



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico
fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuerón en
Salas en el departamento de Lambayeque”**

Autor:

De La Cruz Cajó, Miguel Alex

Asesor:

Carranza Montenegro, Daniel

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico
fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuerón en
Salas en el departamento de Lambayeque”**

Autor:

De La Cruz Cajo, Miguel Alex

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: DR. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA

SECRETARIO: ING.ROBINSON TAPIA ASENJO

MIEMBRO: ING.HECTOR OLIDEN NUÑEZ

ASESOR: DR. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

TITULO

**“Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para
electrificar el caserío el Higuerón en Salas en el departamento de
Lambayeque”**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Autor: De La Cruz Cajó, Miguel Alex

DR. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA
PRESIDENTE

ING.ROBINSON TAPIA ASENJO
SECRETARIO

ING.HECTOR OLIDEN NUÑEZ
MIEMBRO

DR. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico a mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano que siempre ha estado junto a mí y brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padre.

A mis tíos que me brindaron su apoyo incondicional desde el inicio de mi preparatoria hasta la sustentación de esta tesis, han estado siempre guiándome y aportando consejos diariamente.

Y a dos amigos, Ricardo Ortiz y José justo cajo que, gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi hermano, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mis tíos, que siempre más cerca. Y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

Agradezco especialmente a mis tíos Crispín Cajo Mora y Luisa Carlos Purihuaman quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

Al Dr. Daniel Carranza Montenegro por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío del Higuérón en el distrito de salas. Cuyo tipo de investigación es aplicada y se obtuvo que para una proyección de 20 años la energía necesaria que necesita el caserío el Higuérón es de 35,93 kWh para 69 viviendas y tres cargas especiales. Analizando las tres fuentes de radiación que es la SENAMHI, NASA y el software Solarius plus se tomó la radiación más desfavorable que es 4,5 kWh/m²/día. Los datos de velocidad y dirección del viento de cada hora se obtuvieron de la estación meteorológica Lambayeque a una altura de 2,5 m y se trabajó con el mes más desfavorable que es junio. Se dimensionó el sistema eólico fotovoltaico el cual está compuesto 01 Aerogenerador de E70 PRO, 36 paneles YGE 60 Cell Series 2 de 295Wp, 16 Baterías Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840, 1 inversor PV3500 Series 8kW, 3 controladores SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON. El sistema eólico fotovoltaico tiene un costo referencial de S/. 231 593,64.

Palabras clave: sistema híbrido, eólico, fotovoltaico.

ABSTRACT

The present project consists in the sizing of a photovoltaic wind hybrid system to electrify the Higuero hamlet in the salas district. Whose type of investigation is applied and it was obtained that for a 20-year projection the necessary energy needed by the Higuero hamlet is 35.93 kWh for 69 homes and three special loads. Analyzing the three radiation sources that is SENAMHI, NASA and Solarius software are the most unfavorable radiation that is 4.5 kWh / m² / day. The hourly wind speed and direction data were obtained from the Lambayeque weather station at a height of 2.5 m and were detected with the most unfavorable month in June. The photovoltaic wind system was dimensioned which is composed of 01 E70 PRO wind turbine, 36 YGE 60 Cell Series 2 panels of 295Wp, 16 Stationary Batteries 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840.1 inverter PV3500 Series 8kW, 3 SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON controls. The photovoltaic wind system has a reference cost of S /. 231 593,64.

Keywords: hybrid system, wind, photovoltaic.

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Delimitación de la Investigación	2
1.3.1. Delimitación espacial	2
1.3.2. Delimitación temporal.....	4
1.3.3. Delimitación conceptual.....	4
1.4. Justificación e Importancia de la TESIS	4
1.5. Limitaciones de la TESIS	5
1.6. Objetivos de la TESIS	5
1.6.1. Objetivo General	5
1.6.2. Objetivo Específicos	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de Estudios.....	7
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado	17
2.2.1. Energía solar fotovoltaica.....	17
2.2.2. Coordenadas y movimientos de la tierra	17
2.2.3. Orientación del generador fotovoltaico.....	18
2.2.4. Radiación solar	19
2.2.5. El viento.....	20
2.2.6. Comportamiento del viento en el espació.....	21
2.2.6.1. Variación con la altura	21
2.2.6.2. Influencia del terreno.....	23
2.2.6.2.1. Variaciones de la rugosidad del terreno	23

2.2.6.3.	Componentes de un sistema Eólico – fotovoltaico	24
2.2.6.3.1.	Esquema de instalación.....	24
2.2.7.	Ecuaciones.....	25
2.3.	Definición conceptual de la terminología empleada.	35
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO		42
3.1.	Tipo y diseño de investigación	42
3.2.	Población y muestra.....	43
3.3.	Hipótesis.....	43
3.4.	Variables - Operacionalización	44
3.5.	Métodos y Técnicas de investigación.....	45
3.6.	Descripción de los instrumentos utilizados.....	46
3.7.	Análisis Estadístico e interpretación de los datos	46
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....		47
4.1.	Propuesta de la investigación	47
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		49
5.1.	Cálculo de la energía eléctrica promedio diaria y máxima demanda requerida por el caserío Higueron.	49
5.1.1.	Consumo de energía necesaria diaria(Wh/día).....	49
5.1.2.	Energía total que debe suministrar el sistema hibrido.	52
5.2.	Evaluación del recurso eólico y solar para el aprovechamiento en la producción de energía eléctrica.....	53
5.2.1.	Radiación solar promedio en el caserío el Higueron.....	53
5.2.2.	Potencial eólico en el caserío el Higuerón.	57
5.3.	Equipamiento del sistema hibrido eólico fotovoltaico.	62
5.3.1.	Dimensionamiento del sistema hibrido eólico fotovoltaico.	62
5.4.	Presupuesto del sistema hibrido eólico fotovoltaico.....	76
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES		78
6.1.	Conclusiones.....	78
6.2.	Recomendaciones	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Valores del exponente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno.	23
Tabla N° 2: Variables - Operacionalización.....	44
Tabla N° 3:Técnicas e instrumentos.....	46
Tabla N° 4 : Tasa de crecimiento geométrico anual Lambayeque.....	49
Tabla N° 5: Consumo de energía promedio diario del caserío el higuerón	51
Tabla N° 6: Irradiación promedio mensual en una superficie horizontal	55
Tabla N° 7:Irradiación diaria media mensual (kWh/m ²) con software.....	56
Tabla N° 8 : comparación de radiación solar de los datos de las tres fuentes.....	57
Tabla N° 9: Distribución de frecuencias de la velocidad del viento.....	58
Tabla N° 10: Representación gráfica de la frecuencia relativa acumulada.	59
Tabla N° 11: Representación gráfica de la frecuencia.	59
Tabla N° 12: valores para el reajuste lineal.....	60
Tabla N° 13: Frecuencia de la velocidad según la función de Weibull	61
Tabla N° 14:Energía que puede obtenerse con el generador mes de junio.	62
Tabla N° 15: Características eléctricas del panel fotovoltaico.	63
Tabla N° 16:Energía total suministrada por el sistema híbrido.	64
Tabla N° 17 :Características del Controlador SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON.	66
Tabla N° 18 :Caída de tensión según el IDAE.....	69
Tabla N° 19:Datos eléctricos de conductores FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares.ver(anexo 8)	71
Tabla N° 20: Lámpara de alumbrado vs potencia.....	73
Tabla N° 21:Tabla de máxima y mínima temperatura registrada de cada mes del año 2018.....	74
Tabla N° 22 :hipótesis para utilizar la ecuación de TRUXA.	74
Tabla N° 23:Valor referencial para el suministro de materiales para el sistema eólico – fotovoltaico.	76
Tabla N° 24: Costo directo del sistema eólico fotovoltaico	76
Tabla N° 25 : Costo total de la red secundaria	77
Tabla N° 26:Costo total del proyecto.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:Ubicación del distrito de salas en la provincia de Lambayeque.	3
Figura N° 2 : a)Latitud y b)Longitud	18
Figura N° 3:Espectro electromagnético de radiación solar.....	20
Figura N° 4: variación con la altura.	21
Figura N° 5:Desarrollo de la capa limite	21
Figura N° 6:Esquema de instalación	25
Figura N° 7: incidente de insolación del cielo en una superficie horizontal.	55
Figura N° 8:Grafica de reajuste lineal.....	60
Figura N° 9: Controlador SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON.....	65
Figura N° 10: Batería Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840.	67
Figura N° 11: Inversor PV3500 Series	69

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis titulado “**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERÍO EL HIGUERON EN EL DISTRITO DE SALAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**”. El desarrollo de esta tesis consigna una serie de capítulos que se presentan a continuación:

Capítulo I, explica el planteamiento del problema, formando parte de ello la descripción de la situación actual, la delimitación y los objetivos.

En el capítulo II, el marco teórico de la investigación, la teoría que sustenta la investigación; el cual está compuesto por los antecedentes, la temática desarrollada producto de la revisión de literatura de acuerdo a las variables e indicadores.

En el Capítulo III, se explica la metodología de la investigación tomando en consideración los siguientes puntos: El tipo de investigación, la población, técnicas de investigación, así como el análisis estadístico de los datos.

Capítulo IV, se presenta la propuesta que dará solución a la realidad problemática.

Capítulo V, se presenta el análisis e interpretación de los resultados de las evaluaciones técnicas y económicas, tomando en cuenta los resultados de los 3 cálculos realizados.

Capítulo VI, Finalmente se da a conocer las conclusiones y recomendaciones

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

El caserío el Higuerón cuenta con 44 viviendas, 01 Institución Educativa (integrada PRONOEI y primaria), 01 iglesia y 01 local de regantes, se observó que no posee el servicio eléctrico, los habitantes utilizan velas, para cargar su celular tiene que ir el distrito recorriendo largas distancias, a si también como los que utilizan como medio alternativo baterías. Las redes eléctricas convencionales se encuentran 10 Km de distancia razón por la cual la concesionaria no ha hecho la ampliación a pesar de que hace 10 años se está solicitando. Siendo la energía eléctrica un requisito imprescindible para el desarrollo.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo podremos dimensionar un sistema eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el higuerón en el distrito de salas en el departamento de Lambayeque?

1.3. Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación espacial

La investigación de desarrolló en el caserío el Higuerón en el distrito de salas departamento de Lambayeque.

El Distrito de Salas está situado en el extremo oriental de la provincia de Lambayeque, alejado del mar y pegado a la cordillera Occidental de los

Andes, cuyos contrafuertes cortan su territorio. Su territorio está subdividido en las regiones Chala y Yunga¹.

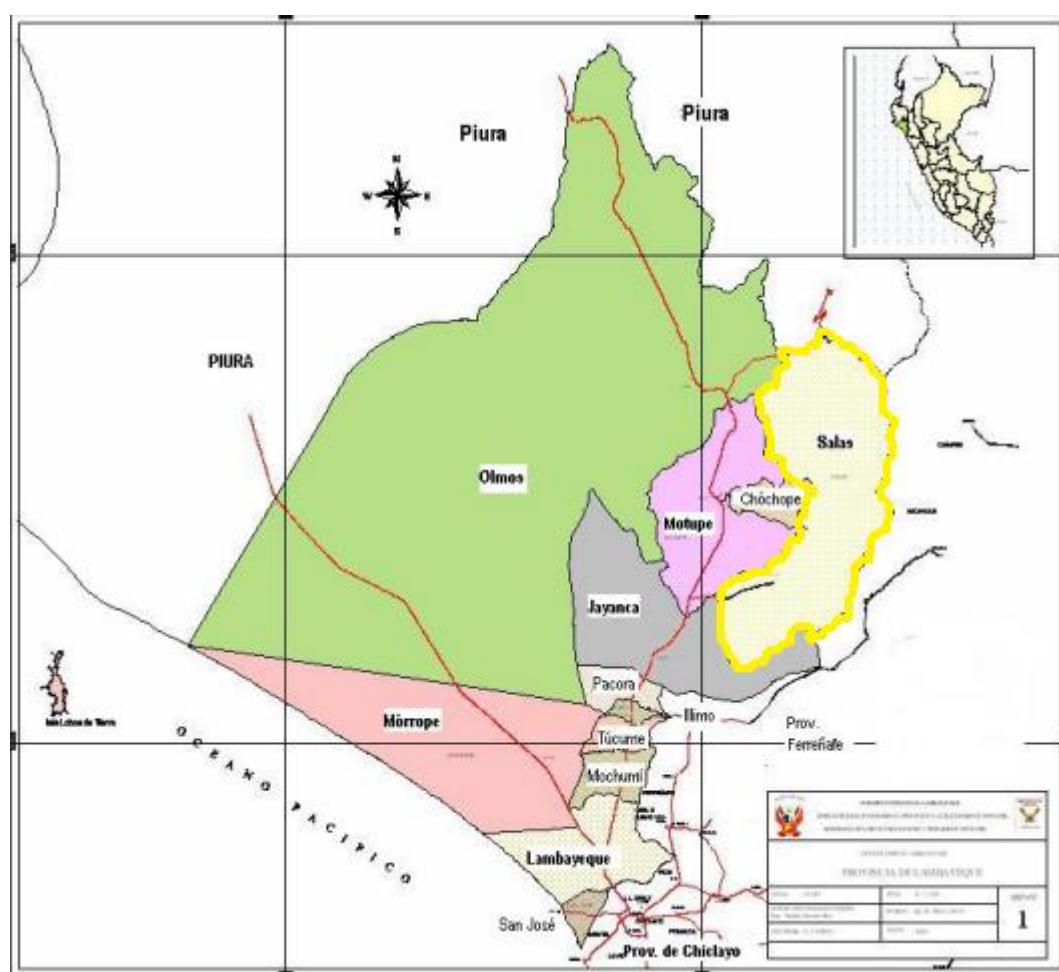


Figura N° 1: Ubicación del distrito de Salas en la provincia de Lambayeque².

Clima: Es variado, cálido templado en las partes de la costa y zonas bajas de la Yunga marítima, frío templado en las partes altas de la Yunga marítima³.

