

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Alternativas de un sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico para atender la  
demanda de energía eléctrica y lograr mejorar la sostenibilidad ambiental**

**en el distrito de Ninacaca, provincia y región Pasco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autora: Bach. Alexandra Pamela PEÑA ROSALES**

**Asesor: Mg. Sc. Edgar Walter PÉREZ JUZCAMAYTA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Alternativas de un sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico para atender la demanda de energía eléctrica y lograr mejorar la sostenibilidad ambiental en el distrito de Ninacaca, provincia y región Pasco**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eleuterio Andrés ZA VALETA SANCHEZ**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Jesús Marino GOMEZ MIGUEL**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mi hijo que es la persona que más amo en la vida y que es el motivo de esfuerzo para lograr mis metas trazadas.

A mis padres, por acompañarme hasta en los momentos difíciles y por preocuparse en mi formación.

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

## **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.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por haber impartido sus conocimientos y experiencias en mi formación académica, a mi asesor M Sc. Edgar Walter Pérez Juzcamayta, para la culminación del presente proyecto de investigación

## RESUMEN

En el presente estudio se realiza un análisis de costo y beneficio ambiental de la generación de energía eléctrica través del empleo de las energías solar y eólica, o el empleo de un sistema hibrido interconectado a la red, en el poblado de Roncan. Considerando que la energía solar y eólica son fuentes de energía renovable, inagotable más prometedoras en estos últimos tiempos. Dado a que puede ser usadas para transformar ambas energías mediante el empleo de los paneles solares y los aerogeneradores.

En estos tiempos del siglo XXI, donde existen compromisos de cumplimiento de parte del estado peruano a los 17 objetivos del desarrollo sostenible, la energía es una prioridad y de vital importancia su atención, por parte de nuestras autoridades nacionales, regionales y locales, presten mayor atención a las demandas de energía en estas poblaciones rurales, la carencia de energía eléctrica en los hogares de muchas familias de bajos recursos económicos es preocupante y es de vital importancia para el desarrollo social de las familias es por ello la importancia fundamental atender con estos servicios.

También manifestar que las familias en el poblado de Rocan, en el distrito de Ninacaca en la provincia y región Pasco, se encuentran clasificados en el nivel de pobreza absoluta se ha toma en cuenta el costo de una canasta mínima esencial de bienes y servicios y considera como pobres a todos aquellos cuyo consumo o ingreso está por debajo de este valor, ya que muchos de ellos la actividad económica básica es la ganadería y la agricultura.

**Palabras claves:** Energia hibrida, paneles solares, celda fotovoltaica, energía solar y aerogeneradores.

## **ABSTRACT**

In the present study, a cost and environmental benefit analysis of the generation of electric energy through the use of solar and wind energy, or the use of a hybrid system interconnected to the grid, in the town of Roncan, is carried out. Considering that solar and wind energy are the most promising sources of renewable, inexhaustible energy in recent times. Since they can be used to transform both energies through the use of solar panels and wind turbines.

In these times of the XXI century, where there are commitments of compliance by the Peruvian state to the 17 objectives of sustainable development, energy is a priority and vital attention by our national, regional and local authorities, pay more attention to the demands of energy in these rural populations, the lack of electricity in the homes of many low-income families is worrying and is vital for the social development of families is therefore the fundamental importance of these services.

The families in the town of Rocan, in the district of Ninacaca in the province and region of Pasco, are classified at the level of absolute poverty, taking into account the cost of a minimum essential basket of goods and services and considering as poor all those whose consumption or income is below this value, since the basic economic activity of many of them is livestock and agriculture.

**Key words:** Hybrid energy, solar panels, photovoltaic cells, solar energy and wind turbines.

## INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación de un sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico para atender la demanda de energía eléctrica y lograr mejorar la sostenibilidad ambiental en el distrito de Ninacaca, provincia y región Pasco es un aporte que se concluye que la mejor opción era la instalación de un sistema híbrido (solar – eólico) centralizado (agrupado) basado en un LCOE de 0.12 soles/KWh para 60 conexiones con proyección a 20 años, minimizando de generar impactos ambientales negativos.

En el capítulo I, se realiza el planteamiento del problema, los objetivos, alcance, limitaciones y justificación de la investigación en cuanto al proyecto se plantea un nuevo enfoque de la optimización del uso de la energía al emplear los sistemas Híbrido Eólico-Fotovoltaico y de esta forma atender la demanda de energía eléctrica existente en la actualidad y de esta forma lograr mejorar la sostenibilidad ambiental al emplear energía limpia según las nuevas tendencias globales.

Referente al capítulo II, se muestra los antecedentes de los nuevos estudios enmarcado al planteamiento de la investigación y considerando el marco teórico con tópicos actualizados y centrados más en otros países, algunas tendencias de los sistemas de energías renovables en el marco normativo nacional que promueve instalación de las RER en el país, también se realiza los términos de referencia empleados y la hipótesis referida al estudio.

En el Capítulo III, metodología de la investigación que se va emplear, tipo, población muestra, tratamiento estadístico de la información.

En el Capítulo VI, Se analiza la demanda y la oferta del sistema, en el escenario en el cual la electrificación por red pública no llegará a la zona rural del distrito de Ninacaca

en los próximos diez años. Con una tasa de crecimiento poblacional anual del uno por ciento. Los equipos considerados para una conexión (vivienda) suman una potencia de 165.5 W, que ha sido calculada en base a los equipos promedio que tienen las familias de otras localidades conectadas a la red. Por el lado de la demanda, la energía eléctrica por usuario (una conexión-vivienda) es de 1038.75 Wh/día y de 31 Wh/día. La demanda de energía proyectada a 20 años para 60 conexiones será de 62.3 kWh por día, 1870 kWh por mes y 22,749 kWh por año. Desde la oferta tenemos un potencial promedio anual para la zona de 5.5 – 6.0 kWh/m<sup>2</sup> solar y un potencial eólico aprovechable de 7'017 MV.



## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema. ....	1
1.2	Delimitación de la investigación.....	2
1.3	Formulación del problema. ....	2
	1.3.1 Problema general. ....	4
	1.3.2 Problemas específicos .....	4
1.4	Formulación de Objetivos.....	4
	1.4.1 Objetivo General. ....	4
	1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5	Justificación de la investigación. ....	5
1.6	Limitaciones de la investigación.....	7

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio.....	8
2.2	Bases teóricas - científicas.....	11

2.2.1 Energías Renovables, una tendencia en la Región .....	11
2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica .....	18
2.2.3 Energía Eólica .....	35
2.3 Definición de términos básicos.....	43
2.4 Formulación de Hipótesis .....	47
2.4.1 Hipótesis General .....	47
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	47
2.5. Identificación de Variables .....	47
2.5.1 Variable Independiente.....	47
2.5.2 Variable Dependiente .....	47
2.6. Definición operacional de variables e indicadores .....	47

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGIAS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1 Tipo de investigación.....	49
3.2 Nivel de investigación .....	49
3.3. Métodos de investigación. ....	49
3.4. Diseño de investigación. ....	50
3.5. Población y muestra.....	50
3.5.1. Población .....	50
3.5.2. Muestra .....	50
3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos.....	51
3.6.1. Trabajo de Campo .....	51
3.6.2. Información Bibliográfica .....	51
3.6.3. Proyecto de Intervención Social.....	51
3.6.4. Proyecto Factible .....	51
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	52
3.8. Tratamiento Estadístico .....	52

3.9.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación...	52
3.9.1.	Procedimiento de Selección .....	52
3.9.2.	Procedimiento de validación .....	52
3.9.3.	Procedimiento de confiabilidad.....	52
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	53

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo.....	54
4.1.1	Equipo para la Medición de la Generación de la Energía Fotovoltaica ..	54
4.1.2	Equipo para la Medición de la Generación de la Energía Eólica .....	55
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	58
4.2.1	Propuesta usando la Energía Fotovoltaica.....	58
4.2.2	Propuesta usando la Energía Eólica .....	65
4.2.3	Propuesta usando sistema Híbrido.....	69
4.3	Prueba de Hipótesis .....	75
4.4	Discusión de resultados .....	77

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Potencial Solar - Perú.....	14
<b>Tabla 2:</b> Potencia instalada y producción anual de las centrales solares.....	15
<b>Tabla 3:</b> Estimación del potencial eólico - Perú.....	15
<b>Tabla 4:</b> Parques eólicos en operación y adjudicación en el Perú.....	15
<b>Tabla 5:</b> Equipos a corriente alterna CA (220V).....	58
<b>Tabla 6:</b> Demanda de energía proyectada a 20 años .....	59
<b>Tabla 7:</b> Demanda de energía proyectada a 20 años .....	61
<b>Tabla 8:</b> Cálculo del número de paneles .....	61
<b>Tabla 9:</b> Característica del fabricante .....	61
<b>Tabla 10:</b> Características de las baterías.....	62
<b>Tabla 11:</b> El Factor de corrección (FC) de batería según Tamb .....	62
<b>Tabla 12:</b> Cálculo del número de Reguladores para el sistema fotovoltaico .....	63
<b>Tabla 13:</b> Cálculo del número de Inversores para sistema fotovoltaico.....	63
<b>Tabla 14:</b> Resumen de Equipos para el sistema fotovoltaico .....	64
<b>Tabla 15:</b> Tabla de Demanda de energía y Oferta de energía solar .....	64
<b>Tabla 16:</b> Costo total de los equipos para el sistema fotovoltaico .....	65
<b>Tabla 17:</b> Velocidades Promedios en el año en el centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca .....	66
<b>Tabla 18:</b> Número de Baterías.....	67
<b>Tabla 19:</b> Número de Inversores .....	68
<b>Tabla 20:</b> Resumen de equipos para el sistema eólico .....	68
<b>Tabla 21:</b> Tabla de demanda de energía y oferta de energía eólica mensualizada con 17 aerogeneradores .....	68
<b>Tabla 22:</b> Resumen de costos de equipos para el sistema eólico .....	69

<b>Tabla 23:</b> Velocidades Promedios en el año en el centro poblado de Rocán provincia de Pasco para 02 un aerogenerador de potencia de 2 000 Watts.....	70
<b>Tabla 24:</b> La menor radiación solar de un día del año por hora en la zona rural de Ninacaca generada por 54 paneles .....	71
<b>Tabla 25:</b> Número de Baterías.....	72
<b>Tabla 26:</b> Cálculo del número de Reguladores para el sistema fotovoltaico .....	73
<b>Tabla 27:</b> Cálculo del número de Inversores para sistema híbrido .....	73
<b>Tabla 28:</b> Resumen de Equipos para el sistema híbrido.....	74
<b>Tabla 29:</b> Energía demandada y Oferta solar + eólica (Hibrido) .....	74
<b>Tabla 30:</b> Costo total de los equipos para el sistema híbrido .....	75

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1 Identificación y determinación del problema.

Según los datos proporcionados por el Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas que compendia las principales características de las viviendas y hogares peruanos a nivel nacional, departamental y distrital. En el estudio realizado en el Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares el acceso a servicios básicos departamento, la cobertura de energía eléctrica es elevada, destacando la Provincia Constitucional del Callao (98,3%), provincia de Lima (96,0%), Lambayeque (91,7%), Ica (90,6%) y Arequipa (90,0%) con porcentajes más altos de viviendas particulares que cuentan con alumbrado eléctrico por red pública; mientras que 7 departamentos presentan menos del 80% de viviendas particulares que disponen de este servicio; Huancavelica (77,5%), Ucayali (77,2%), Pasco (76,9%), Loreto (74,9%), Puno (74,2%), Amazonas (73,7%) y Huánuco (72,1%) (INEI, 2018). En la zona rural del centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca se cuenta con alrededor de 60 viviendas con 247 personas, promedio

por familia de cuatro personas. No cuenta con electricidad por la red pública y a la fecha, no forma parte del plan de electrificación rural del Ministerio de Energía y Minas. El combustible más usado es la leña de los arbustos de quinual y la champa de campo. Su población se dedica a la actividad agropecuaria, piscicultura, comercio y la artesanía. En la zona rural solo cuentan con un centro para el nivel primario para continuar con otros niveles educativos, la población tiene que desplazarse al centro del Distrito. En este sentido, es pertinente evaluar las formas de acceso a la electricidad que tendría los centros poblados de la zona Rural de Ninacaca, teniendo en cuenta las dimensiones sociales, económicas y ambientales, así como también el costo real del servicio (kWh/día).

## **1.2 Delimitación de la investigación**

La investigación está limitada en La zona rural del centro poblado de Roncán en el distrito de Ninacaca, forma parte de la provincia y región Pasco, por la escasez de energía y los altos costos que pagan por el suministro del servicio.



**Ilustración 1:** Champa para uso como combustible para preparado de comida

## **1.3 Formulación del problema.**

Las centrales termoeléctricas que utilizan gas de Camisea, tienden a emitir CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) dado que por intermedio de su combustión gas natural o petróleo (aceite) para la generación de energía eléctrica. Son conocidas como rentables y económicas dado que su uso es extenso en el país y el mundo, pero tienden a afectar el medio ambiente.

Las centrales hidroeléctricas inicialmente parecen que no son perjudiciales, pero cuando este es instalado provoca modificaciones y frena el flujo de ríos, no en tanto, si se regula el caudal, puede provocar cambios en su ecosistema y alrededores, ocasionando la mortalidad de diversas especies que habitan en él.

En pocas palabras este daño producido sobre el medio ambiente cuando se emplean los sistemas tradicionales y la aplicación de recursos no renovables se tornó en un problema que se está incrementando, motivo por el cual es de vital importancia y necesaria buscar alternativas amigables que cuiden el medio ambiente y puedan satisfacer las necesidades de energía eléctrica que puedan presentar las poblaciones rurales a un justo costo económico.

La actual crisis energética mundial ha encarecido el uso del gas y otras energías convencionales que se venían usando, a decir de los expertos ha puesto en el centro del debate nacional e incluso internacionalmente, la digitalización (tecnologías y conectividad) y la valoración de los servicios con una activa participación de la población. Esto ha obligado a una relectura no solo del acceso a infraestructuras (agua, electricidad, salud), sino a la calidad del servicio que se expresa en la satisfacción del usuario.

En este estudio se parte de que es posible la instalación de un sistema fotovoltaico para 60 viviendas en la zona rural del centro poblado de Rocán en el



distrito de Ninacaca porque mediante un esquema de generación agrupado el LCOE de 0.12 soles/kWh era 60% menor a la instalación de un sistema individual.

Y continuo, en la búsqueda de mejorar el acceso y servicio de electricidad a las familias de zona rural del centro poblado de Rocán de Ninacaca y mejorar los costos del kW.h para ello veo el uso combinado otra fuente de energía, la eólica, buscando ofrecer una generación competitiva y eficiente. En este sentido, nos planteamos el problema siguiente: ¿Qué tipo de fuente de generación de electricidad RER, individual o combinada, puede atender a 60 conexiones en la zona rural del Distrito de Ninacaca con el kWh más bajo de los costos en un horizonte sostenible de 20 años?

### **1.3.1 Problema general.**

¿Cuál es la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico) para abastecer de electricidad en zona rural del centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca al menor costo kWh y ambientalmente sostenible a veinte años?

### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico e híbrido?

¿Cuál es el costo más conveniente en la generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico e híbrido?

## **1.4 Formulación de Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo General.**

Evaluar la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico) para abastecer de electricidad en la zona rural del centro poblado de Rocan

en el distrito de Ninacaca al menor costo kWh y ambientalmente sostenible a veinte años.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar la generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico e híbrido (solar y eólico).

Determinar el costo de generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico y híbrido (solar y eólico)

### **1.5 Justificación de la investigación.**

Como es entendido el cambio climático es un problema global generado por fenómenos naturales y antropogénicos debido al desarrollo industrial intensificado en este último ciclo, que viene causando un incesante variación del clima algo real que está afectando en todas partes del mundo, basado a ello, y buscando contrarrestar los diversos efectos negativos provocados, fueron producidos e implementados diversos acuerdos y medidas a nivel internacional para reducir los efectos que viene ocasionando en el planeta tierra. El estado peruano no puede ser ajeno, por lo que implemento políticas y proyectos que visen alcanzar objetivos mundiales, como también en las regiones de nuestro país. Así, el Perú se está alineando en función a la “Estrategia Nacional ante el Cambio Climático en Perú 2015” (MINAM, 2015). Además, La Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC) quien muestra el compromiso por parte del estado para realizar acciones frente al cambio climático (CC) de forma transversal, multisectorial, e integrada visando cumplir con compromisos que asumió el Perú, en cara de la Convención Marco de la ONU acerca el Cambio Climático (CMNUCC), considerando de manera especial una serie de esfuerzos para prevenir y adaptar acciones referentes a servicios sociales, población, sistemas

productivos, frente a cambio climático, buscando entender a la justificación como una transición que busca usar y aprovechar las energías limpias (Oaxaca, 2016).

- ✓ Protocolo de Kyoto. Se lograron establecer bases que visen reducir emisiones y donde se prima producir un catálogo de inventario de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que causan el calentamiento global. Hecho en 1997 (11 de diciembre). Artículo 2, punto 1, inciso a) I y IV
- ✓ Acuerdo de París. Convención donde el Perú se unió para hacer frente a la lucha a través de la firma hecha el 2016 (22 de abril) y que fue ratificado el 21 de septiembre del 2016.

También enmarcado a los Objetivos Desarrollo Sustentable

- ✓ Que se garantice el acceso universal a servicios fiables, energéticos asequibles, y actuales.
- ✓ Incrementar de manera razonable la proporción de energía renovable dentro las fuentes de energía que ya están trabajando
- ✓ Duplicar la eficiencia energética a nivel mundial
- ✓ Incrementar las cooperaciones internacionales que viabilicen un acceso a nuevas tecnologías e investigación relacionadas a la energía limpia, considerando también las fuentes renovables, avanzadas tecnologías, menor uso de contaminantes combustibles fósiles, eficiencia energética, e incentivar a la inversión basado en tecnologías limpias e infraestructura energética.
- ✓ Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en articular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.

## **1.6 Limitaciones de la investigación.**

Con la presente investigación se busca promover el uso de las fuentes de energía renovable, por ser un uso escaso en la región Pasco, por la poca aplicación sobre las fuentes tradicionales y no renovables en el contexto regional y nacional, por aquello es importante promover el uso sustentable de la energía renovable por su abundancia que presentaría en la matriz energética al usar la energía fotovoltaica y eólica, el cual fue iniciado a mediados de la década de los 90s del siglo XX. La necesidad existente que tener una política para que se abastezca de energía áreas rurales, donde la demanda de hoy relacionado a la energía, básicamente no cubre costos relacionados a la instalación y mantenimiento, por lo que es importante contar con una política energética nacional, con un conjunto de objetivos generales: abastecer energéticamente, adaptar de mejores maneras la estructura de consumo para la matriz de reservas, y diversificar la matriz energética, las cuales estén mayormente relacionadas a la inversión pública (Yesica Recalde, Hugo Bouille, & Osvaldo Girardin, 2015) .

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio.**

Pinto Siabato (2004) realizó un estudio de “Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán” donde se presenta el balance de energía de la vereda El Carrizal de Sutamarchán, Colombia, y se estima el potencial de energías renovables. Se demuestra que sólo un enfoque riguroso de la sostenibilidad garantiza un impacto en el desarrollo económico de la comunidad, teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad exigidos por el mecanismo de desarrollo limpio. Se desarrolló un modelo de energía para el cálculo de la demanda para irrigación, según variables climáticas, orográficas y de cultivo.

Ordóñez Castiñeiras (2018) realizó un estudio sobre “Energías renovables: motor de cambio en áreas rurales”, abordó la problemática donde se presentó la distribución desigual de energía en Argentina, y busca solucionar este problema, el cual no debe ser considerado como un proceso costoso o complejo. Para ello, se implementó sistemas que poseen sistemas de energía

independientes que ayuden a solucionar este problema en un largo periodo de tiempo. Estudia, además, la posibilidad para que se redistribuya la población visando lograr mejores expectativas de vida en zonas con poca población, donde se pueda implementar energías renovables sobre áreas remotas, zonas donde infraestructuras energéticas del estado o privado usualmente no llevan o son escasos. En este trabajo la localidad El Alfarcito, de la Provincia de Salta fue seleccionada. Fue analizado las dificultades y necesidades que se encontraron para desarrollar los objetivos planteados, que muestre ciertas condiciones particulares, y que pueden repetirse de forma similar en una multitud de áreas presentes en el interior del país.

Es planteado también que posibilidades se tiene para llevar a cabo economías locales visando mejorar el acceso a la energía. Hoy en día, es visto que extensas áreas dentro del territorio argentino concerniente a pueblos fueron abandonadas o que su población está constantemente migrando para grandes ciudades o polos industriales.

