las energías renovables Híbridos, fotovoltaico y biomasa que proporcionen beneficios económicos y ambientales, para disminuir los costos en energía convencional y el desarrollo sostenible de la población. (3)

Tesis 1.

“Sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a viviendas residenciales en entorno urbano” presentado por, Carlos Sánchez Pacheco, de la carrera de Arquitectura de la Universidad Internacional De Andalucía (Unia), Sevilla – España. Año 2010.

“El Objetivo del presente trabajo es exponer las diferentes tecnologías existentes en el mercado en cuanto a sistemas fotovoltaicos, aplicados al uso en viviendas residenciales en un entorno urbano” (4)

Y que, el uso de éste sistema eléctrico es una de las soluciones para el ahorro energético y desarrollo sostenible de la sociedad. (4)

Tesis 2.

“Optimización, análisis de factibilidad y diseño de un sistema híbrido renovable aislado para la producción de energía eléctrica en la laguna colorada (Bolivia)”

Tesis presentada por Jorge Piedrafita Fernández, de la escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación – Bolivia. Año 2012 “El objetivo es analizar la factibilidad de generación de energía eléctrica en un sistema aislado mediante fuentes renovables en el campamento de la Laguna Colorada (Sud Lípez, Bolivia), seleccionar la solución más adecuada y diseñar la instalación” (5)

Tesis 3.

“Análisis Técnico-Económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red”

Presentado por; Jorge Armando Serván Sócola, para optar el título de ingeniero mecánico - Eléctrico, de la Universidad de Piura – Perú. Año 2014. En la tesis se da a conocer el desarrollo de una metodología que permite el análisis económico de un sistema de generación de baja potencia, con recursos energéticos renovables, conectado a la red eléctrica pública. Que toma como un caso de estudio a un usuario, para implementar este sistema como fuente energético renovable. (6)

Tesis 4.

“Propuesta de diseño del sistema solar fotovoltaico para el sistema eléctrico en el anexo de Tinco, distrito de Alis, provincia de Yauyos y departamento de Lima-2017”

Presentado por; Juan De Dios Ortiz, Percy Javier, para optar el título de Ingeniero electricista de la Universidad Continental – Perú. Año 2018. Que, “Se logró diseñar la propuesta, mediante la caracterización socioeconómica de la población en estudio, un análisis técnico de los requerimientos para un sistema fotovoltaico in situ, un análisis de viabilidad mediante encuestas aplicadas a los pobladores y un análisis de rentabilidad para poder demostrar que es posible y sostenible la propuesta” (7)

Tesis 5.

“Dimensionamiento de un sistema eléctrico con energía solar y eólico para electrificar el caserío Chochor en el distrito de Morrope departamento de Lambayeque”

Presentado por Bhomomy Frederich Díaz Goicochea, para optar el grado de Ingeniero Mecánico electricista de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Perú. Año 2019. Cuyo objetivo es “Dimensionar un sistema eléctrico con energía solar y eólica para electrificar el caserío Chochor ubicado en el distrito de Morrope en el departamento de Lambayeque” (8)

Tesis 6.

“Diseño de un sistema fotovoltaico para circuitos de alumbrado y ventilación del Centro Educativo Técnico Productiva Novus Scilicet de Rioja, 2018”

Presentado por; Amado Rojas Peralta, para optar el grado de Ingeniero Mecánico – Electricista de la universidad César Vallejo – Perú. Año 2018. En la tesis se recoge la información necesaria del lugar para realizar cálculos justificativos en el diseño del sistema fotovoltaico, como nueva fuente de energía renovable limpia sin dañar el ecosistema. (9)

Tesis 7.

Informe de grado “Diseño de proceso de cálculo para sistemas fotovoltaicos residenciales o de microempresa” Presentado por: John Fredy López y Meyer Orlando Pabón. De la carrera profesional de Ingeniería electromecánica del Instituto Tecnológico Metropolitano – Colombia. Año 2017.

En éste informe se menciona el proceso de cálculo, selección y tipos de elementos apropiados que forman parte del sistema fotovoltaico, así, como su mantenimiento y su normativa vigente. (10)

Tesis 8.

“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de Amazonas” Presentado por José Rosendo Cayotopa Medina. De la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la universidad Pedro Ruiz Gallo – Perú año 2019. En la tesis en mención, el objetivo es el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para el caserío Flor del Valle de la provincia de Bongará del departamento de Amazonas. (11)

Tesis 9.

Informe de grado “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP”. Presentado por, Daniel Valdiviezo Salas. De la Pontificia Universidad Católica Del Perú – Año 2014. En la tesis se desarrolla el diseño del sistema fotovoltaico para suministrar de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en las instalaciones de la universidad. (12)

2.2 Bases teóricas.

Para el presente trabajo se consideró las siguientes bases teóricas, respecto al sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial.

2.2.1 Fundamentos tecnológicos.

A. Sistema híbrido de generación de energía eléctrica.

Un sistema híbrido, es aquel que emplea dos o más fuentes de energía diferentes uno del otro y que interactúan entre sí, para cumplir una determinada función. En este caso, el sistema híbrido del presente trabajo es de dos fuentes de energía eléctrica para su consumo, en los diversos circuitos existentes de una vivienda residencial. La primera fuente de energía eléctrica es renovable – convencional, es la que provienen de las diversas centrales hidroeléctricas en operación y la segunda fuente de energía eléctrica también es renovable pero no convencional, como el fotovoltaico. Como ejemplo, también se podría utilizar otras fuentes de energía eléctrica que están enlazados o interrelacionados para un determinado lugar de consumo como: Hidráulico – Eólico, Fovoltaico – Eólico y entre otros que puedan emplearse.

“Los sistemas híbridos tienen la capacidad de abastecer sistemas aislados o conectados a la red eléctrica, estos últimos pueden o no tener la capacidad de inyectar energía a la red” (6) La combinación de fuentes de energía en este caso de electricidad, va a depender de los diversos recursos de la zona en estudio, y su tipo de conexión dependerá también de la ubicación de la red eléctrica convencional en niveles de voltaje, tipo de conexión y distancia al lugar que se desea abastecer de energía eléctrica. (6)

Un sistema híbrido eléctrico busca; Garantizar el funcionamiento adecuado de dos o más fuentes de energía eléctrica para satisfacer las necesidades del consumidor, minimizar la dependencia del sistema convencional público, Optimizar el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables y disminuir los costos de consumo del sistema principal de la instalación entre otros costos operativos.

B. Tipos de sistema híbrido.

Existen diferentes combinaciones en un sistema eléctrico híbrido, lo cual, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Combinaciones de sistemas híbridos con fuentes de energía renovable.

TIPOS DE SISTEMAS HÍBRIDOS
Solar fotovoltaica / Eólica
Eólica / Mini hidráulica
Biomasa / Solar fotovoltaica
Mareomotriz / Eólica

Fuente: Serván Sócola, Jorge Armando Universidad de Piura.

C. Clasificación del sistema híbrido:

- Sistema híbrido autónomo. - Es aquel que abastece de energía eléctrica de forma continua al lugar de consumo y que no está conectado a la Red eléctrica pública, debido a la distancia del punto de entrega más cercano, lo que conlleva una mayor inversión en el tendido de líneas. En la actualidad, esto ocurre con muchos poblados rurales, viviendas residenciales aisladas y cultivos que empleen de tecnologías. (6)
- Sistema híbrido conectado a la red eléctrica. – El sistema eléctrico híbrido conectado a la red pública, es aquel, que usa un sistema adicional de funcionamiento en paralelo para alimentar diversos circuitos de carga, por ejemplo, cargas eléctricas de mayor consumo conectados a la red pública y cargas de menor consumo a un sistema fotovoltaico o banco de baterías. (6)

D. Ciclo de vida.

El tiempo estimado de vida útil de los equipos en el sistema híbrido con mantenimiento constante y con reemplazo de partes es de aproximadamente entre 20 y 25 años. (1), (5)

2.2.2 Sistema convencional Red pública.

Este sistema, es considerado como un servicio básico para el ser humano, está compuesto por las diversas fuentes generadoras de energía eléctrica,

ya sean convencionales como no convencionales, por ejemplo: Hidráulico, térmico, eólico, biomasa, etc. Esta energía obtenida a través de las diversas fuentes mencionado anteriormente, son transportados por las líneas de transmisión en torres y postes hasta llegar al centro de consumo o de carga. En éste sistema, por medio de un control riguroso de calidad; en su generación, transmisión y distribución, llega hasta los hogares por un suministro la cual es administrado por una concesionaria, que se encarga del cobro mensual por consumo de energía utilizada, mantenimiento y otros montos que son visualizados en su recibo.

2.2.3 Energía Solar.

Es un recurso natural renovable e ilimitado proveniente del sol, que se propaga en todas direcciones en nuestro planeta a partir de la radiación electromagnética en forma de; luz, calor y rayos ultravioleta. Es importante para los seres vivos en el planeta, sobre todo en el proceso de fotosíntesis, La energía solar se clasifica de dos maneras:

A. Clasificación de la energía solar.

Energía solar pasiva. – Es la forma natural, directa e inmediata para ser almacenado sin la utilización de mecanismo, que es utilizada esencialmente en arquitectura bioclimática.

Energía solar activa. – Es el modo de recolectar la energía solar y aprovecharla a través de mecanismos como: colectores térmicos y paneles solares fotovoltaicos.

- Conversión térmica. - Consiste en captar y concentrar la radiación electromagnética en forma de calor, para calentar superficies y obtener; energía mecánica – eléctrica, calefacción, y otros.
- Conversión Fotovoltaica. – Se emplean paneles o módulos solares, para recolectar la radiación solar lumínica y convertirla en energía eléctrica renovable y limpia para ser utilizado de acuerdo, a las necesidades del ser humano.

B. Radiación solar.

Es aquella energía, emitida en forma de ondas electromagnéticas corta, por la reacción del hidrógeno en el núcleo del sol, propagándose en todas las direcciones a través del espacio llegando al planeta tierra y determinando así, los acontecimientos atmosféricos y climatológicos en nuestro planeta.