¹ <http://www.munisalas.gob.pe/index.php?id=1&val=3>

² http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/PDCProv2010_2021.pdf

³ Plan de desarrollo concertado municipalidad distrital de Salas 2013 – 2021

1.3.2. Delimitación temporal

El proyecto de investigación duro 6 meses, específicamente en el caserío el Higuero en el distrito de salas.

1.3.3. Delimitación conceptual

En el proyecto de investigación se tomarán los conceptos y definiciones de energía no convencionales y tratar exclusivamente de la energía fotovoltaica y eólica.

El proyecto está dirigido a la solución del problema exclusivamente de los habitantes del caserío el Higuero.

1.4. Justificación e Importancia de la TESIS

Justificación Ambiental

El dimensionamiento de un sistema hibrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el higuero en salas en el departamento de Lambayeque, brinda la generación de energía limpia que no afecta al medio ambiente y es una solución para suministrar energía eléctrica contribuyendo con el medio ambiente.

Con la implementación de este proyecto las viviendas dejaran de utilizar velas, que producto de la combustión se genera dióxido de carbono y agua, el uso de las lámparas que para la combustión son utilizados combustibles fósiles estos emiten finas partículas de hollín que son perjudiciales no solo para la salud humana, sino también para la salud ambiental.

Justificación Económica

Con la implementación de este proyecto los habitantes dejarán de hacer gastos en velas, mecheros, baterías, compra de pilas, compra de combustible, lo que significara un ahorro.

Justificación Científica

Hoy en día estamos frente a un problema grave el aumento de la contaminación ambiental por eso este proyecto está relacionado con la obtención de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

Promover el uso de energías no convencionales.

1.5. Limitaciones de la TESIS

La investigación se ha limitado en cuanto a la irradiación a los datos recopilados de: SENAMHI, página web de la NASA, software Solarius Plus.

Con respecto a la velocidad del viento se ha limitado a los datos recopilados de la estación meteorológica automática Lambayeque.

1.6. Objetivos de la TESIS

1.6.1. Objetivo General

Dimensionar un sistema híbrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuérón en el distrito de Salas departamento de Lambayeque.

1.6.2. Objetivo Específicos

- a) Investigar y definir la energía eléctrica promedio diaria y máxima demanda requerida por el caserío Higuerón.
- b) Evaluar el recurso eólico y solar para el aprovechamiento en la producción de energía eléctrica.
- c) Determinar el equipamiento del sistema híbrido eólico fotovoltaico.
- d) Realizar el presupuesto del sistema híbrido eólico fotovoltaico.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

Contexto Internacional

Ortega Izquierdo, Margarita (2016). Análisis de los impactos socioeconómicos de las energías eólica y solar fotovoltaica en Europa. Universidad de Burgos (España) en 2016.

Los impactos socioeconómicos asociados a las energías renovables son objeto de un intenso debate internacional. Esta investigación pretende cuantificar cuatro de los principales impactos socioeconómicos asociados a las tecnologías eólica y solar fotovoltaica en los Estados miembros de la Unión Europea en el período 2008-2013. Se analizan los costes del apoyo público y los principales beneficios de estas tecnologías. Los beneficios debidos a la reducción de emisiones y al ahorro de combustibles fósiles se calculan con una robusta metodología, basada en una herramienta internacionalmente validada. Asimismo, se ha diseñado una innovadora metodología para el cálculo de los empleos brutos que aplica factores dinámicos de empleo y considera la capacidad productora de cada país y las curvas de aprendizaje. La principal aportación de esta tesis es el diseño de ambas metodologías, de sencilla aplicación, basadas en datos públicos y fácilmente replicables. Los resultados son similares a

los de otros autores, validando ambas metodologías y pueden servir como instrumento para analizar inversiones y diseñar políticas energéticas⁴.

Ortiz Ceballos, Yadira Natalí (2015). Aplicación para una central eólica y una central solar fotovoltaica. Universidad de Cuenca (Ecuador) en 2015.

La energía eólica en el Ecuador, va siendo implementada con cierta recurrencia, Villonaco se encuentra funcionando, Minas de Huascachaca está en la fase de estudios, en tanto que la energía solar fotovoltaica va cobrando importancia progresiva tanto en usos colectivos, cuanto individuales. Estas realidades, han motivado el presente estudio, en el que se pretende obtener información suficiente, que resulte de la comparación de estos dos sistemas, considerando al efecto, costos, capacidades, y niveles de impacto ambiental. Aprovechando las herramientas informáticas existentes y la red, se puede contar actualmente con información precisa, desde todas las aristas que este estudio requiere; por ello se han incorporado datos, referencias, valores y más detalles, de tal forma que se pueda contar con un estudio integral sobre el tema. Las conclusiones, permiten definir qué sistema resulta más beneficioso, para el estado y para el planeta⁵.

⁴ Ortega Izquierdo, Margarita (2016): Análisis de los impactos socioeconómicos de las energías eólica y solar fotovoltaica en Europa, Tesis doctoral. Universidad de Burgos(España). Facultad de Ingeniería.

⁵ Ortiz Cevallos, Yadira Natalí (2015): análisis de ciclo de vida de la generación eléctrica. aplicación para una central eólica y una central solar, Tesis de grado. Universidad de Cuenca (Ecuador). Facultad de Ingeniería.

Alfonso, Ignacio (2019). análisis de cortocircuito en generadores eólicos y fotovoltaicos. Universidad de la República (Uruguay) en 2019.

En este trabajo se analizan las corrientes de CC de generadores no convencionales presentes en el SE uruguayo y se comparan sus características con respecto al generador síncrono (GS) tradicional. Los generadores no convencionales que se estudiarán son los generadores fotovoltaicos (PV) y los parques eólicos compuestos por aerogeradores Full Converter (FC) y doblemente alimentados (DFIG). Se utiliza la norma IEC-60909 [1] para caracterizar las corrientes de CC. Se estudia también las corrientes de CC de estos generadores en cumplimiento con las exigencias impuestas por UTE en su Convenio de Uso [2]. Resumen de los objetivos: 1. Realizar un estudio comparativo del aporte de la corriente de cortocircuito en un punto de la red, entre los distintos generadores conectados en la red uruguaya. 2. Realizar un estudio comparativo del impacto de estas corrientes en equipamiento y protecciones de la red. Desde el capítulo 2 a 4 se hace un estudio teórico del comportamiento dinámico frente a CC, de los distintos tipos de generadores presentados. El capítulo 5 se comparan las corrientes de CC de los generadores mediante la norma internacional IEC-60909 [1]. En el capítulo 6 se analiza el impacto de las corrientes de CC en equipamiento y protecciones, teniendo en cuenta los grid code definidos por UTE⁶.

⁶ Esteve, F, Silveira, C y Maldonado, A. (2019.). ACGEF: análisis de cortocircuito en generadores eólicos y fotovoltaicos. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.

Contexto nacional

García Quispicho, Eduardo Andrés (2015). Cálculo De Un Sistema Híbrido Eólico - Fotovoltaico Aislado En Zonas Alejadas. Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.

En el desarrollo de las comunidades es indispensable la dotación de energía eléctrica para una mejor formación y calidad de vida de los pobladores. De manera que es necesario llegar hasta las zonas más alejadas en donde no llega la red eléctrica y proporcionar este recurso a cada vivienda o zona rural que la necesite. Esta creciente necesidad ha logrado que diferentes tecnologías se adapten para el uso de los recursos naturales y lograr las mejoras en las comunidades en sus diferentes sectores como educación, salud, comunicaciones, etc. Las comunicaciones hoy en día están llegando a zonas rurales del Perú donde antes era muy difícil de llegar, gracias al uso de energía renovables se puede suministrar energía eléctrica a los diferentes equipos de manera ininterrumpida y no contaminante para el ambiente. En el presente informe se presenta de manera general los componentes tanto de la parte de telecomunicaciones como equipos de generación de energía renovable híbrida y el cálculo de sus componentes para el dimensionamiento⁷.

⁷ García Quispicho, E. A. (2015). Cálculo de un sistema híbrido eólico - fotovoltaico aislado en zonas alejadas.

Chávez Soto, Juan Carlos, and Medina Sánchez (2014). Estudio Y Dimensionamiento De Un Sistema Híbrido Eólico Solar Para El Alumbrado De Las Vías Y El Cerco Perimétrico Del Campus Universitario De La Universidad Nacional Del Santa. Universidad Nacional del Santa, 2014.

El presente informe de tesis, tiene como finalidad difundir el uso de energías limpias renovables, lo cual da paso a dejar de depender de energías primarias de origen fósil, esto es posible planteando una alternativa al sistema de generación convencional, en este caso un sistema híbrido de generación netamente renovable. Se planteó un sistema híbrido eólico solar que abasteciera de energía eléctrica principalmente a la iluminación de las vías y el cerco perimétrico del campus de la Universidad Nacional del Santa, el cual suplantará la energía que contrata la universidad para el consumo de las mismas. Se utilizaron métodos estadísticos y matemáticos para poder cuantificar los potenciales eólico y solar del lugar, lo cual ayudará al dimensionado de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos, indispensables en este tipo de sistemas. Se cuantificó el potencial eólico en el campus de la Universidad Nacional del Santa, de acuerdo a esto se pudo dimensionar un sistema de generación híbrida renovable, que consta de un sistema solar fotovoltaico y un sistema eólico de energía, de acuerdo a esto se afirmó que el 17% correspondiente a la energía requerida por la iluminación de las vías y el cerco perimétrico, serán suplidas por el sistema ya mencionado. Mediante el uso del método de distribución de Weibull, se determinó la frecuencia de las velocidades de viento. Se revisaron

catálogos de aerogeneradores, los cuales tienen características de dimensionamiento, de acuerdo al potencial se pudo saber la cantidad de energía generada al año. De la misma manera se verificó el Número de Horas Efectivas de sol, para poder dimensionar los paneles solares, una vez dimensionados se dimensionan los demás equipos que conforman el sistema. Finalmente se determinó que instalar un sistema de generación híbrido eólico solar, es económicamente viable, y que, al ser una fuente de energía renovable limpia, es una muy buena opción para la iluminación de las vías y el cerco perimétrico del campus de la Universidad Nacional del Santa⁸.

Arce Torres, Richard Félix (2018). Diseño de un Sistema de Generación Solar-Eólico para ser Aplicado en Electrificación Rural en el Distrito de Andagua. Universidad Católica de santa María, 2018.

La propuesta es que habiendo una necesidad del uso de recursos naturales como fuente energética es que siendo estas energía limpias y sostenibles y teniendo como objetivo fundamental el de proveer de energía eléctrica una zona rural como es el distrito de Andagua. Esta propuesta termina siendo pertinente en la medida que se considera la construcción de una central híbrida utilizando la energía solar y vientos para transformarlos en energía fotovoltaica y eólica que sirva para cubrir las necesidades energéticas de las familias de Andagua. Para la realización de esta central energética se ha hecho el análisis de la energía potencial

⁸ Chávez Soto, J. C., & Medina Sánchez, J. P. (2014). Estudio y dimensionamiento de un sistema híbrido eólico solar para el alumbrado de las vías y el cerco perimétrico del campus universitario de la universidad nacional del santa.

solar y de vientos en Arequipa, finalmente que tipo de equipos fotovoltaicos y eólicos se requiere para cubrir la necesidad del poblador en esa perspectiva se ha diseñado un presupuesto de cuanto aproximadamente costaría esta central para una distribución energética eficiente. Palabras clave: Recursos Naturales, Central Híbrida, Análisis Energía, Presupuesto, Energía limpia.⁹

Contexto local

Chapoñan Cuzo, Alex Joel (2018). Dimensionamiento De Un Sistema De Generación Fotovoltaico Aislado Para Suministrar Energía Eléctrica a La Localidad De Cruz De Pañala-Morrope-Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018.

El motivo principal de la presente tesis fue el dimensionamiento de un sistema de generación fotovoltaica aislada (selección de paneles fotovoltaicos, reguladores, baterías, inversores, etc.), 38 viviendas para uso doméstico, además de 01 iglesia, 01 local comunal, 01 colegio; para la localidad de localidad de Cruz de Pañala, ubicado en el Distrito de Morrope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. Se obtuvo los datos de radiación solar promedio mensual de todo un año por medio de datos estadísticos brindados por la página de la NASA y del atlas del SENAMHI, en donde se tomó el nivel de radiación solar más bajo 4,01 kWh/ /día, para así no tener problemas con el sistema de generación de energía para la localidad de Cruz de Pañala. La mini central eléctrica

⁹ Arce Torres, R. F. (2018). Diseño de un Sistema de Generación Solar-Eólico para ser Aplicado en Electrificación Rural en el Distrito de Andagua.

fotovoltaica estará compuesta por 60 paneles fotovoltaicos de 185 Wp de potencia cada uno, 48 baterías de acumuladores, 3 reguladores de carga y 3 inversores. Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 11,10 kWp. Se diseñó el sistema de bombeo fotovoltaico implementado con 9 paneles fotovoltaicos de 190 Wp, controlador, bomba sumergible PS1800 LORENTZ. Se diseñó el sistema de distribución en baja tensión en 220 V. Se presupuestó referencial el sistema del sistema generación y distribución, incluido los sistemas fotovoltaicos para bombeo tiene un total de: S/.470 029,95¹⁰.

Rodríguez de la Cruz, Segundo Alquimeres (2019). Dimensionamiento de un sistema eólico fotovoltaico para electrificar el caserío Zapotal en Jayanca en el Departamento de Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

El objetivo principal de la presente tesis fue dimensionar un sistema eólico fotovoltaico para electrificar al Caserío el Zapotal en el distrito de Jayanca departamento de Lambayeque, el tipo de investigación fue aplicada. De donde se obtuvo que: La energía promedio diaria que necesaria para el caserío Zapotal es de 11,994 kWh. Para 25 viviendas proyectadas, 01 iglesia, 01 local comunal. Respecto de la radiación solar según el SENAMHI (Atlas 2003) se ha obtenido un valor de 4,75 kWh/m² /día, según la NASA se ha obtenido un valor de 4,47 kWh/m² /día, y del software METEONORM se ha obtenido un valor de 4,87 kWh/m² /día. Se

¹⁰ Chapoñan Cuzo, A. J. (2018). Dimensionamiento de un Sistema de Generación Fotovoltaico Aislado para suministrar Energía Eléctrica a la localidad de Cruz De Pañala-Morrope-Lambayeque.

ha considerado el menor es decir $4,47\text{kWh/m}^2$ /día. Los datos de la velocidad del viento promedio mensual para conocer los meses críticos se han obtenido de la estación meteorológica de Jayanca del SENAMHI y La velocidad de cada media hora del mes se ha obtenido de la estación meteorológica de la FIME. El sistema eólico fotovoltaico está compuesto por 01 aerogenerador AIR50-3000, 20 paneles fotovoltaicos de 150 Wp de la marca YINGLI SOLAR, 16 baterías de acumuladores 200 Ah de la marca RITAR, 02 reguladores de carga 150/60 y 01 inversor 48/5000-230 V. El presupuesto referencial del sistema eólico fotovoltaico tiene un costo referencial de S/. 242 280,91¹¹.