Los investigadores Rodríguez Gámez, Vázquez Pérez, Vélez Quiroz, & Saltos Arauz (2018) en su investigación sobre “Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales”, presentan un análisis que estuvo ligado a una alternativa energética sostenible que hoy en día se están instalando exitosamente a nivel mundial visando lograr una mejor calidad en el servicio eléctrico, permitiendo ahorrar recursos naturales, ,contribuir en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera. Además, es presentado un trabajo relacionado al uso de tecnologías innovadoras que permitan mejorar un servicio de calidad eléctrica dentro un lugar aislado, a través de la aplicación de tecnología

fotovoltaica que esté conectada a redes de baja tensión sobre 20 viviendas analizadas. Se presentaron resultados relacionados al consumo y carga horaria sobre el consumo de energía de viviendas, y en base a ello fue instada una metodología adecuada para diseñar la tecnología fotovoltaica ligada a una red de baja tensión; que busca evitar consumir energía de la red tradicional buscando mejorar el servicio de electricidad, reducción en el monto facturado por su consumo y por pérdidas.

Ramirez Quiroz (2015) plantea la investigación cuyo título fue: “Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando energías renovables no convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable”, que tuvieron el objetivo de instalar un modelo estratégico que viabilice desarrollar proyectos que produzcan electricidad, aprovechando las ERNC en áreas rurales cuya población es pobre, y que les permita alcanzar un desarrollo sostenible. Este trabajo aplica una metodología basada en técnicas constructivas en escenarios que sufrieron impactos cruzados, donde es aplicable prospectiva estratégica, como también, un diseño no experimental, donde no se manipulen las variables. Estas etapas de construcción están basadas en llevar a cabo primero un análisis y determinar que variables son claves (método MICMAC), para posterior identificar los actores, retos y relaciones encontrados a través la estrategia de actores (método MACTOR). Usando lo encontrado previamente y opinión de expertos, fue validado la hipótesis usando el método de impactos cruzados (método SMIC). Por último, fueron generados 64 escenarios después de combinar 6 hipótesis, siendo 9 seleccionadas cuya probabilidad es de 27%, con otros escenarios contrastados

también, que después de ser estudiados buscan alcanzar concordancia de estos hechos factibles que proponga vías que visen lograr el objetivo planteado. Este modelo propone que participe el sector privado para desarrollar proyectos de energía, tomando en cuenta subsidios temporales de sus gobiernos, siguiendo el marco normativo que permita fomentar que participen inversionistas, o se tenga un sistema financiero que soporte al sector privado, y que participen de manera activa fabricantes, universidades y proveedores. Un proyecto energético será sostenible si recibe concesión dada por el MEM, cuando esté cumpla ciertos aspectos del sector eléctrico y visando cumplir que en áreas donde no se puedan implementar estos proyectos, el empleo de electricidad pueda provocar valor productivo. Basado en ello, se propuso crear una “Oficina de Coordinación de Proyectos Energéticos de uso Productivo”, que fue instalado en el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, para que coordine juntamente al Ministerio de Energía y Minas, en áreas donde se haya otorgado concesión de los diversos proyectos energéticos, tomando en cuenta aplicar energías renovables que produzcan electricidad, impacto dentro de la sociedad, y crear actividades que permitan generar rentas de forma sostenible. Se coordina asimismo con tal oficina, el Ministerio de la Producción y el Ministerio de Agricultura y Riego, son responsables de que la población pueda crear PYMES relacionada a empresas que comercialicen, producen, y distribuyen las diversas cadenas productivas.

## **2.2 Bases teóricas - científicas.**

### **2.2.1 Energías Renovables, una tendencia en la Región**

#### **2.2.2.1. Infraestructura de la Electricidad**



A cada día, los gobiernos dejan que el sector privado diga dónde, cómo, y que tecnología se usa para fornecer de servicios en infraestructura. Esto también suele pasar cuando se habla de electricidad, cuando se busca a proveedores que puedan seleccionar tecnologías (eólica, solar), así, como el lugar más adecuado para construir instalaciones que la generen, si se sigue ciertos criterios y direcciones basado a las reglas establecidas por los gobiernos. No en tanto, estos gobiernos mantienen la responsabilidad de planificar, proveer, y responder a alguna demanda dada, cumpliendo tratados internacionales, ofreciendo permisos para que se pueda usar la tierra y abordar los conflictos ambientales y sociales (BID, 2020)

La tendencia destaca un alto rol del sector privado en la generación de electricidad a partir de las RER, no solo en la construcción, sino también en la administración del servicio, acompañado de la promoción de marcos normativos.

**a. Los costos de inversión y mantenimiento de los sistemas RER**

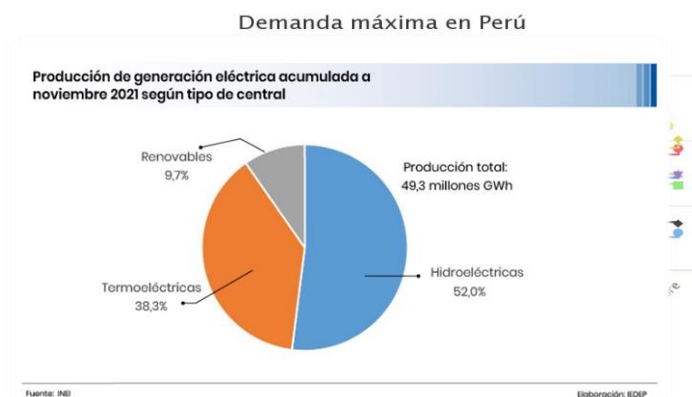
Se ha debatido sobre la competitividad de los costos de las RER vs las energías fósiles. Sin embargo, los costos de las RER con el avance de la tecnología han ido en descenso y mediante el método del Costo Nivelado de aplicación universal, la factibilidad económica de las diferentes tecnologías que ofrezca una mejor opción es la que finalmente se impone.

Aplicando las energías renovables, el factor precio del combustible se encuentra fuera de la ecuación dado que hay veces

que se olvida que los costos del combustible de energías renovables son cero y estable a largo plazo (...). No en tanto, referido al precio final de electricidad renovable no únicamente está relacionada al combustible, dado que existe un costo importante relacionado al capital, que ligado al recurso disponible se tornan las principales variables para conocer lo rentable que puede ser un proyecto (...), como la energía eólica y solar son abundantes en todo mundo, ligado a la reducción de precios referentes a la tecnología, permite asegurar su protagonismo y competitividad en las futuras décadas (Paredes, 2019).

## **b. La intermitencia y variaciones de la generación de electricidad RER**

Debería entenderse como la oportunidad para diversificar y combinar fuentes de energía en torno a un proyecto específico de generación de electricidad. La energía eólica y solar son recursos a aprovechar, pero dependen básicamente de saber el comportamiento y la cantidad viento y sol que cae sobre una determinada área. Así, si se genera electricidad usando estas fuentes puede encontrarse variaciones entre periodos cortos de tiempo que podrían afectar la



generación de energía de un país (...) por lo tanto, debe tenerse un cuidado cuando se pretenda de manera precisa el uso de series temporales para energías renovables, que usualmente son presentado a través de perfiles de generación” (BID, 2019).

### 2.2.2.2. Las RER en el Perú

A nivel nacional, el 22 de octubre de 2019 el ministerio de Energía y Minas señaló que el Perú ha logrado avances importantes en la adopción de energías renovables, pues éstas ya representan el 5% de la matriz eléctrica del país. Su uso no se limitaría a lo doméstico sino también podría incluirse en usos productivos como secadores de granos para la agricultura, así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran. Basado a datos reportados el 2016, 16% de la población en Perú no cuenta con fluido eléctrico en sus viviendas, cifra

**Ilustración 3:** Potencial de la Energía Renovable en Perú

que alcanza los 22% en áreas rurales. La Dirección General de Electrificación Rural sostiene que aún persisten 5´000 000 viviendas que se encuentran en áreas rurales que no son atendidos con programas para su electrificación. Además, indica que alrededor de 345 823 viviendas rurales que serán cubiertos con módulos fotovoltaicos.

**Tabla 1:** Potencial Solar - Perú

Lugar	Promedio Anual (kWh/m <sup>2</sup> )
Costa Sur	6.0 – 6.5
Costa Centro	5.5 - 6.0
Sierra	5.5 - 6.0
Selva Sur	5.0 – 5.5
Selva	4.5 – 5.0

**Fuente:** Bojorquez, 2018

**Tabla 2:** Potencia instalada y producción anual de las centrales solares

Central Solar	Potencia Instalada (MW)	Energía Ofertada MWh/año
Moquegua	16	34 000
Panamericana Solar	20	50 676
Rubi	180	440 000
Majes Solar 20T	20	37 630
Repartición 20T	22	37 440
Tacna Solar	22	47 196

Fuente: Bojorquez, 2018

**Tabla 3:** Estimación del potencial eólico - Perú

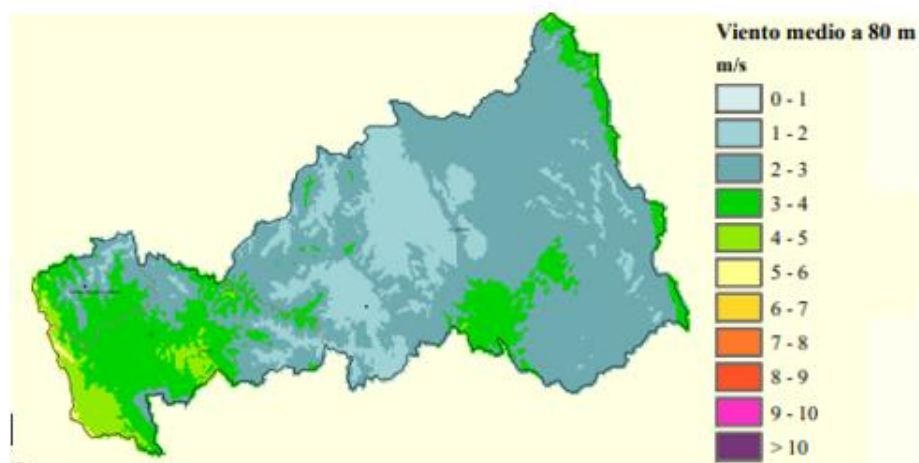
Región	Potencial eólico aprovechable (MW)	Potencial eólico excluido (MW)	Potencial eólico total (MW)
Amazonas	129	288	417
Áncash	708	108	816
Arequipa	1020	156	1176
Cajamarca	891	282	1173
Ica	2280	3015	5295
La Libertad	921	264	1185
Lambayeque	7017	2097	9114
Lima	429	189	618
Piura	7098	1503	8601
<b>Total</b>	<b>20493</b>	<b>7902</b>	<b>28395</b>

Fuente: Bojorquez, 2018

**Tabla 4:** Parques eólicos en operación y adjudicación en el Perú

Parque eólico	Pot. instalada	Energía anual ofertada (MWh)	Hogares beneficiados por año
Marcona	32	148 378	30 000
Tres Hermanas	97	415 760	90 000
Wayra	134	600 000	480 000
Cupisnique	80	302 952	80 000
Talara	30	119 673	30 000
Huambos	18	81 000	-
Duna	18	84 600	-

**Fuente:** Bojorquez, 2018



**Ilustración 4:** Viento Medio Anual a 80 M Departamento de Pasco

**Fuente:** Ministerio de Energía y Minas. Dirección General de Electrificación Rural. Dirección de Fondos Concursables (MINEM, 2008).

### 2.2.2.3. Marco Normativo

#### 1. Ley N° 26848

Ley Orgánica que norma a aprovechar los diversos recursos geotérmicos del suelo y del subsuelo dentro el territorio nacional.

#### 2. Ley N° 28546

Ley para promocionar y uso de Recursos Energéticos Renovables no Convencionales en Zonas Rurales Aisladas y de Frontera del País, el cual fue establecido el 2005 (16 junio) sostiene que tal Ley busca promover la aplicación de las energías renovables no convencionales cuyo objetivo es la electrificación, visando aportar el desarrollo integral de áreas rurales, que se encuentran aisladas y de frontera del país, también buscando mejorar la calidad de vida de los ciudadanos que viven en zonas rurales y de cuidar el medio ambiente.

#### 3. Ley N° 28749

“Ley General de Electrificación Rural”, publicado el 2006 (01 junio) es declarado como utilidad y necesidad pública para electrificar áreas rurales, fronteras, y zonas aisladas.

**4. Decreto Legislativo N° 1002**

Este Decreto Legislativo posee el propósito de incentivar para que se aproveche los Recursos Energéticos Renovables (RER) para el mejoramiento sobre la calidad de vida poblacional protegiendo el medio ambiente, a través la inversión generando electricidad.

**5. Decreto Supremo N° 056-2009-EM**

Precisar que la facultad relativa al otorgamiento de autorizaciones para la generación de energía eléctrica con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, prevista en el Anexo que forma parte integrante del Decreto Supremo N° 052-2005-PCM, comprende tanto el otorgamiento de autorización para la generación de energía eléctrica con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, como el otorgamiento de concesiones definitivas para generación con Recursos Energéticos Renovables (RER) con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, siempre que se encuentren en la respectiva región.

**6. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM**

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

**7. Resolución Ministerial N° 037-2006-MEN-DM**

Código Nacional de Electricidad - Utilización

**8. Resolución Directoral N° 003-2007-EM-DGE (\*)**

Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural.

## **9. Resolución Directoral N° 203-2015-MEM-DGE**

“Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural”, que forma parte de la presente Resolución.

### **2.2.2 Energía Solar Fotovoltaica**

#### **2.2.2.1. Sistemas solares fotovoltaicos**

Los sistemas fotovoltaicos empezaron sus actividades en el siglo XIX, de la mano del científico británico Willoughby Smith (1873) cuando este notó que el silicio se tornaba sensible a la luz, además la capacidad de conducir la luz se incrementaba cuando este era expuesto más a la luz. En 1880, Charles Fritts logro desarrollar la 1 celda eléctrica, el cual fue empleado para poder generar electricidad sin necesidad de que se consuma alguna sustancia o generar calor.

La industria Bell Telephone Systems (1954) logra producir una celda hecha de Silicio que produjo eficiencia de 6%. Mientras que, en 1960, investigadores americanos lograron instalar el primer satélite artificial construido con 108 celdas que fueron usadas como fuente de energía confiable y ligera. Hoy en día, estos módulos ofrecen energía eléctrica a millones de hogares alrededor del mundo y también fue aplicado a una serie de tecnologías como de vigilancia, para purificar el agua, refrigerar medicamentos, riego de cultivos, en comunicaciones, etc (SEI, 2008).

Los especialistas lograron predecir que esta forma de energía será la que más crezca al 2030.

#### **2.2.2.2. Ventajas y desventajas**

##### **a. Ventajas**

- Los SFV tienden a ser confiables mismo si trabaja a externas condiciones.
- Durabilidad, gran parte de estos módulos tienen vida mayor a 20 años.
- No presenta costos ya que no usan combustibles.
- Minimizan la contaminación sonora, dado que trabajan en silencio.
- Pueden ser añadidos de forma gradual para aumentar la energía disponible.

##### **b. Desventajas**

- Costo inicial para instalar elevado.
- Instalar estos dispositivos requiere contratar personal capacitado y calificado, ya que un mal dimensionamiento del sistema, o pequeño o grande arreglo del banco de baterías podría generar desuso en plazos cortos
- En sistemas donde son empleados baterías, su mantenimiento se torna un problema, principalmente de áreas alejadas.
- Descartar partes de sistemas fotovoltaicos que podrían producir algún peligro ambiental de forma moderado, dado que gran parte de sus partes son reciclables, pero difieren aquí los semiconductores.

#### **2.2.2.3. Tipos de sistemas solares fotovoltaicos**



Existen varios tipos de sistemas solares fotovoltaicos y varían por sus diferentes configuraciones. Para poder ser usados en áreas remotas, extraer agua, sistemas de iluminación o usarlo como un servicio público dentro de la ciudad o el área donde se desea ejecutar el proyecto.

**a. Sistemas directos**

Los sistemas directos tienen las siguientes características:

- Es el más simple y sencillo entre los sistemas.
- La potencia cambia en función a la luz solar, siendo dependiente de esta.
- No logra almacenar energía.
- Usualmente empleado en sistemas de ventilación, bombeo, y aparatos que necesiten bajo voltaje

**b. Sistemas aislados o autónomos**

La característica principal de este sistema es que necesita apoyarse a un sistema que almacene la energía, por lo que es recomendable hacer su instalación en áreas donde no hay suministro de energía.

**c. Sistemas interconectados**

Trabajan conjuntamente a la red eléctrica, no necesitan contar con un sistema que almacene energía, pero sí debe contener un medidor bidireccional para la energía eléctrica.

**d. Sistemas híbridos**

Poseen baterías que almacenan la energía y se encuentran interconectados a la red eléctrica. No es recomendable para aplicarlo en áreas residenciales.

#### **2.2.2.4. Condiciones para la generación de energía eléctrica**

##### **1. Inclinación y orientación**

Diversos módulos FC se centran en coleccionar más la radiación solar (Soto Olea, 2018). La energía óptima de energía es recolectada si el módulo se encuentra inclinado en referencia al ángulo de latitud. No en tanto, debe tomarse en consideración un ángulo mínimo de inclinación, que es este caso será 15°, para que se asegure el drenaje de la lluvia, que de paso lava el polvo sedimentado. Para nivelar ciertas fluctuaciones estacionales referente a latitudes mayores ( $> 30^\circ$  Norte o Sur), estas se instalan inclusive más inclinados, visando encontrar la dirección correcta. En pocas palabras: en el hemisferio sur, los módulos tienden a observar para el norte, mientras en el hemisferio nortes, estos están observando hacia el sur. Para conocer si está en el norte o sur debe usar una brújula.

No en tanto, hay ciertas circunstancias que evitan colocar los módulos de manera correcta. Por ejemplo, usualmente estos módulos se acoplan a un techo inclinado, pero que esta inclinación no es la correcta, y que muchas veces no está direccionada al sol. Países que se encuentran cercanas al Ecuador, consecuencias que acarrearán las inclinaciones son casi insignificantes. Aquí, el ángulo de inclinación es mínimo, por lo tanto, los módulos FV normales no tienden a desviarse demasiado del ángulo promedio que incide la radiación solar (cerca al Cenit sobre la superficie de la tierra). No en tanto, es recomendable hacer que los módulos observen al sol.

##### **2. Irradiancia e irradiación solar**

Referida a la potencia radiante (Energía radiante por unidad de tiempo:  $E/t$ ) que incide sobre una unidad de superficie en un determinado plano. Es expresado como  $W/m^2$ .

- **Irradiancia solar directa.** Irradiancia de la radiación solar que incide sobre una misma superficie y en dirección de línea recta que inicia en el disco solar. Si el plano se muestra perpendicular a la línea, se le denomina como irradiación solar directa normal. Es expresado en  $W/m^2$ .
- **Irradiancia solar difusa.** Irradiancia de la radiación solar que no logra incidir en la superficie o con la dirección de línea recta iniciado en el disco solar. Expresado en  $W/m^2$ .
- **Irradiancia solar reflejada.** Radiación por unidad de tiempo y unidad de superficie que, proviene a través la reflexión de la radiación solar referente al suelo u otros objetos, también logra incidir sobre la superficie. Es conocido como Albedo. No es tomado en cuenta las instalaciones solares que ya fueron contempladas.

Irradiación solar es conocida como la Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, y que se obtiene a través de la integración de la irradiación en un periodo de tiempo, que usualmente es 1 hora o 1 día. Es expresado como  $MJ/m^2$  o  $kWh/m^2$ .

### 3. Sombreado

Tiene que evitarse de cualquier manera que se sombree los paneles solares de la planta solar, no en tanto, esto es casi imposible, sobre todo cuando se hace este tipo de instalaciones en edificios y/o casas, cuyo

consumo habitual es el autoconsumo fotovoltaico, lugar donde se muestra limitaciones de orientación y espacio, etc.

En estos casos donde es imposible evitar el sombreado la generación de electricidad varía de manera considerable en función al número de células, formato de sombra, y número de paneles que la cubran.

El que exista sombras sobre los paneles solares fotovoltaicos genera en la entrada basado al funcionamiento de los diodos “Bypass” de la caja de conexiones y provocando escalones dentro la curva I-V de este, encontrando una reducción en su producción.

#### **4. Condiciones climáticas**

Variaciones que ocurren en el clima y recaen sobre los sistemas fotovoltaicos usualmente están referidas a la temperatura y radiación solar. Si un panel solar está bajo condiciones de variación drástica o repentina del clima, el sistema presenta cambios en su punto máximo de potencia, dado que ocurre una variación en la curva “corriente-tensión” por la relación que existe entre resistencia, temperatura y radiación solar.

