



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELÉCTRICA

“Diseño del sistema híbrido fotovoltaico – eólico aislado para suministrar energía eléctrica al caserío Quirichima sector Coyuna distrito de Cañarís”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Calderón Rinza, Jesús Miguel (ORCID: 0000-0003-4569-9903)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

“DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA”

Chiclayo - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres quienes me dieron la vida, educación, apoyo y consejos. A mis compañeros de estudio, a mis profesores y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido realizar esta tesis. A todos aquellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todo ellos dedico esta dedicatoria.

JESUS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad César Vallejo, a sus docentes y personal administrativo por apoyarme y guiarme en el ámbito académico, logrando con ello que mis metas y deseos de desarrollo personal y profesional se hagan realidad.

JESUS

Índice Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice Contenidos	iv
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	9
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	9
3.5. Procedimientos.....	10
3.6. Método de análisis de datos.....	10
3.7. Aspectos éticos.....	10
IV. RESULTADOS	11
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	56
VII.RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	60

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de carga y duración.	5
Figura 2. Cadena de valor de la electricidad.	5
Figura 3. Principio fuentes de energía renovable.	6
Figura 4. Esquema del efecto fotovoltaico.	6
Figura 5. Esquema del sistema fotovoltaico.	7
Figura 6. Aerogenerador.	7
Figura 7. Generación híbrida fotovoltaico eólico.....	8
Figura 8. Diseño de sistema híbrido.	8
Figura 9. Cuadro de demandas.....	14
Figura 10. radiación solar en el departamento de Lambayeque.....	15
Figura 11. Velocidad del viento según estación cañarís.	40
Figura 12. curva de potencia de aerogenerador sonkyo energy 3.5.kw.	43
Figura 13. Diagrama de carga combinada.	44
Figura 14. Batería ritar de 200 A.H.....	44
Figura 15. Inversor must solar de rango 5 kw.	45
Figura 16. Sistema de generación solar.	46
Figura 17. Diagrama de carga C-I.	48
Figura 18. Características de los cables autoportantes.....	51
Figura 19. Presupuesto de suministro.	52
Figura 20. Presupuesto de montaje.	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Tasa de crecimiento para Cañaris.....	11
Tabla 2. Energía promedio diaria para unidades de vivienda en el Caserío Quirichima Sector Coyuna - Cañaris.	12
Tabla 3. Energía promedio diaria en el local comunal en Quirichima - Coyuna.	13
Tabla 4. Radiación solar en el departamento de Lambayeque.	16
Tabla 5. Radiación solar promedio diaria en el caserío Quirichima Coyuna. ...	16
Tabla 6. Nivel de radiación Lambayeque 2016.	18
Tabla 7. Nivel radiación Lambayeque 2017.	25
Tabla 8. Medición de velocidad del viento.....	32
Tabla 9. Frecuencia de velocidad del aire - caserío Quirichima.....	41
Tabla 10. Frecuencia del viento según WUEIBULL.	42
Tabla 11. Energía suministrada por el Aero generador.....	43
Tabla 12. Tabla de caída de tensiones máximas.	46
Tabla 13. Diagrama de carga C-I.	49
Tabla 14. Hipótesis de la ecuación de truxa.....	50
Tabla 15. Esfuerzo mecánico en el conductor RS.....	50
Tabla 16. Presupuesto de suministro y montaje.....	53
Tabla 17. Cuadro VAN Y TIR.	54

RESUMEN

La presente investigación denominada: DISEÑO DEL SISTEMA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO – EOLICO AISLADO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO QUIRICHIMA SECTOR COYUNA DISTRITO DE CAÑARIS - LAMBAYEQUE 2018, está enmarcada dentro de las políticas energética que impulsa el estado peruano a través del Ministerio de Energía y Minas, con la finalidad de cubrir la brecha existente en la electrificación rural en el Perú.

La región Lambayeque, tiene un alto coeficiente de electrificación urbano, superior al 97%, sin embargo, en el sector rural, el coeficiente de electrificación oscila entre el 70 y 80% dependiendo de la zona, siendo los caseríos de las zonas con difícil acceso, pobreza extrema, niveles de calidad de vida por debajo de los estándares, los cuales no tienen acceso a la energía eléctrica. En muchos de estos caseríos, no han sido considerado en el plan de electrificación rural, por lo tanto, la búsqueda de nuevas fuentes energéticas con fines de generar electricidad resulta siendo la única alternativa viable para tener acceso a la energía eléctrica.

La investigación, se inició con el cálculo de la máxima demanda del caserío Quirichima, en función al diagrama de carga diario; luego se hizo la evaluación del potencial de los niveles de radiación solar y velocidad del viento, con registros existentes y mediciones realizadas en la zona de influencia del proyecto. Con ello se hizo el diseño de las instalaciones electromecánicas del sistema de generación fotovoltaica a fin de proponer el abastecimiento de energía eléctrica al caserío de Quirichima – sector Coyuna en el distrito de Cañarís.

Finalmente, La factibilidad económica del proyecto, se evaluó con los indicadores económicos, tales como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno y la relación beneficio costo.

Palabras Claves: Sistema Híbrido, Fotovoltaico – Eólico, Generación fotovoltaica.

ABSTRACT

The present investigation called: DESIGN OF THE ISOLATED PHOTOVOLTAIC - WIND HYBRID SYSTEM TO SUPPLY ELECTRIC ENERGY TO THE QUIRICHIMA CASERIO SECTOR COYUNA DISTRITO DE CAÑARIS - LAMBAYEQUE 2018, is framed within the energy policies promoted by the Peruvian state, the Ministry of Energy and Mines through the Ministry of Energy and Mines in order to cover the existing gap in rural electrification in Peru.

The Lambayeque region has a high urban electrification coefficient, higher than 97%, however in the rural sector, the electrification coefficient ranges between 70 and 80% depending on the area, being the hamlets of areas with difficult access, extreme poverty, levels of quality of life below the standards, which do not have access to electricity. In many of these hamlets, they have not been considered in the rural electrification plan, therefore the search for new energy sources in order to generate electricity, turns out to be the only viable alternative to have access to electricity.

The investigation began with the calculation of the maximum demand of the Quirichima village, based on the daily load diagram; then an evaluation of the potential of solar radiation levels and wind speed was made, with existing records and measurements made in the project's area of influence. With this, the design of the electromechanical installations of the photovoltaic generation system was carried out in order to propose the supply of electricity to the Quirichima hamlet - Coyuna sector in the Cañarís district.

Finally, the economic feasibility of the project was evaluated with economic indicators, such as the Net Present Value, the Internal Rate of Return and the benefit-cost ratio.

Keywords: Hybrid System, Photovoltaic - Wind, Photovoltaic Generation.

I. INTRODUCCIÓN

En la Región Lambayeque, los niveles de pobreza extrema están en la zona alta andina, específicamente en los distritos de Kañaris e Incahuasi, ubicadas en la Provincia de Ferreñafe, con altitudes entre los 3000 y 4000 msnm, en donde la población es en su mayoría quecha hablante y se dedica a la agricultura y ganadería, con acceso nulo a la energía eléctrica, debido a que no existe líneas eléctricas cercanas a fin de electrificar dichas zonas. (García, 2016, p.32).

La población del lugar, al dedicarse a la agricultura y la ganadería, gran parte del tiempo del día lo pasa en el campo, y el retorno a sus hogares es a partir de las 16 y 17 horas, es decir no utiliza artefactos electrodomésticos durante dichas horas. En horas de la noche, para la iluminación utilizan combustible como es el petróleo para el accionamiento de sus lámparas, y para la cocción de alimentos utiliza la leña.

No tener acceso a la electricidad, es no tener acceso al internet ni a los medios de comunicación, no existe en la zona antenas de captación para internet, debido a que estas antenas requieren energía eléctrica para su funcionamiento, y resulta inviable el uso de grupos electrógenos, debido a que económicamente no es rentable para los operadores de telecomunicaciones. (García, 2016, p.32).

Así mismo, la población tiene conocimiento de la importancia que es tener acceso a la energía eléctrica, y con ello a su integración a la sociedad mediante las redes de comunicaciones; en las escuelas y colegios de la zona, los estudiantes no utilizan los equipos de cómputo, carecen de dichas herramientas tecnológicas, lo cual lleva a tener niveles muy bajos de educación. El Ministerio de Educación, ha implementado programas para estas zonas, sin embargo, el no tener acceso a la energía eléctrica, no es posible la ejecución; por lo cual resulta que el principal problema es el acceso a la electricidad.

Los puntos de alimentación de la red eléctrica convencional se encuentran en casi todos los lugares, alejados, con distancias entre 40 y 60 Km, con difícil acceso por la geografía del lugar, sumado a ello el alto costo de la construcción de una línea de transmisión a media tensión, y más aún que no están contemplados dentro del plan de electrificación rural, haciendo inviable a electrificación de la red del sistema interconectado.

El problema se formula: El diseño del sistema híbrido fotovoltaico eólico, determina la factibilidad del suministro de energía eléctrica al caserío quirichima sector coyuna distrito de cañaris – Lambayeque.

El trabajo de investigación se justifica técnicamente, porque se emplearán tecnologías que capturen la energía solar y eólica, mediante paneles solares y aerogeneradores, con alta eficiencia, de acuerdo a la demanda de energía que requiera la población. En el ámbito social, se justifica la realización del proyecto, porque la población tendría acceso a la energía eléctrica, y con ello acceso a información de las redes de internet, integrando a la población a las redes de la información y comunicación.

Se justifica económicamente, porque el acceso a la energía eléctrica a la red del sistema interconectado tiene un costo elevado, así como de difícil acceso, en cambio con el uso directo de la energía solar y eólica, los costos están en función a la cantidad de energía que se consume, para lo cual se establece una administración local, para la factibilidad del pago del consumo y de los costos de instalación del sistema híbrido.

El uso de estos tipos de energía es amigable con el medio ambiente, debido a que no se tiene emisiones de gases de combustión, así como también no tiene impacto contra el medio ambiente, es por ello que ambientalmente se justifica la realización del proyecto.

El objetivo general de la investigación es diseñar el sistema híbrido fotovoltaico eólico para el suministro de energía eléctrica al caserío Quirichima sector coyuna distrito de cañaris – Lambayeque, para lo cual se plantea 4 objetivos específicos, que son:

- ✓ Calcular la máxima demanda del caserío Quirichima y su diagrama de carga diario.
- ✓ Analizar el potencial solar fotovoltaico en zonas aledañas al caserío de Quirichima.
- ✓ Diseñar los elementos electromecánicos del sistema de generación fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica al caserío de Quirichima – sector Coyuna en el distrito de Cañarís.

- ✓ Calcular la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico a través del TIR y VAN.

La hipótesis de la investigación es: Si es factible diseñar un sistema de generación fotovoltaico asilado para abastecer de energía eléctrica al caserío Quirichima – Sector Cuyuna en el distrito de Cañarís.

II. MARCO TEÓRICO

Se han realizado propuestas de uso del sistema híbrido fotovoltaico eólico, en el cual se muestran las ventajas y la viabilidad del proyecto, teniendo en muchos casos limitaciones de índole de sostenibilidad de la captación de la energía solar y eólica, entre las investigaciones consultadas, se tiene:

(Moscoso, 2015), en su tesis de grado que habla sobre el Análisis del potencial eólico y solar el que se implementará en un sistema Híbrido de generación eléctrica usando la energía alternativa, realizado por la Universidad de Ecuador, en su resumen menciona:

Este proyecto sobre el análisis potencial eólico-solar, los instrumentos utilizados para la adquisición de datos y la selección de los elementos que intervienen para la generación de energía y el funcionamiento independiente de cada uno de los elementos existentes.

(SANTA CRUZ, 2018), en su tesis de grado que trata del Diseño de un sistema híbrido para suministrar energía eléctrica para un Distrito de Cajamarca, presentado por la Universidad Nacional de Lambayeque – UNPRG, presenta en sus conclusiones:

- Dando a conocer que la anergia promedio de consumo diario en el centro poblado Nueva es de 12,840 KWh/día. Para 33 viviendas proyectadas, 01 iglesia, 01 local comunal.

(FERNANDEZ, 2014) en el trabajo denominado: ELECTRIFICACIÓN RURAL MEDIANTE SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO EN RORAIMA, BRASIL, El principal objetivo es planificar la electrificación de la comunidad llamada Maturuca, una pequeña población correspondiente a Brasil. Para ello, se realiza un estudio exhaustivo de todos los aspectos, políticos, económicos y sociales con la finalidad de que toda su población cuente con este servicio de electricidad.

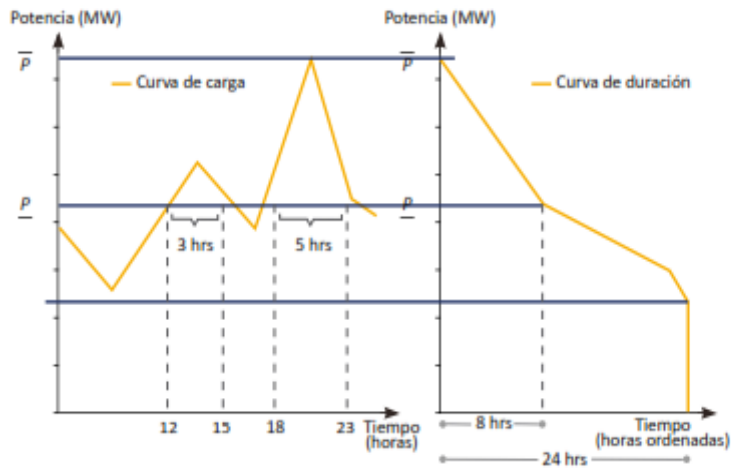


Figura 1. Diagrama de carga y duración.