La radiación electromagnética emitida por el sol, pasa por la atmósfera, sufriendo un debilitamiento por la difusión y reflexión en las nubes, como también, la absorción por las moléculas de los gases existentes en suspensión. Así, alcanzando la superficie terrestre reflejándola o absorbiéndola y esta es devuelta al espacio en forma de radiación de onda larga, transmitiendo calor a la atmósfera como destino final en nuestro planeta.

La radiación solar que llega a la tierra, tiene como magnitud internacional a la irradiancia, que se le define como la potencia por unidad de superficie en metros cuadrados.

Dónde: P = Potencia en Watts (W) A = Área en metros cuadrados (m^2)

La irradiancia promedio en nuestro planeta es de 1366 W/m^2 en la capa exterior de la atmósfera.

- Hora Solar Pico. - Se considera la Hora Solar Pico "HSP" como el número de horas en el día con la hipotética irradiación de 1000 W/m^2 que equivalen a 1 Kwh/m^2 (13)

C. Irradiación solar en el Perú.

La irradiación en nuestro país es variante, de acuerdo, a la posición geográfica de cada lugar y la institución del estado encargado de monitorearlo, es el SENAMHI a través de sus centros de monitoreo instalados en diversos puntos de nuestro país. Por lo que, se debe considerar los datos proporcionados de ésta institución para realizar los cálculos correspondientes en el diseño del sistema híbrido eléctrico, tal y como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Irradiación solar en el Perú.

PROMEDIO ANUAL DE LA IRRADIACIÓN SOLAR DIARIA EN EL PERÚ								
ORDEN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (metros)	IRRADIACIÓN SOLAR Promedio Anual (kWh/m ²)
1	IQUITOS	IQUITOS	MAYNAS	LORETO	73° 15 27	03° 44 47	125	3.73
2	EL CENEPÁ	EL CENEPÁ	CONDORCANQUI	AMAZONAS	78° 09 36	04° 27 45	240	2.89
3	REQUENA	REQUENA	REQUENA	LORETO	73° 50 51	05° 03 14	180	3.66
4	HDA. EL VALOR	EL MILAGRO	UTCUBAMBA	AMAZONAS	78° 38 36	05° 39 33	421	4.49
5	YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	ALTO AMAZONAS	LORETO	76° 06 17	05° 53 26	185	4.14
6	JUAN GUERRA	JUAN GUERRA	SAN MARTÍN	SAN MARTÍN	76° 19 44	06° 34 46	330	3.95
7	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	78° 30 58	07° 09 06	2640	4.47
8	PADRE ABAD	PADRE ABAD	PADRE ABAD	UCAYALI	75° 30 27	09° 01 58	270	4.02
9	TINGO MARIA	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO	75° 59 41	09° 17 30	640	4.02
10	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	76° 14 25	09° 55 27	1895	4.52
11	HUMAYA	LEONCIO PRADO	HUAURA	LIMA	77° 00 00	11° 06 00	750	4.65
12	SAN RAMÓN	SAN RAMÓN	CHANCHAMAYO	JUNÍN	75° 21 04	11° 07 05	800	3.98
13	IBERIA	IBERIA	TAHUAMANU	MADRE DE DIOS	69° 32 24	11° 23 17	350	3.68
14	HUACHAC	HUACHAC	CHUPACA	JUNÍN	75° 20 29	12° 00 60	3350	4.97
15	SANTA ANA	SANTA ANA	LA CONVENCION	CUSCO	72° 41 30	12° 51 37	920	4.01
16	AYACUCHO	AYACUCHO	HUAMANGA	AYACUCHO	74° 13 25	13° 09 26	2760	4.89
17	SAN JERÓNIMO	SAN JERÓNIMO	CUSCO	CUSCO	71° 52 59	13° 32 24	3220	4.69
18	ABANCAY	ABANCAY	ABANCAY	APURIMAC	72° 52 30	13° 38 02	2376	4.75
19	MANRIQUE	INDEPENDENCIA	PISCO	ICA	76° 01 52	13° 41 18	200	4.52
20	PARCONA	PARCONA	ICA	ICA	75° 42 04	14° 02 29	389	5.04
21	ICA	ICA	ICA	ICA	75° 43 24	14° 03 60	390	4.89
22	HDA. MAJORO	NAZCA	NAZCA	ICA	74° 58 19	14° 50 20	410	5.02
23	MARCONA	MARCONA	NAZCA	ICA	75° 06 34	15° 12 34	620	4.94
24	HUARAYA	MOHO	MOHO	PUNO	69° 28 14	15° 23 25	3890	5.16
25	SIBAYO	SIBAYO	CAYLLOMA	AREQUIPA	71° 27 16	15° 28 54	3847	4.94
26	PUNO	PUNO	PUNO	PUNO	70° 01 38	15° 50 08	3875	5.19
27	JULI	JULI	CHUCUITO	PUNO	69° 27 26	16° 12 39	3852	5.05
28	PAMPA DE MAJES	SANTA ISABEL DE SIGUAS	AREQUIPA	AREQUIPA	72° 11 42	16° 19 32	1440	5.61
29	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	71° 31 60	16° 23 49	2350	5.31
30	CHARACATO	CHARACATO	AREQUIPA	AREQUIPA	71° 28 55	16° 28 01	2451	5.32
31	MOQUEGUA	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	MOQUEGUA	70° 55 58	17° 11 27	1412	5.36
32	PAUCARANI	PACHIA	TACNA	TACNA	69° 46 09	17° 30 42	4541	5.41
33	CALANA	CALANA	TACNA	TACNA	70° 11 08	17° 56 17	675	4.99

Fuente: SENAMHI

2.2.4 Sistema solar fotovoltaico.

Es un conjunto de elementos cuya finalidad es de obtener la energía eléctrica a través de módulos fotovoltaicos, para suministrarlos a un punto de consumo. (9)

Dichos elementos, hacen posible la recepción y transformación de la energía irradiada del sol para así, convertirla en energía eléctrica limpia y sin efectos negativos al ecosistema.

a) Módulo fotovoltaico.

Es un elemento de diversas formas y dimensiones, capaz de captar los rayos del sol y transformarla en electricidad, en su interior está compuesto de celdas con células fotoeléctricas de materiales semiconductores como; el silicio o el arseniuro de galio que les permite

posteriormente a los electrones circular a través del material y producir electricidad. El voltaje y la corriente de circulación dependerá de su conexión interna entre celdas. (10)

En cada celda las células fotoeléctricas que componen un módulo fotovoltaico es capaz de ofrecer una tensión de 0,5 – 0,6 voltios con una potencia de 1 – 1.5 Watts en condiciones estándar, con una irradiación solar hipotética de 1000 w/m² y temperatura de 25 °C.

La corriente de corto circuito. - Establece la corriente máxima que puede proporcionar la celda con células fotoeléctricas y esta no se vea perjudicado por estar en corto circuito.

Circuito abierto. - Establece la tensión máxima cuando no haya ninguna carga conectado al circuito.

Potencia máxima. – Es el punto de máxima potencia en la curva producida por cada celda con células fotoeléctricas entre el voltaje y la corriente $V \cdot I$ tomando en consideración que puede variar en función al voltaje de funcionamiento.

En la Figura 4 se muestra la curva típica de una celda con células fotoeléctricas.

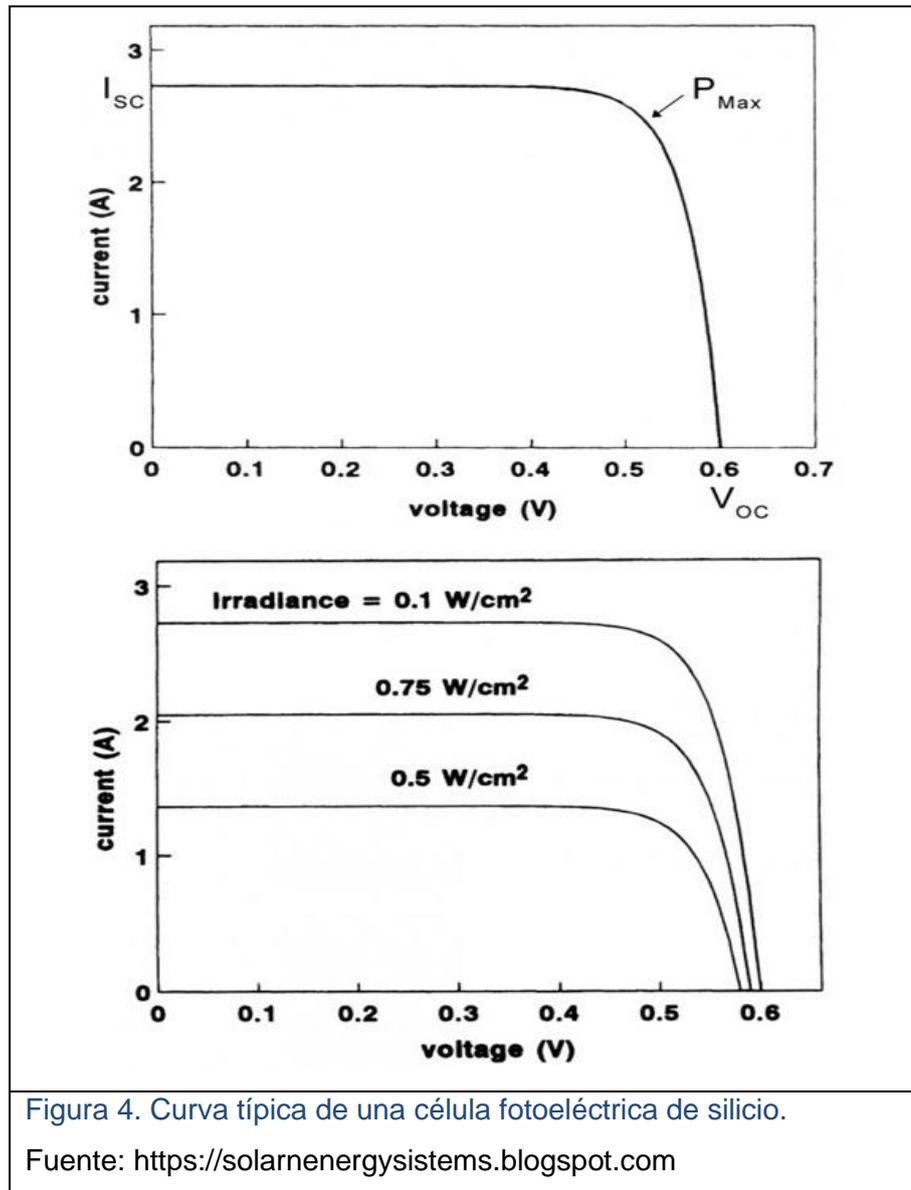


Figura 4. Curva típica de una célula fotoeléctrica de silicio.