Taboada Sandoval, Luis Miguel (2019). Diseño de un sistema de generación híbrido eólico solar para la electrificación rural al caserío San Pablo del distrito de Pacora Provincia y Departamento de Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

La presente tesis tiene como objetivo diseñar de un sistema de generación híbrido eólico solar para la electrificación rural al caserío San Pablo del distrito de Pacora provincia y departamento de Lambayeque. Frente a la problemática de falta de suministro de energía eléctrica. El tipo de investigación fue aplicada. Se determinó como resultados del proceso de investigación que la energía promedio diaria que demanda el caserío San Pablo es de 20,456 KWh/día. Para 43 viviendas proyectadas, la potencia instalada es de 6,492 kW. Se consultaron dos fuentes de radiación solar:

¹¹ Rodríguez de la Cruz, S. A. (2019). Dimensionamiento de un sistema eólico fotovoltaico para electrificar el caserío Zapotal en Jayanca en el Departamento de Lambayeque.

según el SENAMHI (Atlas 2003) se ha obtenido un valor de 4,75 kWh/m² /día y del software SOLARIUS PLUS se ha obtenido un valor de 4, 72 kWh/m² /día. Para el dimensionamiento del sistema híbrido eólico solar se ha considerado el menor de estos valores, es decir: 4,72 kWh/m² /día. Para los datos de la velocidad y dirección del viento estos se han obtenido de la estación meteorológica Jayanca con la finalidad de terminar los meses críticos es decir con menor velocidad de viento en este caso el mes de mayo, luego de la estación meteorológica FIME-UNPRG se obtuvieron los datos para el cálculo de la energía que proporciona el aerogenerador. El sistema híbrido eólico solar estará conformado por: el cual está compuesto por 01 aerogenerador ENAIR 30 PRO, 24 paneles fotovoltaicos YINGLI SOLAR de 200 Wp, 12 baterías de acumuladores 503 Ah, 02 reguladores de carga Blue Solar 150/60 y 01 inversor 48/10 000-230 V. Se dimensiono la red de distribución secundaria. El costo referencial del sistema híbrido eólico solar junto con la red de distribución secundaria es de: S/ 385 324,56¹².

¹² Taboada Sandoval, L. M. (2019). Diseño de un sistema de generación híbrido eólico solar para la electrificación rural al caserío San Pablo del distrito de Pacora Provincia y Departamento de Lambayeque.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

2.2.1. Energía solar fotovoltaica

Es la energía procedente del Sol que se convierte en energía eléctrica de forma directa, sin ninguna conversión intermedia. Se produce mediante generadores fotovoltaicos compuestos por módulos fotovoltaicos conectados entre sí que su vez están compuestos por unidades básicas denominadas células solares o fotovoltaicas (Agustin Castejon, 2010)

El conjunto de módulos fotovoltaicos que componen un generador forma una superficie plana que tiene que ser expuesta a la luz del Sol para producir energía eléctrica. La inclinación y la orientación adecuadas de dicha superficie son fundamentales para conseguir una conversión eficiente de energía solar en energía eléctrica (Agustin Castejon, 2010)

2.2.2. Coordenadas y movimientos de la tierra¹³

Mediante las coordenadas geográficas, latitud y longitud (figura N°2) Podemos definir con precisión una posición cualquiera de la superficie terrestre. Se expresan en grados sexagesimales y se dan con referencia al ecuador y al meridiano de Greenwich (Agustin Castejon, German Santamaria).

¹³ Agustin Castejón, German Santamaria. Instalaciones solares Fotovoltaicas.

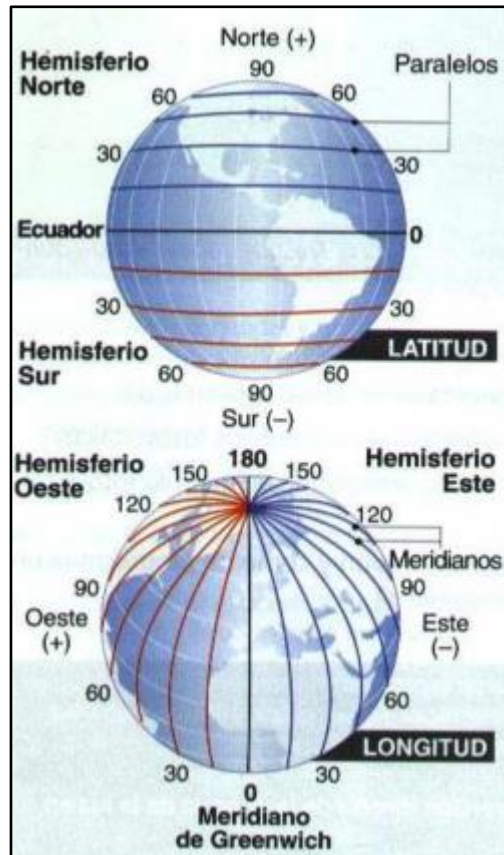


Figura N° 2 : a)Latitud y b)Longitud ¹⁴

2.2.3. Orientación del generador fotovoltaico¹⁵

Se define mediante coordenadas angulares, similares a las utilizadas para definir la posición del sol.

Una superficie recibe mayor cantidad de energía si es perpendicular a la dirección del sol, como la posición del sol varía a lo largo del día, la posición óptima de la superficie también tendrá que ser variable.

Para determinar la inclinación óptima de una superficie fija se usa una fórmula basada en análisis estadísticos de radiación solar anual sobre

¹⁴ Agustín Castejón, German Santamaría. Instalaciones solares Fotovoltaicas.

¹⁵ Agustín Castejón, German Santamaría. Instalaciones solares Fotovoltaicas.

superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|\varphi| \dots (Ec. 01)$$

Donde:

β_{opt} : Angulo de inclinación optima (grados).

φ : latitud del lugar, sin signo (grados).

La fórmula es válida para aplicaciones de utilización anual que busquen la máxima captación de energía solar a lo largo del año.

2.2.4. Radiación solar¹⁶

El Sol genera energía mediante reacciones nucleares de fusión que se producen en su núcleo. Esta energía el nombre de radiación solar, se transmite en forma de radiación electromagnética y alcanza la atmósfera terrestre en forma de conjunto de radiaciones o espectro electromagnético con longitudes de onda que van de 0,15 μ m a 4 μ m aproximadamente como se muestra en la siguiente figura.

¹⁶ Agustin Castejón, German Santamaria. Instalaciones solares Fotovoltaicas.

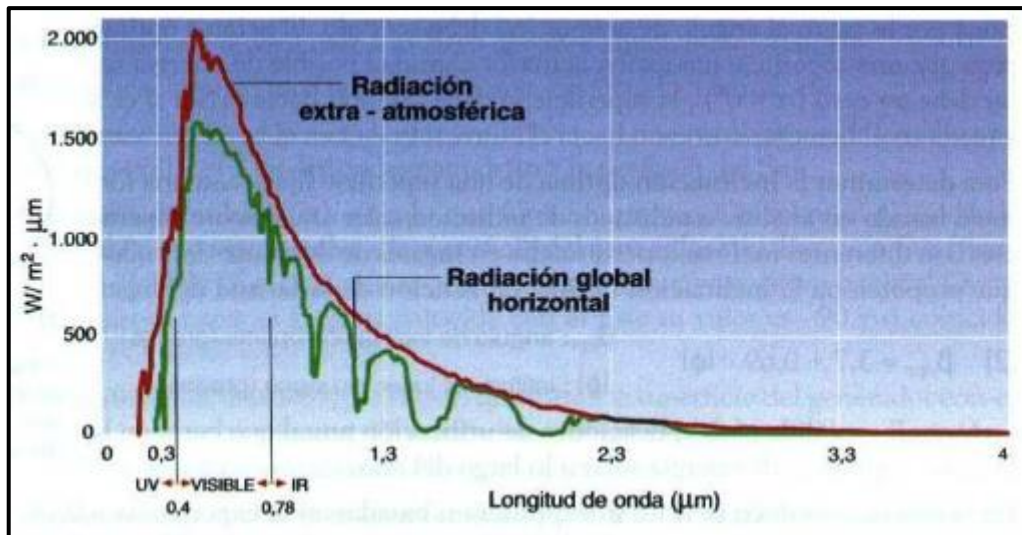


Figura N° 3: Espectro electromagnético de radiación solar

Fuente: (Agustin Castejon, 2010)

2.2.5. El viento¹⁷

La energía contenida en el viento a se pasó por las capas bajas atmosféricas, representa un potencial energético relativamente elevado, especialmente en determinadas condiciones locales y temporales, de tal modo que se justifica el esfuerzo por llevar cabo su transformación en energía útil y su aprovechamiento en condiciones favorables: de eficiencia y rentabilidad, dado el gran nivel de desarrollo que han alcanzado la tecnología de conversión eólica.

El viento resulta de la expansión y convección del aire provocadas por las diferentes absorciones de la energía solar en la tierra. A escala global, estos efectos térmicos se combinan con efectos dinámicas debidos a la rotación terrestre dado lugar a la circulación general atmosférica. Además de esta situación, se dan importantes variaciones lácales y temporales causadas por factores geográficos y climatológicos

¹⁷ S. Gonzáles Chávez. Aerogeneración.

2.2.6. Comportamiento del viento en el espacio¹⁸

2.2.6.1. Variación con la altura¹⁹

Debido principalmente al rozamiento de la corriente de aire con la superficie terrestre, el perfil vertical del viento no es constante, y aumenta con la altura.

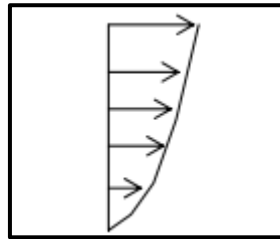


Figura N° 4: variación con la altura.

Fuente: <http://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>

Cuando las características del terreno cambian bruscamente, como en el caso de mar a tierra, campos de cultivo a bosque, a partir de tal discontinuidad se genera una capa límite interna cuya altura crece con la distancia al punto de cambio dependiendo del grado de turbulencia. En rosa se muestra el desarrollo de la capa límite.

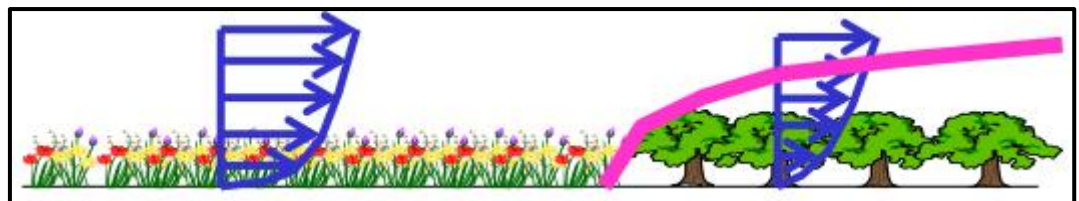


Figura N° 5: Desarrollo de la capa límite

Fuente: <http://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>

¹⁸ S. Gonzáles Chávez. Aerogeneración.

¹⁹ <http://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>

Cuando el aire fluye sobre un terreno uniforme, las características del perfil de viento vienen condicionadas por la rugosidad de este terreno, h_{01} . Si la rugosidad cambia bruscamente a un valor h_{02} , la capa límite interna que se genera responde a esta rugosidad, pero sobre la misma el perfil de viento aún viene condicionado por la rugosidad anterior, hasta una distancia de varios km del cambio y si no se han presentado nuevas alteraciones.

El dato de viento habitualmente se mide a la altura estándar de 10 m, ahora bien, los rotores de los aerogeneradores se sitúan a alturas superiores, por lo que es preciso extrapolar los datos.

En este caso se asume el modelo de ley potencial para el perfil vertical de velocidades. Si conocemos la velocidad V_{ref} a la altura h_{ref} , la velocidad(V) a la altura(h) vendrá dada por:

Ley exponencial de Hellmann²⁰.

$$V(h) = V_{ref} \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^{\alpha} \dots (Ec. 02)$$

Dónde:

V (h) = Velocidad promedio del viento no conocida a una altura (m/s)

V ref. = Velocidad promedio del viento conocida a una altura (m/s)

H = Altura a la que se desea conocer V (h) (m)

H ref. = Altura a la que se midió V ref. (m)

α = Coeficiente de rugosidad.

²⁰ <http://energiaeolica201.blogspot.com/p/estadistica-descriptiva.html>

Valores del exponente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno.

Tabla N° 1: Valores del exponente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno²¹.

Lugares llanos con hielo o hierba	$\alpha = 0.08 - 0.12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0.14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0.13 - 0.16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0.2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0.2 - 0.26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0.25 - 0.4$

2.2.6.2. Influencia del terreno²²

Se considera un terreno como llano cuando las diferencias de elevación entre el lugar de referencia y el terreno circundante en un radio de 12 km son inferiores a 60 m y cuando la relación entre la altura y anchura de las elevaciones en un radio de 4 km es inferior a 0,02.

2.2.6.2.1. Variaciones de la rugosidad del terreno²³

a) Si un determinado tipo de característica de terreno (árboles, arbustos, edificios, etc.) con una altura media se encuentra densamente distribuido por el terreno, y si la altura mínima del rotor sobre el suelo es Z_r , este tipo de superficie puede ser considerada, para $\frac{h_c}{h_r} \leq 0,75$ como de una rugosidad equivalente igual a $Z_0 = 0,056h_c^{1,37}$.