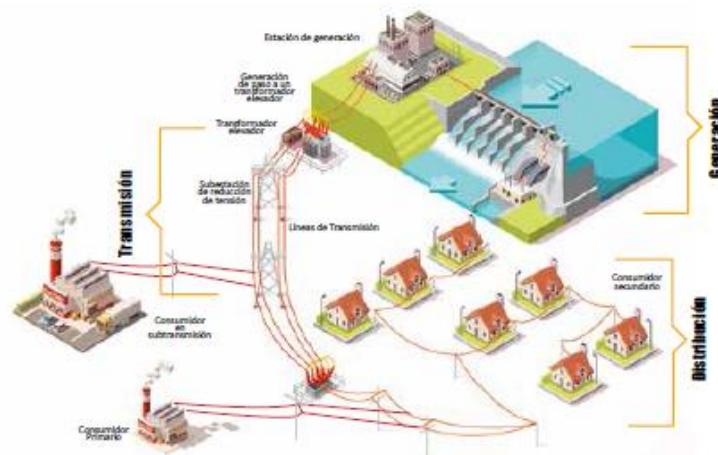


Figura 2. Cadena de valor de la electricidad.

“Para suministrar la energía eléctrica se necesita un conjunto de elementos el cual permite la generación, transporte y sobre todo la distribución de la energía eléctrica” (OSINERGMIN, 2016)



Figura 3. Principio fuentes de energía renovable.

Energía Solar es la que se produce con los rayos del sol, lo que genera los fotones (luz) que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres” (Orbegozo & Arivilca, 2010a)

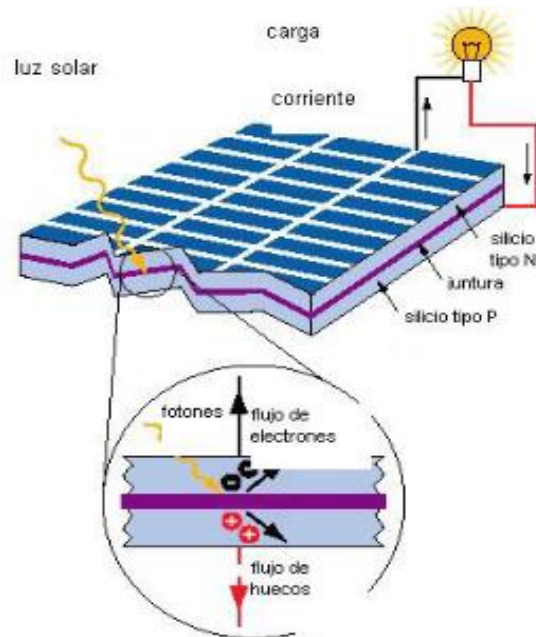


Figura 4. Esquema del efecto fotovoltaico.

Tecnología	Simbolo	Características	Eficiencia de celdas en laboratorio(%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc - Si	tipo oblea	24	(13-15)
Silicio policristalino	mc - Si	tipo oblea	19	(12-14)
Películas de silicio cristalino cobre ceramica	f - Si	tipo oblea	17	(8-11)
Película de silicio cristalino sobre vidrio		película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio - germanio)	a - Si	película delgada	13	(6-9)
Diseleniuro de cobre - indio / galios	CIGS	película delgada	18	(8-11)
Telurio de cadmio	CdTe	película delgada	18	(7-10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO2 sensibles a la humedad)		película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III - V	tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Figura 5. Esquema del sistema fotovoltaico.

Fuente: (Orbegoso & Arivilca, 2010a)

La energía eólica es la que se obtiene con el viento, la misma que se produce por las corrientes de aire la que se convierte en energía eléctrica a través de un generador de energía eléctrica. Es una de las energías más limpias y renovables ya que no contamina el medio ambiente.

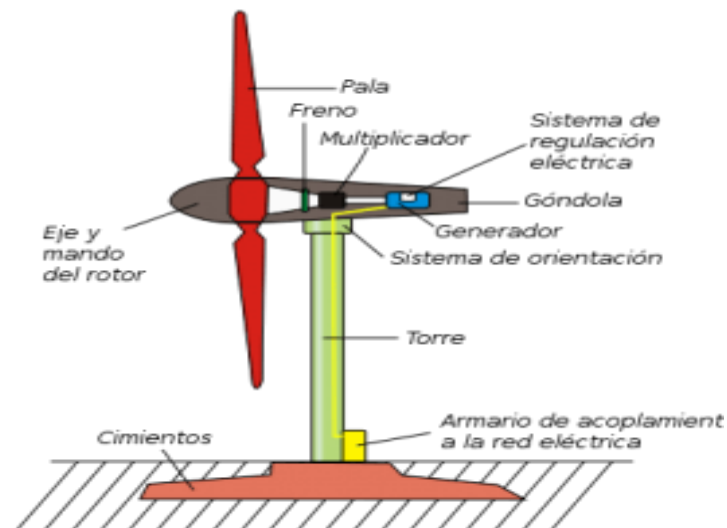


Figura 6. Aerogenerador.

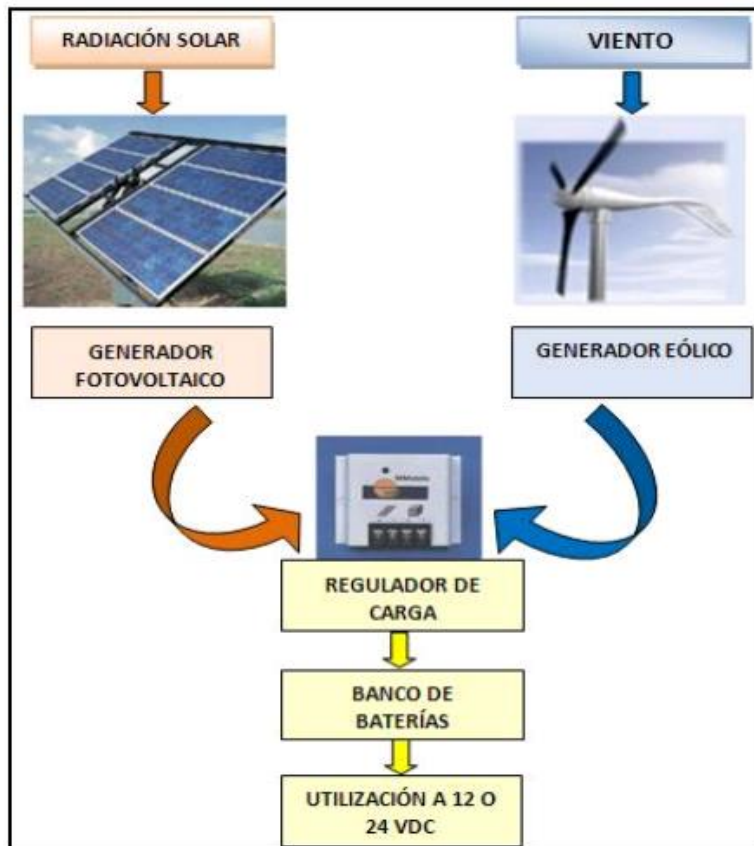


Figura 7. Generación híbrida fotovoltaico eólico.

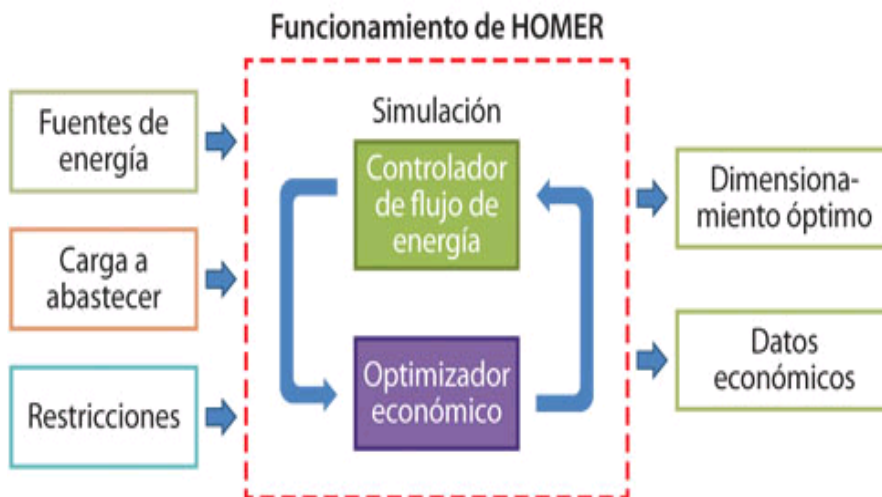


Figura 8. Diseño de sistema híbrido.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo de Investigación: Aplicada

Diseño de la Investigación: Diseño No experimental.

3.2. Variables y operacionalización.

Independiente: DISEÑO DEL SISTEMA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO – EOLICO AISLADO

Dependiente: SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO QUIRICHIMA SECTOR COYUNA DISTRITO DE CAÑARIS - LAMBAYEQUE

En el anexo 2, se tiene el cuadro de operacionalización de variables.

3.3. Población, Muestra y muestreo.

Población: Consumo de energía en el caserío Quirichima.

Muestra: La muestra del estudio, coincide con la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Aquí se aplicó la técnica de recolección de datos: observación, entrevista, análisis documental. Asimismo, los instrumentos de recolección de datos a utilizar serán:

Análisis Documental para determinar los estándares de consumo precipite de energía eléctrica.

Guías de observación para realizar las mediciones de los niveles de radiación solar y de velocidad el viento

3.5. Procedimientos.

Para la obtención de la información, se hizo en función al lado de la demanda de energía eléctrica por parte de los consumidores de energía eléctrica en éste caso las viviendas de caserío, de acuerdo al ritmo de consumo de energía eléctrica durante las 24 horas del día; y por el lado de la oferta de la energía, se hizo las mediciones de los niveles de radiación solar y de la velocidad del viento, utilizando indicadores estadísticos para establecer valores promedios y de dispersión.

3.6. Método de análisis de datos.

La información y los datos que se han obtenido se hallaran utilizando las ecuaciones que se relacionan con los valores de eficiencia, así como también la potencia activa reactiva, aparente, la intensidad de la corriente eléctrica, tensión eléctrica, el factor de potencia, carga y las variables eléctricas, para lo que se ha utilizado Microsoft Excel para la elaboración de los resultados.

3.7. Aspectos éticos.

Los datos obtenidos de las mediciones fueron registrados sin ninguna modificación, con la finalidad de conocer la realidad en cuanto a los niveles de radiación y de velocidad de viento, y con ello tener la certeza de la viabilidad del proyecto de generación híbrida fotovoltaica eólica.

IV. RESULTADOS

4.1. Calcular la máxima demanda del caserío Quirichima y su diagrama de carga diario.

Un sistema fotovoltaico aislado, está compuesto por los siguientes componentes

- Módulos fotovoltaicos.
- Regulador de Carga
- Acumulador o Batería
- Convertidor.

El caserío de Quirichima, Sector Coyuna, tiene, 15 viviendas 01 local comunal es decir 16 lotes y el número de habitantes es de 45. Para determinar la energía para el dimensionamiento se tendrá en cuenta que la vida útil de los paneles fotovoltaicos el cual es de 20 años por lo que se hace necesario proyectar la población considerando este número de años.

De los 4 censos anteriores elaboramos la siguiente tabla

Tabla 1. Tasa de crecimiento para Cañaris.

Censo	Población	Tasa de crecimiento
1993	29 902	
2005	38 464	2,1 %
2007	39 174	1,9 %
2017	48 209	2,0 %
Promedio		2,0 %

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula para determinar el crecimiento poblacional Anexo 04

Tabla 2. Energía promedio diaria para unidades de vivienda en el Caserío Quirichima Sector Coyuna - Cañarís.

Carga	Potencia (W)	Cantidad	Uso (horas/día)	Energía consumida (W.h)	Potencia Instalada (W)
Lámparas	8	3	3	72	24
Television	60	1	4	240	60
Carga de celular	5	2	1	10	10
Radio	10	1	5	50	10
Laptop	60	1	3	180	60
TOTAL				552	164

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de energía diaria en las viviendas: $(0,552 \text{ kWh})(23) = 12,696 \text{ kWh}$

Tabla 3. Energía promedio diaria en el local comunal en Quirichima - Coyuna.