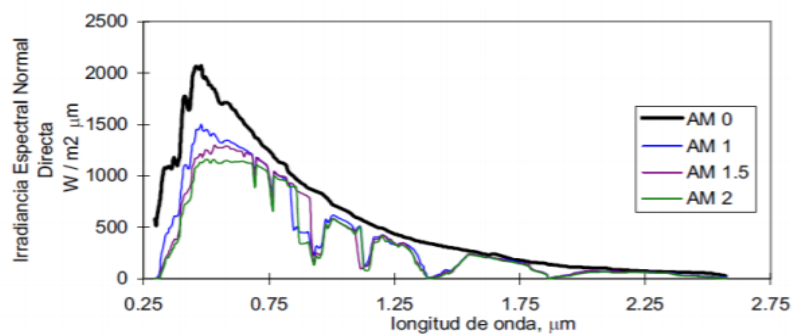
##### **2.2.2.5. Radiación solar**

La radiación solar se refleja, absorbe y dispersa en función a los diversos elementos que posee la atmósfera. Entre estos elementos se encuentran: H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, y partículas de polvo (Vásquez Chigne & Zúñiga Anticona, 2015).

La radiación solar que tiende a sufrir absorción y dispersión, usualmente posee una longitud de onda que varía de 0.29 a 2.5 m, siendo que casi toda la radiación que no esté dentro este rango se dispersa y absorbe.

En la Gráfica se puede observar efectos relacionadas a la masa del aire que distribuye el espectro solar sobre una atmosfera que muestre baja turbiedad, o se presente limpio de aerosoles o polvo.

La irradiancia normal directa muestra atenuaciones dentro sus componentes espectrales dado que se presenta absorción de H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, y CO<sub>2</sub>. Fue delineada la curva de radiación solar que está fuera la atmósfera terrestre (AM=0) usando diversas masas de aire (AM=1, AM=1.5 y AM=2).



**Ilustración 5:** Irradiación Espectral Normal Directa

**Fuente:** Adaptado de Chopra y Das (1981).

### a. Temperatura

Los paneles tienen una temperatura óptima de funcionamiento de en torno a 25°C. Por encima de esa temperatura, el rendimiento se reduce ligeramente. No se trata de un gran desplome en la producción, pero resulta curioso que, en contra de lo que solemos

pensar, “mucho sol” tampoco sea lo ideal para producir energía solar.

Por supuesto, ni la temperatura es constante a lo largo de todo el día en las regiones calurosas, ni tampoco la nubosidad tiene por qué ser completa en las zonas húmedas.

#### **b. Efecto de la reflexión y suciedad**

La cantidad de radiación que recibe las células solares dentro de su interior es inferior comparado a aquella que alcanza la superficie, como resultado de la suciedad y reflexión superficial del módulo. Pérdidas de reflexión óptica en la interfaz (vidrio o polímero), como consecuencia de la diferencia de índices de refracción llegue entre 8 o 9% del espectro basado a la radiación solar.

Este efecto se torna indeseable para los fotones cuando se inicia a cargar los portadores, así, las variaciones superficiales de estas células solares se instan buscando mermar la reflexión dentro la interfaz del material.

Cepeda, Sierra & Adriana (2017), analizaron que efecto sucede cuando se aplica la sílice que tengan propiedades de anti-suciedad/reflexión. Todo ello, visando confirmar sus propiedades anti reflexión cuando es recubierto de sílice, por lo que se adicione una delgada capa usando un sustrato de vidrio sosa-cal que sea revestido a través de centrifugación.

Se logró una transmitancia promedio de revestimiento igual a 3.6%, valor superior a la muestra que no fue recubierta. Aplicando

el recubrimiento se alcanzó un 3.2% de potencia a la salida del sistema comparada a una muestra que no fue recubierta.

#### **2.2.2.6. Componentes de los sistemas fotovoltaicos**

##### **1. Paneles Solares**

La unidad básica de un SFV es la celda fotovoltaica. Son dispositivos eléctricos, cuyo principal componente es el silicio, que convierten la luz del sol en corriente eléctrica directa, gracias al efecto fotovoltaico.

Un módulo o panel es un conjunto de celdas conectadas en serie o en paralelo para producir los voltajes y corrientes deseados. La mayoría de las celdas producen medio voltio. Un módulo típico tiene 36 celdas, por lo tanto, tendrán un voltaje de 18V, bajo condiciones estandarizadas y un voltaje nominal de 12 V.

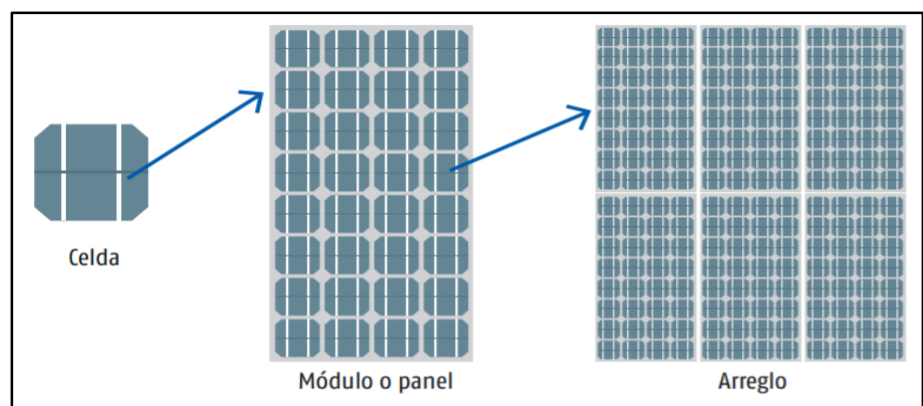
Un arreglo es un grupo de paneles conectados para producir los valores deseados de corriente y voltaje y están fijos a una estructura de montaje.

Las celdas fotovoltaicas no hay necesidad de que posean partes móviles con el objetivo de crear electricidad partiendo de la luz solar. Si los rayos solares inciden sobre la celda se empieza a liberar electrones del silicio (capa), quienes se excitan y empiezan a generar corriente y voltaje desde una celda que posea un circuito eléctrico. El tiempo medio de vida de un panel es alrededor de 20 años, además su mantenimiento requerido es mínimo. Su limpieza debe ser realizada aplicando un paño seco evitando así que el polvo afecte su funcionamiento adecuado. Un regulador sirve para limitar la velocidad referente a la corriente eléctrica es adicionado o extraído de las

baterías eléctricas. Asimismo, protege y evita sobrecargas o sobretensiones. Una sobrecarga de estas baterías reduce su rendimiento, vida útil o supone riesgo de seguridad.

Este regulador consigue proveer en forma de dispositivos separados (por ejemplo, una unidad electrónica dentro del aerogenerador eólico o dentro un sistema de energía solar fotovoltaica) o por intermedio de un microcircuito para que sea integrado sobre un cargador o batería.

**Fuente:** Energía y Ambiente Andina



**Ilustración 6:** Módulo típico

## 2. Regulador de carga

El regulador de carga es el responsable de cargar y descargar a los acumuladores que realice que siempre se cumplan condiciones para su correcto funcionamiento.

Asimismo, este regulador actúa como limitador de la velocidad relacionada a la energía eléctrica donde es adicionado o extraído. Además, protege a las baterías de sobrecargas y sobre tensiones. Una sobrecarga de estas baterías reduce su rendimiento, vida útil o supone riesgo de seguridad.

Este regulador consigue proveer en forma de dispositivos separados (por ejemplo, una unidad electrónica dentro del aerogenerador



eólico o dentro un sistema de energía solar fotovoltaica) o por intermedio de un microcircuito para que sea integrado sobre un cargador o batería.

### **3. Baterías Solares**

Estas logran almacenar energía eléctrica de CD de manera química, cuya función es almacenar la energía acumulada que es producida en horas del día, el cual podría ser empleado durante la noche o se presente tiempos lluviosos o nublados. Además, llegan a proporcionar intensidad con corriente más elevada que producida por el SFV, por ejemplo, cuando se enciende un televisor. Las baterías de SFV usualmente son de Pb y aquellas que tienen ácido de ciclo, asimismo, podrían verse selladas o líquido ventilada. Baterías modelo tipo vaso abierto se asemejan a las usadas en los automóviles, con la diferencia que las baterías para SFV fueron fabricados para trabajar en “ciclo profundo”, en pocas palabras, que tienden a descargar en largos periodos de tiempo mínimas cantidades de corriente, que comparado a las baterías de automóviles que descargan enormes cantidades de corriente en cortos intervalos de tiempo. Algo observado cuando se enciende el motor que de forma inmediata para a ser recargadas por el alternador. Basado en ello, no se recomienda usar baterías usadas en automóviles, de residencias o de sistemas de energía renovable.

Estas baterías de ciclo profundo se descargan hasta un 80%, pero pueden tener vida de 10 años si se realiza mantenimiento adecuado.

La batería posee placas positivas y negativas de Pb y aleaciones de Pb que se encuentran sumergidas dentro una solución electrolítica de ácido H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y H<sub>2</sub>O. A poco de lograr una carga completa de batería se genera H<sub>2</sub> gaseoso que es liberado. Cuando son eliminados estos gases, el agua se pierde, motivo por el cual debe completarse de manera periódica. Este tipo de batería tendrán mayor duración si de les ofrece mantenimiento de forma periódica y se repone H<sub>2</sub>O acidulada.

### **Especificaciones de las baterías**

- **Días de autonomía:** referido al número de días que un grupo de baterías logra suministrar de determinada carga sin haber sido recargada con el SFV.
- **Capacidad de las baterías:** Es valorado basado a la capacidad ampere-hora (Ah), el cual se refiere a la cantidad de energía que se requiere los días de autonomía y que operen las cargas. Profundidad y régimen de descarga: referido a como su ritmo de descarga de la tiende afectar de manera directa su capacidad. Si la batería muestra descarga rápida indica poca capacidad disponible. En contraste, si la batería tiende a descargarse de forma lenta indica gran capacidad.
- **Esperanza de vida:** Comúnmente este término está relacionada al número de años, no en tanto, en baterías, los fabricantes especifican esté término en función de la cantidad de ciclos. Baterías tienden a perder capacidad en función del tiempo y se considera que su ciclo llevo a su final si este perdió 20% de su capacidad inicial.

- **Voltaje:** Usualmente las baterías presentan voltajes nominales de 2, 6, 12, y 24V.
- **Condiciones ambientales:** Usualmente la mayoría de baterías tiende a mostrar sensibilidad basada en su entorno. Por ello, las baterías son evaluadas a 25°C al momento de ser fabricadas. A temperaturas bajas se reduce la capacidad de las baterías, no obstante incrementa su vida útil. En contraste, su capacidad se incrementa con elevadas temperaturas, pero su vida útil disminuye.



**Ilustración 7:** Modelos de baterías

#### **4. Inversores**

Los SFV logran producir energía de manera directa, mientras las baterías únicamente almacenan esta energía. Casi todos los dispositivos y equipos trabajan usando corriente alterna. Se sabe que la CD y la CA no son compatibles, siendo necesario realizar “puente” o inversor entre estas.

El inversor tiene como objetivo principal cambiar la CD de ambos, baterías y módulos fotovoltaicos en CA, permitiendo que funcionen correctamente las cargas de CA. Están centrados en usar dispositivos

electrónicos que trabajan como interruptores, haciendo posible que se inviertan la polaridad de las corrientes.

### **Especificaciones de inversores en SFV autónomos**

- **Potencia de salida de CA (Watt):** muestra la potencia que pueda ofrecer un inversor en la etapa de operación. Debe seleccionarse un inversor que pueda satisfacer la demanda pico del sistema. En pocas palabras, este debe tener la capacidad de controlar cargas de CA que se encuentren prendidos al mismo tiempo.
- **Voltaje de entrada de CD desde la batería:** El inversor tiene que especificar la salida de voltaje nominal CD se pueda permitir en las baterías. Los voltajes típicos son 12V, 24V y 48V.
- **Voltaje de salida:** El inversor tiene que especificar el voltaje de salida de CA, cuyo valor es 220V.
- **Frecuencia:** Un inversor tiene que presentar la salida de 50 - 60Hz.

Los inversores deben mostrar las siguientes características:

- Elevada eficiencia, dado que gran parte de los inversores hoy en día tienden a convertir un 90% o más de la CD para la entrada en CA de salida.
- Poca pérdida en espera, dado que este inversor tiene que preservar una salida de 50 a 60Hz pese a que existe variación en diversas condiciones de entrada.
- Distorsión armónica, el inversor visa suavizar la salida de picos que no se desean para reducir los calentamientos que dañan a los aparatos conectados.

- Fiabilidad, los inversores deben ofrecer confianza y mantenimientos a largo plazo.

## **5. Cableado SFV**

Sistemas de cableado de CD tienden a diferir los sistemas CA, dado que los primeros usan voltajes bajos y fluyen hacia una única dirección. Asimismo, este tipo de cables son diferenciados en función al material conductor o aislante. Entre los materiales usados están el Cu y Al, sin embargo, el Cu conduce transfiere mayor cantidad de corriente. Este conductor podría ser retorcido o sólido, siendo que el retorcido muestra mayor flexibilidad y es el más recomendable y requerido en extensiones. El aislamiento usado para recubrir el conductor busca proteger basado al calor, humedad, radiación, abrasión y otros agentes químicos. Asimismo, debe presentar etiquetado que es resistente a la radiación solar. El cable para aislar debe poseer códigos de colores que ayude a conocer su uso y función. Para ser seleccionado el tamaño de los cables deben tomar en consideración los criterios a seguir:

- Capacidad de corriente, capacidad para poder transportar corriente. Si el alambre es más grueso, más capacidad tiene de transportar corriente. Usar un cable que tenga menor capacidad de corriente podría ocasionar sobre-calentamiento, pérdida de eficiencia y energía, se genere cortocircuito o se derrita el material aislante.
- Caída de voltaje o de tensión, referida a la pérdida de tensión como consecuencia de la resistencia o longitud del cable, calibre de este,

y la corriente que fluye sobre este cable. Mayor longitud de cable ofrece mayor resistencia para que fluya la corriente.

Líneas de alambre súper largas ocasionaran perdidas de energía que llegan las cargas y a la vez reduce la eficiencia en el sistema. Asimismo, el tiempo de vida de los dispositivos será reducido. Emplear cables más gruesos y/o mermar su longitud tienden a veces solucionar la caída de voltaje.

Tomar en cuenta siempre que el usuario quiera adicionar más cargas al sistema, pero no cambia los cables de líneas conductoras.

## **6. Tecnología de fabricación de paneles solares**

El silicio, elemento mayormente empleado para fabricar células con fines comerciales, asimismo, es uno de los elementos más abundantes sobre la corteza terrestre, con un 20% encontrándose en formato silicatos y  $\text{SiO}_2$ . No en tanto, para producir células es necesario tener silicio de elevada pureza. Asimismo, este elemento es bastante resistente a ataques químicos, por lo que usualmente se usa una combinación de HF y  $\text{HNO}_3$ , pero es soluble en KOH y NaOH. El silicio expuesto al aire forma de manera instantánea una capa de óxido ( $\text{SiO}_2$ ) usando 10 a 20 A que de manera gradual se incrementa de 50-60 A.

En el silicio monocristalino, su estructura es uniforme y completa formando un único cristal. Esta uniformidad permite la transferencia de electrones de una manera eficiente. Asimismo, el silicio multicristalino quien se forma por un conglomerado de estructuras microcristalinas no

**Ilustración 8:** Instalación de un Panel fotovoltaico para la prueba

permite el paso de electrones cuando se producen procesos recombinantes. Sin embargo, su proceso para que sea fabricado es baratísimo y los rendimientos que alcanzan son casi similares a aquellos de silicio monocristalino.



### **Células de silicio monocristalino**

Cuando es enfriado el Silicio, se empiezan a formar moldes de diversos cristales. Esta fotocélula tiene un color azulado, sin uniformidad, donde se logra distinguir diversos colores plasmados por los diferentes cristales.

#### **Ventajas:**

- Rendimiento que varía de 14% - 16%,
- Grande número de fabricantes.

#### **Inconvenientes:**

- Costo alto

### **Células de silicio multicristalino**

Cuando es enfriado el Silicio, se empiezan a formar moldes de diversos cristales. Esta fotocélula tiene un color azulado, sin

uniformidad, donde se logra distinguir diversos colores plasmados por los diferentes cristales.

**Inconveniente:**

- Su rendimiento es afectado cuando hay condiciones de baja iluminación.

**Células de silicio Amorfo**

El silicio cuando sufre transformaciones, genera gases que son proyectados en una lámina de vidrio, siendo esta celda de color gris muy oscuro.

**Ventajas:**

- Trabaja inclusive usando luz difusa baja (días nublados)
- Relativamente menos costosa comparada a otras tecnologías
- Integrado sobre un soporte rígido o flexible

**Inconvenientes:**

- Rendimiento alcanzado cuando hay sol (5% - 7%).
- Su rendimiento disminuye basado al tiempo (~7%).

**2.2.3 Energía Eólica**

**2.2.3.1. Sistemas Eólicos**

Energía eólica es aquella alcanzada por medio de la fuerza motriz del viento, donde ocurre una transformación de la fuerza cinética a mecánica y, luego de ello esta última, en electricidad, usando los movimientos de las aspas. Esta energía es característica de zonas marinas, terrestres, parques, o granjas que están integradas a una serie de aerogeneradores que se conectan eléctricamente entre si (Cueva, 2011).



América Latina presenta una potencia eólica instalada de 17'891 MW (2017). De todos los países, Brasil es el único país que tiene 12'763 MW (GWEC, 2017) y se ubica en el puesto 10 a nivel internacional. Chile por su parte posee 1'540 MW - potencia instalada, mostrando 40'000 MW de potencia de vientos en sus costas. En adición, es un país atractivo que promueva inversión sobre energías renovables, dado que es una de las más importantes economías del continente (Watts et al, 2016). Perú tiene una potencia eólica instalada de 364 MW (2018), no en tanto, no tenemos políticas de inversión y energéticas que permitan impulsar la aplicación de energías sostenible y limpias (Osinergmin, 2017 en Bojorquez, 2018).

La energía eólica sigue siendo la tecnología más eficiente para producir energía de forma segura y ambientalmente sostenible: sin emisiones, autóctona, inagotable, competitiva y creadora de riqueza y empleo (Acciona, 2019).

A pesar de su extendida instalación, la energía eólica sigue siendo una fuente en desarrollo. La más conocida es la energía eólica terrestre, pero hay que tener en cuenta que la superficie del mar es mucho más extensa que la tierra firme.

En los últimos años se ha desarrollado la llamada energía eólica offshore o eólica marina: plataformas de molinos mar adentro. Estas instalaciones tienen un futuro prometedor. Cuentan con una vida útil más larga que las terrestres y acaban produciendo más energía, ya que mar adentro la velocidad del viento es más constante (ENDESA, 2019).



**Ilustración 9:** Prototipo de energía eólica en la zona de Estudio

### **Ventajas**

- Este tipo de energía no libera ni sustancias tóxicas ni contaminantes hacia el aire, que podrían perjudicar a la salud humana o medio ambiente. En el caso de las sustancias tóxicas, estas podrían acidificar ecosistemas acuáticos y terrestres, así como corroer las edificaciones. Además, estos contaminantes podrían provocar diversas enfermedades como respiratorias, del corazón, o cáncer.
- Esta energía eólica no produce algún tipo de contaminación sobre el agua, factor clave frente a la escasez del agua. Diferente a combustibles de restos fósiles o centrales nucleares estos consumen menores cantidades de agua, visando así, la preservación de este recurso.

## **Desventajas**

- Falta de seguridad en la existencia de viento
- La velocidad no puede exceder un límite
- Es preciso construir líneas de alta tensión
- Los parques eólicos ocupan grandes áreas.

### **2.2.3.2. Condiciones para la generación de energía eléctrica**

Basado en la norma técnica N°090-MVCS, instalaciones con energía eólica

#### **a. Estudio de vientos (criterios)**

- Medir de manera periódica la dirección y velocidad del viento
- Revisar datos históricos sobre el viento sobre el área de interés.
- Analizar las características que posee el suelo donde será instalado el aerogenerador.
- Medición parámetros ambientales, en especial humedad relativa y temperatura.
- Estudios del nivel de isoceraunico.

#### **b. Lugar de instalación**

- En caso de instalar un sistema de energía eólica fuera del predio o lote, el diseño debe prever los espacios adecuados donde se instalarán cada uno de los elementos que componen el sistema de energía eólica escogido a fin de garantizar seguridad, funcionalidad en la zona, armonía estética con el entorno y un adecuado mantenimiento.
- El diseño del sistema de energía eólica debe garantizar que los niveles de ruido no sobrepasen los límites máximos permitidos por

el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (DS 085-2003-PCM)

- El diseño del sistema de energía eólica debe prever las consideraciones técnicas para que la vibración no afecte el confort ni la salud de las personas (Art. 115 de la Ley General del Ambiente – Ley 28611).