²¹ http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/eolica_2015u1_4.pdf

²² S. Gonzáles Chávez. Aerogeneración.

²³ <http://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>

b) Si un obstáculo individual de altura h_c , se encuentra a menos de $20h_c$, del emplazamiento y $\frac{h_c}{h_r} \leq 0,33$, el efecto se considera irrelevante. Asimismo, si se encuentra a más de $20h_c$, independiente de la relación $\frac{h_c}{h_r}$.

c) Un cambio en la rugosidad superficial del terreno de Z_0 a Z_0' provoca un cambio del perfil vertical del viento, generándose una capa límite interna. La altura de esta capa límite varía con la distancia (x) a partir del cambio de rugosidad según la expresión.

$$h(x) = \left[0,75 - 0,03 \ln \left(\frac{Z_0'}{Z_0} \right) \right] X^{0,8} \cdot Z_0'^{0,2} \dots (\text{Ec. 03})$$

2.2.6.3. Componentes de un sistema Eólico – fotovoltaico

2.2.6.3.1. Esquema de instalación

Se puede observar en la siguiente figura de conexionado de un sistema híbrido donde se tiene un generador eólico y en paralelo un sistema modular de paneles fotovoltaico, que, a través de un controlador o regulador, se encarga de suministrar la energía producida a las baterías luego va a un inversor de corriente que alimenta las cargas en AC 220.



Figura N° 6:Esquema de instalación

Fuente: https://http2.mlstatic.com/sistema-eolico-solar-hibrido-400w-200w-12v-D_NQ_NP_678842-MLM27027259026_032018-F.webp.

2.2.7. Ecuaciones

a) Proyección de población²⁴.

$$P_{proy} = P_{base}(1 + k_g)^{(tproy - tbase)} \dots (Ec. 04)$$

Donde:

P_{proy} = Población a proyectar

P_{base} = Población base

K_g = Tasa de crecimiento geométrica.

$tproy$ = Año a proyectar.

²⁴ Barahona Ulloa, Tatiana Isabel. Monografía para optar el título de ingeniería civil.

tbase= Año actual.

- b) Determina un consumo de energía mensual.

$$CMAP = KALP \times NU \dots (Ec. 05)$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh.

KALP: Factor de AP en kWh/usuario-mes

NU: Número de Usuarios de la localidad

El Factor KALP es el correspondiente al Sector Típico 4: KALP = 3,3

El Factor KALP será revisado por OSINERG y presentado al Ministerio de Energía y Minas para su aprobación.

Número de puntos de iluminación²⁵.

$$PI = (CMAP \times 1000) / (NHMAP \times PPL) \dots (Ec. 06)$$

Donde:

PI: Puntos de Iluminación

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh.

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

PPL: Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en watts.

En el sector rural, la potencia promedio se encuentra entre 50 y 70 W. A ella debes agregar la potencia nominal de los accesorios de encendido, lo que representa en promedio 10 W²⁶.

²⁵ RD N. 017-2003- EM/DGE, Norma de Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales.

²⁶ Electrificación rural, Guía para la formulación de proyectos exitosos.

- c) Ecuación para calcular la energía real a suministrar el sistema híbrido²⁷.

$$E_{real} = \frac{E_{teorico}}{R} \dots (Ec. 07)$$

Donde R: Es parámetro de rendimiento global de la instalación.

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \left(1 - \frac{k_a \cdot N}{P_d}\right) \dots (Ec. 08)$$

Donde:

k_b : coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador:

- 0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas.
- 0,1 en sistemas con descargas profundas.

k_c : coeficiente de pérdidas en el convertidor:

- 0,05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.
- 0,1 en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

k_v : coeficiente de pérdidas varias:

- Agrupa otras pérdidas como (rendimiento de red, efecto joule, etc.)
- 0,05 a 0,15 como valores de referencia.

k_a : coeficiente de autodescarga diaria.

- 0,002 para baterías de baja autodescarga, Ni-Cd.
- 0,005 para baterías estacionarias de Pb-Acido (las más habituales).
- 0,012 para baterías de alta autodescarga (arranque de automóviles).

P_d : profundidad de descarga diaria de la batería:

- No excederá del 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de éste decrece en gran medida con ciclos de carga-descarga profundos.

²⁷ <https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2012/11/tema-5-calculos.pdf>

N : De 4 a 10 días como valores de referencia:

- Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos) en la irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar.
- De 4 a 10 días como valores de referencia.

d) Métodos para determinar los parámetros c y k de Weibull²⁸.

Si se tiene una muestra de datos correspondiente a un largo periodo de tiempo, ordenados por intervalos de velocidades (V_i) y conocidas las frecuencias acumuladas de cada intervalo (p_i), los **parámetros c y k pueden obtenerse por ajuste de mínimos cuadrados a partir**

$$p_i = p(V \leq V_i) = 1 - e^{-\left(\frac{V_i}{c}\right)^k} \dots (\mathbf{Ec.09})$$

$$e^{-\left(\frac{V_i}{c}\right)^k} = 1 - p_i$$

$$\frac{1}{e^{\left(\frac{V_i}{c}\right)^k}} = 1 - p_i$$

$$\frac{1}{1 - p_i} = e^{\left(\frac{V_i}{c}\right)^k}$$

$$\ln\left(\frac{1}{1 - p_i}\right) = \ln\left(e^{\left(\frac{V_i}{c}\right)^k}\right)$$

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1 - p_i}\right)\right) = \ln\left(\left(\frac{V_i}{c}\right)^k\right)$$

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1 - p_i}\right)\right) = k \ln\left(\frac{V_i}{c}\right)$$

²⁸ http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/eolica_2015u1_4.pdf

$$\ln \left(\ln \left(\frac{1}{1-p_i} \right) \right) = k \ln V_i - k \ln c$$

Esta ecuación representa a la ecuación de una recta.

$$y_i = ax_i + b \dots (\text{Ec. 10})$$

Dónde:

$$y_i = \ln \left(\ln \left(\frac{1}{1-p_i} \right) \right)$$

$$b = k \cdot \ln c$$

$$x_i = \ln V_i$$

$$a = k$$

e) Función de distribución de Weibull²⁹.

La función de distribución Weibull depende de dos parámetros denominados c y k que en la anterior ecuación se describe el método para obtener estos valores y la función de distribución de Rayleigh de un sólo parámetro. Esto hace que la primera sea más versátil y preferida que la segunda por lo que la estableceremos como modelo.

$$f(v) = \frac{k}{c} \cdot \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} \cdot e^{\left[-\left(\frac{v}{c} \right)^k \right]}, \quad (k > 0, v > 0, c > 0) \dots (\text{Ec. 11})$$

²⁹ <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/datos/viento/estadistica.html>

- f) Cálculo de conexiones del generador fotovoltaico.
Paneles fotovoltaicos conectados en serie:

$$N_{ms} = \frac{V_t}{V_p} \dots (Ec. 12)$$

Donde:

N_{ms} : Número de módulos en serie.

V_t : Voltaje de trabajo.

V_p : Tensión del módulo.

Número de ramas conectadas en paralelo:

$$N_{rp} = \frac{N_p}{N_{ms}} \dots (Ec. 13)$$

Donde:

N_{ms} : Número de módulos en serie.

N_p : Total de módulos.

N_{rp} : Número de ramas en paralelo.

- g) Ecuaciones para el dimensionado de regulador

$$I_{mr} = 1.25 \times I_{cp} \times N_{rp} \dots (Ec. 14)$$

Donde:

N_{rp} : Número de ramas en paralelo.

I_{mr} : Corriente mínimo del regulador.

I_{cp} : Corriente de cortocircuito del panel.

$$N_r = \frac{I_{mr}}{I_{rs}} \dots (Ec. 15)$$

Donde:

N_r : Número de reguladores.

I_{mr} : Corriente mínimo del regulador.

I_{cp} : Corriente del regulador seleccionado.

h) Ecuación para el dimensionamiento de baterías

$$C_T = \frac{N_D \times E_{elec}}{P_{Dmax} \times V_T} \dots (Ec. 16)$$

Donde:

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

N_D : Número de días de autonomía.

E_{elec} : Energía eléctrica total media diaria (Wh/día).

P_{Dmax} : Profundidad máxima de descarga:

V_T : Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico

El número de baterías a conectarse en serie se obtiene de la siguiente ecuación.

$$N_{bs} = \frac{V_{tt}}{V_{tb}} \dots (Ec. 17)$$

Donde:

N_{bs} : Numero de baterías conectado en serie.

V_{tt} : Tensión de trabajo.

V_{tb} : Tensión de batería.

El número de baterías a conectarse en Paralelo se obtiene de la siguiente ecuación.

$$N_{bp} = \frac{C_T}{C_{ib}} \dots (Ec. 18)$$

Donde:

N_{bp} : Numero de baterías conectados en paralelo.

C_T : Capacidad total del banco de baterías.

C_{ib} : Capacidad individual de una batería.

i) Ecuaciones para el dimensionamiento de inversor.

$$P_{EI} = \frac{P_C}{R_i} \dots (Ec. 19)$$

Donde:

P_{EI} : Potencia de entrada al inversor.

P_C : Potencia de la carga.

R_i : Rendimiento del inversor.

$$N_i = \frac{P_{EI}}{P_{is}} \dots (Ec. 20)$$

Donde:

P_{EI} : Potencia de entrada al inversor.

P_{is} : Potencia del inversor seleccionado.

N_i : Numero de inversores.

- j) Ecuaciones para cálculo de corriente y cálculo de conductores.³⁰

Del generador fotovoltaico al controlador (I_{MAXmf}):

$$I_{MAXmf} = 1.25 \times I_{ccp} \times N_{rpr} \dots (Ec. 21)$$

Donde:

I_{MAXmf} : Corriente máxima del generador.

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito del panel.

N_{rpr} : Numero de ramas en paralelo por regulador.

Del controlador al inversor la corriente eléctrica está dada por (I_{MAXinv}):

$$I_{MAXmf} = 1.25 \times \left(\frac{P_{inv}}{V_{tt} \times N_{inv}} \right) \dots (Ec. 22)$$

Donde:

I_{MAXinv} : Corriente máxima del inversor.

P_{inv} : potencia del inversor.

V_{tt} : tensión de trabajo.

N_{inv} : Numero de inversores.

- k) Cálculo de sección de conductor según caída de tensión (s):³¹

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{\sigma \times \nabla V} \dots (Ec. 23)$$

Donde:

S_{cable} : Sección mínima recomendada (mm2).

L : longitud del tramo (m).

³⁰ DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERÍO POBLADO EL ZAPOTAL EN JAYANCA EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

³¹ <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-fotovoltaica.html>

I : Corriente para cada tramo de la instalación(A).

∇V : Caída máxima permitida para cada tramo(V).

σ : Conductividad del conductor (s.m/mm²).

Elección de la conductividad del cable según aislante						
			TERMOPLÁSTICOS (PVC, poliolefinas Z1 o similares)		TERMOESTABLES (tipo XLPE, EPR, poliolefinas Z, silicona...)	
MATERIAL	ρ_{20°	σ_{20°	ρ_{70°	σ_{70°	ρ_{90°	σ_{90°
Cobre	0'018	56	0'021	48	0'023	44
Aluminio	0'029	35	0'033	30	0'036	28

Figura N°1 1:Conductividad de cable según el aislante³².

I) Ecuación para calcular la caída de tensionen redes aéreas:

$$V = KxLxIx10^{-3} \dots (Ec. 24)$$

Donde:

K : factor de caída de tensión

L : Longitud del tramo (m).

I : Corriente eléctrica que corre en el circuito(A).

Para los cálculos mecánicos se utilizará la ecuación de cambio de estado TRUXA³³.

$$\sigma_{o2}^2 \left[\sigma_{o2} + aE(q_2 - q_1) + \frac{w_{r1}^2 a^2 E}{24A^2 S_{o1}^2} - S_{o1} \right] = \frac{w_{r2}^2 a^2 E}{24A^2} \dots (Ec. 25)$$

Donde:

³² <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-fotovoltaica.html>

³³ Líneas de transmisión en media y alta tensión, JUAN BAUTISTA R.

σ_{o2} : esfuerzo (Kg/mm²) a determinar en la condición 2;
 teniendo como dato σ_{o1} (esfuerzo en la condición inicial 1)
 α : coeficiente de la dilatación térmica (/ °C)
 E : Módulo de elasticidad (Kg/mm²).
 A : Sección (mm²) del cable.
 W_{r1}, W_{r2} : peso unitario (kg/m) del conductor, incluye sobrecargas, condiciones inicial y final. (m)
 q_1, q_2 : temperaturas (°C) en las condiciones 1 y 2 respectivamente.

Para calcular el vano básico:

$$Vano\ basico = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Li^3}{\sum_{i=1}^n Li}} \dots (Ec. 26)$$

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

El viento³⁴: El viento es la variable de estado de movimiento del aire. En meteorología se estudia el viento como aire en movimiento tanto horizontal como verticalmente. Los movimientos verticales del aire caracterizan los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes de tormenta.

Velocidad del viento. La Meteorología y climatología de Navarra define que “La velocidad del viento mide la componente horizontal del desplazamiento del aire en un punto y en un instante determinados. Se mide mediante un anemómetro, y la unidad de medida es habitualmente

³⁴ <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap7.pdf>

metros por segundo (m/s). Las ausencias de viento se denominan calmas”.

Dirección del viento³⁵. Se llama dirección del viento el punto del horizonte de donde viene o sopla. El instrumento más antiguo para conocer la dirección de los vientos es la veleta que, con la ayuda de la rosa de los vientos, define la procedencia de los vientos, es decir, la dirección desde donde soplan. Para distinguir uno de otro se les aplica el nombre de los principales rumbos de la brújula. Los cuatro puntos principales corresponden a los cardinales: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (W).

Anemómetro de rotación³⁶: Está dotado de cazoletas (Robinson) o hélices unidas a un eje central cuyo giro, proporcional a la velocidad del viento, es registrado convenientemente; en los anemómetros magnéticos, dicho giro activa un diminuto generador eléctrico que facilita una medida precisa.