Carga	Potencia (W)	Cantidad	Uso (horas/día)	Energía consumida (W.h)	Potencia Instalada (W)
Lámparas	8	3	3	72	24
Televisor	60	1	3	180	60
Carga de celular	5	2	1	10	10
Radio	10	1	4	40	10
Equipo de sonido	200	1	3	600	200
TOTAL				902	304

Fuente: Elaboración propia.

consumo de energía diaria en el local comunal: 0,902 kWh

Fórmula para el alumbrado de vías públicas Anexo 05:

El resumen de alumbrado público se muestra en la siguiente tabla:

La energía por alumbrado público se obtiene con la multiplicación de la potencia por 12h de uso obteniendo:

$$\text{Energía diaria por alumbrado público: } (0,12 \text{ kW}) \times (12 \text{ h}) = 1,44 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

Entonces la energía diaria promedio para el caserío Quirichima es de:

$$\begin{aligned} \text{Energía promedio diaria para el caserío Quirichima} \\ = 12,696 \text{ kW} \cdot \text{h} + 0,902 \text{ kW} \cdot \text{h} + 1,440 \text{ kW} \cdot \text{h} = 15,038 \text{ kW} \cdot \text{h} \end{aligned}$$

Con respecto a la máxima demanda se considerará la situación crítica que es cuando la máxima demanda es igual a la potencia instalada, por lo tanto, la máxima.

$$\text{Maxima Demanda} = 3,772 \text{ kW} + 0,304 \text{ kW} + 0,120 \text{ kW} = 4,196 \text{ kW}$$

Lo cual nos determina el siguiente Diagrama de carga diario:

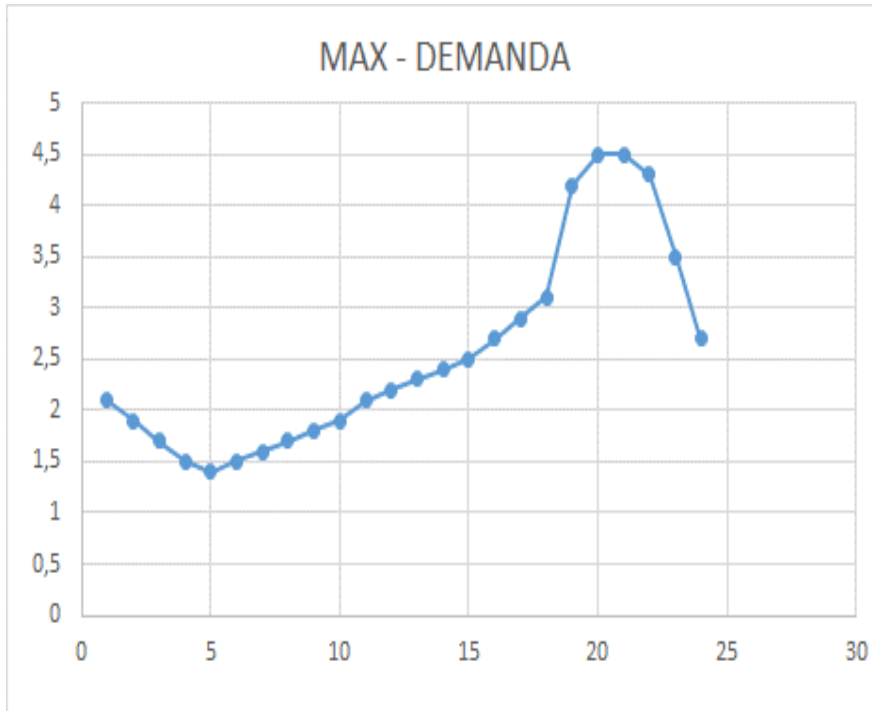


Figura 9. Cuadro de demandas.

3.2.- Analizar el potencial solar fotovoltaico en zonas aledañas al caserío de Quirichima.

Energía solar disponible

La radiación solar en el caserío Quirichima Sector Coyuna se tendrá con la base de datos que nos facilita el atlas solar del Perú, el uso del software Solarius Plus:

ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERÚ, se obtendrá el promedio de las radiaciones solares máximas y mínimas que están determinadas para el departamento de Lambayeque.

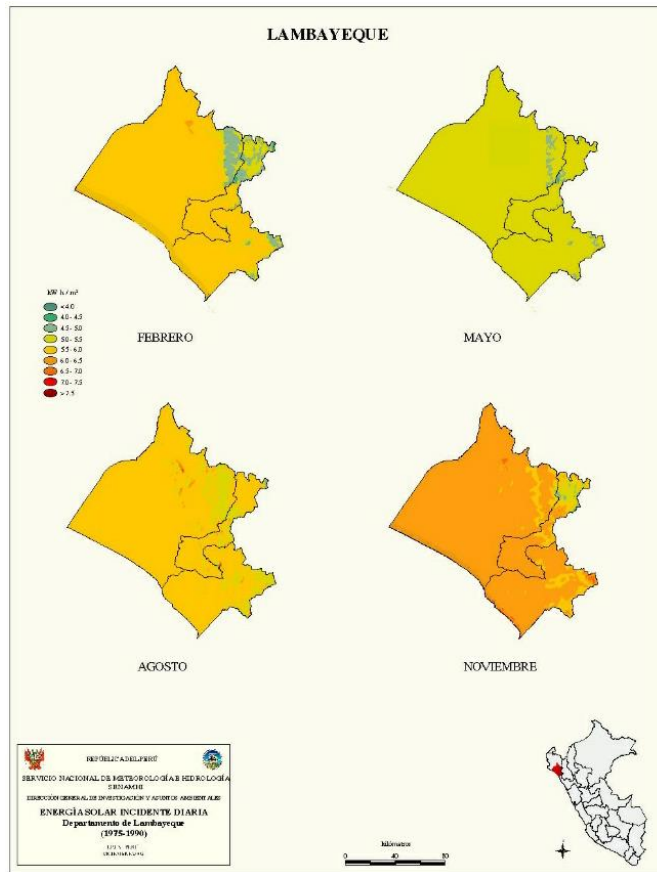


Figura 10. radiación solar en el departamento de Lambayeque.

Observamos que la radiación solar más desfavorable varía entre 4,5 kW.h/m²/día y 5,0 kW.h/m²/día por lo que se considerará el valor promedio de 4,75 kW.h/m²/día.

SOFTWARE SOLARIUS PLUS

Tabla 4. Radiación solar en el departamento de Lambayeque.

Localidad

Datos geográficos

Ciudad: Ferreñafe

Latitud [°]: 6 38 20 S 6°.6389 S

Longitud [°]: 79 47 20 W 79°.7889 W

Altitud [m]: 42

Irradiación sobre el plano horizontal

Irradiación anual [kWh/m²]: 2 146.30

Irradiación diaria media	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
	6.21	6.41	6.53	6.16	5.49	4.97	4.86	5.22	6.13	6.16	6.12	6.35

Fuente: Meteorom 7.1

[MJ/m²]
 [kWh/m²]

Irradiación diaria media mensual [kWh/m²]

De la Tabla N° 5 se puede observar que la radiación solar más baja es de 4,86 kW.h/m²/día, en el mes de julio.

Tabla 5. Radiación solar promedio diaria en el caserío Quirichima Coyuna.

Mes	Gh(kW.h/m ²)	días del mes	Gh(kW.h/m ² /día)
Enero	197	31	6,35
Febrero	187	28	6,68
Marzo	205	31	6,61

Abril	187	30	6,23
Mayo	170	31	5,48
Junio	146	30	4,87
Julio	141	31	4,55
Agosto	155	31	5,00
Septiembre	174	30	5,80
Octubre	187	31	6,03
Noviembre	182	30	6,07
Diciembre	194	31	6,26

Fuente: Elaboración propia.

La radiación solar para el cálculo del sistema fotovoltaico es de 4,86 kW.h/m²/día.

Mediciones de Niveles de radiación solar.

Se realizó las obtenciones de niveles de radiación con ayuda de un equipo llamado solarímetro calibrado, estableciéndome un protocolo de mediciones, en la zona de influencia del proyecto.

Tabla 6. Nivel de radiación Lambayeque 2016.

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Enero	Semana 1	4.11	4.21	5.11	5.22	5.32	5.76	5.34	5.21	4.98	4.12
	Semana 2	3.99	4.09	4.99	5.1	5.2	5.64	5.22	5.09	4.86	4
	Semana 3	3.87	3.97	4.87	4.98	5.11	5.52	5.1	4.65	4.74	3.88
	Semana 4	4.11	3.85	4.75	4.86	4.99	5.4	4.98	4.53	4.62	3.76

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Febrero	Semana 1	4.23	4.34	5.26	5.38	5.48	5.93	5.50	5.37	5.13	4.24
	Semana 2	4.11	4.21	5.14	5.25	5.36	5.81	5.38	5.24	5.01	4.12
	Semana 3	3.99	4.09	5.02	5.13	5.26	5.69	5.25	4.79	4.88	4.00
	Semana 4	4.23	3.97	4.89	5.01	5.14	5.56	5.13	4.67	4.76	3.87
Marzo	Semana 1	4.36	4.47	5.42	5.54	5.64	6.11	5.67	5.53	5.28	4.37
	Semana 2	4.23	4.34	5.29	5.41	5.52	5.98	5.54	5.40	5.16	4.24
	Semana 3	4.11	4.21	5.17	5.28	5.42	5.86	5.41	4.93	5.03	4.12
	Semana 4	4.36	4.08	5.04	5.16	5.29	5.73	5.28	4.81	4.90	3.99

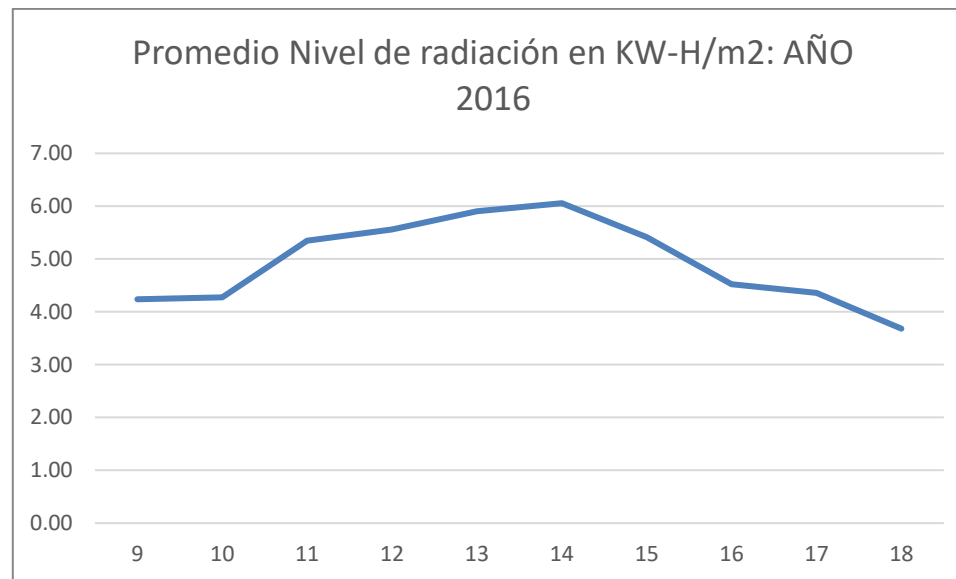
Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Abril	Semana 1	4.73	4.84	5.76	5.88	5.98	6.54	6.00	5.87	5.63	3.67
	Semana 2	4.61	4.71	5.64	5.75	5.86	6.56	5.88	5.74	5.51	4.62
	Semana 3	4.49	4.59	5.67	5.63	6.33	6.45	5.75	5.29	5.38	4.50
	Semana 4	4.73	4.47	5.39	5.51	6.32	6.06	5.63	5.17	5.26	4.37
Mayo	Semana 1	4.86	4.97	5.92	6.04	6.14	6.61	6.17	6.03	5.78	4.87
	Semana 2	4.73	4.84	5.79	5.91	6.02	6.48	6.04	5.90	5.66	3.89
	Semana 3	4.61	4.71	5.67	5.78	5.92	6.36	5.91	5.43	5.53	4.62
	Semana 4	4.86	4.58	5.54	5.66	5.79	6.23	5.78	5.31	5.40	3.56

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Junio	Semana 1	3.85	3.94	4.78	4.89	4.98	5.39	5.00	4.88	4.66	3.86
	Semana 2	3.74	3.83	4.67	4.78	4.87	5.28	4.89	4.77	4.55	3.75
	Semana 3	3.62	3.72	4.56	4.66	4.78	5.17	4.78	4.35	4.44	3.63
	Semana 4	3.85	3.61	4.45	4.55	4.67	5.06	4.66	4.24	4.33	3.52
Julio	Semana 1	3.96	4.06	4.93	5.03	5.13	5.56	5.15	5.02	4.80	3.97
	Semana 2	3.85	3.94	4.81	4.92	5.02	5.44	5.03	4.91	4.69	3.86
	Semana 3	3.73	3.83	4.70	4.80	4.93	5.87	4.92	4.10	4.57	3.74
	Semana 4	3.89	3.71	4.58	4.69	4.81	5.34	4.80	4.37	4.46	3.21