Fuente: <https://solarnenergysystems.blogspot.com>

Tipos de módulos fotovoltaicos.

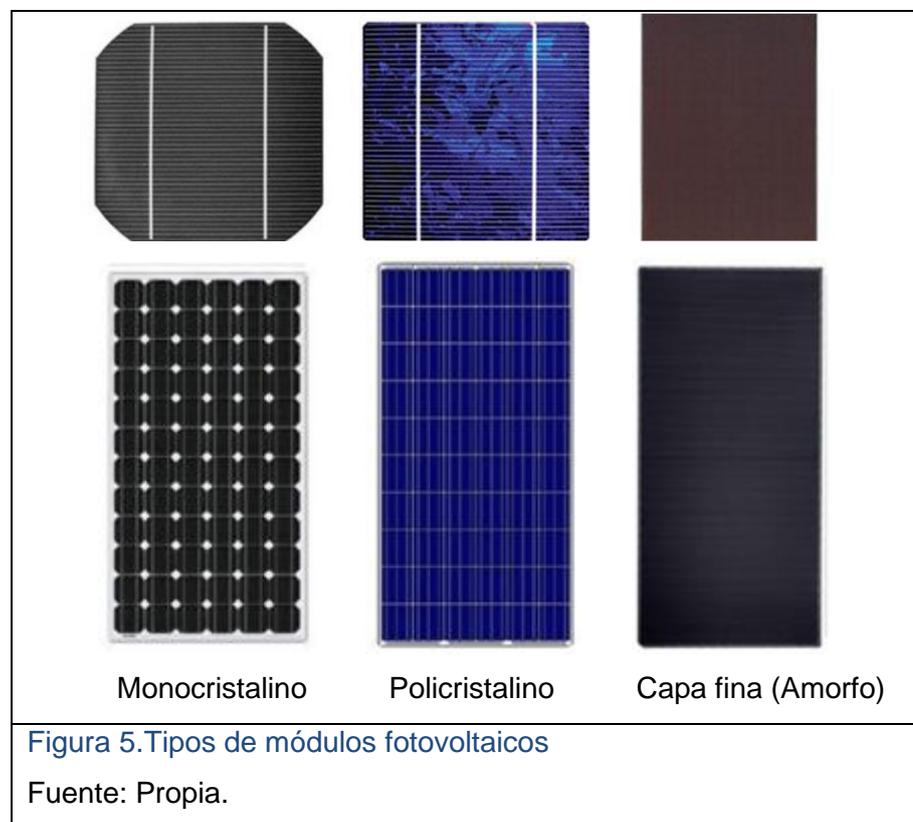
Se tiene tres tipos de módulo o panel fotovoltaico, que en la actualidad son más comerciales.

- Mono cristalinos. Se le reconoce a este panel fotovoltaico por su celda con células de coloración uniforme y resaltante, esquinas redondeadas y aspecto uniforme de alta pureza en silicio, la eficiencia de este tipo está 15 % y el 21 % y tienen mayor duración de hasta 25 años de vida útil. (10)
- Poli cristalino. En éste tipo de panel fotovoltaico los espacios entre celdas con células fotoeléctricas son menores que el de mono cristalino por ser de forma cuadrada, su eficiencia está

entre el 13 % y 16 %, su desventaja está en su poca resistencia al calor, lo que disminuye su vida útil (10)

- Capa fina. Éste tipo de panel fotovoltaico, se caracteriza por sus células fotoeléctricas del tipo amorfo u orgánico y son utilizados en instalaciones domésticas. Por ende, con un bajo costo de fabricación, lo que implica un bajo rendimiento del 7 % y el 13 % y su corta vida útil, ya sea el material empleado en su estructura como: El silicio amorfo, telururo de cadmio, cobre, indio, galio.

En la Figura 5 se muestra los tres tipos de módulos fotovoltaicos mencionados anteriormente.



b) Controlador de carga.

El controlador de corriente o llamado también regulador de carga, es el elemento fundamental que asegura, que el sistema de acumulación de energía eléctrica funcione en óptimas condiciones, limitando la tensión y corriente a valores adecuados evitando la sobrecarga y sobre descarga, de manera que, si detecta que el sistema de acumulación de energía eléctrica está siendo sobrecargado, éste, desconecta el

generador fotovoltaico, y al detectar, que el sistema de acumulación de energía está sobre descargada desconecta la carga a la cual está siendo suministrado. Así evitando que se acorte la vida útil de los acumuladores y pérdida económicas.

“En toda instalación fotovoltaica aislada existen dos tipos de reguladores de carga solares: los PWM y los MPPT ambos se encargan de lo mismo, controlar el flujo de energía entre el campo fotovoltaico y las baterías” (8)

En la figura 6 se muestra los tipos de controladores para sistemas fotovoltaicos.

- El controlador PWM. – Este tipo de controlador de carga o corriente, es de modulación por anchura de pulsos, que actúa como interruptor entre el módulo fotovoltaico y la batería, que dispone de un diodo en su interior, por lo tanto, el sistema fotovoltaico funciona a la misma tensión o voltaje que el de las baterías empleadas [...] (8)
- El Controlador MPPT: Este tipo de controlador viene de las siglas en inglés Maximum Power Point Tracker. “El regulador MPPT o maximizador solar, dispone de un diodo de protección como de un convertidor de tensión CC-CC y de un seguidor del punto de máxima potencia [...]” (8)



c) Acumulador de energía eléctrica.

Es un elemento de almacenamiento y de respaldo de energía por procedimiento químico, para ser convertida en corriente eléctrica y abastecer a una carga determinada o centro de consumo. Es uno de los elementos importantes del sistema fotovoltaico, ya que, toda la energía recibida del panel fotovoltaico durante el día, es acumulada en este dispositivo. El voltaje y amperaje requerido será en función a la carga o al circuito a alimentar, ya sea, por el tipo de conexión; paralelo o serie. Su estructura está compuesta de una carcasa resistente en cuyo interior se encuentran placas denominados ánodo y cátodo, conjuntamente con un catalizador o en algunos casos sumergido en un electrolito, cuya capacidad es en amperio/Hora (A/h) (8)

“La capacidad en (A/h) es simplemente el número de Amperes que la batería puede descargar, multiplicado por el número de horas en que se entrega dicha corriente. Este parámetro determina cuánto tiempo el sistema puede operar una carga determinada sin que haya necesidad de recarga.” (8)

Por ejemplo: Un acumulador de 200 A/h sea de distinta estructura o material podría entregar 200 amperios durante una hora o 100 amperios durante dos horas, como también, 1 amperio durante 200 horas y así, con otros valores relacionados entre sí. (8)

Sin embargo, hay algunas baterías como el de los automóviles que están diseñados para descargas grandes y profundas en un periodo corto. Por ende la batería, si es cargada y descargada diferente a lo especificado a su capacidad en A/h puede variar [...] (8)



d) Inversor de corriente.

Un inversor de corriente es un elemento electrónico, encargado de convertir un tipo de corriente en otra distinta para satisfacer una necesidad. En la actualidad hay dos tipos de corriente; Una que es, corriente continua o corriente directa por sus siglas (DC) y otra que es corriente alterna por sus siglas (AC), los inversores realizan este tipo de cambio uno del otro en determinadas tensiones o voltajes tanto para el ingreso como para la salida. Por ejemplo, si al ingresar la corriente alterna (AC) al inversor, la corriente de salida será corriente continua o directa (DC) como también, si ingresa una corriente continua o directa (DC) al inversor ésta sale en corriente alterna (AC). Por ello, el inversor de corriente en el sistema fotovoltaico, es el responsable de convertir la corriente continua o directa (DC) provenientes de los generadores fotovoltaicos en voltajes de 12v o 24v, en corriente alterna (AC) para ser utilizada y consumida en una determinada carga en una determinada tensión o voltaje y potencia.

“El convertidor de corriente DC/AC, también llamado inversor u ondulator, es un dispositivo electrónico de potencia encargado de convertir la corriente continua (DC) proveniente de los generadores fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para su consumo en la vivienda” [...] (8)

En la actualidad hay tres tipos de inversores las cuales, se mencionan a continuación y se muestran en la figura 8.

- Inversor Off-Grid. – Son del tipo más utilizado en sistemas de generación fotovoltaica con acumuladores de energía completamente desconectado de la red eléctrica.
- Inversores On-Grid. – Éste tipo de inversor es utilizado en sistemas fotovoltaicos conectado a la red eléctrica, ésta a su vez entrega la energía producida de los módulos fotovoltaicos a la misma red eléctrica, por lo que, no tiene la necesidad de contar con acumuladores.
- Inversores Híbridos. - Son del tipo, que incorpora al sistema de inversores On-Grid, los acumuladores, pudiendo funcionar también como Off-Grid reduciendo las diferentes situaciones inesperadas como cortes de energía en la red eléctrica u otro.