Anemómetro de compresión³⁷: Se basa en el Tubo de Pitot y está formado por dos pequeños tubos, uno de ellos con orificio frontal (que mide la presión dinámica) y lateral (que mide la presión estática), y el otro sólo con un orificio lateral. La diferencia entre las presiones medidas permite determinar la velocidad del viento. La velocidad del viento se mide preferentemente en náutica en nudos y mediante la escala Beaufort: Esta es una escala numérica utilizada en meteorología que describe la velocidad del viento, asignándole números que van del 0 (calma) al 12 (huracán). Fue ideada por el Almirante Beaufort en el siglo XIX.

³⁵ https://www.ecured.cu/Velocidad_del_viento

³⁶ https://www.ecured.cu/Velocidad_del_viento

³⁷ https://www.ecured.cu/Velocidad_del_viento

Central eólica³⁸: Es una instalación en donde la energía cinética del aire al moverse se puede transformar en energía mecánica de rotación. Para ello se instala una torre en cuya parte superior existe un rotor con múltiples palas, orientadas en la dirección del viento. Las palas o hélices giran alrededor de un eje horizontal que actúa sobre un generador de electricidad.

Módulo fotovoltaico³⁹. Una celda solar expuesta a la Luz genera electricidad; es decir, en las terminales eléctricas externas del dispositivo aparece un voltaje que puede ser medido con un voltímetro.

Arreglos fotovoltaico⁴⁰. Un arreglo FV es un conjunto de módulos conectados eléctricamente en serie o paralelo. Las características eléctricas del arreglo son análogas a la de módulos individuales, con la potencia, corriente y voltaje con modificados de acuerdo al número de módulos conectados en serie y en paralelo.

Batería⁴¹. Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica, mediante la acumulación de corriente. De esta manera, sirven para alimentar distintos circuitos eléctricos, dependiendo de su tamaño y potencia.

³⁸ <https://www.foronuclear.org/es/100957-faqas-sobre-energia/capitulo-8/115742-114-ique-es-una-central-eolica>

³⁹ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/martinez_h_d/capitulo6.pdf

⁴⁰ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/martinez_h_d/capitulo6.pdf

⁴¹ <https://concepto.de/bateria/#ixzz650TYuuQO>

Celda Solar⁴². también llamadas células, son dispositivos que convierten la energía solar en electricidad, ya sea por medio del efecto fotovoltaico o mediante la previa conversión de esa energía en calor o en energía química.

Energía Solar⁴³. El término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol. Se trata de un tipo de energía renovable. La energía contenida en el Sol es tan abundante que se considera inagotable. El Sol lleva 5 mil millones de años emitiendo radiación solar y se calcula que todavía no ha llegado al 50% de su existencia.

Fotovoltaico (PV)⁴⁴. Se refiere a la conversión directa de luz solar en electricidad, se le conoce como solar eléctrico y solar fotovoltaico.

Horas de Sol por Día⁴⁵. Es el equivalente de número de horas por día equivalente a la irradiación solar de 1,000 vatios/por metro cuadrado.

Radiación solar⁴⁶. Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiación⁴⁷. Es la potencia por unidad de superficie (W/m^2 o kW/m^2), en otras palabras es la misma insolación expresada en unidades de energía.

⁴² <https://www.energiasolar365.com/articulos/que-son-las-celdas-solares>

⁴³ <https://solar-energia.net/>

⁴⁴ <https://www.soliclima.es/fotovoltaica>

⁴⁵ <https://eliseosebastian.com/hora-solar-pico-uso-en-paneles-solares-fotovoltaicos/>

⁴⁶ <https://eliseosebastian.com/hora-solar-pico-uso-en-paneles-solares-fotovoltaicos/>

⁴⁷ <https://eliseosebastian.com/hora-solar-pico-uso-en-paneles-solares-fotovoltaicos/>

Conexión en Serie⁴⁸. Se realiza en paneles solares con potencias entre los 200 W y los 260 W, compuestos por 60 células y para uso en instalaciones solares de 24V o 48V. Mediante la conexión en serie se conectan directamente las placas solares entre sí, conectando el polo positivo de un panel con el polo negativo del siguiente panel.

Conexión Paralela⁴⁹. Se realiza conectando por un lado todos los polos positivos de la placa de la instalación solar, y por el otro, conectando todos los polos negativos.

Días de Autonomía⁵⁰. Este cálculo es muy teórico, ya que no hay días de oscuridad total y los paneles solares siempre cargan "algo", La situación más común es la de tener unos días consecutivos nublado; bien, durante esos días hay veces que la instalación solar no es capaz de suministrar toda la energía que se necesita para cubrir las necesidades energéticas de la casa; como consecuencia de ello, las baterías se van descargando día tras día, de manera que cada día nublado que pasamos tenemos menos carga de la batería, con lo cual, el valor primero que dijimos de "días de autonomía" se ha desfigurado debido a que hemos descargado la batería poco a poco durante varios días.

⁴⁸ https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1

⁴⁹ https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1

⁵⁰ <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/dias-de-autonomia-en-una-instalacion-solar>

Inversor de corriente⁵¹. Un inversor de corriente es un aparato electrónico. La función del inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario.

Panel Solar⁵². Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad.

Sistema híbrido⁵³. Los sistemas de energía híbrida solar son sistemas híbridos de energía que combinan la energía solar de un sistema fotovoltaico con otra fuente de energía que genera energía. Un tipo común es un sistema híbrido combinando un motor diésel con un sistema fotovoltaico, que combina generadores de energía solar fotovoltaica (PV) y diésel, o grupos electrógenos diésel, ya que la fotovoltaica tiene apenas un costo marginal y se trata con prioridad en la red.

Regulador⁵⁴. El regulador de corriente o controlador de carga es un equipo electrónico diseñado para cumplir dos funciones; la primera, proteger a la batería de ciclo profundo de sobrecargas por parte del panel solar, la segunda, es evitar que los consumos en corriente directa puedan descargar a la batería por debajo de nivel mínimo. Algunos reguladores

⁵¹ <https://solar-energia.net/definiciones/inversor.html>

⁵² <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>

⁵³ <https://solar-energia.net/definiciones/sistema-hibrido.html>

⁵⁴ <https://www.renova-energia.com/productos/regulador-de-voltaje-bluesolar-mppt-10030/>

de corriente o controladores de carga más complejos también pueden cumplir funciones de monitoreo remoto del sistema solar.

Consumo energía⁵⁵. Es la cantidad de energía utilizada lo cual es calculo la potencia(kW) del aparato o aparatos en funcionamiento por el tiempo(horas) cuya medición es en kWh.

⁵⁵ <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/World%20Energy%20Efficiency%20Day.pdf>

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada: Si el problema surge directamente de la práctica social y genera resultados que pueden aplicarse (son aplicables y tienen aplicación en el ámbito donde se realizan) la investigación se considera aplicada.

Es obvio, que la aplicación no tiene forzosamente que ser directa en la producción o en los servicios, pero sus resultados se consideran de utilidad para aplicaciones prácticas.⁵⁶ Lo cual se aplicara los conocimientos de la ingeniería para electrificar un caserío rural con la obtención de la energía de la velocidad del viento y la radiación del sol.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

No experimental⁵⁷: Porque observamos los fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para más después analizarlos.

⁵⁶ http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf

⁵⁷ <https://es.slideshare.net/conejo920/diseo-de-investigacion-no-experimental>

3.2. Población y muestra

Población: Está conformada por las 44 viviendas y 3 cargas especiales del caserío el higerón en el distrito de salas.

Muestra: Se trabajó con toda la población y no aplica técnica de muestreo.

3.3. Hipótesis

Si dimensionamos un sistema eólico - solar fotovoltaica entonces electrificaremos el caserío el Higueron en el distrito Salas departamento de Lambayeque.

3.4. Variables - Operacionalización

Tabla N° 2: Variables - Operacionalización

TIPO	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Dimensionamiento de un sistema eólico fotovoltaico	Los sistemas híbridos son una tecnología preparada para responder a la demanda de los consumidores a través de la combinación de dos energías renovables. De esta forma, se resuelven los problemas que cada uno tiene de forma individual y al mismo tiempo se potencian todas sus virtudes.	Dimensionamiento de aerogenerador más el controlador.	Velocidad del viento
				Radiación solar
				Aerogenerador (Kw)
			Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp)
				Controladores, baterías (Ah), inversores (P), elementos de protección
DEPENDIENTE	Electrificación	El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.	Determinar la energía promedio diaria, la tensión de salida	Energía promedio diaria. (W.h)
				Tensión de suministro (V)
				Potencia (W)

Fuente: Elaboración propia

3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Métodos

Se utiliza el método deductivo ya que a través de los conocimientos adquiridos y estudiados de energía renovables enfocado en la energía eólica y fotovoltaica deducimos para así aplicarlo para la obtención de energía en un sistema híbrido eólico fotovoltaico.

Técnicas

Observación: Se observa la situación del problema que existe en el lugar lo cual es la falta de energía eléctrica y lo cual es alejado para la obtención de la red comercial.

Entrevista: Las preguntas que se realizan son abiertas. El informante puede expresar sus opiniones, matizar sus respuestas, e incluso desviarse del guion inicial pensado por el investigador cuando se abordan temas emergentes que es preciso explorar.

Revisión bibliográfica: Se analiza la información obtenida de diferentes fuentes bibliográfica, libros, revistas e internet.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Entrevista	Cuaderno de apuntes
Observación	Cuaderno de apunte y fotografías
Revisión Bibliográfica	Tesis, libros, revistas e internet

Fuente: Elaboración propia

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Esto es la parte fundamental en una investigación debido a lo que se obtuvo en los instrumentos se analizan para obtener conclusiones y resultados.

Además, se utilizan los datos secundarios que en este caso son la radiación solar, velocidad y dirección del viento.

De la entrevista realizada se obtendrá la energía promedio y se proyectará a 20 años para trabajar con dicho consumo total de energía.

Los cuales se utilizaron programas como Excel 2016 en los que se realizó los gráficos para una mejor interpretación.

También se utilizó el programa AutoCAD 2018 para realización de planos de instalaciones de baja tensión e instalaciones de equipos del sistema híbrido

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Propuesta de la investigación

Debido a que la red comercial se encuentra alejado del caserío el Higueron se propone el dimensionamiento de un sistema hibrido eólico fotovoltaico para electrificar dicho caserío, dicha generación de energía es no convencional renovable lo cual al generar este tipo de energía apoyamos el impacto ambiental que hoy en día es prioridad producir energía sin contaminar el medio ambiente.

Para el dimensionamiento se utilizaron los siguientes equipos:

Aerogenerador: El generador es seleccionado de acuerdo a la gráfica de potencia y velocidad del viento para ver la mejor eficiencia que existe en cuanto a generadores en el mercado.

Generador Fotovoltáico: Este es un grupo de paneles fotovoltaicos que dicha cantidad es calculada de acuerdo a la potencia que se necesita de esta fuente de generación en el sistema, también se considera que sea comercial para su adquisición.

Controlador de carga solar: Es un equipo de protección del sistema, también determinara la vida útil de la instalación fotovoltaica ya que evitara las sobrecargas y sobredescargas de las baterías.

Banco de batería: Es el conjunto de baterías cuya función es almacenar la energía y proveer en los días de autonomía cuya marca es reconocida

y de mayor durabilidad además son adecuadas para este tipo instalación son las baterías estacionarias tipo OPzS.

El inversor: Es el dispositivo que convierte en la corriente continua obtenida de la generación a corriente alterna lo cual este es una corriente de trabajo de los equipos del caserío.

Red de distribución en 220 V: Es la red por la cual se trasportará la energía eléctrica y así abastecer las viviendas del caserío.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Cálculo de la energía eléctrica promedio diaria y máxima demanda requerida por el caserío Higueron.

Para el cálculo de energía en el caserío del Higueron se tomará en cuenta el resultado de la proyección de viviendas.

5.1.1. Consumo de energía necesaria diaria(Wh/día)

Para el cálculo de energía necesaria diaria se debe determinar la cantidad de años que suministrará energía eléctrica el dimensionamiento del sistema hibrido, lo cual será 20 años (2019 – 2039).

Tabla N° 4 : Tasa de crecimiento geométrico anual Lambayeque⁵⁸.

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)					
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	1993-2007
Total	2.2	2.9	2.5	2.2	1.5	0.7
Amazonas	2.9	4.6	3.0	2.4	0.8	0.1
Áncash	1.5	2.0	1.4	1.2	0.8	0.2
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4	0.0
Arequipa	1.9	2.9	3.2	2.2	1.6	1.8
Ayacucho	0.6	1.0	1.1	-0.2	1.5	0.1
Cajamarca	2.0	1.9	1.2	1.7	0.7	-0.3
Prov. Const. del Callao	4.6	3.8	3.6	3.1	2.2	1.2
Cusco	1.1	1.4	1.7	1.8	0.9	0.3
Huancavelica	1.0	0.8	0.5	0.9	1.2	-2.7
Huánuco	1.6	2.1	1.6	2.7	1.1	-0.6
Ica	2.9	3.1	2.2	2.2	1.6	1.8
Junín	2.1	2.7	2.2	1.6	1.2	0.2
La Libertad	2.0	2.8	2.5	2.2	1.7	1.0
Lambayeque	2.8	3.8	3.0	2.6	1.3	0.7
Lima	4.4	5.0	3.5	2.5	2.0	1.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

⁵⁸ Crecimiento y distribución de la población, 2017

Tasa de crecimiento Promedio: calculado a partir de la tabla es igual a 2,4%.

Utilizamos la ecuación de proyección de población

$$P_{20} = 92(1 + 0,024)^{20} \approx 145 \text{ habitantes}$$

Para proyectar el número de viviendas considerare como hipótesis que varía proporcionalmente a la cantidad de habitantes, actualmente el caserío cuenta con 44 viviendas y dentro de 20 años será igual a:

$$V \approx 69 \text{ viviendas}$$

Cálculo de alumbrado de vías públicas en áreas rurales

- 1) Consumo de alumbrado público mensual se calculará utilizando la ecuación (5).

$$CMAP = KALP \times NU$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh.

KALP= 3.3 kWh/usuario, es el correspondiente al Sector Atípico 4⁵⁹.