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Agosto	Semana 1	4.32	4.41	5.26	5.36	5.45	6.09	5.47	5.35	5.14	3.56
	Semana 2	4.21	4.30	5.28	5.25	5.88	5.99	5.36	4.94	5.02	4.22
	Semana 3	4.43	4.19	5.03	5.14	5.88	5.64	5.25	4.83	4.91	4.11
	Semana 4	4.55	4.64	5.51	5.62	5.72	6.14	5.73	5.61	5.39	3.65
Setiembre	Semana 1	4.43	4.53	5.40	5.50	5.60	6.02	5.62	5.49	5.27	3.45
	Semana 2	4.32	4.41	5.28	5.39	5.51	5.91	5.50	5.07	5.16	4.33
	Semana 3	4.55	4.30	5.17	5.27	5.40	5.79	5.39	4.95	5.04	3.37
	Semana 4	4.26	4.04	4.83	4.92	5.04	5.40	5.03	4.63	4.71	3.19

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Octubre	Semana 1	4.66	4.76	5.62	5.73	5.83	6.49	5.85	5.72	5.50	3.88
	Semana 2	4.54	4.64	5.65	5.62	6.27	6.38	5.73	5.30	5.38	4.55
	Semana 3	4.78	4.53	5.39	5.50	6.26	6.02	5.62	5.18	5.27	4.44
	Semana 4	4.89	4.99	5.89	6.00	6.10	6.53	6.12	5.99	5.76	3.97
Noviembre	Semana 1	4.78	4.88	5.77	5.88	5.98	6.41	6.00	5.87	5.64	3.76
	Semana 2	4.66	4.76	5.65	5.76	5.89	6.30	5.88	5.43	5.52	4.67
	Semana 3	4.89	4.64	5.53	5.64	5.77	6.18	5.76	5.31	5.40	3.68
	Semana 4	4.60	4.37	5.18	5.28	5.40	5.77	5.39	4.98	5.06	3.50
Diciembre	Semana 1	4.95	4.71	5.55	5.65	5.77	6.15	5.76	5.34	5.43	3.40
	Semana 2	5.31	5.06	5.92	6.03	6.15	6.55	6.14	5.71	5.80	3.71
	Semana 3	5.68	5.42	6.31	6.42	6.55	6.95	6.54	6.09	6.18	3.50
	Semana 4	6.06	5.79	6.71	6.82	6.95	6.45	5.65	6.49	6.58	3.45

Promedio Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2016									
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4.24	4.27	5.35	5.56	5.90	6.06	5.41	4.53	4.36	3.68



Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Nivel radiación Lambayeque 2017.

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Enero	Semana 1	4.23	4.34	5.23	5.34	5.98	6.01	5.33	4.67	4.34	3.56
	Semana 2	4.29	4.21	5.27	5.45	6.03	6.41	5.23	4.56	4.21	3.67
	Semana 3	4.12	4.11	5.43	5.67	6.09	6.26	5.45	4.54	4.51	3.77
	Semana 4	4.11	4.35	5.67	5.89	6.13	6.11	5.78	4.34	4.32	3.43

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Febrero	Semana 1	4.36	4.47	5.39	5.50	6.16	6.19	5.49	4.81	4.47	3.67
	Semana 2	4.42	4.34	5.43	5.61	6.21	6.60	5.39	4.70	4.34	3.78
	Semana 3	4.24	4.23	5.59	5.84	6.27	6.45	5.61	4.68	4.65	3.88
	Semana 4	4.23	4.48	5.84	6.07	6.31	6.29	5.95	4.47	4.45	3.53
Marzo	Semana 1	4.00	4.10	4.94	5.05	5.65	5.68	5.04	4.41	4.10	3.36
	Semana 2	4.05	3.98	4.98	5.15	5.70	6.06	4.94	4.31	3.98	3.47
	Semana 3	3.89	3.88	5.13	5.36	5.75	5.92	5.15	4.29	4.26	3.56
	Semana 4	3.88	4.11	5.36	5.57	5.79	5.77	5.46	4.10	4.08	3.24

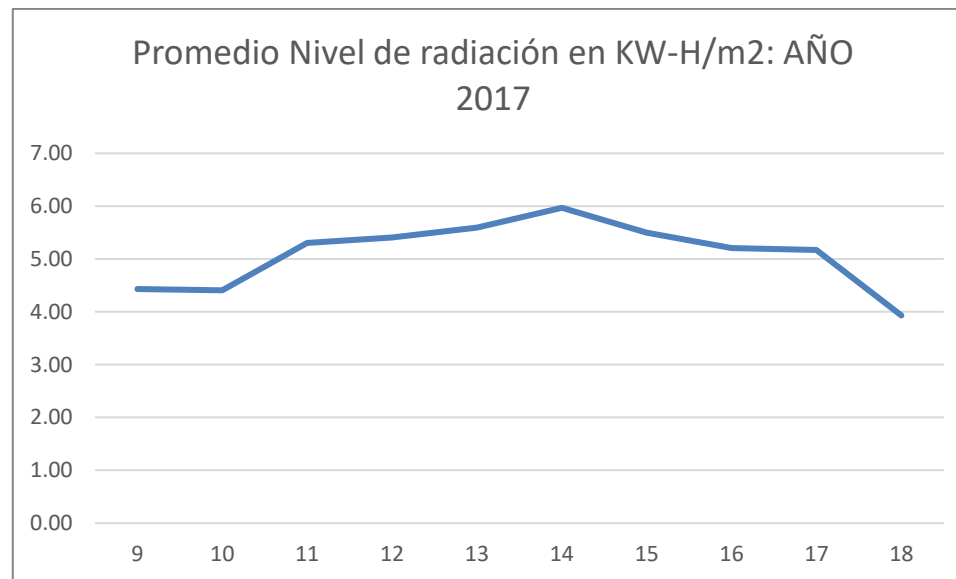
Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Abril	Semana 1	4.86	4.97	5.89	6.00	6.66	6.54	5.99	5.31	4.97	4.17
	Semana 2	4.92	4.84	5.93	6.11	6.71	6.56	5.89	5.20	4.84	4.28
	Semana 3	4.74	4.73	5.67	6.34	6.33	6.45	6.11	5.18	5.15	4.38
	Semana 4	4.73	4.98	6.34	6.57	6.32	6.79	6.45	4.97	4.95	4.03
Mayo	Semana 1	4.50	4.60	5.44	5.55	6.15	6.18	5.54	4.91	4.60	3.86
	Semana 2	4.55	4.48	5.48	5.65	6.20	6.56	5.44	4.81	4.48	3.97
	Semana 3	4.39	4.38	5.63	5.86	6.25	6.42	5.65	4.79	4.76	4.06
	Semana 4	4.38	4.61	5.86	6.07	6.29	6.27	5.96	4.60	4.58	3.74

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Junio	Semana 1	3.96	4.06	4.90	5.00	5.60	5.63	4.99	4.37	4.06	3.33
	Semana 2	4.02	3.94	4.93	5.10	5.65	6.00	4.90	4.27	3.94	3.44
	Semana 3	3.86	3.85	5.08	5.31	5.70	5.86	5.10	4.25	4.22	3.53
	Semana 4	3.85	4.07	5.31	5.52	5.74	5.72	5.41	4.06	4.05	3.21
Julio	Semana 1	3.63	3.73	4.49	4.59	5.14	5.16	4.58	4.01	3.73	3.06
	Semana 2	3.69	3.62	4.53	4.68	5.18	5.51	4.49	3.92	3.62	3.15
	Semana 3	3.54	3.53	4.66	4.87	5.23	5.87	4.68	4.10	3.87	3.24
	Semana 4	3.89	3.74	4.87	5.06	5.27	5.34	4.97	3.73	3.71	3.21

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Agosto	Semana 1	4.70	4.63	5.62	5.79	6.33	6.19	5.58	4.95	4.63	4.12
	Semana 2	4.54	4.53	5.38	5.99	5.98	6.09	5.79	4.94	4.91	4.21
	Semana 3	4.53	4.76	5.99	6.20	5.98	6.41	5.67	4.75	4.73	3.90
	Semana 4	4.32	4.41	5.18	5.27	5.45	5.85	5.26	4.70	4.41	3.74
Setiembre	Semana 1	4.37	4.30	5.21	5.37	5.86	6.19	5.18	4.60	4.30	3.84
	Semana 2	4.22	4.22	5.35	5.56	5.92	6.06	5.37	4.58	4.56	3.92
	Semana 3	4.22	4.42	5.56	5.74	5.95	5.93	5.65	4.41	4.40	3.63
	Semana 4	4.21	4.06	5.19	5.38	5.59	5.66	5.29	4.05	4.03	3.53

Mes	Semana /Horas	Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
		9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
Octubre	Semana 1	4.63	4.56	5.58	5.75	6.31	6.17	5.54	4.89	4.56	4.03
	Semana 2	4.47	4.46	5.34	5.96	5.95	6.07	5.75	4.87	4.84	4.13
	Semana 3	4.46	4.69	5.96	6.18	5.94	6.39	5.63	4.68	4.66	3.80
	Semana 4	4.24	4.34	5.12	5.22	5.40	5.81	5.21	4.63	4.34	3.65
Noviembre	Semana 1	4.29	4.22	5.16	5.32	5.83	6.17	5.12	4.76	4.22	3.74
	Semana 2	4.14	4.13	5.30	5.51	5.88	6.03	5.32	4.51	4.49	3.83
	Semana 3	4.13	4.34	5.51	5.71	5.92	5.90	5.78	4.34	4.32	3.53
	Semana 4	4.13	3.97	5.14	5.33	5.54	5.62	5.23	3.96	3.94	3.43
Diciembre	Semana 1	4.21	4.14	5.10	5.27	5.80	6.14	5.07	4.69	4.14	3.64
	Semana 2	4.05	4.05	5.25	5.47	5.85	6.01	5.27	4.44	4.41	3.74
	Semana 3	4.05	4.26	5.47	5.67	5.89	5.87	5.74	4.26	4.24	3.43
	Semana 4	4.04	3.88	5.08	5.28	5.50	5.58	5.32	3.87	3.85	3.32

Promedio Nivel de radiación en KW-H/m2: AÑO 2017									
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4.43	4.41	5.31	5.41	5.60	5.97	5.50	5.21	5.17	3.93



Fuente: Elaboración propia.

Medición de Velocidad del Viento.

Tabla 8. Medición de velocidad del viento.

Mes	Semana /Horas	Velocidad del viento m/s: AÑO 2016									
		21.00	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Enero	Semana 1	4.00	4.00	4.89	5.00	5.64	5.67	6.01	5.41	5.51	5.06
	Semana 2	4.23	3.87	4.93	5.11	5.69	5.67	6.01	5.41	5.51	5.06
	Semana 3	4.12	3.77	5.09	5.33	5.75	5.92	6.26	5.64	5.74	5.29
	Semana 4	3.67	4.01	5.33	5.55	5.34	5.77	6.11	5.50	5.60	5.15
Febrero	Semana 1	2.43	3.66	4.55	4.66	5.30	5.33	5.67	5.11	5.21	4.76
	Semana 2	3.54	3.53	4.59	4.77	5.35	5.33	5.67	5.11	5.21	4.76
	Semana 3	4.12	3.43	4.75	4.99	5.41	5.58	5.92	5.33	5.43	4.98
	Semana 4	4.18	3.67	4.99	5.21	5.00	5.43	5.77	5.20	5.30	4.85
Marzo	Semana 1	4.40	4.40	5.38	5.50	6.20	6.24	6.61	5.96	6.07	5.57
	Semana 2	4.65	4.26	5.42	5.62	6.26	6.24	6.61	5.96	6.07	5.57
	Semana 3	4.53	4.15	5.60	5.86	6.33	6.51	6.89	6.20	6.31	5.82
	Semana 4	4.04	4.41	5.86	6.11	5.87	6.35	6.72	6.05	6.16	5.67
Abril	Semana 1	2.67	4.03	5.01	5.13	5.83	5.86	6.24	5.62	5.73	5.23
	Semana 2	3.89	3.88	5.05	5.25	5.89	5.86	6.24	5.62	5.73	5.23
	Semana 3	4.53	3.77	5.23	5.49	5.95	6.14	6.51	5.87	5.98	5.48
	Semana 4	4.60	4.04	5.49	5.73	5.50	5.97	6.35	5.72	5.83	5.33
Mayo	Semana 1	3.68	3.68	4.57	4.68	5.32	5.35	5.69	5.09	5.19	4.74
	Semana 2	3.91	3.55	4.61	4.79	5.37	5.35	5.69	5.09	5.19	4.74
	Semana 3	3.80	3.45	4.77	5.01	5.43	5.60	5.94	5.32	5.42	4.97