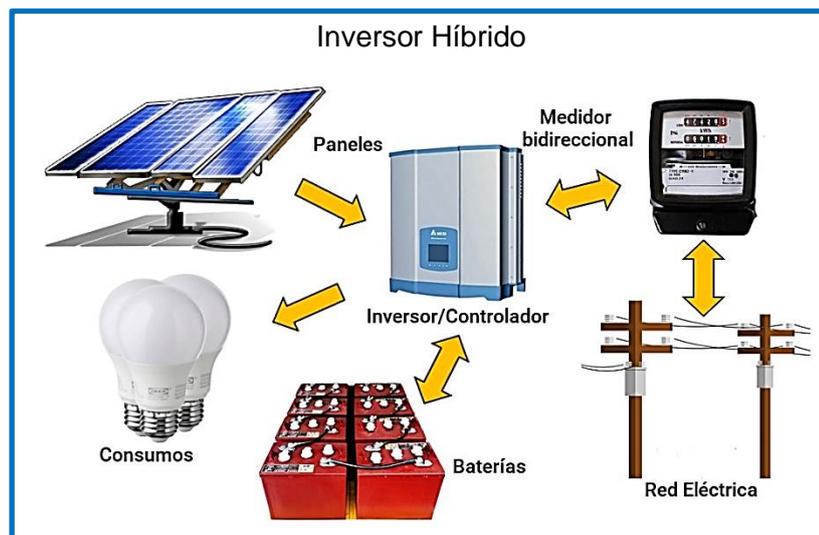
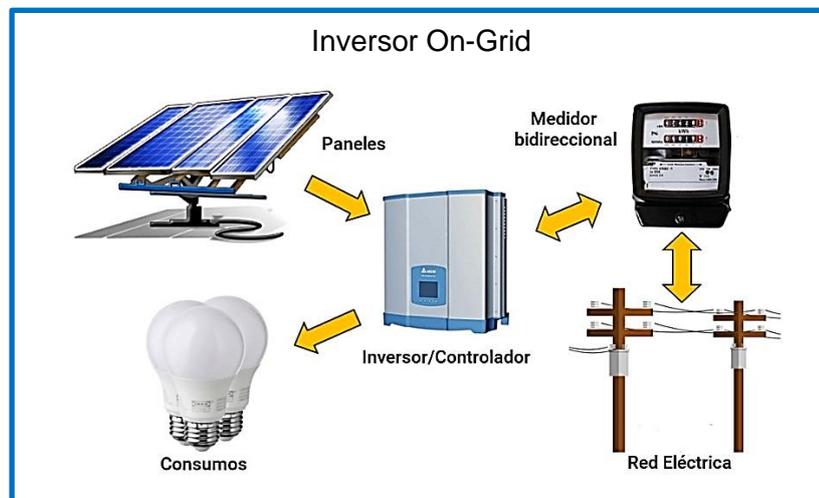
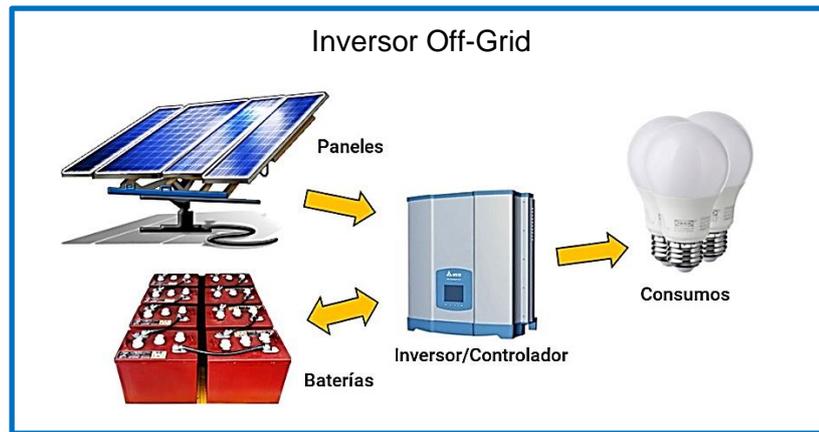


Figura 8. Tipos de inversores para sistemas fotovoltaicos.

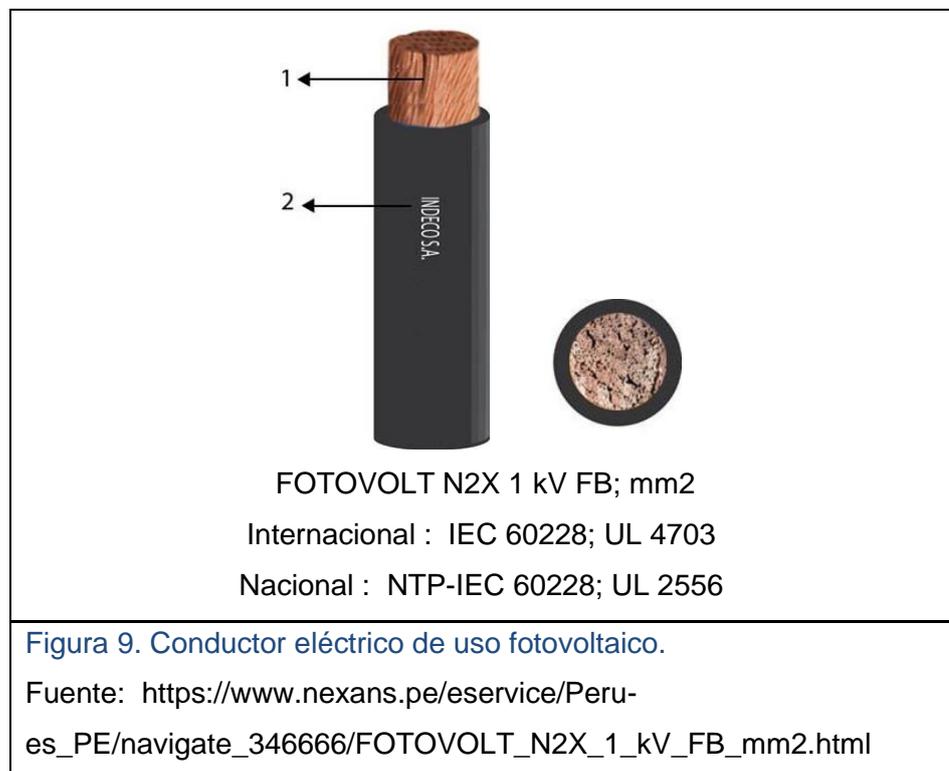
Fuente: <https://www.suriaenergy.com/tipos-de-instalaciones-solares-ongrid-offgrid-e-hibridos>

e) Conductores eléctricos.

Son materiales cuya función es la de transportar la electricidad de una fuente generadora de un lugar determinado a otro y satisfacer las necesidades del consumidor. Son de materiales que facilitan el transporte de electrones para circular por un determinado circuito, generalmente son de metales como: El oro, Cobre, plata y diversos metales con facilidad de conducción de la electricidad.

“Los conductores eléctricos o cables para la instalación deben contar con el aislamiento adecuado, la selección de los mismos depende de la aplicación y del tipo de canales utilizados. Para realizar los cálculos se seguirán las indicaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP) y del Código Nacional de Electricidad (CNE).” (12)

Los conductores para sistemas fotovoltaicos son de alta resistencia a los rayos solares, como también; a la humedad y al calor por estar expuestos a la intemperie desde los generadores fotovoltaicos, hasta los controladores de carga como a los acumuladores de energía que se encuentren en exteriores, cumpliendo con las normas internacionales como nacionales para un correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico, en el lugar donde sea instalado. En la figura 9 se muestra el tipo de conductor.



f) Puesta a tierra.

La puesta a tierra en instalaciones eléctricas se relaciona principalmente con la seguridad, preservando la integridad física del ser vivo, estos mecanismos de seguridad son establecidos a través de normas y su cumplimiento en su diseño. La conexión a tierra es para asegurar que las diferencias de potencial en las estructuras sean mínimas creando una superficie equipotencial.

Toda estructura conductiva expuesta puede ser tocado por el ser vivo y si ésta llega a ser energizada por diversas razones como pérdida de aislamiento en el interior del equipo u aparato, puede ocasionar daños o situaciones fatales.

La puesta a tierra también debe garantizar que, ante una falla a tierra, la corriente de falla retorne al sistema para que no ocasione daño alguno al equipo o lesiones al ser vivo, por lo que, todo sistema a tierra debe ser con una impedancia baja de modo que la corriente de falla opere correctamente en los elementos de protección y éstas reaccionen interrumpiendo el flujo de corriente. En la figura 10 se muestra un equipo con la conexión y puesta a tierra.

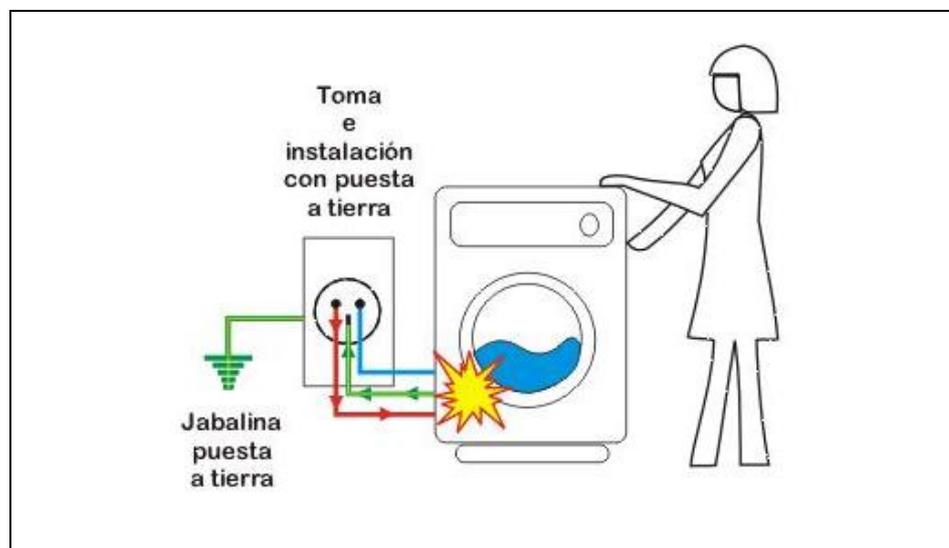


Figura 10. Equipo con la conexión y puesta a tierra.

Fuente: https://www.matelec.com.ar/noticias/41_que-es-la-puesta-a-tierra-o-toma-a-tierra-

2.3 Definición de términos básicos

Sistema híbrido eléctrico. – Un sistema híbrido, es aquel que emplea dos o más fuentes de energía eléctrica diferente uno del otro en su generación y que interactúan entre sí, para cumplir una determinada función.

Sistema convencional de Red pública. – Es considerado como un servicio básico para el ser humano, que está compuesto por las diversas fuentes generadoras de energía eléctrica, ya sean convencionales como no convencionales, que son transportados por las líneas de transmisión en torres y postes hasta llegar al centro de consumo o de carga.

Energía solar. – Es un recurso natural renovable e ilimitado, obtenida a partir del de la radiación electromagnética en forma de luz proveniente del Sol. Y que puede aprovecharse por medio de diversos captadores, como el de las células fotovoltaicas.