NU: 92 usuarios.

$$CMAP = 3.3 \times 92 = 303,6 \text{ kWh}$$

- 2) Número de puntos de iluminación se calculará utilizando la ecuación (6).

$$PI = \frac{(CMAP \times 1000)}{(NHMAP \times PPL)}$$

Donde:

PI: Puntos de Iluminación.

CMAP= 303.6 kWh

NHMAP: Las horas de trabajo diario será de 6 am a 6 pm un total de 12 horas diarias por lo tanto el NHMAP =12x30=360 horas mensuales.

⁵⁹ RD N. 017-2003- EM/DGE, Norma de Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales.

PPL: La potencia promedio será 60 W más 10 W de accesorios encendidos, por lo tanto, el PPL=70 W.

Remplazamos en la ecuación (3).

$$PI = \frac{(30.6 \times 1000)}{(360 \times 70)} \approx 12$$

Nota: como se muestra que el punto de iluminación es muy elevado lo cual gastaríamos una energía de 10 KWh y siendo prioridad las viviendas solo se consideran 3 puntos de iluminación.

Tabla N° 5: Consumo de energía promedio diario del caserío el higuérón

Descripción	N° de artefactos	Potencia eléctrica	Consumo diario en kW	Horas de consumo diario	Consumo diario en kWh
		watts			
cantidad de viviendas					69
foco led	4	8	0,032	5	0,16
Radiograbadora	2	10	0,020	7	0,14
Carga de celular	3	5	0,015	3	0,045
sub total			4,623		23,805
cantidad de institución educativa					1
foco ahorradores	14	8	0,112	2	0,224
Carga de celular	2	5	0,010	1	0,01
Computadora	3	300	0,900	2	1,8
sub total			1,022		3,034
cantidad de iglesia					1
foco ahorradores	4	8	0,032	3	0,096
Carga de celular	3	5	0,015	1	0,015
Parlante	2	80	0,160	3	0,48
sub total			0,207		1,591
cantidad de local de regantes					1
foco ahorradores	6	8	0,048	5	0,24
Parlante	3	80	0,240	3	0,72
Carga de celular	3	5	0,015	1	0,015
sub total			0,303		1,71168
cantidad de puntos Alumbrado publico					
luminaria	3	70	0,210	12	2,52
sub total			0,210		2,52
Reserva el 10% del total sistema					0,1
sub total			0,64		3,27
Total			7,00		35,93

Fuente: elaboración propia

Lo datos de potencia eléctrica se tomó de la “Guía para calcular el consumo doméstico”, 2017. Osinerg.

La energía promedio diario es igual a 35,93kWh (ver tabla N°5).

5.1.2. Energía total que debe suministrar el sistema hibrido.

Definimos los valores de coeficientes de pérdidas:

$k_b = 0,05$ porque no demandan descargas intensas.

$k_c = 0,05$ para convertidores senoidales.

$k_v = 0,05$ rendimiento de red, efecto joule, etc.

$k_a = 0,05$ para baterías estacionarias de Pb-acido.

$P_d = 0,8$ máximo valor.

$N = 2$ días nublados consecutivos.

Utilizando la ecuación (8):

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \left(1 - \frac{k_a \cdot N}{P_d} \right)$$
$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,05) \left(1 - \frac{0,05 \times 2}{0,8} \right)$$
$$R = 0,74$$

Utilizando la ecuación (7):

$$E_{real} = \frac{35,93}{0,74} = 48,55kWh$$

5.2. Evaluación del recurso eólico y solar para el aprovechamiento en la producción de energía eléctrica

5.2.1. Radiación solar promedio en el caserío el Higuero.

La radiación solar se obtendrá del Atlas de la Energía Solar del Perú, Estos mapas permiten, entre otros, evaluar el rendimiento de sistemas solares según el lugar de su instalación. Son parte del Atlas de la Energía Solar, que fue elaborado durante un tiempo prolongado y publicado en el año 2003 por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Dirección General de Electrificación Rural (DGER-MEM) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) comparados con los datos obtenidos del software Solarius Plus y datos de la NASA y se utilizara para el dimensionamiento la irradiación más desfavorable.

5.2.1.1. Datos de los Mapas de la Radiación Solar del Perú.

Se obtiene la irradiación mínima y máxima del departamento de Lambayeque, ubicándolo en el mapa de Irradiancia solar mensual del atlas solar del Perú lo cual es la irradiación más desfavorable mínima $4.5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ y la irradiación máxima es $5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ cuyo valor promedio es de $4.75 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$.

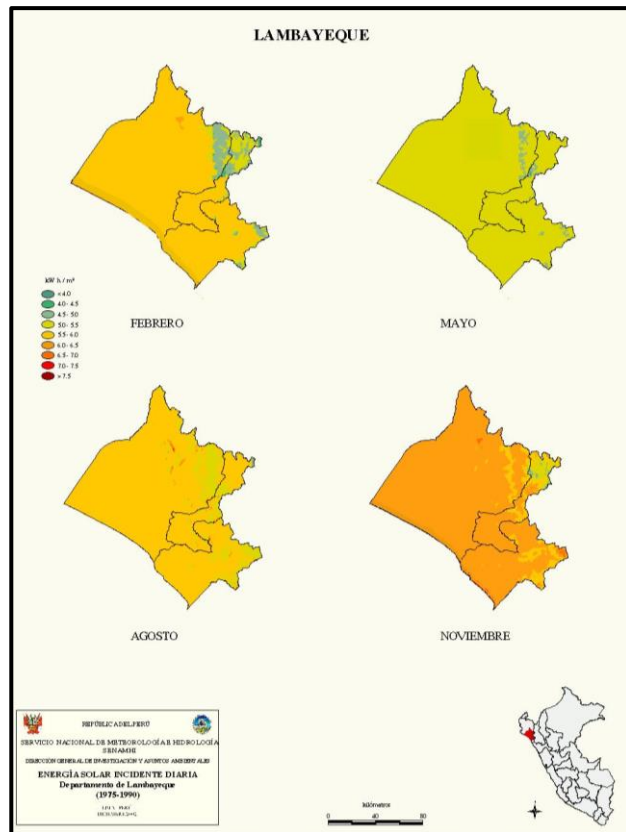


Figura N° 7: Lambayeque - Mapa de Irradiancia Solar del Departamento

Fuente: <https://deltavolt.pe/phocadownload/Lambayeque.jpg>

5.2.1.2. Datos de la NASA.

Con los datos de longitud y latitud del caserío el Higueron.

Longitud: 79°31'21.55" O (-79.5226533333)

Latitud: 6°14'53.856" S (-6.24829333333)

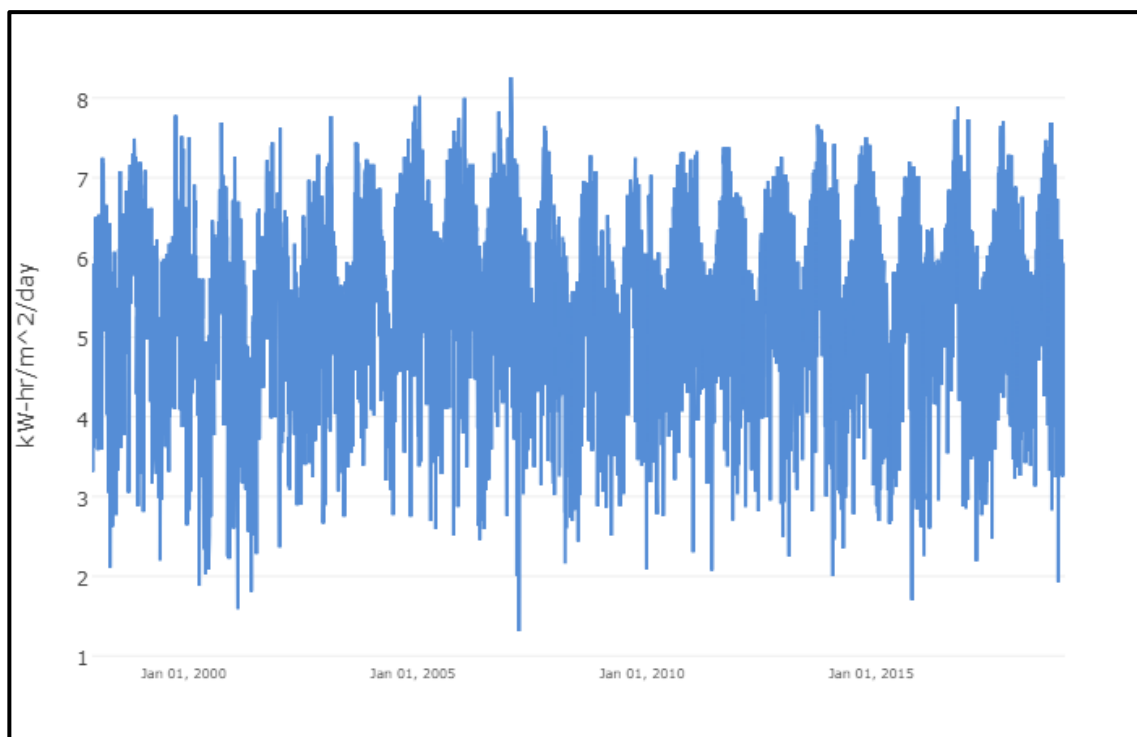


Figura N° 8: incidente de insolación del cielo en una superficie horizontal⁶⁰.

Tabla N° 6: Irradiación promedio mensual en una superficie horizontal

<i>Promedio Mensual 1984 -2017</i>	
MES	kW-hr/m²/day
JAN	5,50
FEB	5,42
MAR	5,63
APR	5,33
MAY	4,91
JUN	4,50
JUL	4,58
AUG	5,01
SEP	5,68
OCT	6,00
NOV	6,06
DEC	5,84
ANUAL	5,37

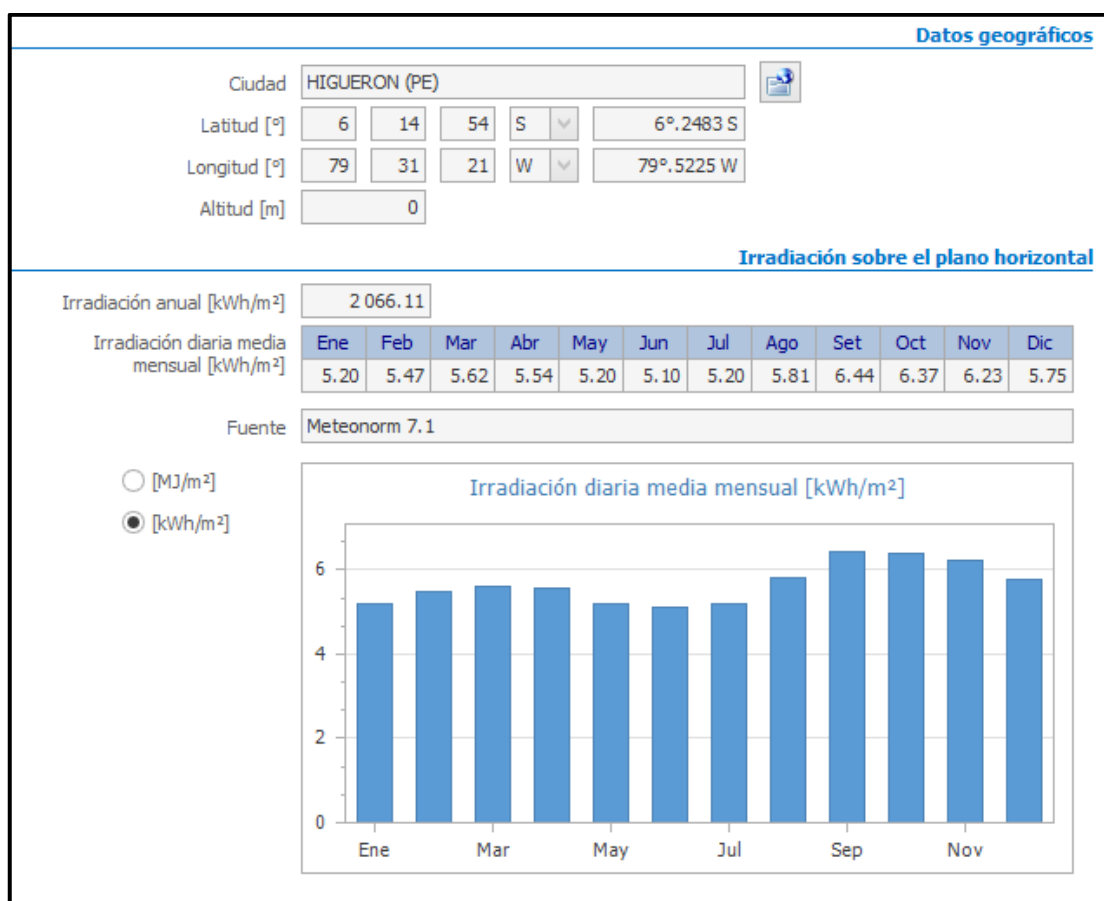
De los datos obtenidos de la nasa se observa que la irradiación más desfavorable es en el mes de junio de 4,50 kWh/m² /día.

⁶⁰ <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

5.2.1.1. Datos con software Solarius plus.

Se observa de los datos que se muestran en la tabla N° 8 la irradiación más desfavorable es en el mes de junio de 5,10 kWh/m².

Tabla N° 7: Irradiación diaria media mensual (kWh/m²) con software⁶¹.