### **2.2.3.3. Aerogenerador**

El sistema que ayuda a fijar debe asegurar su estabilidad ante caídas que puedan ocurrir, o si llegue a desprenderse algún elemento, etc.

Tiene que cumplir la normativa dada por la institución responsable, buscando un impacto visual mínimo.



**Ilustración 10:** Un prototipo de Aerogenerador

#### **a. Sistema de control**

Debe colocarse dentro de una caseta o ambiente especial, debidamente protegido, techado, aislado y asegurado de terceros o de los agentes meteorológicos externos.

#### **b. Sistema de puesta en tierra**

De necesitarse la instalación de un pararrayos, los 2 sistemas tienen que cumplir lo establecido dentro del Código Nacional de Electricidad – Utilización (vigente) del MINEM.

#### **2.2.3.4. Batería o sistema de almacenamiento de energía**

Tiene que colocarse dentro un espacio especial o caseta con protección, que este ventilado, techado, aislado y seguro frente a terceras personas o eventos meteorológicos extremos. Asegurar la batería de manera que se evite su volcadura o deslizamiento.

#### **2.2.3.5. Componentes del sistema eólico**

##### **a. Aerogenerador**

Constituido por la torre o soporte en conjunto al elemento encargado de captar la energía eólica.

##### **b. Sistema de control**

Encargado de medir en que velocidad y dirección va el mecanismo de orientación. Además, controla la potencia que se entrega.

##### **c. Puesta a tierra**

Sistema que desvía las sobrecargas y sobretensiones eléctricas u producidas por la estructura hacia el terreno.

##### **d. Batería**

Sistema electroquímico, capaz de acumular, bajo forma química, la energía eléctrica recibida y restituirla por medio de una conversión.

##### **e. Profesional responsable**

Aquel personaje que es el encargado de instalar el sistema de energía eólica, y puede ser un ingeniero eléctrico, Mecánico, o Mecánico Electricista.

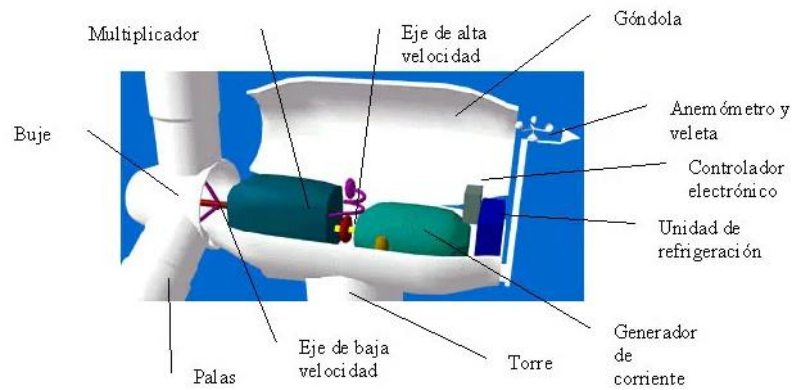
#### **2.2.3.6. Partes principales del aerogenerador**

- a. **Rotor:** Su objetivo es convertir la energía cinética para energía mecánica. Si se tiene un área más grande de barrido, más elevado será el potencial para generar energía eléctrica, en consecuencia, mayor potencia y energía será generada El rotor está compuesto de los siguientes elementos:
- b. **Palas:** elemento encargado de interactuar con el viento, motivo por el cual son diseñados buscando un perfil capaz de maximizar la eficacia aerodinámica.
- c. **Rodamientos de pala:** encargado de evitar que choquen las palas y la torre del aerogenerador dado que ofrece una separación entre estos.
- d. **Góndola:** Compartimiento que alberga al generador eléctrico, sistemas de control, caja multiplicadora, sistema de frenado y control, y orientación. Se encuentra reposado sobre un anillo que gira a través el impulso producido por motores engranados, lo que hace que las palas giren de una manera plana y perpendicular a la dirección del viento. Usualmente es de metal, construida usando placas de acero, mientras su pared pueda ser de fibra de vidrio u otros materiales.

Su parte superior contiene elementos externos como la baliza, veleta, refrigerador, y anemómetro, permitiendo llevarse a cabo trabajos de mantenimiento cuando fuera necesario. Si se hace

mantenimiento, es aconsejable abandonar la góndola o usar materiales necesarios para evitar caídas.

- e. **Torre:** estructura que mantiene el rotor y góndola. Es ventajoso tener una torre alta, dado que la velocidad del viento es mayor a más altura. No en tanto, la altura está asociado al incremento en costo para su cimentación. Asimismo, su altura es dependiente al régimen de vientos del lugar donde fue instalado. En instalaciones onshore, la góndola usualmente se ubica entre 1 o 2 veces la medida del diámetro del rotor, mientras para el sistema offshore su altura es solo 0.8 veces. Las torres suelen tener la forma de troncos cónicos, con diámetro creciente hacia la base, lo que permite que su resistencia se incremente.
- f. **Alabe:** es una paleta curva, desvían el flujo de corriente ya sea para la transformación entre energía cinética o energía de presión por el principio de Bernoulli, o bien para intercambiar cantidad de movimiento del fluido con momento de fuerza en el eje.
- g. **Buje:** estructura donde están unidas las palas que transmiten la potencia que fue extraída hacia la caja multiplicadora.
- h. **Eje principal:** elemento ubicando entre el buje y la multiplicadora, cuya función es transmitir movimiento entres estos dos. Usualmente hecha de acero inoxidable y es de forja, siendo causal de su elevado valor.



**Ilustración 11:** Aerogenerador y sus partes

### 2.3 Definición de términos básicos.

- **Aerogenerador**

Dispositivo electromecánico que convierte la energía cinética proveniente del viento para ser transformada a eléctrica.

- **Almacenamiento**

Sistema donde se logra acumular electricidad, para posteriormente ser liberada. Esta tecnología es ideal para ser empleada en fuentes de energía intermitente, como es el caso de la energía del viento y solar. Un sistema de ejemplo más empleado son las centrales hidroeléctricas de bombeo, pero los más empleados hoy en día son las baterías.

- **Alternador**

Máquina que posee la capacidad de transformar la electricidad en energía mecánica, el cual es obtenido a través de una turbina o elemento rotatorio.

- **Balance energético**

Balance referente al flujo de entrada y salida energética dentro un área geográfica o central, donde es incluido su producción, exportación, importación, transformación, compra, transporte, venta y su consumo de esta energía.



- **Biomasa**

Referente a materiales que provienen como de origen biológico los cuales pueden usarse para producir energía eléctrica, y sean transformados en carburante y combustibles, quienes generan de forma directa calor. Usualmente, obtenidos de residuos urbanos e industriales, restos biológicos de la agricultura, silvicultura, entre otros. Son considerados como fuentes renovables diferente a aquellos que tienen restos de combustibles fósiles.

- **Capacidad Renovable Consolidada/Capacidad Total**

Relación vista entre la Capacidad Instalada dentro las centrales que logran producir energía usando fuentes renovables (geotérmica, solar, hidroeléctrica, y eólica) relacionado al total de la Capacidad Instalada dentro plantas renovables como las nucleares o termoeléctricas; esto muestra que se forma una modificación gradual basada a la cartera de activos en propiedad visando lograr fuentes renovables.

- **Central eólica**

Planta encargada de convertir la energía cinética proveniente del viento a energía eléctrica. La palabra onshore está referida a centrales presentes en la tierra, mientras offshore trata sobre los parques eólicos que fueron instalados sobre superficies de agua, tales como océanos y mares.

- **Central Fotovoltaica (PV)**

Central constituida de una variedad de módulos que logran transformar la radiación de luz solar en energía eléctrica a través del efecto fotovoltaico. Se encuentran divididas en 2 familias: “aisladas” (stand alone), cuando no se encuentran ligadas a una red y consiguen aprovechar la energía generada en el

lugar, y aquellas ligadas a una red” (grid-connected) si se ligan dentro una red de distribución eléctrica.

- **Centrales híbridas**

Centrales que generan electricidad usando 2 o más diferentes fuentes, las cuales podrían ser renovables y no renovables.

- **Distribución**

Etapa final de suministrar de energía eléctrica al consumidor final después de producirla y transmitirla.

- **Fuentes de energía renovable**

Fuentes de energía que tienden a regenerarse de manera continua, por ejemplo, el sol, recursos hídricos, viento, biomasa, mar y los recursos geotérmicos.

- **Intensidad energética**

Parámetro que logra cuantificar la eficiencia energética dentro un sistema económico basado a un determinado área o región geográfica que relaciona el producto interno bruto (PIB) con el consumo bruto de energía. Resumiendo, se refiere a la cantidad de energía que fue consumida y que produce una unidad de PIB.

- **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

Objetivos establecidos por las Naciones Unidas (2015), y que está constituida por 17 objetivos que visan lograr el Desarrollo Sostenible, que permita alcanzar un futuro con prosperidad y paz para la humanidad. Engloba diferentes sectores tales como el de erradicar el hambre mundial, lograr igualdad de género, suministrar energía limpia y cuidar el medio ambiente.

- **Panel Fotovoltaico (PF)**

Dispositivo constituido de diversos módulos fotovoltaicos, que también contienen células fotovoltaicas. Estas células son los encargados de transformar de manera directa la radiación solar en electricidad, empleando el efecto fotoeléctrico, que sirven de base en la central fotovoltaica. La célula más aplicada es aquel de material cristalino, el cual contiene una lámina con material semiconductor por poseer Silicio. Asimismo, hay otras células de silicio amorfas.

- **Redes energéticas**

Infraestructuras que permiten transferir energía de áreas donde son producidos hasta que alcance al consumidor final.

El ejemplo clásico es la electricidad, el cual hace uso de 2 redes: la primera de transmisión, encargado de conducir la electricidad que viene a elevada tensión comenzando en las centrales donde son generados hasta las cabinas primarias. La segunda red se encarga de distribuir, pero que la realiza a media tensión hacia las cabinas secundarias, y posteriormente en baja tensión, que alcanza a los consumidores finales.

- **Transición Energética**

Se refiere a la migración del uso de fuentes energéticas no renovables para aquellas renovables, siendo que actualmente representa una transición para obtener una economía más sostenible, mayor ahorro energético y desarrollo sostenible.

- **Turbina eólica**

Dispositivo electromecánico que tiene la capacidad de transformar energía cinética del viento (energía eólica) en eléctrica.

- **Watt (W)**

Unidad referente a la potencia, adherida dentro del Sistema Internacional.

Entre las Unidades múltiplos al vatio están: kW (10<sup>3</sup>W); MW (10<sup>6</sup>W), GW (10<sup>9</sup>W) y TW (10<sup>12</sup>W).

## **2.4 Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La instalación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la zona rural del centro poblado de Rocán del Distrito de Ninacaca se logra menor costo kWh y el beneficio ambientalmente sostenible a veinte años.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

Se logra calcular la capacidad de la demanda de generación eléctrica a atender en el centro poblado de Rocán con sistemas fotovoltaicos, eólico y los sistemas híbridos (eólico-fotovoltaico).

Se logra estimar los costos de generación eléctrica atender en el centro poblado de Rocan con sistemas fotovoltaicos, eólico y los sistemas híbridos (eólico-fotovoltaico)

## **2.5 Identificación de Variables**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Generación de energía eléctrica

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Sistema híbrido eólico-fotovoltaico

## **2.6 Definición operacional de variables e indicadores**

La operacionalización de variables e indicadores son las siguientes:

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Propuesta generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico)	Es toda actividad técnica operativa de generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico)	Son todas las actividades operativas de generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico).	Mecanismos de la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico).	Equipos e generación de energía	Nominal
Abastecer de electricidad en zona rural del centro poblado de Rocán	El nivel de cumplimiento de abastecer de electricidad en zona rural del centro poblado de Rocán	Es el cumplimiento de abastecer de electricidad en zona rural del centro poblado de Rocán	Abastecer de electricidad en zona rural	kWh	Numérica
			Ambientalmente sostenible a veinte años	Menor costo	Numérica

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de investigación.**

El nivel de investigación cumple el carácter descriptivo, dado que es necesario saber sobre los requisitos energéticos en la zona rural del centro poblado de Rocán del distrito de Ninacaca y de esta forma sustentar al proponer un sistema híbrido (eólico y panel fotovoltaico) que pueda satisfacer y contribuir con las necesidades urgentes de la zona.

#### **3.2 Nivel de investigación**

Para la presente investigación se ha considerado el nivel Exploratorio en el cual se efectúa cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

#### **3.3 Métodos de investigación.**

Por la naturaleza de la investigación se emplea el método analítico científico, porque consiste en pruebas de campo de la muestra analizada en distintas condiciones de monitoreo ambiental como: velocidad y dirección del viento, radiación solar, descomponiendo el problema general en específicos para estudiar en forma individual y grupal finalmente como se menciona en los objetivos de la investigación.

### **3.4 Diseño de investigación.**

Esta investigación presenta un enfoque cualitativo y cuantitativo dado que este trabajo fue elaborado en base a datos técnicos de estimación de energía requerida y el equipamiento requerido en función a la estimación de la población de Rocán, el cual permitió tomar decisiones. Asimismo, es cuantitativo dado que se ha realizado la medición con equipos a escala de investigación con la presencia de celda fotovoltaica y aerogenerador con la finalidad de estimar la energía eléctrica producida durante un año, que las decisiones tomadas satisfacen necesidades de la población de Rocan. Por ello, este trabajo posee una tendencia investigativa cuali-cuantitativa.

### **3.5 Población y muestra.**

#### **3.5.1. Población**

La población son las personas que utilizarán la energía producida por el Sistema híbrido eólico-panel fotovoltaico. En la zona Rural del distrito de Ninacaca en la región Pasco.



**Ilustración 12:** Ubicación del lugar del Estudio

#### **3.5.2. Muestra**

Las pruebas a nivel de investigación se realizaron en el centro poblado de Rocán con la instalación de un panel solar y un aerogenerador para el estudio. Siendo un universo muy reducido e importante.

### **3.6 Técnicas e instrumento recolección de datos**

#### **3.6.1. Trabajo de Campo**

La investigación se realiza con trabajos en el campo, porque requiere información en detalle del sitio del centro poblado de Roncán, se ha instalado los equipos con la finalidad de verificar el consumo de energía eléctrica y asimismo obtener la información de los artefactos y electro domésticos que vienen utilizando como: radios, televisor, laptop, celular, focos y otros, en donde se podría llegar a instalar tal tecnología.

#### **3.6.2. Información Bibliográfica**

Este trabajo está enmarcado dentro el tipo de investigación bibliográfica, dado que se llegó a investigar en bibliotecas que exista algún trabajo que sirva de referencia para este tema, y porque el marco teórico fue desarrollado informaciones provenientes de tesis, libros, monografías, folletos, etc.

#### **3.6.3. Proyecto de Intervención Social**

La investigación se encuentra dentro de un proyecto factible porque se pretende atender a las familias de bajos recursos económicos y lograr también plantear un modelo alternativo de solución a la falta de energía eléctrica convencional, además de proporcionar una alternativa de producción menos contaminante.

#### **3.6.4. Proyecto Factible**

La investigación se encuentra dentro de un proyecto factible porque se pretende atender a las familias de bajos recursos económicos y lograr también



plantear un modelo alternativo de solución a la falta de energía eléctrica convencional, además de proporcionar una alternativa de producción menos contaminante.

### **3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento y análisis de datos que se siguió para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue la siguiente:

- Revisión bibliográfica y literaria sobre el tema en desarrollo.
- Síntesis del material recolectado; información y datos obtenidos.
- Se realizó la instalación del panel fotovoltaico así mismo del aerogenerador en este caso para la energía híbrida ambos sistemas.
- Procesamiento de datos obtenidos mediante la hoja de cálculo Excel (Gráficos y cuadros)
- El análisis de los datos obtenidos se realizó tomando en cuenta la energía obtenida en el INTERFAZ HOMBRE- MAQUINA con la ENERGIA DEMANDADA haciendo cuadros y datos estadísticos de comparaciones para abastecer al centro poblado de Roncán.

### **3.8 Tratamiento Estadístico**

- Se utilizó la hoja de cálculo Excel.

### **3.9 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

#### **3.9.1. Procedimiento de Selección**

La recopilación y selección de los datos usados en el presente estudio, fue obtenido de una base de datos y de la toma de datos en campo.

#### **3.9.2. Procedimiento de validación**

Una vez obtenido los resultados se validó por el asesor de tesis.

#### **3.9.3. Procedimiento de confiabilidad**

Los datos obtenidos para el análisis de costos unitarios en el uso de los sistemas de generación de energía eléctrica con mecanismos renovables como: fotovoltaicos y los aerogeneradores, fueron con la finalidad de verificar el consumo de energía eléctrica y asimismo obtener la información de los artefactos y electro domésticos que se utilizan por los pobladores de Roncan, como: radios, televisor, laptop, celular, focos y otros. Para la medición se uso sensores para recabar dicha información.

### **3.10 Orientación ética filosófica y epistémica**

Presento la investigación como información obtenida de manera ética e indicando que gran parte de información se ha obtenido en la zona de Roncan con los instrumentos que se detallan en la primera parte de los resultados y es propia de mi investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Descripción del trabajo de campo.**

##### **4.1.1 Equipo para la Medición de la Generación de la Energía Fotovoltaica**

Para la toma de muestra de la medición de la generación de energía fotovoltaica se ubicó los accesorios de los sensores se muestra a continuación, los cuales fueron luego instalados como un solo Equipo para realizar la medición en campo, Y los accesorios son como se mencionan a continuación:



**Ilustración 13:** Equipo de transferencia de energía solar



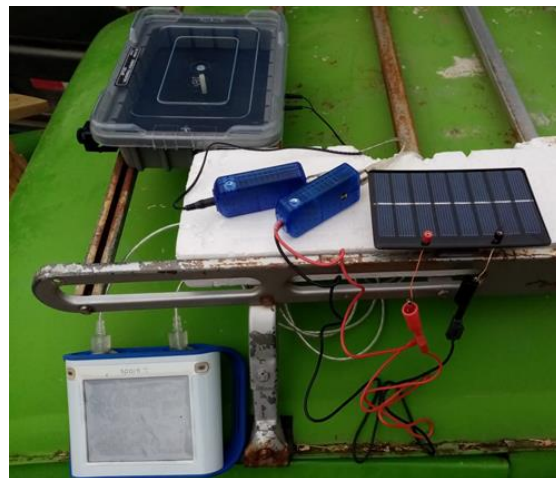
**Ilustración 15:** Celda fotovoltaica



**Ilustración 14:** Instrumento de adquisición de datos  
HMI, spark

La instalación de los instrumentos de medición de energía fotovoltaica finalmente quedo colocado de la siguiente manera:

#### 4.1.2 Equipo para la Medición de la Generación de la Energía Eólica



**Ilustración 16:** Colocación del plato y los transductores electrónicos, enlazados al HMI spark para su registro temporal como se muestra

Los sistemas eólicos pequeños para la generación de electricidad pueden contribuir significativamente a las necesidades de energía en las zonas rurales del distrito de Ninacaca. Aunque tengan el nombre de pequeñas, las turbinas eólicas son lo suficientemente grandes para proporcionar una parte importante de la energía requerida en los hogares en el centro poblado de Rocan una buena alternativa para atender a estas poblaciones que viven en estas áreas rurales.

La energía eléctrica que se genera en los parques eólicos no puede almacenarse de forma directa, sino que necesita someterse a diferentes procesos para convertirse en otro tipo de energía como puede ser la química mediante baterías o producción de hidrógeno verde, H<sub>2</sub> verde, por ejemplo.



**Ilustración 17:** Baterías Solares

Una turbina eólica convierte la energía eólica en electricidad utilizando la fuerza aerodinámica de las palas del rotor, que funcionan como un ala de avión o una pala del rotor de helicóptero. Cuando el viento fluye a través de la pala, la presión del aire en un lado de esta disminuye.



**Ilustración 18:** Turbina eólica

Los inversores cortan e invierten la corriente continua y generan una onda cuadrada que es luego filtrada para aproximarla a una onda sinusoidal y eliminar los armónicos indeseables.

La mayoría de los modelos disponibles en el mercado producen lo que se llama onda sinusoidal modificada, ya que el voltaje de salida no es una sinusoidal pura. En términos de eficiencia, los inversores de onda modificada trabajan mejor que los de onda sinusoidal pura. Aparte de la forma de onda, algunas características importantes que deben tener los inversores son: Fiabilidad ante sobre corrientes, Eficiencia de conversión, Cargador de batería y Conmutación automática.