Radiación solar. – Es un tipo de energía emitida en forma de ondas electromagnéticas corta, propagándose en diversas direcciones a través del espacio llegando al planeta tierra, alcanzando la superficie terrestre reflejándola o absorbiéndola, teniendo como magnitud internacional a la “Irradiancia” que se define como la potencia de superficie en metros cuadrados W/m^2 .

Horas de sol pico HSP. – Es considerado como; el número de horas en el día, con una hipotética irradiación de $1000W/m^2$.

Sistema solar fotovoltaico. – Conjunto de elementos desde la captación de la radiación electromagnética y su conversión en electricidad para su regulación, acumulación y conversión en corriente eléctrica alterna comercial, a un punto de consumo sin afectar al ecosistema.

Módulo Fotovoltaico. – Es un elemento de diversas formas y dimensiones, capaz de captar la radiación electromagnética, en cuyo interior está compuesto de celdas con células fotoeléctricas de materiales como el silicio o el arseniuro de galio y transformarla en electricidad con determinados parámetros eléctricos como; voltaje y corriente.

Célula Fotoeléctrica. – Es un dispositivo semiconductor de materiales como; el silicio y el arseniuro de galio, capaz de transformar la radiación electromagnética proveniente del sol, en corriente eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico y que pueden ser del tipo monocristalino, policristalino y amorfo.

Controlador de carga. – Es un elemento fundamental que asegura, que el sistema de acumulación de energía eléctrica funcione en óptimas condiciones para evitar la

sobrecarga y sobre descarga de los acumuladores de energía eléctrica, acortando la vida útil del acumulador.

Energía renovable. – Es aquella energía que se obtiene de las fuentes naturales existentes en nuestro planeta, pueden ser, por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Existen diversos tipos de energías renovables entre las cuales se tiene la eólica, geotérmica, mareomotriz, hídrica, solar y otras que aún no tienen mayor aplicación.

Acumulador de energía eléctrica. – Es un elemento de acumulación de energía eléctrica para abastecer a una carga determinada, pueden ser de una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en su interior en electricidad. Cada celda del acumulador de energía eléctrica, consta de un electrodo positivo o cátodo, un electrodo negativo o ánodo, y electrolitos que permiten que los iones se muevan libremente entre los electrodos, permitiendo que la corriente fluya en una dirección fuera de la batería y entregar potencia eléctrica.

Inversor. – Es un elemento electrónico, cuya función es convertir o transformar un tipo de corriente en otra distinta con un voltaje determinado. En la actualidad hay dos tipos de corriente que los inversores realizan este cambio, una de ellas es la corriente continua DC y la otra es la corriente alterna AC que el inversor se encarga de convertirlas para una determinada carga en un circuito, con una frecuencia en el ingreso o salida del inversor.

Carga. – Se denomina carga, a todo aquel componente eléctrico o electrónico que ofrezca una resistencia al paso de la corriente eléctrica al cerrar un circuito, ya que, al conectarlo a una fuerza electromotriz o voltaje, éste se comporta como una carga eléctrica que consumirá la energía entregada de diversas fuentes generadoras.

Puesta a tierra. – Es toda conexión, aplicado a los diversos equipos o partes que funcionen con energía eléctrica para no ocasionar daños preservando la integridad del ser humano, al manipular estos diversos equipos eléctricos. Todo equipo eléctrico o electrónico debe contar con este sistema en su estructura o chasis por medio de un conductor a un punto de descarga, generalmente a tierra con una resistividad normado.

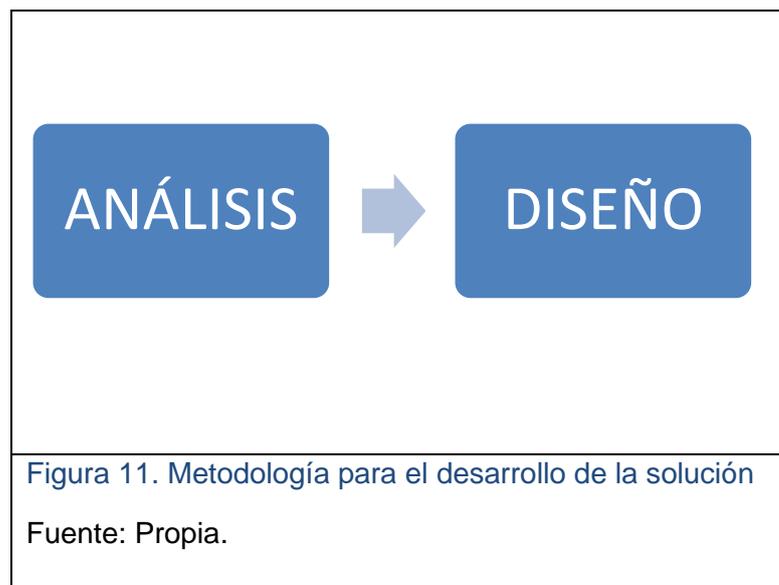
CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Metodología aplicada para el desarrollo de la solución

3.1.1 Método de la investigación

A) Método general o teórico de la investigación



En el presente trabajo de investigación se aplicó el método de análisis y diseño como se muestra en la figura 11 para la solución.

El análisis se realiza con teorías propuestas en diversos artículos científicos y el diseño con elementos y dispositivos tecnológicos existentes.

B) Método específico de la investigación.

En la actualidad, las viviendas residenciales requieren de diversas formas en el abastecimiento de energía eléctrica para satisfacer sus necesidades, también por otras razones, las cuales comprenden en lo ambiental y sobre todo en lo económico.

El diseño de éste sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial, puede aplicarse en distintos lugares, ya que los rayos del sol llegan a todo el planeta, para así, convertirlos en la energía eléctrica a través de sus elementos y dispositivos eléctricos para ser suministrada y su utilización en los diversos circuitos seleccionados. Por otro lado, incentivar el uso de nuevas formas de energía eléctricas renovables que estén en armonía con el medio ambiente, como lo es, el sistema de generación fotovoltaico.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Identificación de requerimientos

Para el diseño del proyecto, se tomó dos fuentes de energía eléctrica; la primera que proviene de la red eléctrica pública y la otra fuente de energía renovable que no dañe el ecosistema, así, preservar la vida de los habitantes en el planeta.

En el diseño también interviene la tecnología a través de los dispositivos eléctricos y electrónicos, cuya función es la de transformar la fuente de energía principal en energía eléctrica para su consumo final y esto favorezca a la sociedad.

4.2 Análisis de la solución

Se analizaron dos energías renovables limpias, que proporcionen la energía eléctrica requerida, para el funcionamiento en los diversos circuitos seleccionados de las vivienda residencial, éstas dos energías son: El sistema eólico, que a través del viento se pueda generar electricidad, pero con una desventaja que durante el día no hay suficiente masa de aire con una velocidad constante que haga mover las palas del aerogenerador para suministrar de energía eléctrica y ser almacenada al banco de baterías, para luego ser consumida.

El otro sistema de energía analizado fue el sistema fotovoltaico, ya que, los rayos del sol durante el día llegan a diversos puntos de una localidad, incluso llegando en poca proporción, se pueden acumulan en el banco de batería para suministrar de energía eléctrica a los circuitos seleccionados en la vivienda residencial. Adoptando así, el sistema fotovoltaico para el diseño híbrido en la vivienda residencial.

4.3 Diseño

Para el diseño del sistema híbrido del posible usuario, se tomó como referencia una vivienda residencial básica de un primer piso con 80 m2 cuya necesidad energética se tiene que realizar a través de un estudio de cargas, que se mencionan en las tablas 3; 4; 5 y 6.

Tabla 3. Factor de demanda por tipo de local.

Factor de demanda por tipo de local		
Tipo de local	Partes de la carga a la cual se aplica el factor	Factor de demanda
Unidades de viviendas unifamiliares	25 Watts por m2 Carga básica de 2500 Watts para los primeros 90 m2	100 %

Fuente: Código Nacional de Electricidad – Utilización.

Tabla 4. Estudio de cargas para la demanda máxima.

Estudio de cargas para la demanda máxima en la vivienda			
Descripción	Cantidad	Watts	Total de equipos en Watts
Foco Led	10	9	90
Televisor Led	02	110	220
Refrigerador	01	350	350
Cargador de celular	03	11	33
Computadora de escritorio	01	330	330
Computadora portátil	01	75	75
Total Watts			1098

Fuente: Propia.

Tabla 5. Demanda máxima por sistema de generación.

Demanda máxima por sistema de generación		
Descripción	Red pública en W	Sistema fotovoltaico en W
Iluminación	-	90
Tomacorriente	900	-
Cargas pequeñas	-	33
Cargas especiales	-	75
Total Watts	900	198

Fuente: Propia

Tabla 6. Potencia de consumo diario para el sistema fotovoltaico.

Potencia de consumo diario para el sistema fotovoltaico				
Descripción	Cantidad	Watts	Horas de funcionamiento	Potencia W/h
Foco Led	10	9	8	720
Cargador de celular	03	11	2	66
Computadora portátil	01	75	4	300
Total Wh/Día				1086

Fuente: Propia.

4.4 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico para el sistema híbrido

En el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se toma como referencia una vivienda cualquiera en la ciudad de Huancayo, con la selección de los diferentes elementos que componen el sistema fotovoltaico, tal y como se muestra en la figura 12 considerando el total de la potencia de consumo diario del sistema fotovoltaico obtenido de la tabla 6. Con un factor de protección del 20% y con los datos obtenidos del atlas de cartografía de radiación solar - Global Solar Atlas, como se muestra en la figura 14.