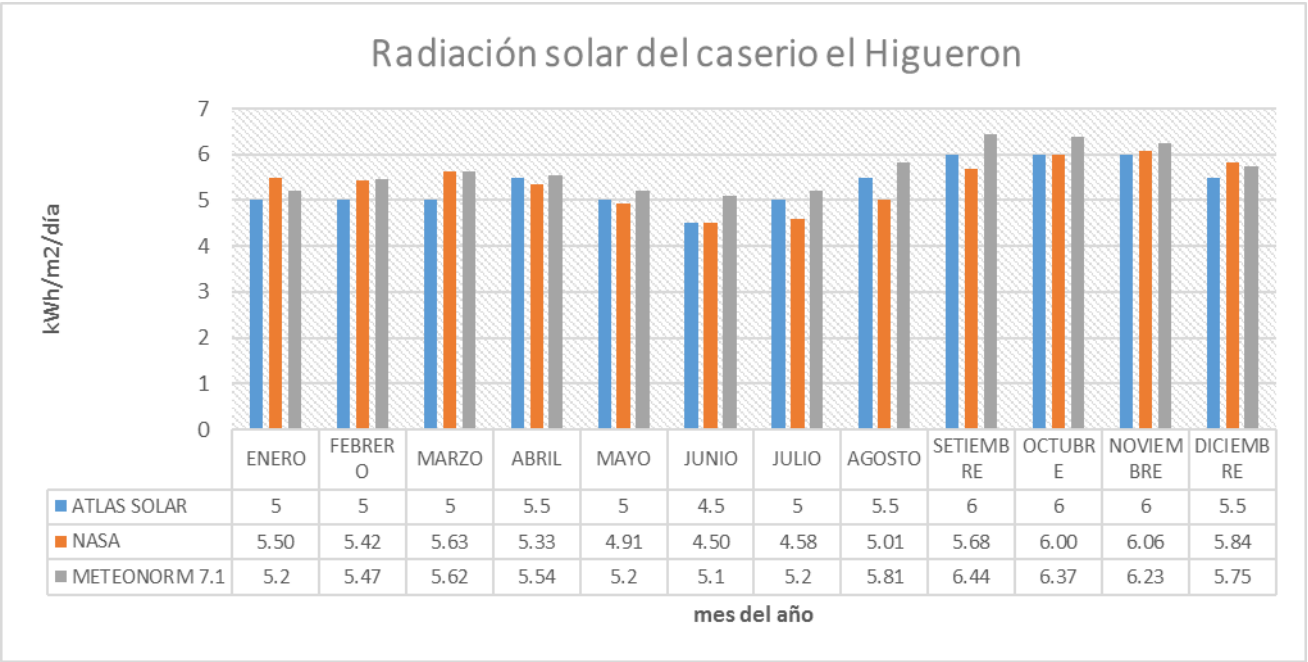
5.2.1.1. Comparación de radiación solar diaria.

Con los datos obtenidos de las diferentes fuentes se realiza una comparación que se visualiza en la siguiente tabla.

La radiación más desfavorable es de 4,5 kWh/m²/día.

⁶¹ Software SOLARIUS PLUS

Tabla N° 8 : comparación de radiación solar de los datos de las tres fuentes.



FUENTE: Elaboración propia.

5.2.2. Potencial eólico en el caserío el Higuerón.

Se toman los datos solicitados del SENAMHI de la estación automática Lambayeque ubicada en Lambayeque provincia Lambayeque Distrito Lambayeque siendo la estación automática más próxima de acuerdo a su ubicación geográfica.

Con los datos obtenidos de viento horario de velocidad y dirección de la estación de automática de Lambayeque tenemos que la menor velocidad de viento es en el mes de junio y de mayor velocidad es en el mes de noviembre.

El dato brindado por el SENAMHI está a una altura de 2,5 m (ver anexo 1).

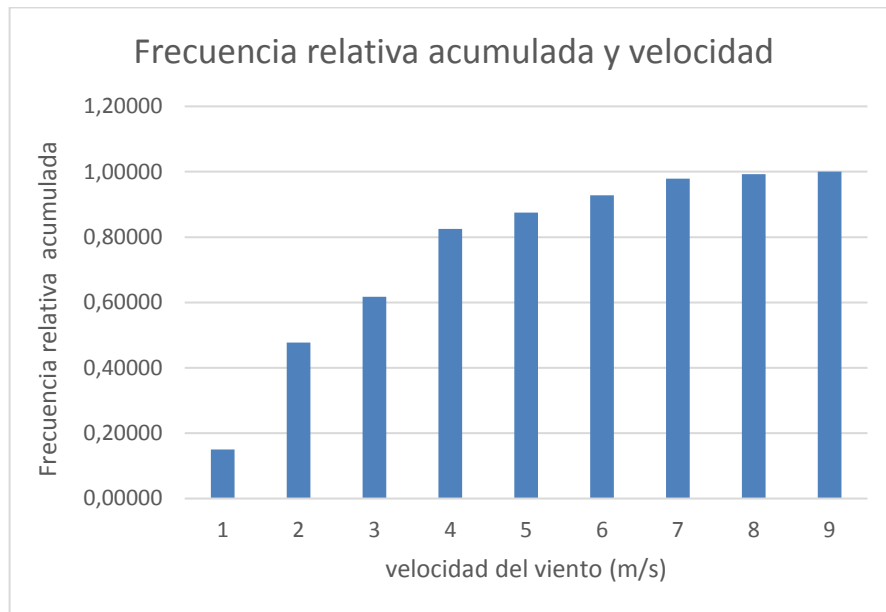
lo cual para el dimensionamiento vamos a considerar un generador eólico a 15m, utilizando la ley exponencial de HELLMAN determinaremos la velocidad del viento a la altura deseada de 15m (ver anexo 2). Realizamos la tabla de frecuencia de la velocidad del viento utilizando los datos del mes más desfavorable en cuanto a la velocidad del viento, cuyo mes es junio y se analiza los 719 datos obtenidos del mes.

Tabla N° 9: Distribución de frecuencias de la velocidad del viento.

V (m/s)	frecuencias	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
1	108,00	108,00	0,15021
2	235,00	343,00	0,47705
3	101,00	444,00	0,61752
4	149,00	593,00	0,82476
5	36,00	629,00	0,87483
6	38,00	667,00	0,92768
7	37,00	704,00	0,97914
8	10,00	714,00	0,99305
9	5,00	719,00	1,00000

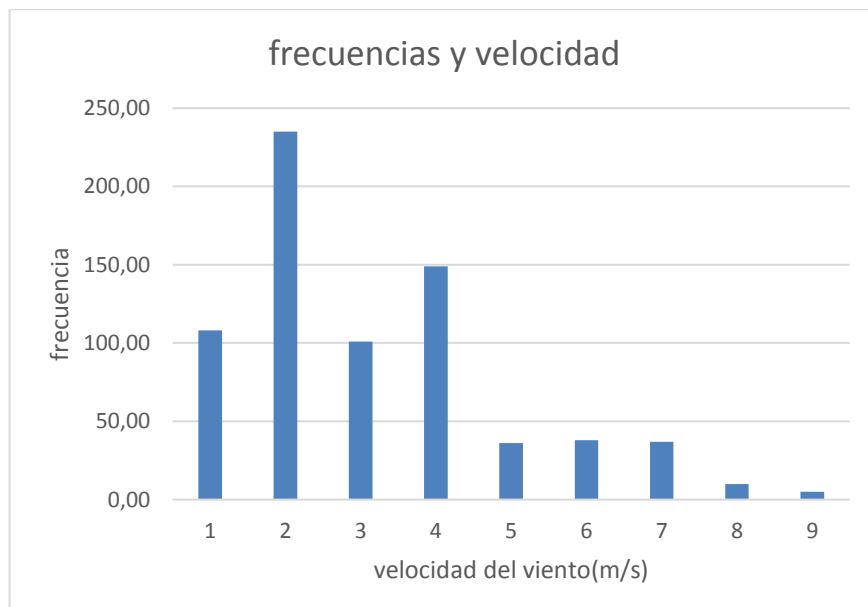
Fuente: Elaboración propia del autor.

Tabla N° 10: Representación gráfica de la frecuencia relativa acumulada.



Fuente: Elaboración propia del autor.

Tabla N° 11: Representación gráfica de la frecuencia.



Fuente: Elaboración propia del autor.

Con los valores de la tabla N° 12 se utilizan para dar forma a la recta utilizamos la ecuación (10).

$$y = Kx + b$$

Tabla N° 12: valores para el reajuste lineal

V (m/s)	ln(v)	pi	1 - pi	$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1 - pi}\right)\right)$
1	0,0000	0,15021	0,84979	-1,81545
2	0,6931	0,47705	0,52295	-0,43344
3	1,0986	0,61752	0,38248	-0,03969
4	1,3863	0,82476	0,17524	0,55479
5	1,6094	0,87483	0,12517	0,73143
6	1,7918	0,92768	0,07232	0,96570
7	1,9459	0,97914	0,02086	1,35321
8	2,0794	0,99305	0,00695	1,60310

Fuente: Elaboración propia del autor.

Graficamos los puntos de la tabla N° 12 en Excel tal como se muestra en la figura N° 9 y le hacemos un reajuste lineal.

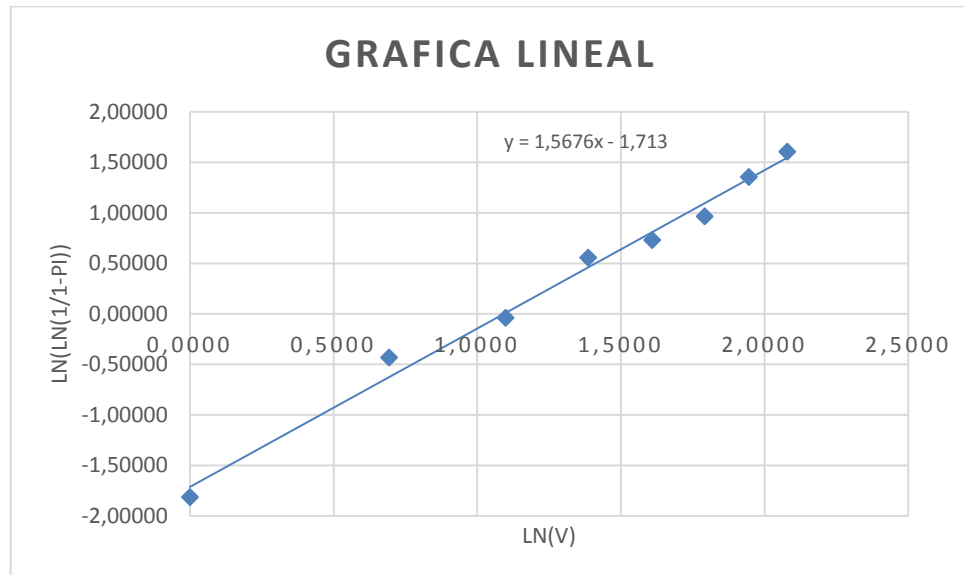


Figura N° 9: Grafica de reajuste lineal

Fuente: Elaboración propia del autor.

Por lo tanto, de la figura obtenemos la función lineal:

$$y = Kx + b = 1,5676x - 1,713$$

De los cuales se obtienen los valores k y b:

$$K=1,5676 \quad b=-1,713$$

Teniendo el valor de k y b obtenemos el valor de c sabiendo que:

$$b = -k \cdot \ln c, \text{ entonces } \mathbf{C=2,98}$$

Obtenidos los valores anteriores remplazamos en la distribución de Weibull, utilizando la ecuación (11).

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

$$f(v) = \left(\frac{1,5676}{2,98}\right) \cdot \left(\frac{v}{2,98}\right)^{1,5676-1} \cdot e^{\left[-\left(\frac{v}{2,98}\right)^{1,5676}\right]}$$

De la función anterior determinaremos las horas del día aprovechables según las velocidades del viento.

Tabla N° 13: Frecuencia de la velocidad según la función de Weibull

velocidad (m/s)	Función de densidad de probabilidad	Frecuencia (h)
0	0,000000	0,00
1	0,236034	42,43
2	0,245484	44,13
3	0,192221	34,55
4	0,127338	22,89
5	0,074441	13,38
6	0,039246	7,05
7	0,018909	3,40
8	0,008402	1,51
9	0,003466	0,62

Fuente: Elaboración propia del autor.

5.3. Equipamiento del sistema híbrido eólico fotovoltaico.

5.3.1. Dimensionamiento del sistema híbrido eólico fotovoltaico.

5.3.1.1. Sistema eólico.

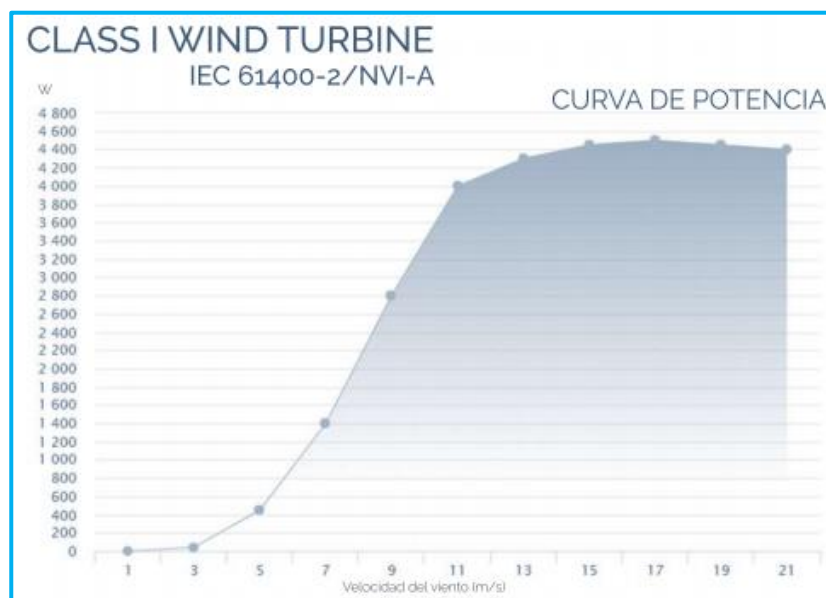


Figura N°12: Curva de potencia de aerogenerador ENAIR 70 PRO⁶².

Tabla N° 14: Energía que puede obtenerse con el generador mes de junio.

Velocidad(m/s)	Potencia (W)	horas	Energía (Wh)
1	0	42,43	0,00
2	81	44,13	3 574,18
3	179	34,55	6 184,76
4	245	22,89	5 607,79
5	450	13,38	6 021,37
6	925	7,05	6 525,33
7	1400	3,40	4758,46
8	2100	1,51	3 171,61
9	2800	0,62	1 744,55
Total			37 588,06

Fuente: Elaboración propia del autor.

⁶² https://www.enair.es/descargas/Ficha_Tecnica/Ficha_Tecnica_E70_es.pdf

De la energía total calculamos la energía promedio diaria considerando los 30 días del mes, la energía promedio del aerogenerador es 1252,94 Wh/día.