**Ilustración 19:** Inversor de voltaje DC/DA

## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.

### 4.2.1 Propuesta usando la Energía Fotovoltaica

Para brindar energía eléctrica usando fuentes de energías renovables a cada vivienda de la zona rural del distrito de Ninacaca, se puede usar un sistema solar, eólico o híbrido. Por ello en este capítulo se realizará cálculos de los sistemas solar, eólico e híbrido centralizado.

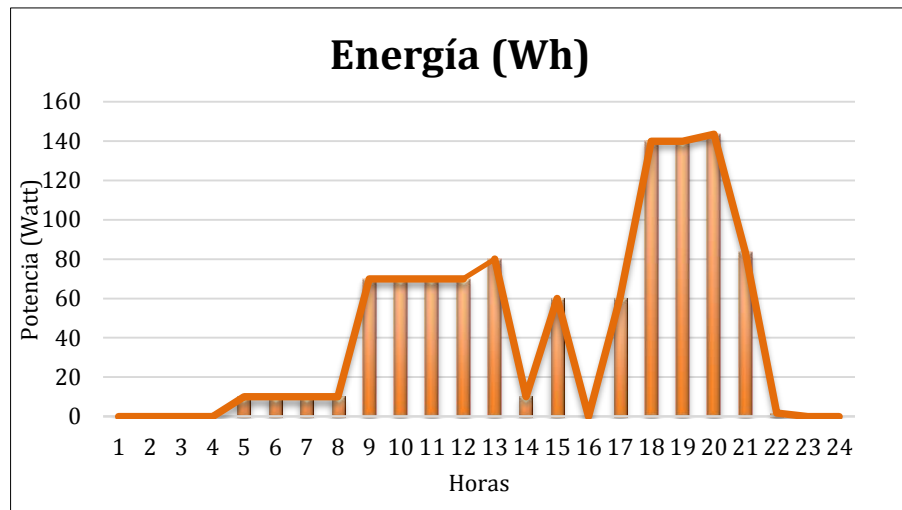
#### a. Demanda de Energía

En la zona rural del centro poblado de Rocán del distrito de Ninacaca, una familia en el nivel de pobreza parecido a la de la zona urbana en estudio, tiene un consumo energía eléctrica de 1038.75 Wh/día, 31.15 kWh por mes (considerando que un mes tiene 30 días), 373.8 kWh por año. Esta demanda de energía determinada nos servirá de base para nuestro trabajo de investigación.

**Tabla 5:** Equipos a corriente alterna CA (220V)

Equipo a corriente alterna CA(220V)						
Equipo	Especificaciones	Cantidad	Potencia (W)	Total horas (horas/día)	Total horas uso semana	Energía (Wh/día)
TV 24"	SAMSUNG LED HD	1	80	5.00	35.00	400.00
Cargador de Celular	NOKIA	1	3.5	2.50	17.50	8.75
Computadora portátil	SAMSUNG NC2155	1	60	5.00	35.00	300.00
Foco ahorrador		5	12	4.00	28.00	240.00
Radio	RADIO FM/AM	1	10	9.00	63.00	90.00
		Potencia AC (Pac)	165.5		Energía (Eac)	1,038.75

**Fuente:** Elaboración Propia



**Ilustración 20:** Demanda de energía en un día, de una familia en la Localidad de Ninacaca  
**Fuente:** Elaboración Propia

Proyectando la demanda para 20 años el consumo de energía eléctrico de 62.33 kWh por día, 1869.9 kWh por mes y 22,438.8 kWh por año. Se ha supuesto una demanda de energía constante. Teniendo en cuenta la corrección de la eficiencia de regulador (95%) y el inversor (95%), la demanda de energía por día es de 68.71 kWh.

Observar los cálculos en la tabla siguiente.

**Tabla 6:** Demanda de energía proyectada a 20 años

Tasa de crecimiento poblacional	1%				
<b>Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Cobertura Conexiones (1)	1	1	1	1	1
Miembros Familia (2)	5	5	5	5	5
Consumo por familia (Wh/fam/d)(3)	1039	1039	1039	1039	1039
días de autonomía por semana	2	2	2	2	2
Consumo por familia (kWh/fam/mes)(3)	31	31	31	31	31
Población (5)	250	253	255	258	260
# de conexiones	50	51	51	52	52
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>					
KWh/día (7)=(6)*(3)	51.94	52.98	52.98	54.02	54.02
KWh/mes (8)	1558	1589	1589	1620	1620
KWh/año (9)=(7)*365	18957	19336	19336	19715	19715
<b>Tasa de crecimiento poblacional</b>	1%				
<b>Año</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Cobertura Conexiones (1)	1	1	1	1	1
Miembros Familia (2)	5	5	5	5	5
Consumo por familia (Wh/fam/d)(3)	1039	1039	1039	1039	1039



días de autonomía por semana	2	2	2	2	2
Consumo por familia (kWh/fam/mes)(3)	31	31	31	31	31
Población (5)	263	265	268	271	273
# de conexiones	53	53	54	54	55
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>					
KWh/día (7)=(6)*(3)	55.05	55.05	56.09	56.09	57.13
KWh/mes (8)	1652	1652	1683	1683	1714
KWh/año (9)=(7)*365	20095	20095	20474	20474	20853
<b>Tasa de crecimiento poblacional</b>	1%				
<b>Año</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Cobertura Conexiones (1)	1	1	1	1	1
Miembros Familia (2)	5	5	5	5	5
Consumo por familia (Wh/fam/d)(3)	1039	1039	1039	1039	1039
días de autonomía por semana	2	2	2	2	2
Consumo por familia (kWh/fam/mes)(3)	31	31	31	31	31
Población (5)	276	279	282	285	287
# de conexiones	55	56	56	57	57
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>					
KWh/día (7)=(6)*(3)	57.13	58.17	58.17	59.21	59.21
KWh/mes (8)	1714	1745	1745	1776	1776
KWh/año (9)=(7)*365	20853	21232	21232	21611	21611
<b>Tasa de crecimiento poblacional</b>	1%				
<b>Año</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
Cobertura Conexiones (1)	1	1	1	1	1
Miembros Familia (2)	5	5	5	5	5
Consumo por familia (Wh/fam/d)(3)	1039	1039	1039	1039	1039
Días de autonomía por semana	2	2	2	2	2
Consumo por familia (kWh/fam/mes)(3)	31	31	31	31	31
Población (5)	290	293	296	299	302
# de conexiones	58	59	59	60	60
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>					
KWh/día (7)=(6)*(3)	60.25	61.29	61.29	62.33	62.33
KWh/mes (8)	1807	1839	1839	1870	1870
KWh/año (9)=(7)*365	21990	22369	22369	22749	22749

**Fuente:** Elaboración Propia

Para el dimensionamiento de los sistemas a continuación se toma de escenario el año de mayor demanda de energía (el año 20), suponiendo una demanda mensual constante.

**Tabla 7:** Demanda de energía proyectada a 20 años

Mes	Energía demandada (kW/h)
Enero	2061.67
Febrero	2061.67
Marzo	2061.67
Abril	2061.67
Mayo	2061.67
Junio	2061.67
Julio	2061.67
Agosto	2061.67
Setiembre	2061.67
Octubre	2061.67
Noviembre	2061.67
Diciembre	2061.67

Fuente: Elaboración propia

### b. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

#### Propuesta N°1: Sistema Fotovoltaico:

Los cálculos se realizan para el total de familias proyectadas a 20 años en conjunto.

#### Primer Componente: Paneles

Para calcular el número de paneles se debe conocer la energía total demandada en un día, la hora pico solar y el potencial pico del panel.

**Tabla 8:** Cálculo del número de paneles

Número de paneles (Np)			
$Np = E_{pp}/(P_p \times HSP)$			
EDsfv	Energía demandada al SFV (kWh/día)		69.1
Potencia pico del panel	Pot. Dada por el panel (Wp/Panel solar)		250.0
HSP	Hora pico solar (h)		5.8
		Np	59.5
		Np	60

Fuente: Elaboración Propia

- Redondeo al inmediato superior 60 paneles.

Características del panel:

**Tabla 9:** Característica del fabricante

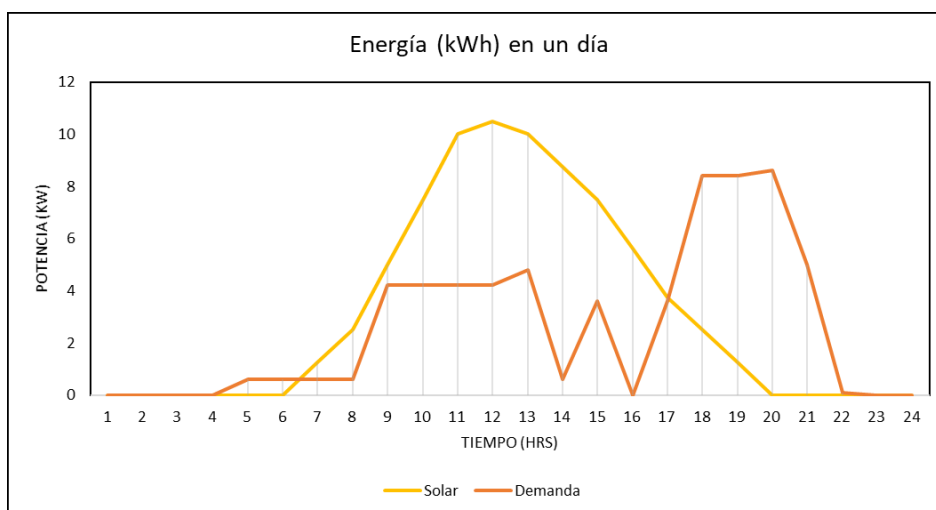
Características del fabricante	
Impp (A)	8.3
Vmpp (V)	30
Pmpp (W)	250
Eficiencia del panel a 25 años	0.8

Fuente: Ficha técnica del panel solar TAI ENERGY 250 Wp 60c

Debido a que el sistema trabaja con total de energía de más 4000 Watts, la tensión con la que se debe trabajar es de 48v.

### Segundo Componente: Baterías

Para el cálculo de baterías se debe conocer el total de energía no cubierto por día, teniendo la menor radiación. La energía demandada proyectada a 20 años en un día para toda la localidad que vive en la zona rural del centro poblado de Roncán del distrito de Ninacaca (60 familias) no cubierta por un sistema fotovoltaico centralizado con 60 paneles es de 26.7kWh. Las baterías a utilizar tienen una capacidad de 200 Ah. El sistema trabajará con 24 V de voltaje.



**Ilustración 21:** Demanda de energía (proyectada a 20 años) y Oferta Solar  
**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 10:** Características de las baterías

Edsfv	Energía demanda al SFV (Wh / día)	26,776.67
Rend	Eficiencia de la Batería	0.95
Descarga	Descarga máxima de la Batería	0.50
Ah	Capacidad total de la Batería	200.00
V	Voltaje de la Batería	12.00
Potencia en baterías (Wh) = (Edsfv)/(Rend x Descarga) * FC	53,441	Wh
Nro baterías =	22.27	unidades
Nro baterías =	23.00	unidades

**Fuente:** Elaboración Propia

- El Factor de corrección (FC) por la temperatura de ambiente es 0.948.

**Tabla 11:** El Factor de corrección (FC) de batería según Tamb

Tamb °C	Factor de corrección
---------	----------------------

45	1.05		
40	1.04		
30	1.02		
25	1.00		
20	0.98	16 °C	0.948
10	0.90		
5	0.85		

Fuente: Ficha técnica de la batería RITAR 12V 200 Ah

### Tercer componente: Regulador

Para establecer el número de reguladores, se debe conocer el máximo amperaje el cual pasará por el regulador tanto producido por el sistema de paneles o el que requerirá el sistema de baterías.

**Tabla 12:** Cálculo del número de Reguladores para el sistema fotovoltaico

Imax del generador = Ppico panel / Vpico del panel		
Ppico del panel	Potencia pico del panel (Wp)	250.0
Vpico	Voltaje pico del panel (v)	30.0
Imax del generador (de 01 panel)	Corriente máxima a la entrada (A)	8.3
Imax del generador=Ig	Corriente máxima a la entrada (A)	249.9
Imax de la carga = (Pcc/V nominal instantáneo) + (Pca / 220 V)		
Pcc	Potencia en CC (W)	0
Vnominal	Voltaje nominal instantáneo (V)	48
Pca	Potencia en CA (W)	9930.0
Imax de la carga=Ic	Corriente máxima a la salida (A)	45.14
N° Reguladores = Max (Ic, Ig) x (1 + FS / 100)/Imax. Regulador		
Corriente nominal de regulador	Corriente máxima a la salida (A)	50.00
N° de Reguladores (corriente máxima que soporta el REG. Es de Ig)		6.00

Fuente: Elaboración Propia

### Cuarto componente: Inversor

Para determinar el número de inversores que se debe conocer la potencia de entrada del inversor, obtenida del dato de la potencia total usada de los electrodomésticos del total de viviendas.

**Tabla 13:** Cálculo del número de Inversores para sistema fotovoltaico

Potencia de entrada del Inversor (Ip) =Pac/Efic.inversor		
Pac	Potencia en CA (W)	9 930.0
Ef. Inversor	Ef. Inversor	0.95
Ip (W) =		10 452.6
N° Inversores = Ip/Potencia de Modelo		
Ip	Potencia de entrada inversor	10 452.6

Potencia de modelo (W)	Selección de un modelo de inversor	11 000.0
Nº de Inversores		1.0

Fuente: Elaboración Propia

### Resumen de Componentes:

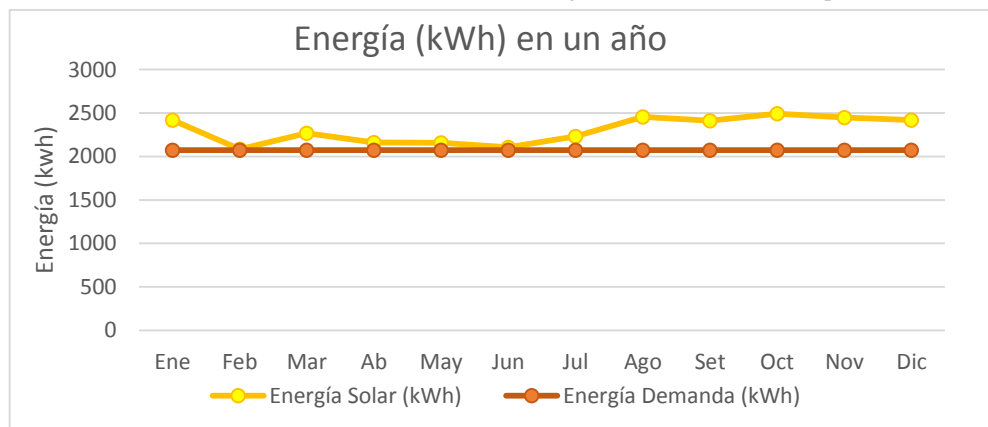
**Tabla 14:** Resumen de Equipos para el sistema fotovoltaico

Equipos	Unidades
Panel Solar TAI ENERGY 250 Wp 60C	60
Controlador de carga PWM 50ª 48V LCD Must Solar	6
Baterías RITAR 12V 200Ah RA	23
Cable solar de 4 mm (1 rollo de 100m)	10
Inversor Cargador 10 kW 48 V MPPT 120ª Must Solar y de 1 kW	1

Fuente: Elaboración Propia

- En los Anexos N° 1, 2, 3 y 4 se encuentra las fichas técnicas de cada componente.
- El Factor de Planta del Sistema es de 24.2%.
- Con este dimensionamiento se cubre la demanda máxima de energía mensual.

**Ilustración 22:** Demanda de energía vs Oferta Solar con 60 paneles



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15:** Tabla de Demanda de energía y Oferta de energía solar

Mes	Energía Solar (kW/h)	Energía demandada (kW/h)
Enero	2418.00	2061.67
Febrero	2085.20	2061.67
Marzo	2269.20	2061.67
Abril	2160.00	2061.67
Mayo	2157.60	2061.67
Junio	2106.00	2061.67
Julio	2232.00	2061.67
Agosto	2455.20	2061.67
Setiembre	2412.00	2061.67
Octubre	2492.40	2061.67
Noviembre	2448.00	2061.67

Diciembre	2418.00	2061.67
-----------	---------	---------

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16:** Costo total de los equipos para el sistema fotovoltaico

Equipos	Unidades	Costo S/.	Sub Total S/.
Paneles	60	1 084,20	65 052,00
Baterías	23	1 200,00	27 600,00
Regulador	6	336,48	2 018,88
Cable solar de 4mm (1 rollo de 100 m)	10	290,00	2 900,00
Inversor	1	12 033,00	12 033,00
		033,00	
		<b>Total</b>	<b>109 603,88</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Propuesta N° 2 Sistema Eólica

Los cálculos se realizan para el total de familias proyectadas a 20 años en conjunto.

#### Primer componente: Aerogenerador

La Potencia Máxima que requiere el sistema total es de 9 930 Watt y una demanda de energía de 22749kWh. Para Calcular cuanta energía puede producir un Aerogenerador de 2000W se requiere conocer los siguientes datos:

Datos	
Diámetro del rotor	3.5 m
Altura	30 m
Altura de medición	10 m
Densidad del aire	1,23 kg/m3
Rugosidad	0,14
Área del viento	30,24
Potencia del rotor	2000 W
Área generada por rotor	9,62
Cp	0,45

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$V(h) = V_0 \cdot \left(\frac{h}{h_0}\right)^\alpha$$

$P$  = Potencia

$\rho$  = densidad del aire

$A$  = área generada por el rotor

$V$  = velocidad

$h$  = altura

$\alpha$  = coeficiente de rugosidad

- Con 17 aerogeneradores de 2000 Watts de potencia puede generarse el total de energía requerido.

Nota: En el anexo N°5 se encuentra las especificaciones técnicas del Aerogenerador Zonhan ZH2.0.

**Tabla 17:** Velocidades Promedios en el año en el centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca

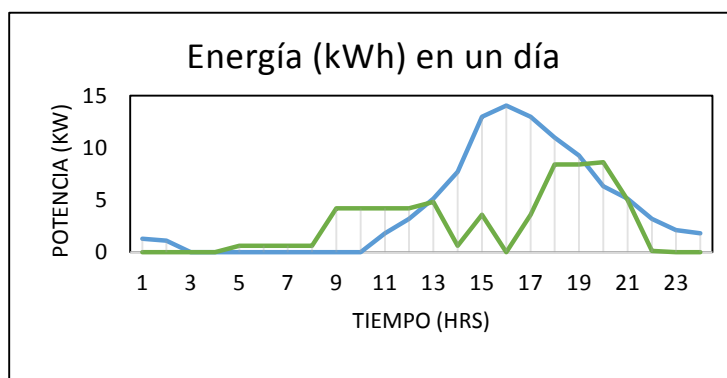
Velocidad (m/s) a 10 m	horas	Velocidad (m/s) a 30m	Potencia (W)	Energía (Wh)
1.65	15	1.92	0.00	0.00
2.05	15	2.39	0.00	0.00
2.25	102	2.62	48.11	4925.25
2.35	132	2.74	54.82	7214.88
2.45	102	2.86	62.12	6358.86
2.55	132	2.97	70.04	9218.19
2.65	249	3.09	78.60	19542.02
2.75	278	3.21	87.84	24408.13
2.85	395	3.32	97.78	38608.34
2.95	322	3.44	108.44	34887.64
3.05	526	3.56	119.84	63093.53
3.15	526	3.67	132.02	69505.15
3.25	702	3.79	145.00	101782.74
3.35	834	3.91	158.80	132370.77
3.45	790	4.02	173.45	136972.65
3.55	614	4.14	188.97	116069.25
3.65	892	4.26	205.39	183227.75
3.75	585	4.37	222.74	130297.66
3.85	439	4.49	241.04	105751.43
3.95	249	4.61	260.31	64717.69
4.05	234	4.72	280.59	65655.01
4.15	117	4.84	301.89	35319.71
4.25	132	4.96	324.24	42676.83
4.35	73	5.07	347.67	25422.64
4.45	117	5.19	372.21	43546.46
4.55	117	5.31	397.87	46548.64
4.65	29	5.42	424.68	12421.43
4.75	15	5.54	452.67	6620.09
4.95	15	5.77	512.30	7492.01
5.15	15	6.01	576.94	8437.32
			<b>Energía total(kwh)</b>	<b>1543.09</b>
<b>Aerogenerado Res zonham x 2000 W</b>				<b>17.00</b>
<b>Energía del parque (kWh)</b>				<b>26232.57</b>

**Fuente:** Elaboración Propio.

## Segundo Componente: Baterías

Para el cálculo de baterías se debe conocer el total de energía no cubierto por día, teniendo la menor velocidad de viento en un día. La energía demandada proyectada a 20 años en un día para toda la localidad que vive en la zona rural de Ninacaca (60 familias) no cubierta por un sistema fotovoltaico centralizado con 17 aerogeneradores es de 10.59 kWh. Las baterías a utilizar tienen una capacidad de 200Ah. El sistema trabajará con 24 V de voltaje.