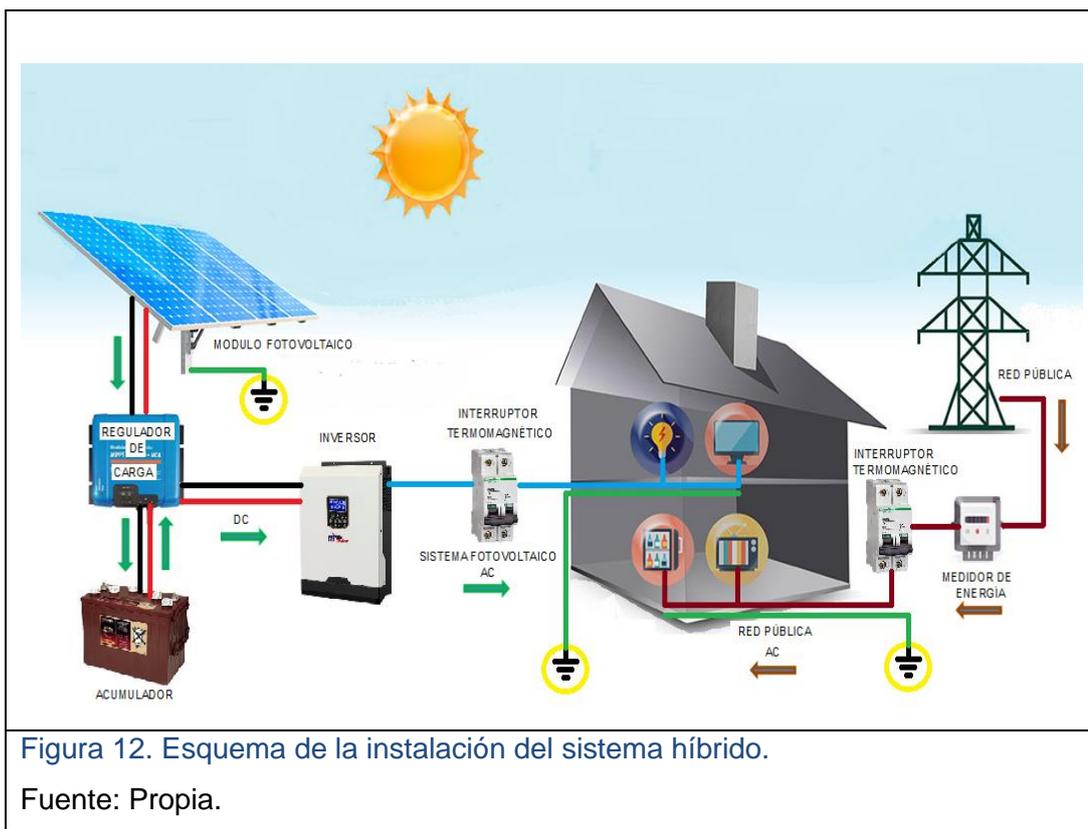


Figura 12. Esquema de la instalación del sistema híbrido.

Fuente: Propia.

4.4.1 Cálculo de la potencia requerida para el sistema fotovoltaico.

La potencia de consumo diario del sistema fotovoltaico en la vivienda es 1086 Wh/Día con un factor de protección del 20%

Potencia de consumo diario corregido (Pcc) = Potencia de consumo diario Wh/Día x Factor de corrección

$$Pcc = 1086 \frac{\text{Wh}}{\text{Día}} * 1.20 \qquad Pcc = 1357.5 \frac{\text{Wh}}{\text{Día}}$$

4.4.2 Cálculos de los módulos fotovoltaicos.

En el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se eligió el módulo fotovoltaico Era Solar 400M por consideraciones de existencia en el mercado nacional, tal y como se muestra en la figura 13 y la ficha técnica a detalle en el anexo 1.



Datos técnicos

ERA SOLAR 400M	72 Cells (0.5 V)
Power Class	400 Wp
Max. Power Voltage (Vmpp)	41.7 V
Max. Power Current (Impp)	9.60 A
Open Circuit Voltage (Voc)	49.8 V
Short Circuit Current (Isc)	10.36 A
Module Efficiency	20.17 %
Dimensiones (mm)	1979 x 1002 x 40 mm.

Potencia ideal (W) = área del panel (m²) * irradiación hipotética 1000 (W/m²)

Potencia ideal (W) = (1.979 x 1.002)(m²) * 1000 (W/m²)

Potencia ideal (W) = 1982.958 W

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{Potencia nominal del panel (W)}}{\text{Potencia ideal (W)}} * 100$$

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{400 \text{ (W)}}{1982.958 \text{ (W)}} * 100$$

Eficiencia (%) = 20.17

$$\text{Potencia fotovoltaica (Pf)} = \frac{\text{Potencia de consumo diario corregido (Pcc)}}{\text{Hora Solar Pico (HSP)}}$$

Para considerar la hora solar pico HSP en el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se considera la radiación mínima del lugar tomado del atlas de cartografía de radiación solar - Global Solar Atlas como se muestra en la figura 14.

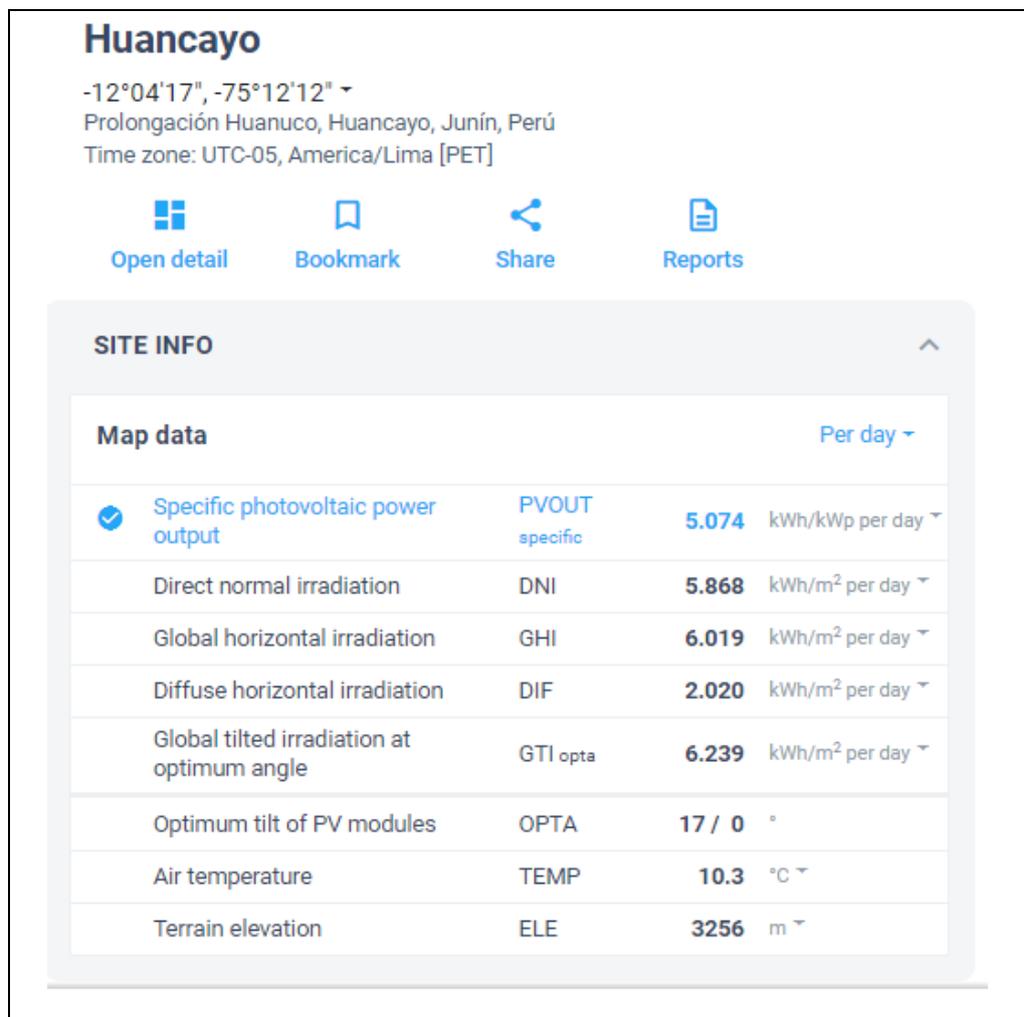


Figura 14. Radiación solar en la provincia de Huancayo.

Fuente: <https://globalsolaratlas.info/map?c=-12.137348,-75.204849,11&s=-12.071358,-75.203324&m=site>

$$\text{Potencia fotovoltaica (Pf)} = \frac{1357,5 \text{ Wh}}{2.02 \text{ h}} = 672.02 \text{ W}$$

$$\text{Número de módulos (Np)} = \frac{\text{Potencia fotovoltaica}}{\text{Potencia del panel fotovoltaico}}$$

$$\text{Número de módulos (Np)} = \frac{672.02 \text{ W}}{400 \text{ W}} = 1.68 = 2 \text{ (Superior inmediato)}$$

El número de módulo con arreglo de superior inmediato es de 02 unidades.

4.4.3 Cálculo para la elección del controlador.

Para la elección del controlador de carga, el voltaje de sistema es de 24 voltios con 02 módulos fotovoltaicos de 400 W en paralelo, por lo que, la elección del controlador será mayor a la corriente máxima de carga (I_{mc}) obtenida en la ecuación siguiente.

Total, de potencia en módulos fotovoltaicos	800 W
Voltaje de sistema (V_{sist})	24 V DC

Corriente máxima de carga (I_{maxc})

$$I_{maxc} = \frac{\text{Potencia total en modulos fotovoltaicos (W)}}{\text{Voltaje de sistema (V)}}$$

$$\text{Corriente máxima de carga (I}_{maxc}) = \frac{800 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 33.33 \text{ A}$$

Se eligió el regulador de carga MPPT SR-MC 40A / 24V que se muestra en la figura 15 y en el anexo 2.



Figura 15. Regulador de carga MPPT SR-MC 40A / 24V.

Fuente:

https://autosolar.pe/pdf/Ficha_tecnica_regulador_MPPT_Bauer_sr_mc.pdf

4.4.4 Cálculo para la elección del inversor.

En la elección del inversor se considera el voltaje de sistema fotovoltaico, la demanda máxima fotovoltaico, la eficiencia del inversor y el voltaje de salida.

Voltaje de sistema (Vsist) 24 V DC

Demanda máxima fotovoltaico 198 W

Factor de demanda máxima 25 %

Eficiencia de inversor 88 %

Voltaje de salida 220 V AC

Demanda máxima corregido $198 \text{ W} * 1.25 = 247 \text{ W}$

Se eligió el inversor Phoenix Inverter VE.Direct 250VA que se muestra en la figura 16 y sus datos técnicos en el anexo 3.