	Semana 4	3.35	3.69	5.01	5.23	5.02	5.45	5.79	5.18	5.28	4.83
Junio	Semana 1	2.11	3.34	4.23	4.34	4.98	5.01	5.35	4.79	4.89	4.44
	Semana 2	3.22	3.21	4.27	4.45	5.03	5.01	5.35	4.79	4.89	4.44
	Semana 3	3.80	3.11	4.43	4.67	5.09	5.26	5.60	5.01	5.11	4.66
	Semana 4	3.86	3.35	4.67	4.89	4.68	5.11	5.45	4.88	4.98	4.53
Julio	Semana 1	4.45	4.45	5.53	5.66	6.44	6.47	6.88	6.16	6.29	5.74
	Semana 2	4.73	4.30	5.58	5.80	6.50	6.47	6.88	6.16	6.29	5.74
	Semana 3	4.60	4.17	5.77	6.06	6.57	6.78	7.19	6.44	6.56	6.01
	Semana 4	4.05	4.46	6.06	6.33	6.07	6.59	7.01	6.27	6.39	5.85
Agosto	Semana 1	2.55	4.04	5.12	5.25	6.03	6.06	6.47	5.79	5.91	5.37
	Semana 2	3.90	3.88	5.17	5.38	6.09	6.06	6.47	5.79	5.91	5.37
	Semana 3	4.60	3.23	5.36	5.65	6.16	5.67	6.78	6.07	6.19	5.64
	Semana 4	4.67	4.05	5.65	5.92	5.66	6.18	6.12	5.90	6.02	5.48
Septiembre	Semana 1	3.37	3.37	4.19	4.29	4.88	4.90	5.22	4.67	4.76	4.35
	Semana 2	3.58	3.25	4.23	4.39	4.92	4.90	5.22	4.67	4.76	4.35
	Semana 3	3.48	3.16	4.37	4.59	4.98	5.13	5.45	4.88	4.97	4.56
	Semana 4	3.07	3.38	4.59	4.79	4.60	5.00	5.31	4.75	4.84	4.43
Octubre	Semana 1	1.93	3.06	3.88	3.98	4.57	4.59	4.90	4.39	4.48	4.07
	Semana 2	2.95	2.94	3.91	4.08	4.61	4.59	4.90	4.39	4.48	4.07
	Semana 3	3.48	2.45	4.06	4.28	4.67	4.30	5.13	4.60	4.69	4.27
	Semana 4	3.54	3.07	4.28	4.48	4.29	4.68	4.64	4.47	4.56	4.15
Noviembre	Semana 1	4.12	4.12	5.01	5.12	5.76	5.79	6.13	5.53	5.63	5.18
	Semana 2	4.35	3.99	5.05	5.23	5.81	5.79	6.13	5.53	5.63	5.18
	Semana 3	4.24	3.89	5.21	5.45	5.87	6.04	6.38	5.76	5.86	5.41

	Semana 4	3.79	4.13	5.45	5.67	5.46	5.89	6.23	5.62	5.72	5.27
Diciembre	Semana 1	2.55	3.78	4.67	4.78	5.42	5.45	5.79	5.23	5.33	4.88
	Semana 2	3.66	3.65	4.71	4.89	5.47	5.45	5.79	5.23	5.33	4.88
	Semana 3	4.24	3.55	4.87	5.11	5.53	5.70	6.04	5.45	5.55	5.10
	Semana 4	4.30	3.79	5.11	5.33	5.12	5.55	5.89	5.32	5.42	4.97

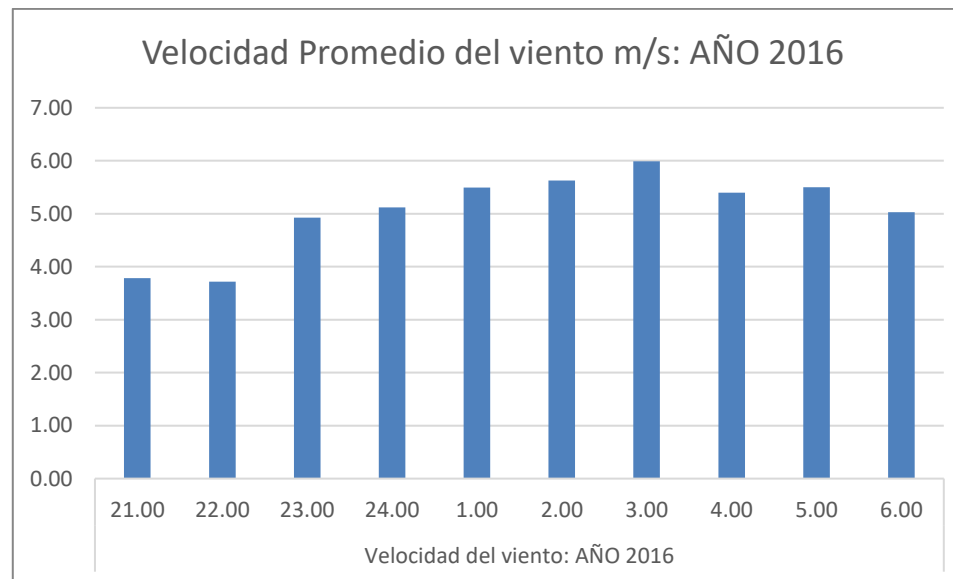
Mes	Semana /Horas	Velocidad del viento m/s: AÑO 2017									
		21.00	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Enero	Semana 1	4.20	4.20	5.13	5.25	5.92	5.95	6.31	5.69	5.79	5.32
	Semana 2	4.43	4.43	5.36	5.48	6.15	6.18	6.54	5.92	6.02	5.55
	Semana 3	5.12	4.66	5.59	5.71	6.03	5.95	6.65	6.15	6.25	5.78
	Semana 4	5.24	4.89	5.82	5.94	6.26	6.18	6.88	6.12	6.35	5.66
Febrero	Semana 1	4.32	4.32	5.25	5.37	6.04	6.07	6.43	5.81	5.91	5.44
	Semana 2	4.55	4.55	5.48	5.60	6.27	6.30	6.66	6.04	6.14	5.67
	Semana 3	5.24	4.78	5.71	5.83	6.15	6.07	6.77	6.27	6.37	5.90
	Semana 4	5.36	5.01	5.94	6.06	6.38	6.30	6.34	6.00	6.47	5.78
Marzo	Semana 1	4.44	4.44	5.37	5.49	6.16	6.19	6.55	5.93	6.03	5.56
	Semana 2	4.67	4.67	5.45	5.72	6.39	6.42	6.78	6.16	6.26	5.79
	Semana 3	5.36	4.90	4.34	5.95	6.27	6.19	6.89	6.39	6.49	6.02
	Semana 4	5.48	5.13	6.06	6.18	6.50	6.42	6.46	6.12	6.59	5.90
Abril	Semana 1	4.62	4.62	5.55	5.67	6.34	6.37	6.73	6.11	6.21	5.74
	Semana 2	4.85	4.85	5.78	5.90	6.57	6.42	6.93	6.34	6.24	5.97
	Semana 3	5.54	5.08	6.01	6.13	6.45	6.37	7.07	6.57	6.67	6.20

	Semana 4	5.66	5.21	6.24	6.36	6.68	6.60	6.64	6.30	6.77	6.08
Mayo	Semana 1	4.74	4.74	5.67	5.79	6.46	6.49	6.85	6.23	6.33	5.86
	Semana 2	4.97	4.97	5.75	6.02	6.69	6.72	7.08	6.46	6.56	6.09
	Semana 3	5.66	5.20	4.64	6.25	6.57	6.49	6.56	6.69	6.79	6.32
	Semana 4	5.78	5.43	6.36	6.48	6.80	6.72	6.34	6.42	6.89	6.20
Junio	Semana 1	4.00	4.00	4.93	5.05	5.72	5.75	6.11	5.49	5.59	5.12
	Semana 2	4.23	4.23	5.16	5.28	5.95	5.98	6.34	5.72	5.82	5.35
	Semana 3	4.92	4.46	5.39	5.51	5.83	5.75	6.45	5.95	6.05	5.58
	Semana 4	5.04	4.69	5.62	5.74	6.06	5.98	6.02	5.68	6.15	5.46
Julio	Semana 1	5.74	5.74	6.87	6.98	7.82	7.86	7.20	7.53	7.12	7.09
	Semana 2	6.01	6.01	6.96	6.23	6.34	7.40	8.57	7.81	7.94	7.37
	Semana 3	6.85	6.29	5.61	7.56	7.95	7.86	7.01	8.09	6.87	7.64
	Semana 4	6.99	6.57	7.70	7.84	8.23	8.14	7.67	7.77	6.67	7.50
Agosto	Semana 1	4.44	4.44	5.48	5.61	6.35	6.39	6.78	6.09	6.21	5.68
	Semana 2	4.70	4.70	5.73	5.86	6.61	6.64	7.04	6.34	6.46	5.94
	Semana 3	5.46	4.95	5.99	6.12	6.47	6.39	7.16	6.60	6.72	6.19
	Semana 4	5.59	5.21	6.24	6.37	6.73	6.64	6.68	6.30	6.83	6.06
Septiembre	Semana 1	4.35	4.35	5.20	5.29	5.92	5.95	5.45	5.71	5.39	5.37
	Semana 2	4.56	4.56	5.27	4.72	4.80	5.61	6.49	5.92	6.01	5.58
	Semana 3	5.19	4.77	4.25	5.73	6.02	5.95	5.31	6.13	5.20	5.79
	Semana 4	5.30	4.98	5.83	5.94	6.24	6.16	5.81	5.89	5.05	5.68
Octubre	Semana 1	3.36	3.36	4.23	4.25	4.81	4.84	5.14	4.61	4.70	4.30
	Semana 2	4.12	3.56	4.34	4.44	5.01	5.03	5.33	4.81	4.89	4.50
	Semana 3	4.14	3.75	4.54	4.63	4.90	4.84	5.42	5.00	5.09	4.69
	Semana 4	4.24	3.94	4.73	4.83	5.10	5.03	5.06	4.78	5.17	4.59
Noviembre	Semana 1	4.32	4.32	5.25	5.37	6.04	6.07	6.43	5.81	5.91	5.44

	Semana 2	4.55	4.55	5.48	5.60	6.27	6.30	6.66	6.04	6.14	5.67
	Semana 3	5.24	4.78	5.71	5.83	6.15	6.07	6.77	6.27	6.37	5.90
	Semana 4	5.36	5.01	5.94	6.06	6.38	6.30	7.00	6.24	6.47	5.78
Diciembre	Semana 1	5.12	4.44	5.37	5.49	6.16	6.19	6.55	5.93	6.03	5.56
	Semana 2	4.67	4.67	5.60	5.72	6.39	6.42	6.78	6.16	6.26	5.79
	Semana 3	5.36	4.90	5.83	5.95	6.27	6.19	6.89	6.39	6.49	6.02
	Semana 4	5.48	5.13	6.06	6.18	6.50	6.42	6.46	6.12	6.59	5.90

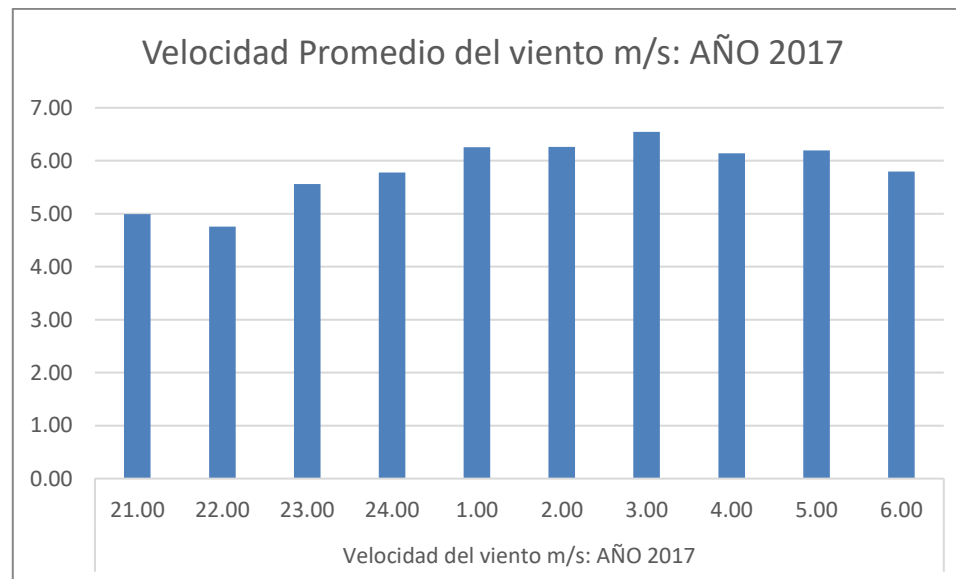
Fuente: Elaboración propia.

Mes /Hora	Velocidad del viento m/s: AÑO 2016									
	21.00	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Promedio	3.78	3.72	4.93	5.12	5.49	5.63	5.99	5.40	5.50	5.03



Fuente Elaboración propia.

Velocidad del viento m/s: AÑO 2017										
Mes	21.00	22.00	23.00	24.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Promedio	4.99	4.76	5.56	5.78	6.25	6.26	6.54	6.14	6.19	5.80



Fuente: Elaboración propia.

3.3.- DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y EOLICO

Dimensionamiento del generador fotovoltaico

Se está considerando trabajar con 22 paneles fotovoltaicos SIMAX de 190 Wp (ANEXO 03)

Por la tensión obtenido de 48V es que los paneles solares serán colocados en serie teniendo el resultado de la siguiente manera:

$$N_{mserie} = 48/24$$

$$N_{mserie} = 2$$

El número de ramas de paneles fotovoltaicos en paralelo es de:

$$\text{Numero de ramas de paneles} = \frac{22}{2} = 11$$

La energía obtenida diariamente por el generador será de:

$$22 \times 190 \times 4,55 = 19\,019 \text{ W.h}$$

Se usaran 22 paneles fotovoltaicos SIMAX de 190 Wp

Con la finalidad de comprobar que el sistema fotovoltaico es capaz de suministrar la energía a la carga, el generador fotovoltaico suministra 19 019,00 W.h/día y el aerogenerador 1 313,47 W.h/día lo que significa que entre ambos suministran 20 332,47 W.h/día, pero el sistema tiene en cuenta un factor global de funcionamiento de 0,76 entonces la energía suministrada a la carga es de: 15 452,67 W.h/día y la que requiere la carga es de $E_{sistema} = 15\,038 \text{ W.h}$.