**Ilustración 23:** Demanda de energía (proyectada a 20 años) y Oferta Eólica



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18:** Número de Baterías

Edsfv	Energía demanda al SFV (Wh / día)	10,587.09
Rend	Eficiencia de la Batería	0.95
Descarga	Descarga máxima de la Batería	0.50
Ah	Capacidad total de la Batería	200.00
V	Voltaje de la Batería	12.00
Potencia en baterías (Wh) = (EDsfv)/(Rend x Descarga)*FC		21,130 Wh
Nro baterías =		8.80 unidades
Nro baterías =		9.00 unidades

Fuente: Elaboración Propia

## Tercer Componente: Controlador

El aerogenerador posee un controlador incluido.

## Cuarto componente: Inversor



Para determinar el número de inversores que se debe conocer la potencia de entrada del inversor, obtenida del dato de la potencia total usada de los electrodomésticos de una sola vivienda.

**Tabla 19:** Número de Inversores

Potencia de entrada del Inversor ( $I_p$ ) = $Pac/Efic.inversor$		
Pac	Potencia en CA (W)	9930.0
Ef. Inversor	Ef. Inversor	0.95
$I_p$ (W) =		10452.6
N° Inversores = $I_p/Potencia$ de Modelo		
$I_p$	Potencia de entrada inversor	10452.6
Potencia de modelo (W)	Selección de un modelo de inversor	11000.0
N° de Inversores		1.0

**Fuente:** Elaboración propia

### Resumen de componentes:

Para el sistema eólico:

**Tabla 20:** Resumen de equipos para el sistema eólico

Equipos	Unidades
Aerogenerador Zonhan 2000 W	17
Batería RITAR 12V 200Ah RA	9
Cable solar de 4 mm ( 1 Rollo de 100 m)	13
Inversor cargador 10kW 48V MPPT 120A Must Solar y de 1kW	1

**Fuente:** Elaboración propia

- En los Anexos N° 3 y 4, 5 se encuentra las fichas técnicas de cada componente.
- El Factor de Planta del Sistema es de 9%
- Para este dimensionamiento se cubre la demanda total de energía incluso en los días de bajos vientos.

Observar la siguiente tabla y gráfica.

**Tabla 21:** Tabla de demanda de energía y oferta de energía eólica mensualizada con 17 aerogeneradores

Mes	Velocidad media a 10m	Velocidad media a 30m	Potencia en Watts	Energía Eólica (kW/h)	Energía demandada (kW/h)
Enero	3.34	3.90	3 310.69	2 463.16	2 061.67
Febrero	3.30	3.85	3 197.91	2 149.00	2 061.67
Marzo	3.27	3.81	3 101.47	2 307,50	2 061.67
Abril	3.26	3.81	3 085.90	2 221.85	2 061.67
Mayo	3.26	3.80	3 064.90	2 280.29	2 061.67
Junio	3.25	3.79	3 046.73	2 193.24	2 061.67

Julio	3.24	3.78	3 015.99	2 243.90	2 061.67
Agosto	3.23	3.77	2 996.21	2 229,18	2 061.67
Setiembre	3.24	3.78	3 022.30	2 176.16	2 061.67
Octubre	3,22	3.75	2 952.48	2 194.64	2 061.67
Noviembre	3.21	3.74	2 922.38	2 104.11	2 061.67
Diciembre	3.19	3.72	2 885.48	2 146.80	2 061.67
Total				26 709.83	24 740.04

Fuente: Elaboración propia

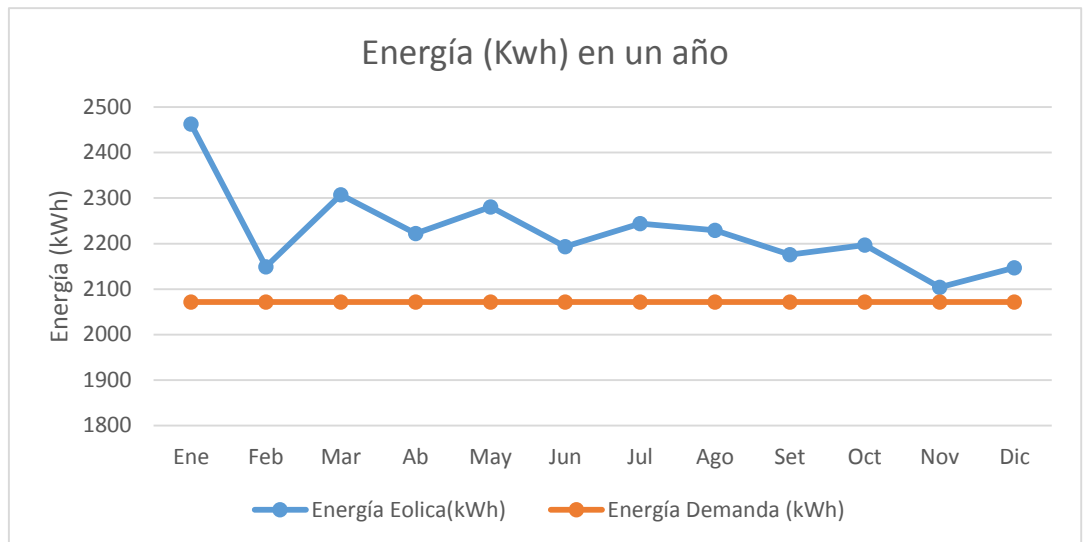


Ilustración 24: Demanda de energía vs Oferta Eólica con 17 paneles

Fuente: Elaboración propia

Costo de Equipos:

Tabla 22: Resumen de costos de equipos para el sistema eólico

Equipos	Unidades	Costo \$ (3.90 S/.)	Sub Total S/.
Aerogenerador	17	2 400.00	159 120.00
Cable	13	87.00	4 410.90
Baterias	9	601.00	21 095.10
Inversor	1	3 603.00	14 051.7
		Total	198 677.7

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Propuesta usando sistema Híbrido

Los cálculos se realizan para el total de familias proyectadas a 20 años en conjunto.

Para este sistema se requerirá por lo menos de un aerogenerador y un panel fotovoltaico ya que un sistema cubrirá las horas que el otro sistema no puede cubrir por sí mismo.

#### Primer componente: Aerogenerador

La Potencia Máxima que requiere el sistema total es de 9 930 Watt y una demanda de energía de 22 749 kWh. Parte de la energía requerida será cubierta por un Aerogenerador de 2 000 W.

Datos	
Diámetro del rotor	3.5 m
Altura	30 m
Altura de medición	10 m
Densidad del aire	1,23 kg/m <sup>3</sup>
Rugosidad	0,14
Área del viento	30,24
Potencia del rotor	2000 W
Área generada por rotor	9,62
Cp	0,45

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$V(h) = V_0 \cdot \left(\frac{h}{h_0}\right)^\alpha$$

$P =$  Potencia,  $\rho =$  densidad del aire

$A =$  área generada por el rotor,  $V =$  velocidad

$h =$  altura,  $\alpha =$  coeficiente de rugosidad

Con 03 aerogeneradores de 2000 Watts de potencia puede generarse el total de energía requerido.

Nota: En el anexo N°5 se encuentra las especificaciones técnicas del Aerogenerador Zonhan ZH2.0.

**Tabla 23:** Velocidades Promedios en el año en el centro poblado de Rocán provincia de Pasco para 02 un aerogenerador de potencia de 2 000 Watts

Velocidad (m/s) a 10 m	horas	Velocidad (m/s) a 30m	Potencia (W)	Energía (Wh)
1.65	15	1.92	0.00	0.00
2.05	15	2.39	0.00	0.00
2.25	102	2.62	48.11	4925.25
2.35	132	2.74	54.82	7214.88
2.45	102	2.86	62.12	6358.86
2.55	132	2.97	70.04	9218.19
2.65	249	3.09	78.60	19542.02
2.75	278	3.21	87.84	24408.13
2.85	395	3.32	97.78	38608.34
2.95	322	3.44	108.44	34887.64
3.05	526	3.56	119.84	63093.53
3.15	526	3.67	132.02	69505.15
3.25	702	3.79	145.00	101782.74
3.35	834	3.91	158.80	132370.77
3.45	790	4.02	173.45	136972.65
3.55	614	4.14	188.97	116069.25

3.65	892	4.26	205.39	183227.75
3.75	585	4.37	222.74	130297.66
3.85	439	4.49	241.04	105751.43
3.95	249	4.61	260.31	64717.69
4.05	234	4.72	280.59	65655.01
4.15	117	4.84	301.89	35319.71
4.25	132	4.96	324.24	42676.83
4.35	73	5.07	347.67	25422.64
4.45	117	5.19	372.21	43546.46
4.55	117	5.31	397.87	46548.64
4.65	29	5.42	424.68	12421.43
4.75	15	5.54	452.67	6620.09
4.95	15	5.77	512.30	7492.01
5.15	15	6.01	576.94	8437.32
<b>Energía total (kwh)</b>				<b>1543.09</b>
<b>Aerogeneradores zonhamx2000 W</b>				<b>2.00</b>
<b>Energía del parque (kWh)</b>				<b>3086.18</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Segundo Componente: Paneles

La energía no cubierta por los aerogeneradores debe ser cubierta por los paneles solares. En la siguiente tabla se mostrará la radiación en un día con la menor radiación. Con 54 paneles solares se cubre un total de 65 kWh lo que representa el 88% de toda la energía que puede brindar el sistema híbrido.

**Tabla 24:** La menor radiación solar de un día del año por hora en la zona rural de Ninacaca generada por 54 paneles

Hrs	# de Paneles= 54		Solar (kw)
	Irradiancia(w/m <sup>2</sup> )	Area(m <sup>2</sup> )	
1	0	87.85	0.00
2	0	87.85	0.00
3	0	87.85	0.00
4	0	87.85	0.00
5	0	87.85	0.00
6	0	87.85	0.00
7	100	87.85	1124.50
8	200	87.85	2249.00
9	400	87.85	4498.00
10	600	87.85	6747.00
11	800	87.85	8996.00
12	840	87.85	9445.80
13	800	87.85	8996.00
14	700	87.85	7871.50
15	600	87.85	6747.00

16	450	87.85	5060.25
17	300	87.85	3373.50
18	200	87.85	2249.00
19	100	87.85	1124.50
20	0	87.85	0.00
21	0	87.85	0.00
22	0	87.85	0.00
23	0	87.85	0.00
24	0	87.85	0.00
		Ettotal (1 dia)kwh=	68.48

Fuente: Elaboración Propia

### Tercer Componente: Baterías

Para el cálculo de baterías se debe conocer el total de energía no cubierto por día, teniendo la menor velocidad de viento en un día. La energía demandada proyectada a 20 años en un día para toda la localidad que vive en el centro poblado de Rocán del distrito de Ninacaca (60 familias) no cubierta por un sistema híbrido centralizado con 52 paneles solares y 03 aerogeneradores es de 18.92 kWh. Las baterías a utilizar tienen una capacidad de 200 Ah. El sistema trabajará con 24 V de voltaje.

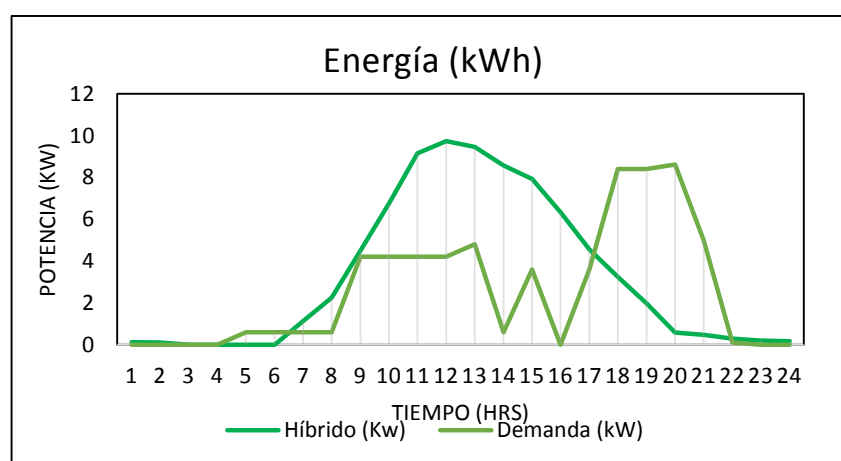


Ilustración 25: Demanda de energía (proyectada a 20 años) y Oferta Eólica +Solar

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Número de Baterías

EDsfv	Energía demanda al SFV (Wh/día)	19,940.00
Rend	Eficiencia de la Batería	0.95
Descarga	Descarga máxima de la Batería	0.50

Ah	Capacidad total de la Bateria	200.00
V	Voltaje de la Bateria	12.00
Potencia en Baterias ( $Wh = EDsfv / (RendxDescarga) * FC$ )	39,796	Wh
N° Baterías	16.58	Unidades
N° Baterías	17.00	Unidades

Fuente: Elaboración Propia

#### Cuarto componente: Regulador

Para establecer el número de reguladores, se debe conocer el máximo amperaje el cual pasará por el regulador tanto producido por el sistema de paneles o el que requerirá el sistema de baterías.

**Tabla 26:** Cálculo del número de Reguladores para el sistema fotovoltaico

$L_{max} del generador = P_{pico\ panel} / V_{pico\ del\ panel}$		
Ppico del panel	Potencia del panel (Wp)	250.0
Vpico	Voltaje pico del panel (V)	30.0
Lmax del generador (de 01 panel)	Corriente máxima a la entrada (A)	8.3
Lmax del generador=lg	Corriente máxima a la entrada (A)	216.6
$L_{max\ de\ la\ carga} = (P_{cc} / V_{nominal\ instantáneo}) + (P_{ca} / 220V)$		
Pcc	Potencia en CC (W)	0
Vnominal	Voltaje nominal instantáneo (V)	48
Pca	Potencia en CA(W)	9930.0
Lmax de la carga =lc	Corriente máxima a la salida (A)	45.14
$N^{\circ} Reguladores = Max(lc, lg) x (1 + FS/100) / l_{max.\ regulador}$		
Corriente nominal de regulador	Corriente máxima a la salida (A)	50.00
N° de reguladores (corriente máxima que soporta el REG. Es de lg)		5.00

Fuente: Elaboración Propio.

#### Quinto componente: Inversor

Para determinar el número de inversores que se debe conocer la potencia de entrada del inversor, obtenida del dato de la potencia total usada de los electrodomésticos del total de viviendas.

**Tabla 27:** Cálculo del número de Inversores para sistema híbrido

$Potencia\ de\ entrada\ del\ Inversor\ (Ip) = Pac / Efic.\ Inversor$		
Pac	Potencia en CA (W)	9930.0
Ef. Inversor	Ef. Inversor	0.95
Ip(W)=		10452.6

$N^{\circ} \text{Inversores} = Ip / \text{Potencia de Modelo}$		
Ip	Potencia de entrada inversor	10452.6
Potencia de modelo (W)	Selección de un modelo de inversor	11000.0
N° de Inversores		1.0

Fuente: Elaboración Propia

### **Resumen de Componentes:**

**Tabla 28:** Resumen de Equipos para el sistema híbrido

EQUIPOS	UNIDADES
Aerogenerador Zonhan 2000Watt	2
Panel Solar TAI ENERGY 250Wp 60C	54
Regulador PWM 50A 48V LCD MUST SOLAR	5
Batería RITAR 12V 200Ah RA	17
Cable solar de 4mm (1 rollo de 100m)	13
Inversor Cargador 10kW 48V MPPT 120A Must Solar y de 1kW	1

Fuente: Elaboración Propia

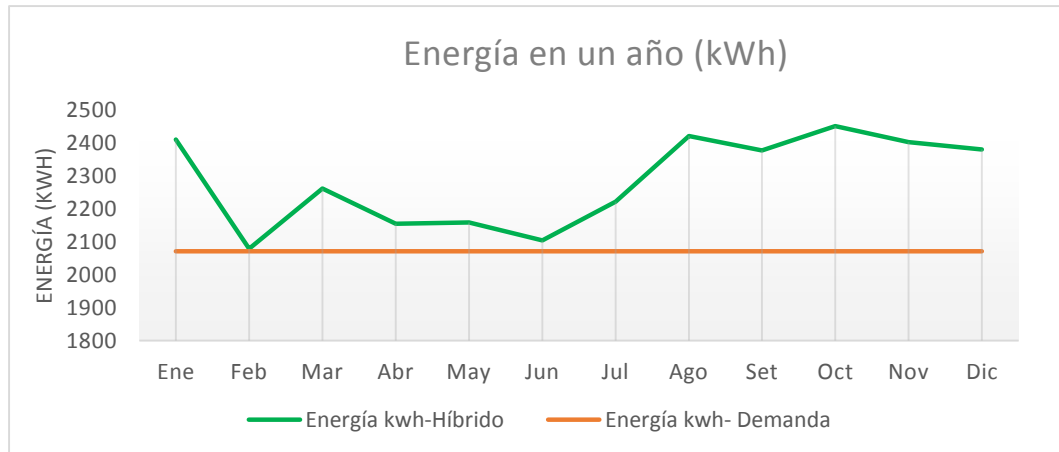
- En los Anexos N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se encuentra las fichas técnicas de cada componente.
- El Factor de Planta del sistema híbrido es de 22%.

Para este Sistema híbrido se lograr cubrir la demanda mensual más eficiente que cuando se usa solo el sistema eólico.

**Tabla 29:** Energía demandada y Oferta solar + eólica (Hibrido)

Mes	Energía kwh- Eólico	Energía kwh- Solar	Energía kwh- Híbrido	Energía kwh- Demanda
Ene	234.59	2176.20	2410.79	2061.67
Feb	204.67	1874.88	2079.55	2061.67
Mar	219.76	2042.28	2262.04	2061.67
Abr	211.60	1944.00	2155.60	2061.67
May	217.17	1941.84	2159.01	2061.67
Jun	208.92	1895.40	2104.32	2061.67
Jul	213.70	2008.80	2222.50	2061.67
Ago	212.30	2209.68	2421.98	2061.67
Set	207.24	2170.80	2378.04	2061.67
Oct	209.20	2243.16	2452.36	2061.67
Nov	200.39	2203.20	2403.59	2061.67
Dic	204.46	2176.20	2380.66	2061.67
TOTAL	2544.01	24886.44	27430.45	24.740.04

Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 26:** Demanda de energía vs Oferta Eólica + Solar (Híbrido)

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de equipos del sistema híbrido se muestra a continuación:

**Tabla 30:** Costo total de los equipos para el sistema híbrido

EQUIPOS	UNIDADES	COSTO \$	SUBTOTAL S/.
Aerogeneradores	2	2,400	18,722
Paneles	54	278	58,546.8
Baterías para el sistema solar	16	359	22,401.6
Baterías para el sistema eólico	1	601	2,343.9
Regulador	5	101	1,969.5
Cable solar de 4mm (1 rollo de 100m)	10	87	3,393.0
Inversor	1	3,603	14,051.7
		<b>Total</b>	<b>121,429.0</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 4.3 Prueba de Hipótesis

### 4.3.1. Hipótesis General

De acuerdo con nuestra hipótesis general se concluye que el sistema híbrido planteado para centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca, la factibilidad económica y energética, los costos de instalación nos demuestra que será más alto que usar la tecnología sistema Fotovoltaico que se necesita para atender la demanda de energía eléctrica a las 60 familias. Como también ambientalmente por los aerogeneradores a usar que emiten sonidos y el riesgo que alcance a algunas aves que vuelan en el lugar.



### **4.3.2. Hipótesis Específica**

#### **Opción 1: Sistema Fotovoltaica (Panel Solar)**

Con respecto al aprovechamiento de la energía solar la generación del requerimiento obtenido con las mediciones realizadas con los equipos instalados nos da una proyección estimada de 2304.47 KWh/mensual en promedio, 76,82 KWh/día con una estimación de duración de los equipos a 20 años.

Se requiere la instalación de 60 paneles solares. Costo 109 603,88 Soles. Considerando contar con una demanda de energía constante. Teniendo en consideración en la eficiencia de regulador (95%) y el inversor (95%). Se concluye que sería la mejor alternativa en relación a las otras 2 opciones planteadas en cuanto a costo y su relación con los impactos al ambiente que generaría al ambiente.