Figura 16. Inversor Phoenix Inverter VE.Direct 250VA.

Fuente: <https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-Phoenix-Inverter-VE.Direct-250VA-1200VA-ES.pdf>

4.4.5 Cálculo para la elección de los acumuladores de energía.

Para la elección del acumulador, se requieren de los siguientes parámetros:

Voltaje de sistema (Vsist)	24 V DC
Potencia de consumo diario corregido (Pcc)	1357.5 Wh/Día
Eficiencia del inversor	88 %
Días de autonomía	2
Profundidad de descarga	60 %
Capacidad de batería propuesto (Figura 17)	120 Ah – 12 V

Detalles técnicos del acumulador en el anexo 4.

Consumo del acumulador por día (Cad)

$$\text{Cad} = \frac{\frac{\text{Potencia de consumo diario corregido}}{\text{Eficiencia del inversor}}}{\text{Voltaje de sistema}}$$

$$\text{Consumo del acumulador por día (Cad)} = \frac{\frac{1357.5 \frac{\text{Wh}}{\text{Día}}}{0.88}}{24\text{V}} = 64.26 \text{ A} \frac{\text{h}}{\text{Día}}$$

Arreglo de acumuladores en paralelo (Aap)

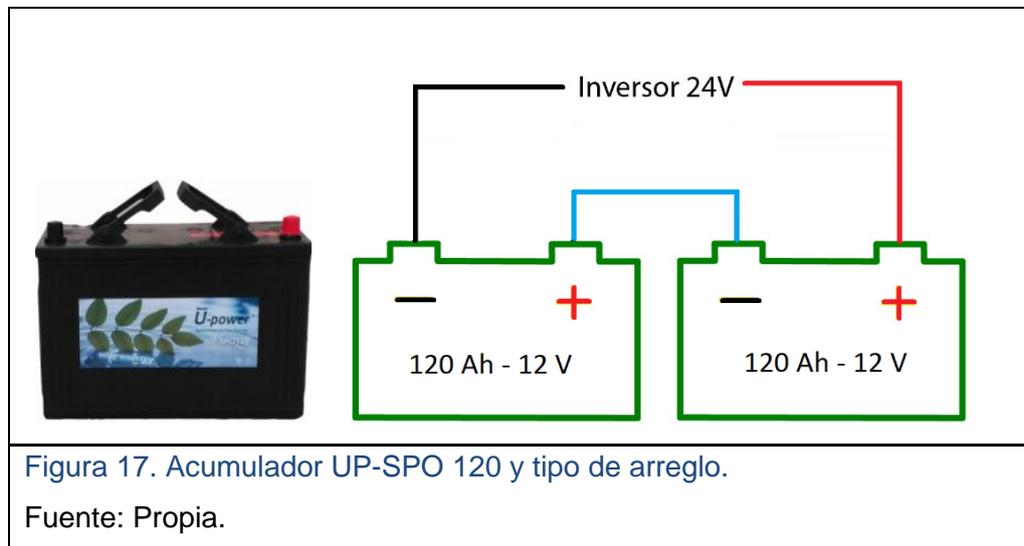
$$Aap = \frac{\frac{\text{Consumo del acumulador por día} * \text{Día de autonomía}}{\text{Profundidad de descarga}}}{\text{Capacidad de batería propuesto}}$$

$$Aap = \frac{\frac{64.26 \text{ A} \frac{\text{h}}{\text{Día}} * 1 \text{ Día}}{0.5}}{120 \text{ Ah}} = 1.0 = 01 \text{ arreglo en paralelo}$$

Arreglo de acumuladores en serie (Nas)

$$Aas = \frac{\text{Voltaje de sistema fotovoltaico (V)}}{\text{Voltaje del acumulador (V)}}$$

$$Aas = \frac{24 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 2 = 02 \text{ acumuladores en serie}$$



4.4.6 Cálculo para la elección de los conductores eléctricos.

El cálculo de conductores se realizará por cada tramo, considerando los parámetros admisibles, factores de corrección y la fórmula propuesta. Los datos técnicos del conductor elegido en el anexo 5.

Tramo 1 Módulo fotovoltaico – Regulador

Tramo 2 Regulador – Acumulador

Tramo 3 Acumulador – Inversor

Tramo 4 Inversor – Tablero de distribución

S: Sección del conductor (mm²)

L: Longitud de la línea (m)

I: Corriente (A)

σ : Conductividad del conductor (S.m/mm²) $\sigma_{70^\circ} = 48$

ΔU : Caída de tensión máxima permitida (V)

Vsist: Voltaje de sistema (V DC)

Vout: Voltaje de salida (V AC)

Isc = Corriente de corto circuito (A)

Cmaxc = Corriente máxima de carga de controlador (A)

Mf = Módulo fotovoltaico

$$\Delta U = \frac{\% \Delta U}{100} * V_{sist}$$

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta U * \sigma}$$

Tramo 1 Módulo fotovoltaico – Regulador

- Caída de tensión = 3%
- Voltaje de sistema = 24 V DC

- $I_{sc}(Mf) = 10.36 \text{ A} * 2$ módulos en paralelo
- Factor de corrección de + 25%
- Distancia = 5 metros

$$I = I_{sc} * 2 \text{ modulos} = (10.36 * 2) * 1.25 = 25.9 \text{ A}$$

$$\Delta U = \frac{3}{100} * 24 = 0.72 \text{ V}$$

$$S = \frac{2 * 8 * 25.9}{0.72 * 48} = 11.99 \text{ mm}^2$$

Sección de conductor inmediato = 16 mm²

Tramo 2 Regulador – Acumulador.

- Caída de tensión = 1%
- Voltaje de sistema = 24 V DC
- Corriente máxima de carga = 33.33 A
- Factor de corrección = 1.25
- Distancia = 2 metros

$$I = C_{maxc} * 1.25 = 33.33 * 1.25 = 41.66 \text{ A}$$

$$\Delta U = \frac{1}{100} * 24 = 0.24 \text{ V}$$

$$S = \frac{2 * 2 * 41.66}{0.24 * 48} = 14.47 \text{ mm}^2$$

Sección de conductor inmediato = 16 mm²

Tramo 3 Acumulador – Inversor.

- Caída de tensión = 1%
- Potencia del inversor = 250 W
- Voltaje de sistema = 24 V DC
- Factor de corrección = 1.25
- Distancia = 2 metros

$$I = \frac{\text{Potencia del inversor}}{\text{Voltaje de sistema}} * 1.25 = \frac{250}{24} * 1.25 = 13.02 \text{ A}$$

$$\Delta U = \frac{1}{100} * 24 = 0.24 \text{ V}$$

$$S = \frac{2 * 2 * 13.02}{0.24 * 48} = 4.52 \text{ mm}^2$$

Sección de conductor inmediato = 6 mm²

Tramo 4 Inversor – Tablero de distribución.

- Caída de tensión = 3%
- Potencia del inversor = 250 W
- Voltaje de salida = 220 V AC
- Factor de corrección = 1.25
- Distancia = 8 metros

$$I = \frac{\text{Potencia del inversor}}{\text{Voltaje de salida} * \text{Cos } \theta} * 1.25 = \frac{250}{220 * 0.8} * 1.25 = 1.78 \text{ A}$$

$$\Delta U = \frac{1}{100} * 220 = 6.6 \text{ V}$$

$$S = \frac{2 * 8 * 1.78}{6.6 * 48} = 0.09 \text{ mm}^2$$

Sección de conductor mínimo para luminarias y según norma = 2.5 mm²

4.4.7 Dispositivo de protección y desconexión.

Se eligió el interruptor termomagnético con capacidad de 15 Amperios a la salida del inversor a 220 V AC y en el tablero de distribución, según norma por capacidad mínima de conductor y capacidad comercial en el mercado.

CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La energía eléctrica, distribuida a través de fuentes renovables convencionales y no convencionales dan solución a la actual demanda energética con un ahorro sostenible de la sociedad, evitando que muchas centrales de generación entren en funcionamiento, sobre todo las que producen daños al ecosistema.
2. Los sistemas híbridos aportan de beneficios operativos, al sistema de generación nacional, ya que, al no consumir en un cien por ciento la electricidad de la Red pública los centros de generación no son afectados por la sobre demanda de energía eléctrica, así, la energía ahorrada puede ser transportada y utilizada en lugares que no cuentan con este recurso.
3. Las fuentes de energía renovable no convencional ayudan a cubrir la demanda energética actual ya que estos recursos son inagotables y de gran beneficio por no ser contaminantes para el medio ambiente. Lo cual, en el diseño del proyecto se consideró el sistema fotovoltaico, que tras la recepción de los rayos solares y su posterior transformación hasta llegar a la vivienda aporta con un beneficio ambiental y ahorro económico a largo plazo, tanto para el consumidor como para el servicio eléctrico nacional.
4. La tecnología y dispositivos planteados en el diseño, existen y se encuentran en el mercado nacional en variedad de precios y modelos, lo cual, hace viable al posible usuario en implementar éste sistema híbrido en su vivienda.

RECOMENDACIONES

Para Implementar el sistema hibrido en la vivienda es necesario contar con un profesional que elabore los requerimientos y condiciones de diseño para una mayor eficiencia y ahorro económico del usuario.

Para un buen funcionamiento del sistema hibrido con paneles fotovoltaicos, el profesional debe tener en cuenta que todos los elementos y dispositivos eléctricos como electrónicos a emplear, deben de contar con la certificación de compatibilidad electromagnética para que no se presenten alteraciones en los artefactos eléctricos o electrónicos en la vivienda o fallas en el mismo sistema de generación.