Dimensionamiento del controlador fotovoltaico

Para el dimensionamiento del controlador, utilizaremos la siguiente ecuación

$$I_{\text{minimo del regular}} = 1,25 \times I_{\text{Cortocircuito del panel}} \times N_{Pmf} \cdot (13)$$

$$I_{\text{minimo del regular}} = 1,25 \times 5,52 \times 11 = 75,9 \text{ A}$$

Se considerará trabajar con un controlador **VICTRON ENERGY** de 85 A



Dimensionamiento del Generador Eólico

Se usaran 01 controladores **VICTRON ENERGY** de 150/85

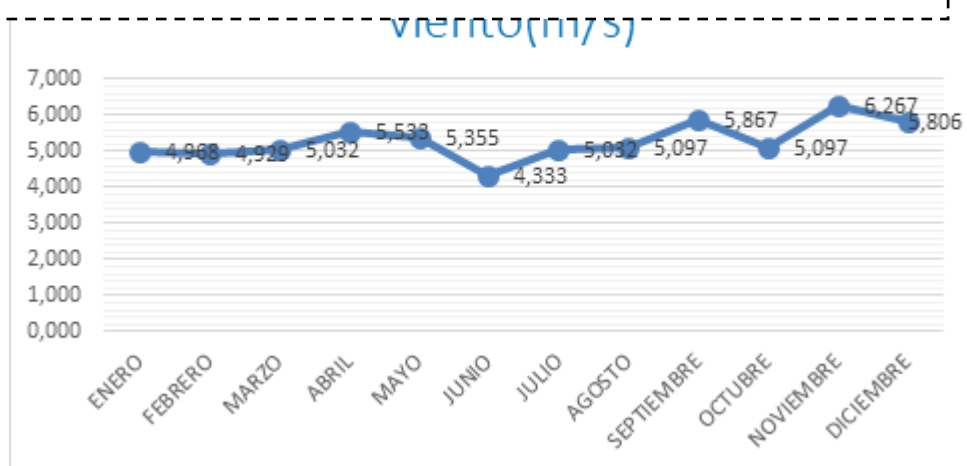


Figura 11. Velocidad del viento según estación cañarís.

De la Figura N° 11, se ha observado que uno de los meses ha bajado notablemente la velocidad de viento promedio es Junio y el mes mayor velocidad de viento promedio es noviembre. De los datos de la estación meteorológica automática de Cañarís obtenemos datos del mes de junio del 2018 y los datos del mes de noviembre 2018. Los datos de la estación meteorológica de Cañarís se han obtenido a una altura de 2,5 m, nosotros haremos una evaluación a 18 m por lo que usando la ecuación de Hellman donde los resultados están en los anexos correspondientes. Sabemos que el viento es muy aleatoria que responde a la ecuación de distribución de probabilidad de WEIBULL, el procedimiento siguiente está encaminado a determinar los parámetros “k” y “C” y con ello elaborar el cuadro de distribución de frecuencia utilizando la ecuación de WEIBULL ($\alpha=0,20$).

Tabla 9. Frecuencia de velocidad del aire - caserío Quirichima.

Velocidad de viento (m/s)	Frecuencia de velocidad (h)	Frecuencia acumulada (h)	Frecuencia Relativa Acumulada (h)
1	108	108	0,1500
2	236	344	0,4778
3	191	535	0,7431
4	62	597	0,8292
5	34	631	0,8764
6	58	689	0,9569
7	26	715	0,9931
8	5	720	1,0000

Fuente: Elaboración propia.

Luego con los datos de la Tabla 6 y teniendo en cuenta la densidad de distribución de este tipo hallamos los parámetros “k “ y “C”.

La fórmula Anexo 06:

Tabla 10. Frecuencia del viento según WUEIBULL.

VIENTO	
Según la distribución weibull (k=1,6391)	
velocidad (m/s)	f(V)
1	0,250645113
2	0,264652816
3	0,199816041
4	0,122854567
5	0,06447859
6	0,029598008
7	0,012062829
8	0,004410184
9	0,001457455
10	0,000437962
11	0,000120242
12	3,02811E-05

Fuente: Elaboración propia.

Aerogenerador.

Proponemos el uso de un aerogenerador SONKYO ENERGY de 3,5 kW, cuya diferencia se puede ver en la siguiente imagen:

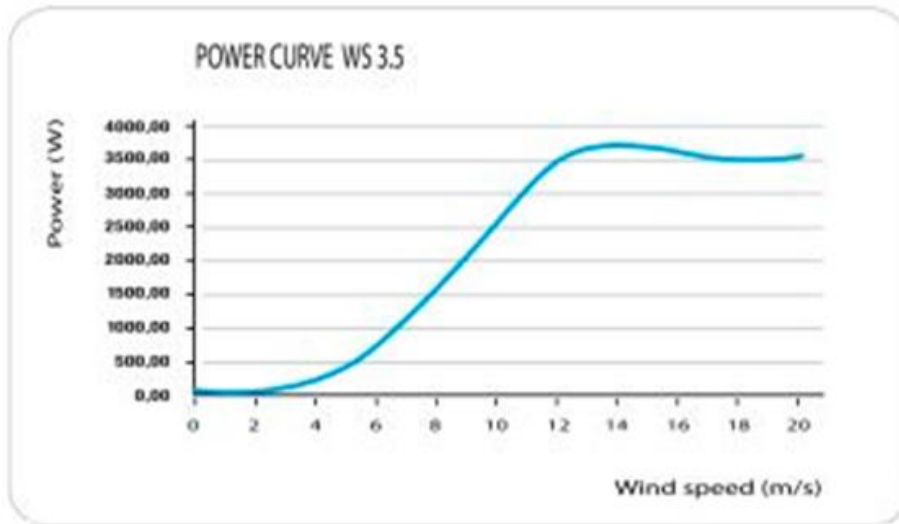


Figura 12. curva de potencia de aerogenerador sonkyo energy 3.5.kw.

Con los Resultados:

Tabla 11. Energía suministrada por el Aero generador.

Energía producida por el aerogenerador			
Vel.(m/s)	Potencia(w)	horas(h)	Energía(W.h)
0	0	180,46	0
1	0	190,55	0
2	0	143,87	0
3	50	88,46	4 422,76443
4	250	46,42	11 606,1463
5	500	21,31	10 655,283
6	780	8,69	6 774,4849
7	1 100	3,18	3 492,86548
8	1 500	1,05	1 574,05159
9	2 100	0,32	662,199082
10	2 500	0,09	216,435262
Total de energía			39 404,23
ENERGIA TOTAL DIARIA			1 313,47433

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo un diagrama de carga conjunto igual a:

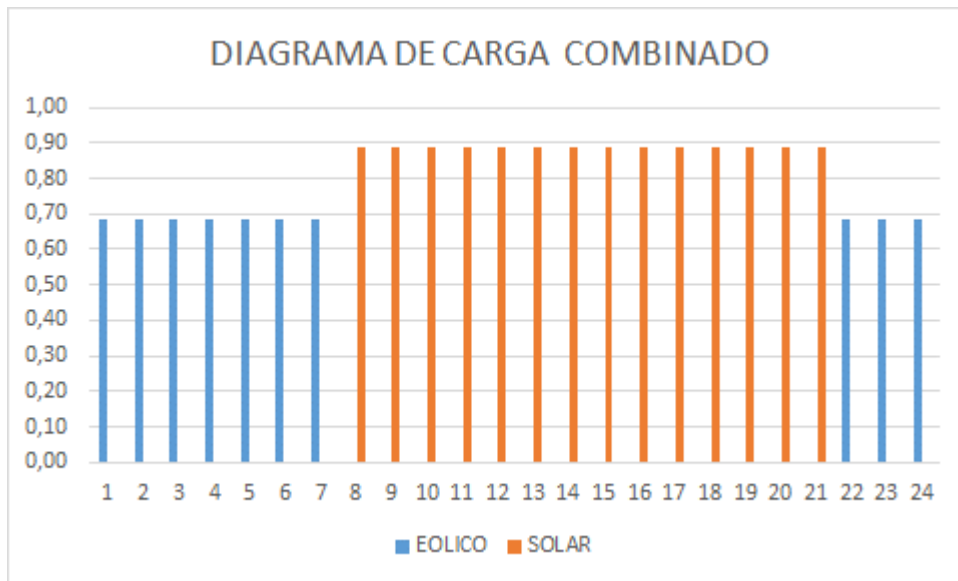


Figura 13. Diagrama de carga combinada.

Dimensionamiento del banco de baterías

Se considerará la energía que se ha suministrado por el sistema eólico sea d:

15 038 W.h/día

Ahora para el dimensionamiento de baterías utilizaremos las ecuaciones Anexo 07

Estamos proponiendo el uso de baterías RITAR de 200 A.h (ANEXO 06), por ser una de las marcas más reconocidas además de ello con mayor circulación. A



Figura 14. Batería ritar de 200 A.H.

Dimensionamiento del inversor

Para determinar el dimensionamiento del inversos haremos uso de esta ecuación:

$$\text{Potencia de entrada al inversor} = \frac{\text{Maxima demanda}}{\text{Rendimiento del inversor}} \cdot (17)$$

$$\text{Potencia de entrada al inversor} = \frac{4,196}{0,93} = 4,5kW$$

Por el valor obtenido se está considerando trabajar con un inversor MUST Solar de 5 kW (ANEXO 07)



Figura 15. Inversor must solar de rango 5 kw.

Dimensionamiento de los conductores eléctricos

Para el dimensionamiento de conductores eléctricos se va a tomar en cuenta las caídas de tensión para lo cual en la siguiente tabla les mostraremos las más recomendables:

Tabla 12. Tabla de caída de tensiones máximas.

Subsistema	Caída tensión Máxima	Recomendada
Paneles – Regulador	3%	1%
Regulador – Baterías	1%	0,5%
Baterías – Inversor	1%	1%

Fuente: Elaboración propia.

Angulo óptimo de inclinación:

Para hallar el ángulo de inclinación de una superficie se utilizará la siguiente ecuación:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-Latitud|) \dots (18)$$

Se sabe que la latitud es de

Latitud: -6.54190565200

Sabiendo también que el ángulo óptimo es de 8,21°, considerando 15° para así evitar la acumulación de tierra y humedad

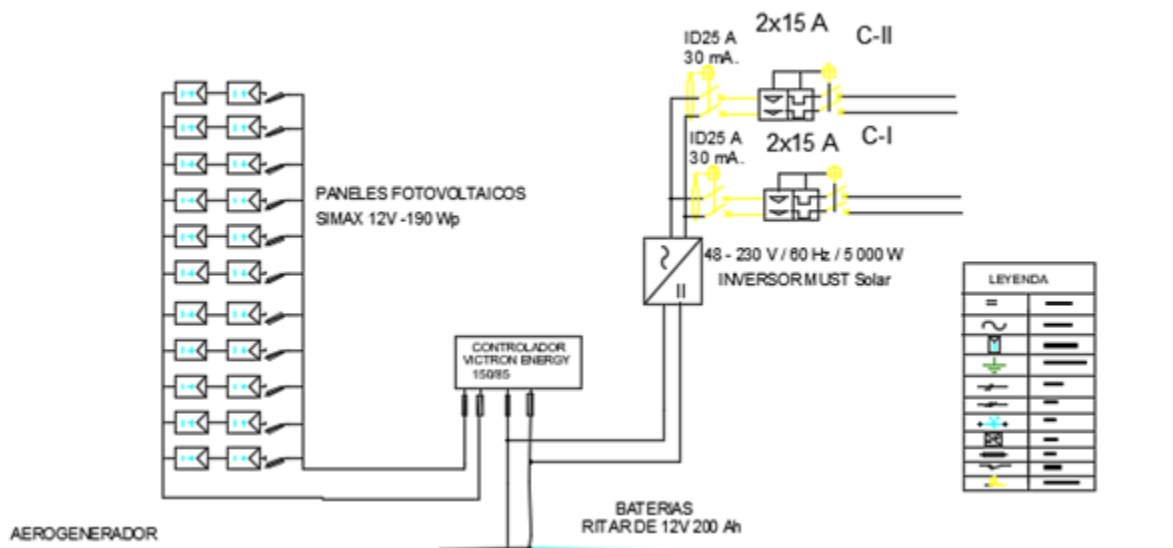


Figura 16. Sistema de generación solar.