#### **Opción 2: Sistema de Aerogeneradores**

Para el caso de la generación de energía eléctrica al usar los aerogeneradores se requieren de 17 unidades para alcanzar la potencia máxima requerida por la población del centro poblado de Rocán siendo la demanda de 9930 Watt y se logra con los datos obtenidos un promedio de energía de promedio 26232.57 kWh/año y de 1895.05kWh/mes. El costo del equipamiento haciende a 198 677.7 Soles. Analizando con respecto a los impactos al ambiente se puede apreciar que emite un sonido al momento de entrar en operación y puede causar el alejamiento de aves que habitan estos espacios del lago Chinchaycocha.

#### **Opción 3: Sistema Híbrido (Celdas Fotovoltaica y Aerogeneradores)**

De acuerdo con nuestra hipótesis se concluye que el sistema híbrido centralizado dentro de una factibilidad económica y energética, los costos de instalación que necesita realizar en la zona del centro poblado de Rocán haciende

a la suma de 121,429.00 soles para atender la demanda 60 familias a un requerimiento de 60.6 kWh/día) cada familia tendrá que hacer una inversión de 2,023.82 soles para la compra de los accesorios requeridos para la instalación.

Se realiza un análisis del uso de la energía fotovoltaica y cubierto por los 02 aerogeneradores (22 %) y 54 paneles solares que representa el 88% para lograr un total de 65 kWh.

#### **4.4 Discusión de resultados**

Existen variables que han influido en forma decisiva a la hora de seleccionar el sistema de generación de energía eléctrica, de los cuales la forma más conveniente es usando las celdas fotovoltaicos (paneles solares) es la más recomendada por los impactos ambientales que pueda generar en la zona del centro poblado Rocan que se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento del lago Chinchaycocha el cual forma parte la Reserva Nacional de Junín, por ser un área protegida por el Estado, tiene como ubicación en los Andes centrales, en los distritos de Carhuamayo, Ondores y Junín del departamento de Junín y en los distritos de Ninacaca y Vicco del departamento de Pasco. Se logra ver el avistamiento de gran variedad de aves endémicas y procedentes de la migración de diferentes regiones y países.

Otro Aspecto analizado fue lo concerniente a los costos de instalación de las celdas fotovoltaicas en comparación a las otras dos propuestas planeadas resulto ser la de menor propuesta del costo de 109 603,88 Soles y con la capacidad de 76,82 kWh/día con una estimación de duración de los equipos a veinte (20) años para atender un promedio de 60 familias.

## CONCLUSIONES

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

- 1) La energía eléctrica, distribuida a través de fuentes renovables darán una solución a la actual demanda energética en el centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca.
- 2) Los sistemas híbridos aportaran al beneficio operativo, al sistema de generación de energía eléctrica escaso para las poblaciones rurales de la región Pasco ya que, al no consumir en un cien por ciento la electricidad de la Red pública no afectaran 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 los sistema fotovoltaico y eólico, 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**

1. 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.
2. 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.
3. Promover la implementación de este sistema para el desarrollo sostenible y económico de la sociedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Araceli, C. N. Z., Omar, U. S. R., & Lindon, V. M. (s. f.). Modelo De Turismo Sostenible Que Contribuya Al Desarrollo Económico Local: Una Propuesta Para La Provincia De Ferreñafe – Lambayeque – PERÚ 2016 – 2021. 168.
- Bojorquez, M., 2018. Planteamiento de un parque eólico marino en la costa peruana: regiones de Ica, Piura y La Libertad. Lima, PUCP.
- Casos-de-Exito-opt.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2018/03/Casos-de-Exito-opt.pdf>
- Chacón, S. V. R. (s. f.). Tesis Para Optar El Grado De Magíster En Gerencia Social Con Mención En Gerencia De Programas Y Proyectos De Desarrollo. 133.
- Diagnostico\_situacional\_provincia\_ferrenafe.pdf. (s. f.). Recuperado 25.junio.2020, [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSB/secas/lambayeque/diagnostico\\_para\\_la\\_implimentacion\\_y\\_extension/diagnostico\\_situacional\\_provincia\\_ferrenafe.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSB/secas/lambayeque/diagnostico_para_la_implimentacion_y_extension/diagnostico_situacional_provincia_ferrenafe.pdf)
- El desarrollo de la energía solar en el Perú. (2017, marzo 1). Grupo Rural. <https://gruporural.pucp.edu.pe/nota/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/>
- Energía Solar. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/energias-renovables/energia-solar>
- Energia solar en Peru perueconomico.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/Energia%20solar%20en%20Peru%20perueconomico.pdf>
- Experiencias exitosas con la energía del sol: Proyecto Solar en una escuela en Zacatecas. (2019, junio 6). pv magazine Mexico. <https://www.pv-magazine->

mexico.com/2019/06/06/experiencias-exitosas-con-la-energia-del-sol-proyecto-solar-en-una-escuela-en-zacatecas/

- Fernández Córdova, M. A., & Paico Soplapuco, O. M. (2018). Estudio definitivo de la carretera empalme R36 (Congacha – Marayhuaca) caserío Cueva Blanca, Distrito de Incahuasi, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1602>
- Guillermo Soto Olea, División Energías Renovables, Ministerio de Energía. Javier Hernández Venegas, División de Ingeniería Eléctrica, Superintendencia de Electricidad y Combustible. Daniel Almarza, Asesor GIZ Chile. Ignacio Jofré, Asesor GIZ Chile. Asier Ukar, PI Photovoltaik Institut Berlin AG. (2018). Guía de Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos. 1(Ministerio de Energía de Chile), 32-112. Recuperado de <http://4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2018/11/Guia-OPERACION-MANTENIMIENTO-FOTOVOLTAICO.pdf>
- Incahuasi. (s. f.). Recuperado 23 de junio de 2020, de <http://www.muniferrenafe.gob.pe/index.php/ferrenafe/distritos/53-incahuasi.html>
- Manual-de-evaluacion-de-los-EIA-d-Subsector-Electricidad-SENACE-FF.pdf. (s. f.). Recuperado 24 de junio de 2020, de <http://www.senace.gob.pe/download/senacetransparencia/consultas-publicas/manual-de-evaluacion-de-los-EIA-d-Subsector-Electricidad-SENACE-FF.pdf>
- Memoria\_Descriptiva\_Geologia.pdf. (s. f.). Recuperado 24 de junio de 2020, de [http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria\\_Descriptiva\\_Geologia.pdf](http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria_Descriptiva_Geologia.pdf)

- Mezzano, F. A. Í., & Gavilán, J. D. C. (2017). BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA 2017. 203.
- Minem: Energías renovables representan el 5% de la matriz energética del Perú. (s. f.). Recuperado 28 de junio de 2020, de <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/61180-minem-energias-renovables-representan-el-5-de-la-matriz-energetica-del-peru>
- Niño, C. A. G. (2017). ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE DIFERENTES TIPOS DE PANELES SOLARES SEGÚN LOS MATERIALES UTILIZADOS Y LOS COMPONENTES TÓXICOS GENERADOS. 52.
- Orellana, S. B. (s. f.). METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE LOCALIDADES QUE TENDRÁN ACCESO A SISTEMAS SOLARES DOMESTICOS. 24.
- Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas Chamorro, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 68. <https://doi.org/10.15665/rp.v13i1.361>
- Potencial Solar en Brasil. (s. f.). América do Sol. Recuperado 28 de junio de 2020, de <https://americadosol.org/es/potencial-solar-en-brasil/>
- Paredes, J. 2019. La Red del Futuro. Banco Interamericano de Desarrollo (pág.6)
- Resolución N° 029-2019-OS/GRT. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/690681-029-2019-os-grt>
- Rodríguez, V. A. M., & Villegas, J. C. G. (s. f.). ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CASAS DE INTERÉS SOCIAL CASO: FRACCIONAMIENTO VILLAS DE PLATEROS, FRESNILLO, ZAC. 10.

- Tesis I.M. 209—Guamán Brito Juan Galo.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7568/1/Tesis%20I.M.%20209%20-%20Guam%C3%A1n%20Brito%20Juan%20Galo.pdf>
- Tesis Rafael Luna Puente, Humberto Ramos López.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%2C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>
- Tesis Vásquez Chigne, Laura Carolina de Fátima; Zúñiga Anticona, Bibi Malú. Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa. 2015. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/593339>
- Tipos de energía fotovoltaica y paneles solares. (2019, junio 10). Greening Energía. [https://www.greening-e.com/guia-rapida-tipos-de-energia-fotovoltaica-y-paneles-solares/Tipos de sistemas fotovoltaicos](https://www.greening-e.com/guia-rapida-tipos-de-energia-fotovoltaica-y-paneles-solares/Tipos%20de%20sistemas%20fotovoltaicos). (s. f.). 3.
- Urpeque, H. (2016, septiembre 26). Niños de Cueva Blanca mueren de neumonía por falta de postas médicas. RPP. <https://rpp.pe/peru/lambayeque/ninos-de-cueva-blanca-mueren-de-neumonia-por-falta-de-postas-medicas-noticia-988792>
- WCS - CAPACITACIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.pdf. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <http://energiayambienteandina.net/pdf/WCS%20-%20CAPACITACION%20E%20INSTALACION%20DE%20SISTEMAS%20FOTOVOLTAICOS.pdf>
- (S. f.). Recuperado 29 de junio de 2020, de <http://spijlibre.minjus.gob.pe/CLP/contenidos.dll/CLPperuhistorico/coleccion0000>



0.htm/tomo00187.htm/a%C3%B1o40620.htm/mes40701.htm/dia40749.htm/sector  
40750.htm/sumilla40751.htm

# **ANEXOS**

**ANEXO A:**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General.</b> ¿Cuál es la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico) para abastecer de electricidad en zona rural del centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca al menor costo kWh y ambientalmente sostenible a veinte años?</p> <p><b>Problemas Específicos.</b> ¿Cuál es la generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico e híbrido? ¿Cuál es el costo más conveniente en la generación eléctrica (LCOE) para los sistemas solar FV, eólico e híbrido?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico) para abastecer de electricidad en la zona rural del centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca al menor costo kWh y ambientalmente sostenible a veinte años.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> Evaluar la generación eléctrica con base a un sistema híbrido (solar y eólico) para abastecer de electricidad en la zona rural del centro poblado de Rocán en el distrito de Ninacaca al menor costo kWh y ambientalmente sostenible a veinte años.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La instalación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para la zona rural del centro poblado de Rocán del Distrito de Ninacaca se logra menor costo kWh y el beneficio ambientalmente sostenible a veinte años.</p> <p><b>Hipótesis Específicos.</b> Se logra calcular la capacidad de la demanda de generación eléctrica a atender en el centro poblado de Rocán con sistemas fotovoltaicos, eólico y los sistemas híbridos (eólico-fotovoltaico). Se logra estimar los costos de generación eléctrica a atender en el centro poblado de Rocán con sistemas fotovoltaicos, eólico y los sistemas híbridos (eólico-fotovoltaico)</p>	<p><b>Variables Independiente.</b> Generación de energía eléctrica</p> <p><b>Variables Dependiente</b> Sistema híbrido eólico-fotovoltaico</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> El nivel de investigación cumple el carácter descriptivo, dado que es necesario saber sobre los requisitos energéticos en la zona rural del centro poblado de Rocán del distrito de Ninacaca</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Para la presente investigación se ha considerado el nivel Exploratorio en el cual se efectúa cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.</p> <p><b>Método de la Investigación</b> Por la naturaleza de la investigación se emplea el método analítico científico, porque consiste en pruebas de campo de la muestra analizada en distintas condiciones de monitoreo ambiental como: velocidad y dirección del viento, radiación solar, descomponiendo el problema general en específicos para estudiar en forma individual y grupal finalmente como se menciona en los objetivos de la investigación.</p>

## ANEXO B: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### Ficha técnica de Panel Solar TAI ENERGY 250Wp 60c

Número de artículo	Descripción	Peso neto	Rendimiento eléctrico bajo STC (1)				
			Normal Potencial	Tensión Máxima	Corriente Máxima	Tensión en Vacío	Corriente de cortocircuito
			PMPP	VMP	IMPP	Voc	Isc
		kg	W	V	A	V	A
TAI50Wp-156-36P	20W - Poly 540x670x25 / 30mm	4,3	50	17,6	2,84	21,8	3,10
TAI80Wp-156-36P	80W - Poly 1030x670x35mm	6,8	80	17,6	4,55	21,8	4,90
TAI100Wp-156-36P	100W - Poly 1030x670x35mm	8,9	100	17,6	5,68	21,8	6,12
TAI150Wp-156-36P	150W - Poly 1470x680x35mm	12	150	17,90	6,70	22,40	8,81
TAI200Wp-156-54P	200W - Poly 1470x680x35mm	15	200	26,60	7,52	32,00	8,33
TAI250Wp-156-60P	250W - Poly 1640x992x40mm	17	250	30,00	8,33	36,40	9,03
TAI300Wp-156-72P	300W - Poly 1956x992x50mm	24	300	35,60	7,72	43,20	8,48

Módulo	TAI 50WP	TAI 80WP	TAI 100WP	TAI 150WP	TAI 200WP	TAI 250WP	TAI 300WP
Potencia nominal (tolerancia ±3%)	50W	80W	100W	150W	200W	250W	300W
Tipo de celda	Policristalina						
Cantidad de celdas en serie	36			54		60	72
Tensión máxima del sistema (V)	1000V						
Coeficiente de temperatura de PMPP	-0,47/°C			-0,47/°C			
Coeficiente de temperatura de Voc	-0,38/°C			-0,38/°C			
Coeficiente de temperatura de Isc (%)	+0,1/°C			+0,1/°C			
Rango de temperatura	- 40°C a +80°C						
Capacidad de carga máxima en su superficie	200kg/m <sup>2</sup>						
Resistencia máxima al impacto	23m/s, 7,53g						
Conector	MC4						
Longitud de los cables	900mm						
Tolerancia de salida	+/-3%						
Bastidor	Aluminio						
Garantía del producto	5 años						
Garantía sobre el rendimiento eléctrico	10 años 90% + 25 años 80% de la entrega de potencia						
Cantidad mínima de unidades por embalaje	1 panel						

1) STC (Condiciones de prueba estándar): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM (masa de aire) 1,5

# Ficha técnica del Controlador de Carga PWM 50A 48V LCD Must Solar



Modelo: PC1500B-80DU

## PC1500B Series PWM - Regulador carga solar

### Características:

- En Intensidades: 10A 20A 30A 40A 60A 80A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

### Introducción:

Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

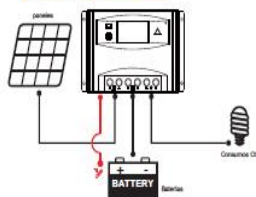
### LCD Información Display



1. Terminal positivo: Interconectar Terminal negativo fotovoltaico
2. Terminal positivo batería
3. Terminal negativo batería
4. Pantalla LCD

#	Función	Función
5	Corta (Larga) (4s)	Ajuste de visualización: Incremento mientras está en ajuste
6	Corta (Larga) (4s)	Visualización previa: Decremento mientras está en ajuste
7	Corta (Larga) (4s)	Interruptor conmuta CC: Entre configuración / guardar
		Encendido más de 2 segundos

### Conexión al sistema solar:



### Funciones:



### Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración

Diseño de circuitos optimizados

SCM Diseño robusto y fiable

Materiales de gran calidad

### PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A

Modelos: PC1500B-30 y 40A

Modelos: PC1500B-60 / 6048D

Modelos: PC1500B-80 / 8048D

Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 10A y 20A  
Pantalla LCD: 5x 14 x 2"  
Tamaño LCD: 2.2"

Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 30A y 40A  
Pantalla LCD: 5x 14 x 2"  
Tamaño LCD: 2.2"

Voltaje: 12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 60A  
Tamaño LCD: 2.2"

Voltaje 12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 80A  
Tamaño LCD: 2.2"

### Aplicación




Sistema portátil, embarcaciones & recreo

Alrededor sistema solar domo


Granja solar de generación

Modelo:		PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-60-60	PC1500B-80-80	
Entrada	Voltaje PV	48V				
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A 50A 60A 80A	
	Voltaje sistema	12/24V Auto				
	Desconexión por alto voltaje	16.00V ± 0.2V ± 3 x 4 (L25V)				
	Intensidad de carga nominal	10A	20A	30A	40A 50A 60A 80A	
	Autocorriente	±13mA				
	Caida de tensión circuito carga	±0.24V				
	Caida de tensión circuito descarga	±0.10V				
	Método de carga	PWM 4 etapas carga, absorción, flotación, equalización				
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (12V=15V) ± 0.2V ± 3 x 4				
Salida	Voltaje Carga Absorción	14.4V (12V=15V) ± 0.2V ± 3 x 4				
	Voltaje Carga Flotación	14.8V (12V=15V) ± 0.2V ± 3 x 4				
	Protección Bajo Voltaje	10.7V (12V=14V) ± 0.2V ± 3 x 4				
	Reconexión Bajo Voltaje	12.8V (12V=14V) ± 0.2V ± 3 x 4				
	Salida LED	5V 1A x 2				
	Sección cableado	±10mm²		±16mm²		
	Características físicas	Temperatura trabajo	-20°C-22°C			
		Tamaño (L x W x H)	160 x 45 x 48.5mm		196 x 111 x 55mm	
		Peso neto	355g		470g	

# Ficha técnica de la Bateria RITAR 12V 200Ah RA




## RA12-200 (12V200Ah)




RA series is a general purpose battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.

### Specification

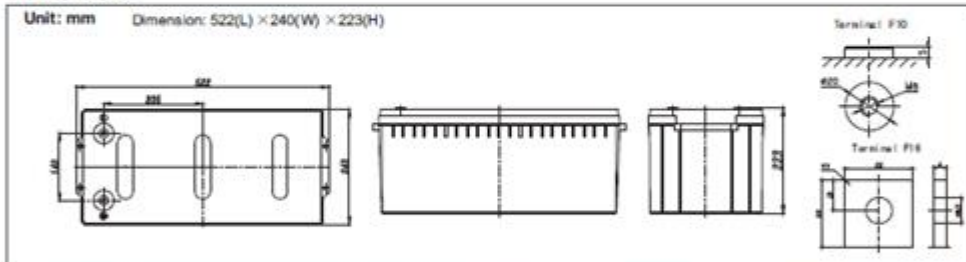
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ± 5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current	60 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F10/F16
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



0482026-0113-E-14



### Dimensions



### Constant Current Discharge Characteristics: A (25°C)

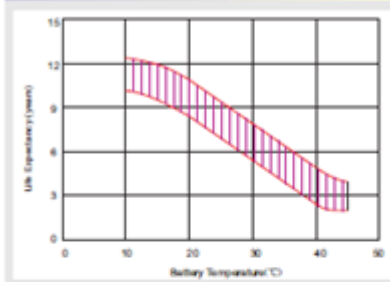
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	569.6	426.7	344.7	200.9	124.8	77.07	52.38	42.23	35.06	23.09	20.81	11.02
10.0V	553.2	406.0	337.6	198.4	123.2	75.52	51.41	41.63	34.75	23.00	20.61	10.81
10.2V	536.8	391.7	332.3	195.3	122.0	74.72	50.95	41.22	34.52	22.79	20.40	10.61
10.5V	482.0	361.4	316.4	190.0	120.5	73.74	50.50	40.61	34.23	22.59	20.20	10.40
10.8V	435.1	329.6	291.7	183.7	118.8	73.14	49.91	39.22	34.06	22.50	20.02	10.30
11.1V	371.5	294.6	261.6	176.7	116.0	70.20	48.93	38.65	33.81	22.32	19.78	9.88

### Constant Power Discharge Characteristics: W(25°C)

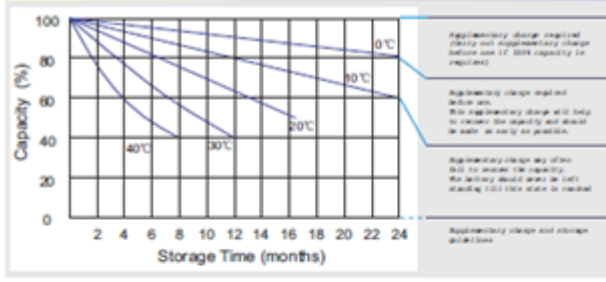
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	589.2	454.4	379.2	230.0	144.7	90.3.2	616.7	505.5	420.0	276.5	249.6	132.7
10.0V	577.6	440.5	373.1	227.6	143.3	89.2.2	607.5	498.4	416.2	275.5	247.6	130.4
10.2V	571.0	428.9	368.9	225.7	142.5	88.5.8	604.8	493.7	413.7	273.4	245.4	128.0
10.5V	519.8	399.4	351.8	221.1	141.6	87.4.6	599.9	487.1	410.4	271.1	243.0	125.6
10.8V	473.4	368.1	325.2	215.8	139.8	86.8.1	593.2	470.6	406.5	269.9	240.6	124.4
11.1V	415.9	332.8	292.7	209.9	137.7	83.5.6	583.2	463.9	407.0	268.0	238.0	119.9

All mentioned values are average values (Tolerance ±2%).