Promover la implementación de este sistema para el desarrollo sostenible y económico de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Diseño de un sistema híbrido de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía.* **Díaz Him, Miguel.** n.º 1, Coclé : Prisma Tecnológico, 2013, Vol. Vol. 4.
2. *Estudio de tecnologías apropiadas en el ahorro de energía con sistemas de paneles solares en el campo residencial.* **Carolina Useche Rivera, Wilman Rodríguez Barbosa.** Colombia : Visión Electrónica, 2016.
3. *Propuesta para disminuir el alto consumo energético en las industrias dependientes de combustible fósiles.* **Carlos Ernesto, Arias García.** 4, Cuba : Espíritu Emprendedor TES, 2018, Vol. 2.
4. **Sanchez Pacheco, Carlos.** *Sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a viviendas residenciales en entorno urbano.* Sevilla : Universidad Internacional de Andalucía, 2010.
5. **Piedrafita Fernández, Jorge.** *Optimización, análisis de factibilidad y diseño de un sistema híbrido renovable aislado para la producción de energía eléctrica en la laguna colorada (bolivia).* Pamplona : Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación, 2012.
6. **Serván Sócola, Jorge Armando.** *Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar.* Piura : Universidad de Piura, 2014.
7. **Juan De Dios Ortiz, Percy Javier.** *Propuesta de diseño del sistema solar fotovoltaico para el sistema eléctrico en el anexo de Tinco, distrito de Alis, provincia de Yauyos y departamento de Lima-2017.* Huancayo : Universidad Continental, 2018.
8. **Díaz Goicochea, Bhomomy Frederich.** *Dimensionamiento De Un Sistema Eléctrico Con Energía Solar Y Eólico Para Electrificar El Caserío Chochor En El Distrito De Morrope Departamento De Lambayeque.* Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, 2019.
9. **Rojas Peralta, Amado.** *Diseño de un sistema fotovoltaico para circuitos de alumbrado y ventilación.* Perú : Universidad César vallejo, 2018.
10. **John Fredy Lopez; Meyer Orlando Pabon.** *Diseño de proceso de cálculo para sistemas fotovoltaicos residenciales o de microempresas.* Medellín : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2017.
11. **Cayotopa Medina, José Rosendo.** *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado para electrificar al caserío Flor del Valle en Yambrasbamba provincia de Bongará departamento de Amazonas.* LAMBAYEQUE – PERÚ : PEDRO RUIZ GALLO, 2019.
12. **Peruano, Estado.** *Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).* Lima : Ministerio de Energía y Minas, 2011.
13. **Paulo Daniel, Valdiviezo Salas.** *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la pucp.* Lima : Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica - Módulo fotovoltaico ERA SOLAR 400M.

ESPSC

Monocrystalline Solar Module

SPECIFICATIONS

Dimensions	1979 x 1002 x 40mm
Weight	22.5 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs Mono PERC (158.75 x 158.75 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET / FEVE
Junction Box	TÜV certified
Cable	4 mm ² solar cable 2 x 900 mm or Customized Length
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa(IEC61215),40mm

Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)
27 pcs/pallet, 54 pcs/stack,
594 pcs/40'HQ Container

CHARACTERISTICS

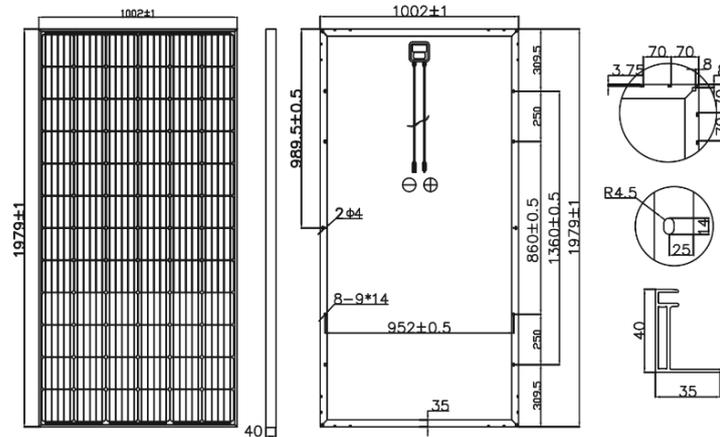
Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient I_{sc}	+0.02973%/°K
Temperature-Coefficient V_{oc}	-0.38038%/°K
Temperature-Coefficient P_{mpp}	-0.57402%/°K
NOCT***	45°C

CERTIFICATES

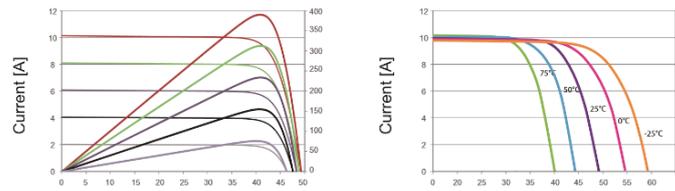
IEC 61215 edition 2 (TÜV Nord)
(TÜV Rheinland)
IEC 61730 MCS INMETRO
CE CEC SALT-MIST
UL1703 CSA
PID Resistant

INSURANCE

Chubb



CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures of 25°C and variable levels of irradiance

Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1.000 W/m²

ESPSC TYPE	380M	385M	390M	395M	400M
Power Class	380Wp	385Wp	390Wp	395Wp	400Wp
Max. Power Voltage (V_{mpp})* at STC**	40.5V	40.8V	41.1V	41.4V	41.7V
Max. Power Current (I_{mpp}) at STC	9.39A	9.44A	9.49A	9.55A	9.60A
Open Circuit Voltage (V_{oc}) at STC	48.9V	49.1V	49.3V	49.5V	49.8V
Short Circuit Current (I_{sc}) at STC	9.75A	9.92A	10.12A	10.23A	10.36A
Module Efficiency	19.16%	19.42%	19.67%	19.92%	20.17%

* MPP: Maximum Power Point
** STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5
*** Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR Corporation.
© October 2019 ERA SOLAR Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.



REGULADOR DE CARGA MPPT SR-MC

12/24V
20/30/40/50A

Características



Un algoritmo integrado de seguimiento de máxima potencia (MPPT) conduce a una mejora significativa de la eficiencia de utilización de la energía del sistema y una eficiencia de carga un 30% superior a la del método PWM. Una variedad de algoritmos de seguimiento se combinan para localizar rápidamente el mejor punto de operación de la curva I-V.



Protección electrónica integral: protección de polaridad inversa de la batería, protección de polaridad inversa de paneles, protección de cortocircuito de paneles, protección de sobrecarga de carga.



Admite el protocolo estándar Modbus para satisfacer las necesidades de comunicación en una variedad de entornos y ocasiones.



La eficiencia de seguimiento MPPT es del 99.9% y la eficiencia de conversión de energía del circuito es del 98%. La máxima eficiencia garantiza que no se desperdicia energía.



El módulo de monitorización de temperatura incorporado permite la carga a través de la reducción sin necesidad de un ventilador, lo que garantiza un funcionamiento estable en ambientes de temperaturas extremas.



Admite una variedad de baterías de plomo-ácido y baterías de litio, y los usuarios pueden especificar los parámetros de carga según sus necesidades.



Accesorios

Pantalla LCD, BT-2 módulo Bluetooth, cable para PC, sensor de temperatura BTS.



Especificaciones técnicas

Parámetro	Valor			
Modelo	SR-MC2420	SR-MC2430	SR-MC2440	SR-MC2450
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 ecualización	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 3. Ficha técnica - Inversor Phoenix Inverter VE.Direct 250VA.

Inversor Phoenix	12 voltios	12/250	12/375	12/500	12/800	12/1200
	24 voltios 48 voltios	24/250 48/250	24/375 48/375	24/500 48/500	24/800 48/800	24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga) Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R, GFCI				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6.8 x 10.8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



Fabricación europea

Made in Europe

SERIE UP-SPO

fregadoras, elevadores, apiladores, luminarias de carretera.

SOLAR POWER ABIERTAS

SOLAR POWER OPEN

Main features

Características

- Específicamente diseñada para aplicaciones que requieren un suministro permanente y duradero energía de eléctrica. • Apto para aplicaciones cíclicas.
- Más de 400 ciclos a D.O.D.
- Más de 800 ciclos según IEC 61427. • Alta resistencia a los ciclos de descarga profunda y repetida.
- Mayor Vida útil.
- Placas más gruesas con geometría radial para aumentar la Vida y proporcionar mayor CCA.
- Placas ancladas a prueba de vibraciones y golpes.
- Material activo con una composición específica para minimizar el estrés cíclico.
- Aleación especial que asegura la resistencia contra la corrosión de las rejillas y la conductividad del material activo.

- Specially designed for those uses that require a permanent and lasting energy supply.
- Suitable for renewable energy, cyclic use.
- More than 400 cycles at D.O.D.]
- More than 800 cycles as per IEC 61427.
- High resistance to deep discharge cycles.
- Long service life
- Thicker plates with radial geometry to increase service life and provide higher CCA.
- Plates mounted vibration and shock proof. • Active material with specific composition that minimize stress in cyclic uses.
- Special alloy that ensures grids corrosion resistance and conductivity of the active material.

Aplicaciones

Main uses

Energía fotovoltaica, auto caravanas, caravanas, barcos, carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, vehículos eléctricos, barredoras.

Solar energy systems, mobile homes, street solar lighting, vessels, fork lifts, lifting platforms, electrical vehicles, sweepers, scrubbing machines, electric stackers, etc.

Model	Nominal Voltage (V)	Capacity Ah 1.80 UPC 20°C		Dimension (mm)						Weight (kg)	QTY x P
		C20	C100	Length		Width		Height			
				mm	in	mm	in	mm	in		
SPO70	12	60	70	242	9.53	175	6.89	190	7.48	14,9	63
SPO85	12	75	85	278	10.94	175	6.89	190	7.48	18,0	57
SPO90	12	80	90	270	10.73	175	6.89	220	8.66	18,7	57
SPO110	12	90	110	353	13.90	175	6.89	190	7.48	21,8	36
SPO115	12	100	115	304	11.97	175	6.89	220	8.66	23,9	56
SPO120	12	105	120	345	13.58	175	6.89	230	9.06	27,1	48
SPO140	12	125	140	345	13.58	175	6.89	285	11.22	30,2	36
SPO165	12	140	165	513	20.20	189	7.44	223	8.78	37,5	32
SPO205	12	180	205	513	20.20	223	8.78	223	8.78	46,5	21
SPO225	12	200	225	518	20.39	274	10.79	242	9.53	56,2	18
SPO250	12	230	250	518	20.39	274	10.79	242	9.53	58,0	18
SPO260	6	240	260	244	9.61	190	7.48	274	10.79	29,0	30

Los parámetros técnicos podrán ser cambiados sin previo aviso,

* Technical specifications may be change without any notice.