Dimensionamiento del sistema de distribución en 220 V

En base a la norma: Bases para el Diseño de Líneas y redes Secundarias con Conductor Auto portante para Electrificación Rural. (RD031-2003-EM 2003) Donde habla sobre las caídas máximas de tensión en la red de 7,0 % de la tensión nominal. Considerando hacer uso del conductor 2x16/25 y 1x16/25

Cálculos eléctricos

La verificación del conductor eléctrico se ara por caída de tensión y capacidad de corriente tal como se detalla a continuación

Por capacidad de corriente:

La potencia del inversor

$$I_{MAX\ carga} = 5\ 000 / (220 \times 0,9)$$

$$I_{MAX\ carga} = 20,45\ A$$

Haciendo una comparación con la corriente del conductor de 64 A:

$$20,45\ A < 64\ A$$

Por caída de tensión:

De la (RD031-2003-EM 2003) determina que la máxima de tensión desde el sistema de generación eólico - solar y el extremo terminal que se encuentra más alejado no debe sobre pasar el 7,0 % de la tensión nominal. Anexo 09

De las Tablas 25 y 26 obsérvanos una caída menor a 7 % de la tensión sistema; lo que quiere decir que cumple con todos los requisitos eléctricos.

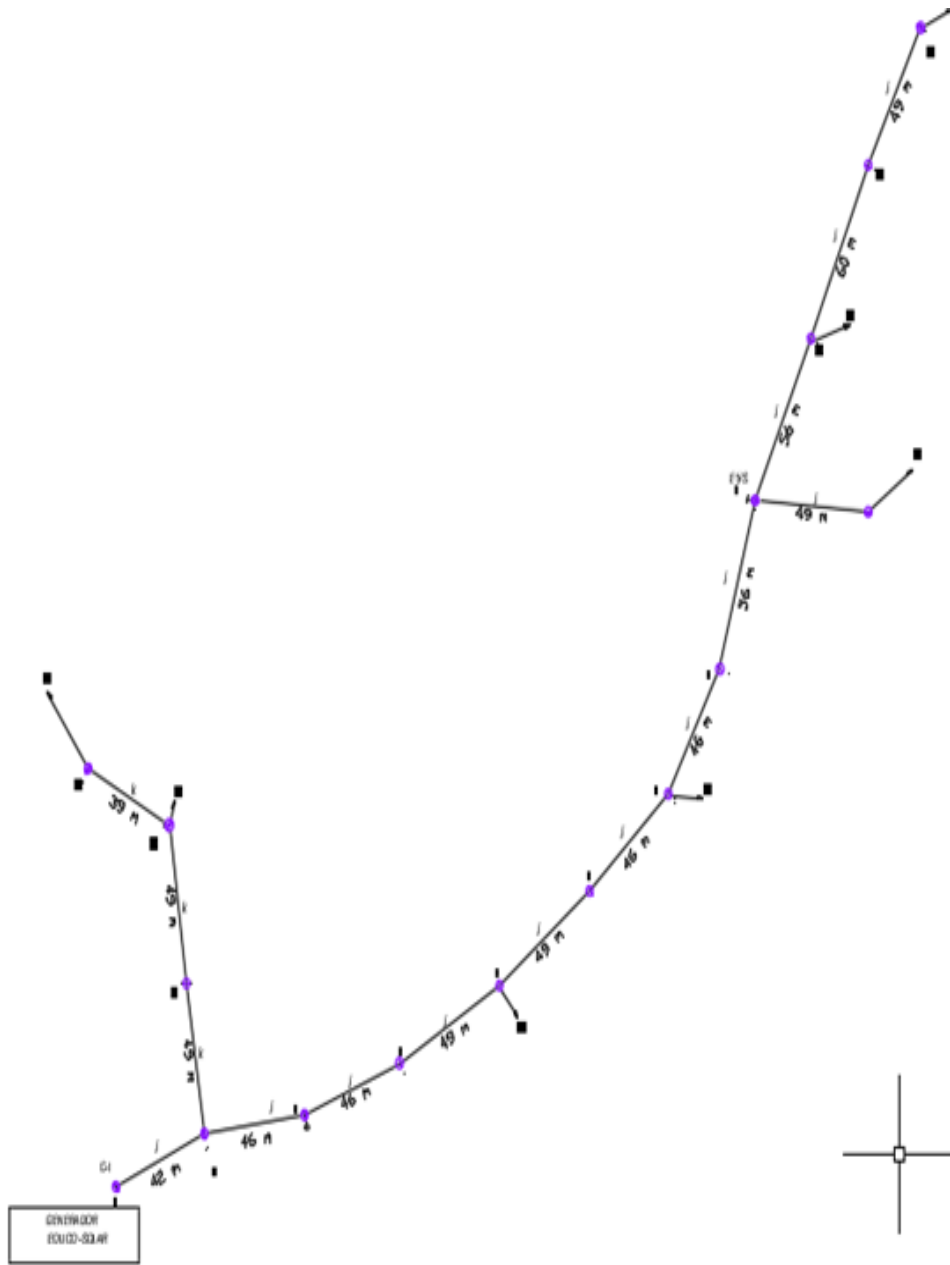


Figura 17. Diagrama de carga C-I.

Tabla 13. Diagrama de carga C-I.

Punto	Servicio Particular					Long. [m]	Tipo y Sección de Cond. [mm ²]	F.C.T. [V/A- km]	Δ V S.P. [V]	Σ Δ V Total [V]	% de Δ V
	Nº Lotes	Carga Especial	CORRIENTE [A]	POT. [W]	Σ I [A]						
1			0,0	0,0	6,0	30,0	2x16+N25	3,272	0,59	0,59	0,27
2	2		1,5	328,0	6,0	42,0	2x16+N25	3,272	0,82	1,40	0,64
3			0,0	0,0	4,5	46,0	1x16+N25	3,272	0,67	2,08	0,94
4			0,0	0,0	4,5	46,0	1x16+N25	3,272	0,67	2,75	1,25
5	1		0,7	164,0	4,5	49,0	1x16+N25	3,272	0,72	3,47	1,58
6			0,0	0,0	3,7	49,0	1x16+N25	3,272	0,60	4,07	1,85
7	1		0,7	164,0	3,7	46,0	1x16+N25	3,272	0,56	4,63	2,10
8			0,0	0,0	3,0	46,0	1x16+N25	3,272	0,45	5,08	2,31
9	2		1,5	328,0	3,0	56,0	1x16+N25	3,272	0,55	5,62	2,56
10			0,0	0,0	1,5	56,0	1x16+N25	3,272	0,27	5,90	2,68
11	1		0,7	164,0	1,5	60,0	1x16+N25	3,272	0,29	6,19	2,81
12	1		0,7	164,0	0,7	49,0	1x16+N25	3,272	0,12	6,31	2,87
13			0,0	0,0	1,5	49,0	1x16+N25	3,272	0,24	1,64	0,75
14	1		0,7	164,0	1,5	49,0	1x16+N25	3,272	0,24	1,88	0,86
15	1		0,7	164,0	0,7	39,0	1x16+N25	3,272	0,10	1,98	0,90
16	2		1,5	328,0	1,5	37,0	1x16+N25	3,272	0,18	5,80	2,64

2,87% < 7% ok

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos mecánicos Anexo 10

Hipótesis de estado

La hipótesis para el cálculo mecánico de conductores eléctricos es considerada como la base de los factores meteorológicos, como se puede ver en la tabla N° 19,

La temperatura mínima en el caserío Quirichima es de: 16° C, pero consideraremos 5 ° C

La temperatura Máxima en el caserío Quirichima es de: 32° C, pero consideraremos 40 ° C

La temperatura promedio anual es de 23°

Tabla 14. Hipótesis de la ecuación de truxa.

HIPÓTESIS N° 1: Condición de máximo esfuerzo	Ttemperatura: 5°C, Vvelocidad de viento: 70 Km/h,
HIPÓTESIS N° 2: Condición de mayor duración (EDS)	23° C, Vvelocidad de viento: Nula,
HIPÓTESIS N°3: Condición de flecha máxima	Ttemperatura: 40°C, Vvelocidad de viento: Nula,

Fuente: Elaboración propia.

Esfuerzos mecánicos en el conductor portante

El esfuerzo del conductor portante de aleación de aluminio será en todos los casos, de 52,3 N/mm², aproximadamente 18 % del esfuerzo de rotura del conductor,

El esfuerzo máximo del conductor no superará 176 N/mm²,

Cálculo de cambio de estado Anexo 11:

Tabla 15. Esfuerzo mecánico en el conductor RS.

Vano (m)	30	50	56,47	60	70
σ (Kg/mm²)	8,54	9,12	9,31	9,41	9,69
<i>HIP,</i>					
<i>f</i> (m)	0,21	0,54	0,68	0,76	1,00
σ (Kg/mm²)	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44

HIP, II	f (m)	0,13	0,37	0,47	0,53	0,72
	σ (Kg/mm²)	3,45	3,86	3,98	4,04	4,19
HIP, III	f (m)	0,21	0,52	0,64	0,71	0,94

Fuente: Electric manual.

De la Tabla N° 15 el esfuerzo en el conductor es de 9,31 kg/mm² que está por debajo del esfuerzo permitido por la norma que es de 17,33 kg/mm².

FORMACION	SECCION DEL CONDUCTOR PORTANTE (mm ²)	DIAM. EXTERIOR TOTAL (mm)	MASA TOTAL (kg/m)	MODULO DE ELAST. DEL PORTANTE (kN/mm ²)	COEFICIEN. DE DILAT. TERMICA (1/°C)
3x35+16/25	25	20,0	0,481	60,82	21x10-6
3x25+16/25	25	18,5	0,397	60,82	21x10-6
3x16+16/25	25	16,5	0,310	60,82	21x10-6
3x35/25	25	20,0	0,419	60,82	21x10-6
3x25/25	25	18,5	0,336	60,82	21x10-6
3x16/25	25	16,5	0,249	60,82	21x10-6
2x35+16/25	25	20,0	0,362	60,82	21x10-6
2x25+16/25	25	18,5	0,307	60,82	21x10-6
2x16+16/25	25	16,5	0,249	60,82	21x10-6
2x16/25	25	16,5	0,187	60,82	21x10-6
1x16/25	25	16,5	0,125	60,82	21x10-6

Figura 18. Características de los cables autoportantes.

3.4. Calcular la evaluación económica del sistema de generación eléctrica fotovoltaico a través del TIR y VAN.

Si consideramos que la Población de Diseño es de 23 viviendas (Proyectadas para los próximos 20 años) y consideramos la tasa de corte de US \$ 1,300 o S./ 4,300.00, por lote, nos determina el nivel máximo de inversión en el proyecto de electrificación, teniendo como ingresos el ahorro monetario de los pobladores en velas, kerosene, recarga de baterías que gastan en promedio los pobladores del Caserío.

Se adjunta el presupuesto de construcción e instalación:

Presupuesto de Suministro de la Electrificación Quirichina – Sector Coyuna :

PRESUPUESTO DE SUMINISTRO						
PROYECTO : ELECTRIFICACION CON PANELES SOLARES QUIRICHINA - COYUNA						
FECHA :					jul-19	
ITEM	ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO	P. PARCIAL	SUB- TOTAL
SUMINISTRO DE MATERIALES						
1,00	INSTALACIONES MECANICAS					
1,01	PANELES SOLARES 190 Wp	C/U	22	725,00	15.950,00	
1,02	BATERIAS RITAR 200 AH	C/U	20	250,00	5.000,00	
1,03	CONTROLADOR VICTRON ENERGY	C/U	1	760,00	760,00	
1,04	INVERSOR MUST RANGO 5 KW	C/U	1	590,00	590,00	
1,05	AEROGENERADOR RANGO 5 KW	C/U	1	3.500,00	3.500,00	
1,06	POSTES DE 8 MTS	C/U	10	340,00	3.400,00	
1,07	CONDUCTOR 10 MM2	MT	900	2,00	1.800,00	31.000,00

Figura 19. Presupuesto de suministro.

PRESUPUESTO DE MONTAJE						
PROYECTO : ELECTRIFICACION CON PANELES SOLARES QUIRICHINA - COYUNA						
FECHA :					jul-19	
ITEM	ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNITARIO	P. PARCIAL	SUB- TOTAL
SUMINISTRO DE MATERIALES						
1,00	INSTALACIONES MECANICAS					
1,01	PANELES SOLARES 190 Wp	C/U	22	945,00	20.790,00	
1,02	BATERIAS RITAR 200 AH	C/U	20	150,00	3.000,00	
1,03	CONTROLADOR VICTRON ENERGY	C/U	1	670,00	670,00	
1,04	INVERSOR MUST RANGO 5 KW	C/U	1	340,00	340,00	
1,05	AEROGENERADOR RANGO 5 KW	C/U	1	8.000,00	8.000,00	
1,06	POSTES DE 8 MTS	C/U	10	390,00	3.900,00	
1,07	CONDUCTOR 10 MM2	MT	900	2,00	1.800,00	38.500,00

Figura 20. Presupuesto de montaje.

Tabla 16. Presupuesto de suministro y montaje.

PRESUPUESTO DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE ELECTRIFICACIÓN DE CASERIO QUIRICHINA – SECTOR COYUNA					
I TEM	DESCRIPCION	CA NTD	P. UNI	P.P AR	TOTAL
0 1	Suministro de Instalaciones	1	31,000.00	31,000.00	0
0 2	Montaje de Instalaciones	1	38,500.00	38,500.00	0
COSTO DIRECTO					69,500
COSTO DE SUPERVISION					3,500
G.G + UTILIDAD					14,600
COSTO SIN IG V					87,600
IGV					15,768
COSTO TOTAL					103,368

Fuente: Elaboración Propia.