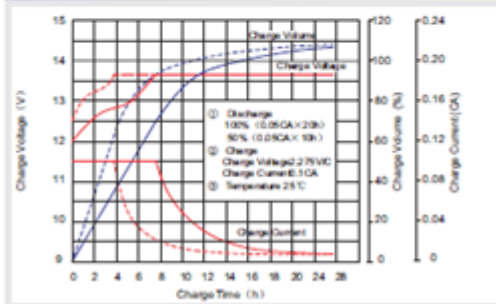
### Effect of temperature on long term float life



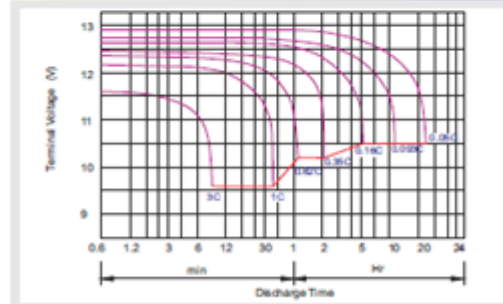
### Storage characteristic



### Charge characteristic Curve for standby use



### Discharge characteristic Curve



### Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

### Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

### Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage V(float)	1.75V	1.70V	1.60V
Discharge Current (A)	(A) ≤0.2C	0.2C < (A) <1.0C	(A) ≥1.0C

Charge the batteries at least once every six months, if they are stored at 25°C.

Charging Method:

Constant Voltage	-0.2Cx2h+14.4-14.7Vx24h, Max. Current 0.3C
Constant Current	-0.2Cx2h+0.1Cx12h
Float	-0.2Cx2h+0.3Cx4h

Size	M5	M6	M8
Terminal	F3, F4, F10, F18, D5, D6	F6, F8, F12, F15	F9, F11, F14, F16
Range	6-7Nm	8-10Nm	10-12Nm

### Maintenance & Cautions

<b>Float Service:</b>
※ Every month, recommend inspection every battery voltage.
※ Every three months, recommend equalization charge for one time.
<b>Equalization charge method:</b>
Discharge: 100% rate capacity discharge.
Charge: Max. current 0.3CA, constant voltage 14.4-14.7V charge 24h.
※ Effect of temperature on float charge voltage: -3mV/°C/Cell.
※ Length of service life will be directly affected by the number of discharge cycles, depth of discharge, ambient temperature and charging voltage.

SHENZHEN RITAR POWER CO.,LTD.  
 URL: [www.ritarpower.com](http://www.ritarpower.com)

Address: Rm405, Tower C, Huzhan Building, Langshan Rd16, Nanshan District, ShenZhen, 518057, China  
 Tel: +86-755-3361668 Fax: +86-755-8347-5180

3/15 (Rev.1)

# Ficha técnica de Inversor Cargador 10kW 48V MPPT 120A Must Solare Inversor Cargador 1Kw 24V MPPT 80A

— Must Solar Baja Frecuencia con MPPT

Inversor de baja frecuencia



## PV3500 Series Inversor solar de aislada y baja frecuencia

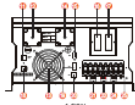
### Características

- Potencia Nominal entre 48VA y 12KVA
- Onda senoidal pura
- Configurable desde la pantalla LCD (Modos de trabajo, estado de carga, voltaje de baterías y de campo solar, etc.)
- Regulador MPPT de hasta 120A según versiones
- MPPT con eficiencia máxima del 98%
- Cargador AC de alta potencia de 80A
- Transformador con bobinado integrado de cobre
- Protección contra sobrecalentamiento, sobrecarga y descarga profunda
- Con programa para PO (CC) incluido para programación del Inversor
- Sistema de monitorización WiFi (opcional)
- Compatible con generadores de gasolina o diésel
- Con aislamiento galvanizado.

### Introducción:

Inversor de onda pura con cargador AC y regulador de carga de tipo MPPT. Multifunción, con posibilidad de combinar al mismo tiempo los diferentes métodos de carga. Incorpora una pantalla LCD para su configuración a través de los botones que van instalados justo en la parte inferior. Es fácil y accesible para cualquier usuario, con opción de mostrar los valores de corriente de carga desde paneles solares, desde generador o red eléctrica, así como la opción de visualizar los consumos.

### Información del Display LCD



### Conexión del Sistema Solar

1. Interruptor bajo consumo
2. Ajuste cargador AC
3. Display LCD
4. Ajuste voltaje batería
5. Indicador inversor
6. Indicador carga
7. Indicador red
8. Indicador info
9. Fusión
10. Indicador FV
11. Puerto remoto
12. BATT+
13. Verificador
14. BATT+
15. RS485CAN puerto comunicaciones
16. Terminal entrada AC / bypass
17. Terminal salida corriente
18. Interruptor función (SW-GMS)
19. AGS
20. BT
21. Entrada AC desde generador o red
22. Salida AC para consumo
23. Señal de entrada (foto-voltaje)
24. Puerto entrada foto-voltaje
25. Tera



### Especificaciones

MODELO	PV30-1K	PV30-1.5K	PV30-2K	PV30-3K	PV30-5K	PV30-6K	PV30-10K
<b>Voltaje de Baterías del Sistema</b>	12V	48V	48V	48V	48VDC	48VDC	48VDC
<b>SALIDA INVERSOR</b>	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)						
Potencia de Inversor	48V	1.5KW	2KW	3KW	5KW	6KW	10KW
Pico potencia (20ms)	120V	1200V	1600V	1800V	2400V	2600V	3600V
Capacidad arranque motores	3HP	1HP	1.5HP	2HP	3HP	3HP	5HP
Tipo de Onda	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)						
Voltaje nominal salida RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)						
Frecuencia de salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz						
Efficiencia Inversor (Pico)	>88%						
Efficiencia conectado AC	>95%						
Factor de potencia	0.8						
Tiempo transferencia típico	10ms(max)						
<b>AC ENTRADA</b>	Onda pura (red o generador)						
Voltaje	230VAC						
Rango voltaje seleccionable	155-280VAC						
Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz						
Voltaje mínimo arranque	10.0VDC / 10.5VDC						
<b>BATERÍA</b>	Onda pura (red o generador)						
Alarma batería baja	10.5VDC +/- 0.3V						
Corte bajo voltaje	20.0VDC +/- 0.3V						
Alarma alto voltaje	16.0VDC +/- 0.3V						
Recuperación alto voltaje	15.5VDC +/- 0.3V						
Consumo en reposo	<25W con modo ahorro						
<b>AC CARGADOR</b>	Dependiente tipo batería						
Voltaje salida	Depende tipo batería						
Fusible entrada AC	10A	30A	30A	30A	40A	40A	50A
Protección sobrecarga	15.7VDC						
Máxima corriente carga	35A	45A	65A	75A	70A	75A	50A
<b>BYPASS &amp; PROTECCIÓN</b>	Onda pura (red o generador)						
Onda de entrada	Onda pura (red o generador)						
Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz						
Protección sobrecarga	Corta-circuitos						
Protección cortocircuito salida	Corta-circuitos						
Límite intensidad Bypass	10A						
Corriente máxima Bypass	30Amp						
<b>REGULADOR CARGA</b>	Onda pura (red o generador)						
Potencia FV máxima	1200W						
Corriente FV máxima	80A						
Selección voltaje DC	12V						
Rango MPPT	16-100VDC						
Voltaje máximo MPPT VDC	100VDC						
Efficiencia máxima	>90%						
Consumo stand-by regulador	<2W						
<b>CARACT. FISICAS</b>	En pared						
Instalación	En pared						
Dimensiones (W*H*D)	423*247*197mm						
Peso neto (Inversor) kg	18.5	19.5	23.5	28.7	50.4	51.8	49.2
Dimensiones embalaje (W*H*D)	570*355*300mm						
Peso bruto (Inversor) kg	21.5	22.4	25.8	31.2	54	55.7	53.1
<b>OTROS</b>	En pared						
Rango operativo temperatura	0°C to 40°C						
Temperatura almacenamiento	-15°C to 60°C						
Nivel sonoro	60dB MAX						
Pantalla	LED+LCD						
Volumen(20GPI40GPI40HQ)	460uds / 920uds / 1060uds						

### Conexiones



MODELO	PV30-1KW MPK	PV30-1.5KW MPK	PV30-2KW MPK	PV30-3KW MPK	PV30-5KW MPK	PV30-6KW MPK
<b>Voltaje nominal banco de baterías</b>	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC	24VDC	24VDC/48VDC
<b>SALIDA INVERSOR</b>	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)					
Potencia nominal	1KW	1.5KW	2KW	3KW	5KW	6KW
Potencia arranque (20ms)	3KW	4.5KW	6KW	9KW	15KW	18KW
Capacidad arranque motores	1HP	1HP	1.5HP	2HP	3HP	3HP
Onda eléctrica	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)					
Salida voltaje nominal RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)					
Frecuencia salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz					
Efficiencia Inversor (Pico)	>88%					
Efficiencia conectado AC	>95%					
Factor de potencia	0.8					
Tiempo transferencia típico	10ms(max)					
<b>AC ENTRADA</b>	Onda pura (red o generador)					
Voltaje	230VAC					
Rango voltaje seleccionable	155-280VAC					
Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz					
Voltaje mínimo arranque	10.0VDC / 10.5VDC					
<b>BATERÍA</b>	Onda pura (red o generador)					
Alarma batería baja	10.5VDC +/- 0.3V					
Corte bajo voltaje	20.0VDC +/- 0.3V					
Alarma alto voltaje	16.0VDC +/- 0.3V					
Recuperación alto voltaje	15.5VDC +/- 0.3V					
Consumo en reposo	<25W con modo ahorro					
<b>AC CARGADOR</b>	Dependiente tipo batería					
Voltaje salida	Depende tipo batería					
Fusible entrada AC	10A	30A	30A	30A	40A	40A
Protección sobrecarga	15.7VDC					
Máxima corriente carga	35A	45A	65A	75A	70A	75A
<b>BYPASS &amp; PROTECCIÓN</b>	Onda pura (red o generador)					
Onda de entrada	Onda pura (red o generador)					
Frecuencia nominal entrada	50Hz o 60Hz					
Protección sobrecarga	Corta-circuitos					
Protección cortocircuito salida	Corta-circuitos					
Límite intensidad Bypass	10A					
Corriente máxima Bypass	30Amp					
<b>REGULADOR CARGA</b>	Onda pura (red o generador)					
Potencia FV máxima	1200W					
Corriente FV máxima	80A					
Selección voltaje DC	12V					
Rango MPPT	16-100VDC					
Voltaje máximo MPPT VDC	100VDC					
Efficiencia máxima	>90%					
Consumo stand-by regulador	<2W					
<b>CARACT. FISICAS</b>	En pared					
Instalación	En pared					
Dimensiones (W*H*D)	423*247*197mm					
Peso neto (Inversor) kg	18.5	19.5	23.5	28.7	50.4	51.8
Dimensiones embalaje (W*H*D)	570*355*300mm					
Peso bruto (Inversor) kg	21.5	22.4	25.8	31.2	54	55.7
<b>OTROS</b>	En pared					
Rango operativo temperatura	0°C to 40°C					
Temperatura almacenamiento	-15°C to 60°C					
Nivel sonoro	60dB MAX					
Pantalla	LED+LCD					
Volumen(20GPI40GPI40HQ)	460uds / 920uds / 1060uds					



## Descripción del Aerogenerador

Aerogenerador	Origen	Especificaciones	Descripción	Foto / Curva de potencia																														
<p style="text-align: center;"><b>AEROGENERADOR ZONHAN ZH2.0</b></p>		<p>Potencia nominal: 2000W Potencia max: 2800W</p> <p>Diámetro de hélice: 3.2m</p> <p>Velocidad de arranque: 4 m/s</p> <p>Velocidad potencia: 8 m/s</p> <p>Rotación: 380 rpm</p> <p>Voltaje: 24VDC</p> <p>Peso: 88 kg</p>	<p>Aerogenerador robusto de origen chino. El cuerpo es de aluminio para disminuir la corrosión. Hélice con tres aspas de fibra de vidrio</p> <p>IMANES CROMATIZADOS de alta eficiencia (NdFeB) cada uno empernado para facilitar el mantenimiento.</p>  <p>Controlador de carga con tecnología PWM y entrada de 300W para paneles fotovoltaicos.</p> 	<p><b>Foto / Curva de potencia</b></p>    <table border="1"> <caption>Approximate data points from the Power Curve graph</caption> <thead> <tr> <th>Wind Speed (m/s)</th> <th>Power (Watts)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>100</td></tr> <tr><td>6</td><td>300</td></tr> <tr><td>7</td><td>700</td></tr> <tr><td>8</td><td>1400</td></tr> <tr><td>9</td><td>2100</td></tr> <tr><td>10</td><td>2600</td></tr> <tr><td>11</td><td>2800</td></tr> <tr><td>12</td><td>2600</td></tr> <tr><td>13</td><td>2400</td></tr> <tr><td>14</td><td>2200</td></tr> <tr><td>15</td><td>2000</td></tr> <tr><td>16</td><td>1800</td></tr> <tr><td>17</td><td>1600</td></tr> </tbody> </table>	Wind Speed (m/s)	Power (Watts)	4	0	5	100	6	300	7	700	8	1400	9	2100	10	2600	11	2800	12	2600	13	2400	14	2200	15	2000	16	1800	17	1600
Wind Speed (m/s)	Power (Watts)																																	
4	0																																	
5	100																																	
6	300																																	
7	700																																	
8	1400																																	
9	2100																																	
10	2600																																	
11	2800																																	
12	2600																																	
13	2400																																	
14	2200																																	
15	2000																																	
16	1800																																	
17	1600																																	

## Ficha técnica de la Batería RITAR 12V 200Ah GEL

### Specification

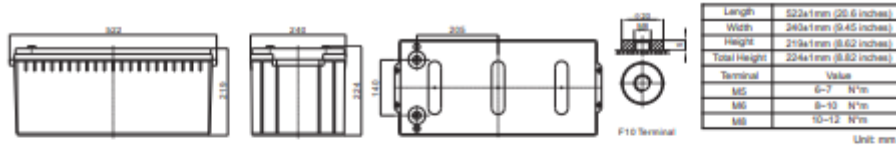
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg (Tolerance ± 1.5%)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Terminal	F10(M8)/F16(M8)
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	60.0 A
Reference Capacity	C3 154.8AH C5 176.0AH C10 200.0AH C20 210.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V-13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/C/Cell
Cycle Use Voltage	14.8 V-14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C-60°C Charge: 0°C-50°C Storage: -20°C-60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ± 5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharge. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offers 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment, RV, telecom, broadband and cable TV, UPS systems etc.



### Dimensions



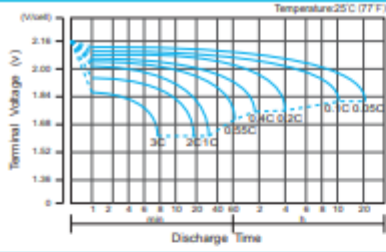
### Constant Current Discharge Characteristics :A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	417.6	329.1	190.8	119.8	74.0	55.1	44.1	37.1	25.3	21.5	10.9
1.65V	403.7	319.3	186.8	117.5	72.7	54.3	43.4	36.7	25.1	21.3	10.8
1.70V	385.5	306.3	181.5	114.5	71.0	53.2	42.6	36.1	24.7	21.0	10.7
1.75V	361.2	289.0	174.3	110.4	68.8	51.6	41.5	35.2	24.2	20.6	10.5
1.80V	328.7	265.6	164.4	104.8	65.6	49.5	40.0	34.0	23.4	20.0	10.3
1.85V	284.3	233.3	150.4	96.8	61.1	46.4	37.8	32.3	22.4	19.2	9.89

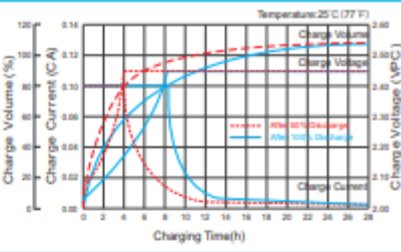
### Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	710	575	347	224	140	105	84.6	71.6	49.5	42.2	21.5
1.65V	704	570	344	222	139	104	83.8	71.0	49.1	41.9	21.4
1.70V	680	552	336	217	136	102	82.5	70.0	48.4	41.3	21.1
1.75V	649	528	326	210	132	99.9	80.6	68.6	47.5	40.6	20.8
1.80V	601	492	311	201	127	96.1	77.9	66.5	46.2	39.5	20.3
1.85V	529	438	287	187	119	90.6	73.8	63.4	44.2	38.0	19.6

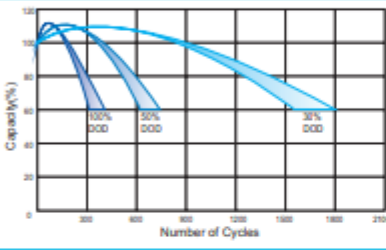
**Discharge Characteristics Curve**



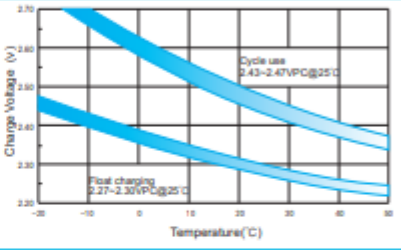
**Charge Characteristic Curve for Cycle Use(IU)**



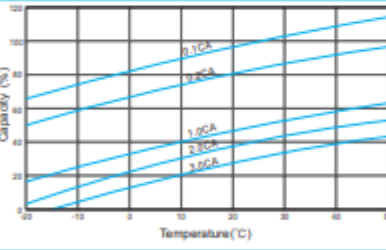
**Cycle Life in Relation to Depth of Discharge**



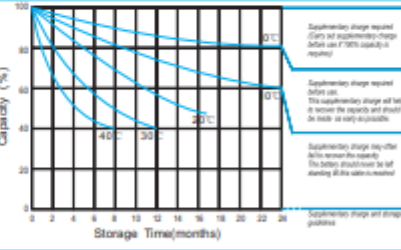
**Relationship Between Charging Voltage and Temperature**



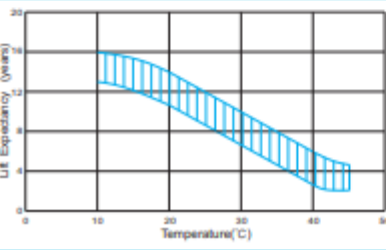
**Temperature Effects on Capacity**



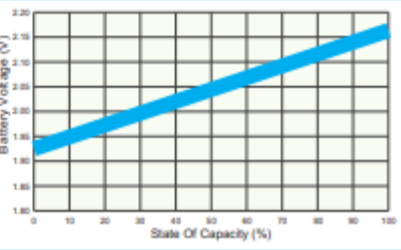
**Storage Characteristics**



**Effect of Temperature on Long Term Life**



**Relationship of OCV And State of Charge(20°C)**



## ANEXO C

### PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

#### PROCEDIMIENTO DE VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Nombre del Experto	Cargo e Institución donde labora	Autor del Instrumento
Ing. Maycoll Martin CORDOVA RAMIREZ	Jefe De Operaciones en GESTIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.	PEÑA ROSALES ALEXANDRA PAMELA

#### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	criterios	Nunca 10-20	Regular 21-40	Bueno 41-60	Muy bueno 61-80	Excelente 81-100
Claridad	Esta formulado con un lenguaje apropiado			X		
Objetividad	Esta expresado en Capacidad observable			x		
Actualidad	Adecuado a la autoevaluación				x	
Organización	Existe una organización lógica			x		
Suficiente	Los ítems son suficientes y Necesarios para evaluar los Indicadores precisados				x	
Consistencia	Emplea teorías científicas				x	
Coherencia	Existe correlación entre Indicadores y variables			x		
Metodología	La estrategia corresponde al Propósito descriptivo			x		

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** Puntaje Total: 68.625 puntos De acuerdo a los puntajes obtenidos en cada uno de los indicadores de evaluación son muy significativos, alcanzando un puntaje promedio de validez por el experto de 68.625 puntos. Lo que significa que el instrumento es válido, puesto que para el investigador le ha permitido validar sus instrumentos para la presente investigación.

LUGAR Y FECHA	DNI	FIRMA DEL EXPERTO	TELEFONO
Pasco, Noviembre del 2022	05640194	 GESTION DE SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C. Maycoll CORDOVA RAMIREZ SUPERVISOR DE OPERACIONES	996941240