Bajo los siguientes criterios se trabajará:

Vida de funcionamiento de las Instalaciones: Bajo la vida útil de los componentes se asume que será de 10 años, considerando que la tecnología avanza de manera abrupta.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS		34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00	34,300,00
EGRESOS	103,368,00	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04	3,101,04
NETO	-103,368,00	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96	31,198,96

Algunos conceptos Anexo12:

Se logró encontrar los siguientes valores económicos y financieros en las instalaciones eléctricas.

Tabla 17. Cuadro VAN Y TIR.

VAN	39.740,34		TASA	11,00%	
TIR	15,50%				

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

En este diseño fotovoltaico en primer lugar se tuvo que realizar cálculos numéricos y basarse en estudios, encuestas ficha de recolección de datos, para así determinar o hallar su carga máxima anual del caserío a donde se planea realizar la investigación, considerando el crecimiento anual de su población según INEI.

Con la generación fotovoltaica y eólica realizo el diseño basándose en variables y encuestas donde podemos hacer cálculos reales de la radiación y velocidades de su viento, con una autonomía de 2 días de respaldo en el peor mes del año para garantizar el suministro de energía eléctrica.

Con el cálculo eléctrico de sus parámetros en lo que concierne a máxima demanda se realizó utilizando una plantilla como ejemplo ya que existe una instalación de baja potencia en el caserío de 5.

VI. CONCLUSIONES

- La Solución para Electrificar el Sector Coyuna del Distrito de Cañarís, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque es la solución Híbrida en este caso Solar Fotovoltaica y Eólica, tal como lo es para el 8 % de la población nacional, con especial énfasis en el sector Rural
- El Sector Coyuna será abastecido por un Sistema Fotovoltaico – Solar + Eólico, con Potencias instaladas dentro del rango de 4.18 kw para el Sistema Fotovoltaico – Solar y de 3.5 Kw eólico, con una producción diaria promedio de 15.03 Kwhr (8,87 Kwhr o 59 % de Origen Fotovoltaico y 6.16 Kwhr de Origen Eólico.
- Queda pendiente para un nuevo trabajo de investigación, el estudio del acoplamiento de las centrales solar – fotovoltaica y eólica, dentro de los ambientes de una red inteligente
- Se aumenta la confiabilidad del sistema híbrido a niveles parecidos a los suministros que goza el sistema interconectado.

VII. RECOMENDACIONES

- Se debe electrificar el Caserío Quirichina – Sector Coyuna, por la alta necesidad social de su existencia y la rentabilidad social de su implementación
- Se debe seguir combatiendo el efecto invernadero y calentamiento global
- Se debe seguir mejorando la calidad de vida de poblaciones cercanas a los grandes proyectos de extracción minera.


REFERENCIAS

- Berrino, C. H., Silva, L. I., & Buccarelli, A. (2018). CALCULO Y DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN EL MARCO DEL PROGRAMA NACIONAL DE FOMENTO PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES. (A. C. Mercosur, Ed.) *Revista Pymes, Innovación y Desarrollo*, 6, 24-43.
- Bilbao Moran, A., & García-Jalón, A. A. (2018). *EL MERCADO ENERGÉTICO Y DE RENOVABLES EL CASO SIEMENS GAMESA*. China.
- Capra, F. (1992). *EL PUNTO CRUCIAL*. Buenos Aires - Argentina: Troquel.
- Correa Montenegro, H. J., & Gonzáles Silva, V. J. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°287 DE LA COMUNIDAD NATIVA VILLA GONZALO, DISTRITO RÍO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS*. Chiclayo - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Giraudy Arafet , C., Massipe Cano, I., Rodríguez Rivera , R., Rodríguez Gámez, M., & Vázquez Pérez, A. (Agosto de 2014). FACTIBILIDAD DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A RED. *Ingeniería Energética*, XXXV (2/2014), 141-148.
- Lago, R. (2011). ¿CUANTA ENERGÍA NECESITAMOS? (67).
- Morán, F. A., Facchini, M. L., & Doña, V. M. (2010). IMPACTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LOS NIVELES DE TENSIÓN. APLICACIÓN CASO REAL. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 14.
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2010a). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, MANUAL TÉCNICO PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN. (2016). *LA INDUSTRIA DE LA ELECTRICIDAD EN EL PERÚ: 25 AÑOS DE APOORTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PAÍS*. Magdalena del Mar, Lima.
- Pareja Aparicio, M. (2010). *ENERGÍA SOLA FOTOVOLTAICA: CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN AISLADA*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Poblano Ortiz, E. S., Romantchik Kriuchkova, E., Hahn Schlam, F. F., & Betanzos Castillo, F. (16 de Mayo de 2015). COMPARACIÓN DE LOS COSTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA INVERNADEROS Y GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 679-693.

Rogério Mossandel, A., Brown Manrique, O., & Mujica Cervantes, A. (Abri, Mayo, junio de 2015). RIGO POR GOTEO CON ENERGÍA SOLAR PARA EL TOMATE EN CAVACO, BENGUELA, ANGOLA. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 11-17.

ANEXOS

Anexo 01

		FICHA DE REGISTRO DE CONSUMO ENERGÉTICO		
UBICACIÓN				
Nombre de la Zona				
Distrito				
Provincia				
DATOS GENERALES				
Nombres y Apellidos del evaluador				
Nombres y Apellidos del propietario de Vivienda				
Item	Descripción del tipo energía que consume	Unidad	Cantidad/día	Observaciones

Anexo 02

	FICHA DE REVISIÓN DOCUMENTARIA
Tipo de Fuente	Libro <input type="checkbox"/> Revista <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Norma <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Nombre de la Fuente	
Nombre del Documento	
Título / Asunto	
Volumen	
Tomo / Legajo	
Folio / Página	
Lugar y Fecha del Doc	
Autor	
Ubicación de la Fuente	
CONTENIDO	

Anexo 03: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable Independiente.</p> <p>Sistema de Generación Fotovoltaico aislado</p>	<p>Es un conjunto de elementos y equipos que aprovecha la radiación solar para abastecer energía eléctrica necesaria para el suministro a una instalación.</p>	<p>Este sistema se aplica para abastecer de energía eléctrica al caserío Quirichima, el cual no cuenta con este servicio.</p>	<p>Demanda de Energía</p> <p>Energía</p>	<p>KWh</p> <p>KW</p>
<p>Variable Dependiente.</p> <p>Calidad de energía, que abastece al caserío Quirichima.</p>	<p>La calidad de energía eléctrica es utilizada para definir un estándar en el suministro de energía eléctrica.</p>	<p>Control de los parámetros en el suministro de energía eléctrica con lo que se abastece al caserío Quirichima.</p>	<p>Energía</p> <p>Voltaje</p> <p>Amperaje</p>	<p>KW</p> <p>V</p> <p>A</p>

Anexo 04:

Para determinar la tasa del crecimiento poblacional se ha utilizado la siguiente formula:

$$t = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1 \dots (2)$$

Dónde:

Po: Población inicial (la población en el año 1993).

Pf: Población después de n años (la población en el año 2005 o 2007).

Con la tasa de crecimiento determinada proyectaremos la población y vivienda para 20 años.

$$P_{20} = P_0(1 + i)^n \dots (3)$$

Dónde:

Po: Población actual (45 habitantes)

P₂₀: Población proyectada al año 20

i: Taza de crecimiento poblacional (2%)

El número de habitantes proyectados para el año 20 es de:

$$P_{20} = 45x(1 + 0,02)^{20} \approx 67 \text{ habitantes}$$

La cual supone que la relación entre el número de personas por unidad de viviendas es constante.

Reemplazando los resultados anteriores:

$$Vivivenda_{20} = Vivienda_0 x \left(\frac{Poblacion_{20}}{Poblacion_0} \right) \dots (4)$$

$$Vivivenda_{20} = 15x \left(\frac{67}{45} \right) \approx 23 \text{ viviendas}$$

Cálculo de la energía promedio diaria.

Anexo 05:

Alumbrado de vías publicas

La cantidad de puntos de iluminación (PI), se ha tomado en cuenta según la norma la norma DGE “Alumbrado de vías públicas en áreas rurales” siendo el siguiente:

Determinación del consumo de energía mensual por alumbrado público (CMAP):

$$CMAP = KALPxUN \dots (5)$$

Dónde:

CMAP = Consumo mensual de alumbrado público en kW.h

KALP = Factor de AP en kW.h / usuario – mes. Dicho factor es el correspondiente al sector típico 4: KALP=3,3

NU = Número de usuarios de la localidad (15)

$$CMAP = 49,5 \text{ kW. h}$$

Cálculo del número de punto de iluminación (PI):

$$PI = \frac{CMAPx1000}{NHMAPxPPL} \dots (6)$$

Dónde:

PI = Puntos de iluminación.

CMAP = Consumo mensual de alumbrado público en kW.h.

NHMAP = Número de horas mensuales del servicio alumbrado público (horas/mes).

PPL = Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en watts (60 W).

En caso de que los Puntos de iluminación (PI) sea un numero decimal de deberá redondear al número inferior.

Se considera que las horas de alumbrado público se comprende de 8 a 12 horas siendo mayormente 12 horas. (NHMAP = 12 x 30 = 360).

Reemplazaremos los datos con la formula correspondiente:

$$PI = \frac{C_{MAPX1000}}{NHMAP \times PPL} \approx 2$$

Anexo 06:

$$f(v) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \cdot e^{\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right]} \dots (7)$$

Dónde:

K: parámetro de forma

C: Parámetro de escala

Para ello

La fórmula anterior corresponde a la de una recta de la forma:

$$y = kx + b \dots (8)$$

$$y = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1 - F(v)}\right)\right)$$

Anexo 07:

Los parámetros de dimensionamiento de la batería son de máxima profundidad de descarga (estacional y diaria) y el número de días de autonomía para lo que se ha considerado lo siguiente.

$$C_T = (N_{autonomia} \times E_{entregado a la carga}) / (P_D \times V_T) \dots (14)$$

Dónde:

C_T = Capacidad mínima del banco de baterías, expresada en Ah.

$N_{autonomia}$ = Número de días de autonomía =2.

$P_D = 0,7$.

$V_T = 48$ V.

$$C_T = (2 \times 15\,038) / (0,7 \times 48)$$

$$C_T = 895,11 \text{ A.h}$$

Anexo 08:

El número de baterías que deben conectarse en serie:

$$N_{S\,bat.} = V_T / V_{bat.} \dots (15)$$

Dónde:

$N_{S\,bat.}$ = Número de baterías que deben conectarse en serie.

V_T = Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (V).

$V_{bat.}$ = Tensión nominal de la batería (V).

$$N_{S\,bat.} = 48/12$$

$$N_{S\,bat.} = 4 \text{ baterías}$$

El número de baterías que deben conectarse en paralelo

$$N_{P\,bat.} = C_T / C_{bat.} \dots (16)$$

Dónde:

$N_{P\,bat.}$ = Número de baterías conectados en paralelo.

C_T = Capacidad total del banco de baterías (A.h).

$C_{bat.}$ = Capacidad individual de una batería (A.h).

$$N_{P\ bat.} = 895,11 / 200$$

$$N_{P\ bat.} = 4,47 \approx 5$$

Se usaran 20 baterias RITAR de 200 A.h

Anexo 09:

Para calcular la calidad de tensión con la siguiente ecuación:

$$\Delta V = KxLxIx10^{-3}.$$

Dónde:

I = Corriente eléctrica que recorre el circuito, en A

L = Longitud del tramo, en m

K = Factor de caída de tensión

Anexo 10:

Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno

En lugares accesibles sólo a peatones: 5,0 m,

En zonas no accesibles a vehículos a personas: 3,0 m,

En lugares con circulación de maquinaria agrícola: 6,0 m,

A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas: 6,0 m,

En cruce de calles, avenidas y vías férreas: 6,5 m,

Los cálculos mecánicos tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación.

Anexo 11:

El cálculo de cambio de estado se ha determinado mediante la siguiente expresión algebraica:

$$\sigma_F^2 \left[\sigma_F + E\alpha(t_f - t_i) + \frac{W_{ri}^2 * L^2 * E}{24 * A^2 * \sigma_i^2} - \sigma_i \right] = \frac{W_{rF}^2 * L^2 * E}{24 * A^2}$$

Vano Básico: El tensado de conductores; comprendidos entre dos estructuras de anclaje debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea, Analíticamente se demuestra:

El vano básico se ha calculado entre los postes

$$V_{basico} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}} \dots$$

Anexo 12:

Teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

Relación Beneficio – Costo: $\sum B / \sum C$, de donde:

B = Beneficios del Proyecto

C = Costos del Proyecto

VAN (Valor Actual) = $\sum l_i - E_i / (1 + i)^N$, de donde :

l_i = Ingresos contabilizados en el año

E_i = Egresos contabilizados en el año

i = Costo del Prestamo en porcentaje

TIR (Tasa de Retorno a flujos internos) = VAN = 0 = $\sum l_i - E_i / (1 + TIR)^N$