5.3.1.2. Sistema solar fotovoltaico

(a) Dimensionamiento del generador fotovoltaico

Seleccionamos 36 paneles de 295 Wp de la marca YINGLY SOLAR cuyo modelo es YGE 60 Cell Series 2, tipo de módulo YL295P-29b (ANEXO 04).

Tabla N° 15: Características eléctricas del panel fotovoltaico⁶³.

YGE 60 CELL SERIES 2								
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								
Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)								
Tipo de módulo			YLXXXP-29b (XXX=Pmax) YLXXXP-29b 1500V (XXX=Pmax)					
Potencia de salida	P _{max}	W	295	290	285	280	275	270
Tolerancias de potencia de salida	P _{max}	W		0/+5				
Eficiencia del módulo	η _m	%	18.0	17.7	17.4	17.1	16.8	16.5
Tensión en P _{max}	V _{mpp}	V	32.0	31.7	31.5	31.3	31.0	30.8
Intensidad en P _{max}	I _{mpp}	A	9.22	9.15	9.05	8.95	8.88	8.77
Tensión en circuito abierto	V _{oc}	V	38.5	38.4	38.2	38.0	37.8	37.7
Intensidad en cortocircuito	I _{sc}	A	9.74	9.65	9.55	9.45	9.36	9.26

De las ecuaciones calculamos el número de paneles fotovoltaicos en serie y ramas en paralelo:

De la ecuación (12) Obtenemos, cuya tensión de trabajo es 24 V.

$$N_{ms} = \frac{48}{24} = 2$$

63

http://www.yinglisolar.com/static/assets/uploads/products/downloads/DS_YGE60CELL%20%20SERIES%20%2029b_35mm_EU_ES_20190101_V04.pdf

De la ecuación (13) Obtenemos el número de ramas de paneles fotovoltaicos en paralelo.

$$N_{rp} = \frac{36}{2} = 18$$

La energía diaria que entregara el generador fotovoltaico es de:

$$E_{fotovoltaica} = N_{paneles} \times P_{panel} \times HSP \dots (\text{Ec.27})$$

$$E_d = 36 \times 295 \times 4.5 = 47790 \text{ Wh/día}$$

5.3.1.3. Energía total suministrada del sistema hibrido

Tabla N° 16: Energía total suministrada por el sistema hibrido.

	EQUIPO	ENERGIA(Wh/día)
Aerogenerador	01 Aerogenerador de E70 PRO	1 252,94
Generador fotovoltaico	36 paneles YGE 60 Cell Series 2 de 295Wp	47 790,00
total		49 042,94

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N°16, la energía que puede suministrar el sistema es de 49 042,94 Wh/día que es igual a 49,04294 kWh/día, y lo que requiere la carga del sistema es de:

$$E_{real} = 48,55 \text{ kWh}$$

Por lo que se concluye que el sistema eólico fotovoltaico puede suministrar energía eléctrica para abastecer la carga.

Se utilizarán 36 paneles de 295 Wp de la marca YINGLY SOLAR cuyo modelo es YGE 60 Cell Series 2, tipo de modulo YL295P-29b.

5.3.1.4. Dimensionamiento del controlador fotovoltaico.

Remplazando en la ecuación (14), obtenemos la corriente mínima del regulador.

$$I_{mr} = 1,25 \times I_{cp} \times N_{rp}$$

$$I_{mr} = 1,25 \times 9,74 \times 18 = 219,15 \text{ A}$$

Propongo utilizar Controlador SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON (ANEXO 05), remplazando en la ecuación (15), encuentro el número de reguladores a utilizar.

$$N_r = \frac{I_{mr}}{I_{rs}} = \frac{219,15}{85} = 2,578 \approx 3 \text{ controladores}$$



Figura N° 10: Controlador SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON⁶⁴.

⁶⁴ <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-smartsolar-mppt-150v-85a-victron>

Tabla N° 17 :Características del Controlador SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON⁶⁵.

Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de software para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				

5.3.1.5. Dimensionamiento del banco de baterías.

La energía que se va a suministrar a la carga es de 49,04294 kWh/día.

Utilizando la ecuación (16)

$$C_T = \frac{N_{\text{autonomia}} \times E_{\text{entrega de carga}}}{P_D \times V_T}$$

Donde:

$$N_{\text{autonomia}} = 2$$

$$P_D = 0,7$$

$$V_T = 48V$$

$$C_T = \frac{2 \times 49042,94}{0,7 \times 48} = 2919,22 \text{ Ah}$$

⁶⁵ <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-smartsolar-mppt-150v-85a-victron>

Se propone utilizar Batería Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840⁶⁶.



Figura N° 11: Batería Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840.

La cantidad de baterías conectadas en serie se calcula utilizando la ecuación (17).

$$N_{bs} = \frac{V_{tt}}{V_{tb}} = \frac{48}{12} = 4$$

La cantidad de baterías conectadas en paralelo se calcula utilizando la ecuación (18).

$$N_{bp} = \frac{C_T}{C_{ib}} = \frac{2919.22}{840} = 3,47 \approx 4$$

Obtenidos los resultados anteriores se calcula el número total de baterías que es igual:

$$4 \times 4 = 16 \text{ baterías}$$

⁶⁶ <https://autosolar.es/baterias-estacionarias-opzs-12v/bateria-estacionaria-12v-840ah-ultracell-opzs-uzs840>

5.3.1.6. Dimensionamiento del inversor.

Utilizando la ecuación (19) se determinará la potencia de entrada al inversor, lo cual la potencia de la carga se obtiene de la tabla N°3 cuya potencia instalada es de 6,09 kw considerando en un caso critico la máxima demanda será igual a la potencia instalada.

El rendimiento de un inversor semi-senoidal es mayor del 90% en este caso consideramos un rendimiento del 90%⁶⁷.

$$P_{EI} = \frac{P_C}{R_i} = \frac{6,09}{0,9} = 6,77kW$$

Utilizaremos un inversor de 8kW de la marca must modelo PV35-8K (ANEXO 07).

Numero de inversores remplazando en la ecuación (20):

$$N_i = \frac{6,77kW}{8kW} = 0,85$$

⁶⁷ <https://www.coursehero.com/file/p4f0h7e/Los-inversores-de-onda-semi-senoidal-o-quasi-senoidal-presentan-una-THD-del-20/>



Figura N° 12: Inversor PV3500 Series⁶⁸

5.3.1.7. Dimensionamiento de los conductores eléctricos.

Utilizaremos la variable de la caída de tensión máxima admisible y tomar en cuenta cuales son, según el IDAE, las recomendaciones según el subsistema a analizar:

Tabla N° 18 :Caída de tensión según el IDAE⁶⁹.

Subsistema	Caída tensión Máxima	Recomendada
Paneles – Regulador	3%	0,01
Regulador – Baterías	1%	0,005
Baterías – Inversor	1%	0,01

Tomando en cuenta las caídas de tensión de la tabla anterior utilizando la ecuación (21), (22) y (23) seleccionamos el conductor a utilizar.

⁶⁸ <http://www.must-solar.es/wp-content/uploads/2018/10/FICHA-INVERSOR-MUST-PV35-MPPT.pdf>

⁶⁹ <https://www.areatecnologia.com/electricidad/cables-fotovoltaica.html>

Del generador fotovoltaico al regulador (I_{MAXmf}):

$$I_{MAXmf} = 1,25 \times 9,74 \times 18 = 219,15 \text{ A} \quad (21)$$

Calculo de sección de conductor según caída de tensión (s):

Remplazando en la ecuación 23.

Siendo $\nabla V = 3\% \times 48 = 1,44$

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{\sigma \times \nabla V} \quad (23)$$

$$S_{cable} = \frac{2 \times 6 \times 219,15}{48 \times 1,44} = 38,046 \text{ mm}^2$$

Del regulador al inversor la corriente eléctrica (I_{MAXinv}):

$$I_{MAXmf} = 1,25 \times \left(\frac{8000}{48 \times 0,85} \right) = 245,098 \text{ A} \quad (22)$$

De la tabla N°19 seleccionamos 50 mm^2 .

Calculo de sección de conductor según caída de tensión (s):

Remplazando en la ecuación 23.

Siendo $\nabla V = 1\% \times 48 = 0,48$

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{\sigma \times \nabla V} \quad (23)$$

$$S_{cable} = \frac{2 \times 2 \times 219,15}{48 \times 0,48} = 38,046 \text{ mm}^2$$

De la tabla N°19 seleccionamos 50 mm^2 .

Utilizaremos cable indeco FREETOX N2XOH 0,6/1 kV
Unipolares.

Tabla N° 19: Datos eléctricos de conductores FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares⁷⁰.ver(anexo 8)

Datos Eléctricos			
Sección [mm²]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto a 20°C [A]
2,5	50	40	38
4	65	55	55
6	85	65	68
10	115	90	95
16	155	125	125
25	200	160	160
35	240	200	195
50	280	240	230
70	345	305	275
95	415	375	330
120	470	435	380
150	520	510	410
185	590	575	450
240	690	690	525
300	775	790	600

5.3.1.8. Angulo óptimo de inclinación en función la latitud

Remplazamos en la ecuación (1)

Sabiendo que la latitud es $\varphi = -6,2482933333$

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69|6,248^\circ| = 8,01^\circ$$

Por lo tanto, el Angulo de inclinación es de 8,01°, consideremos 15° por humedad y polvo.

5.3.1.9. Dimensionamiento de sistema de distribución 220V.

De la norma: Bases para el Diseño de Líneas y redes Secundarias con Conductor Auto portante para Electrificación Rural. (RD031-2003-EM, 2003) Indica que la caída máxima de tensión en la red secundaria es de 7,0 % de la tensión nominal.

Proponemos en la red de distribución secundaria usar los conductores 1x16+NA25, 2x16+16+NA25.

⁷⁰ <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000617.pdf>

Cálculos eléctricos:

(a) Máxima caída de tensión permisible⁷¹:

La sección de los conductores deberá calcularse en tal forma que la caída de tensión desde los terminales de salida del sistema alimentador hasta la Distribución más lejana eléctricamente, no exceda de 3,5% para un alimentador urbano, y 6% para un alimentador rural, de la tensión nominal.

Es decir, la tensión es 220V el 6% sería igual 13,2V lo cual no debe ser mayor.

La ecuación (24), para calcular la calidad de tensión:

$$\nabla V = KxLxIx10^{-3}$$

Por capacidad de corriente

La corriente se obtendrá utilizando la potencia del inversor y la tensión de trabajo y se analizará que no exceda la corriente que soporta el conductor tabla (19).

$$I = \frac{8000}{220} = 36,36A < 280 A \dots OK$$

(b) Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno.

Los estudios consideran las siguientes distancias mínimas al terreno normalizadas por la DGE para los SER

-En lugares accesibles sólo a peatones	:5,0 m
-En zonas no accesibles a vehículos o 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
-A lo largo de calles y caminos en zonas rurales	:5,0 m

Primará lo indicado en las Normas Específicas Rurales sobre el CNE Suministro – 2011, pero en situaciones **distintas a lo normalizado por la DGE**, se aplicará lo indicado en el CNE – Suministro 2 011 u otras normas de aplicación reconocida

⁷¹ http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/2.CNE_TIV%20-20Sist.de%20Distribucin.pdf

Carga de alumbrado publico

Los puntos de iluminación se han establecido según la Norma DGE de Alumbrado de Vías Públicas vigente para la zona; por lo tanto, en este caso la iluminación corresponde exclusivamente a lo indispensable y de acuerdo a los requerimientos de un sistema rural, limitándose únicamente a las plazas públicas, calles principales y/o vías de acceso a la localidad. (Sector Típico 3).

El tipo y potencia de la lámpara es el normalizado por la DGE/MEM:

Tabla N° 20: Lámpara de alumbrado vs potencia⁷².

Tipo de Lámpara	Pot. de Lámpara (W)	Pérdidas (W)	Total (W)
Vapor de Sodio	50	10	60

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

Calculo mecánico de conductor auto portante

(a) Hipótesis de diseño mecánico de conductores⁷³:

En la siguiente tabla se resume la hipótesis considerada para el diseño mecánico de conductores.

Los datos de temperatura son obtenidos de la estación SENAMHI de Jayanca la viña que más próxima al lugar. En la siguiente tabla se muestra la mayor y menor temperatura registrada en cada mes.

⁷² (RD031-2003-EM 2003)

⁷³ <https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/le-soi/soi3/soi31.htm>

Tabla N° 21: Tabla de máxima y mínima temperatura registrada de cada mes del año 2018.

AÑO	TEMPERATURA(°C)	
	MAX	MINI
Enero	35	16
Febrero	36	17,4
Marzo	35,6	16
Abril	35	16,4
Mayo	33,4	14
Junio	29	13
Julio	30	9,2
Agosto	30	12
Setiembre	30,8	13
Octubre	32,4	13
Noviembre	32,2	15
Diciembre	35	13

Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Tabla N° 22 : hipótesis para utilizar la ecuación de TRUXA⁷⁴.

Hipótesis	1 EDS	2 Mín. Temp. Máx. Viento	3 Max. Temp. Min. Viento
Temperatura (°C)	23,4	9,2	36
Velocidad de Viento (km/h)	0	70	0
Sobrecarga de hielo (mm)	0	0	0
Esfuerzo % del UTS	15%	Max. 40%	Max 40%

EDS temperatura: Con los datos obtenidos se calculó la temperatura media anual que es de 23,4 °C.

⁷⁴ Fuente: CNE

(b) Esfuerzos mecánicos en el conductor portante

Entre las estructuras 1,8 y 1,9 tenemos un tramo entre dos estructuras de anclaje con vano de 69,5 m debido a esta situación consideraremos un vano básico de 70 m.

ITEM	1	DISPOS:	1 x 16 + N25
			AUTOPOR. AL.
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES			
Sección Portante		25 mm ²	
T.C.D :		5,44 Kg/mm ²	
Hipótesis I : Condiciones de Máximo Esfuerzo.			
Temp. 1 :	9,2 °C	Veloc.Viento:	70 Km/hr.
Hipótesis II : Condiciones de Templado.			
Temp. 2 :	23,4 °C	Veloc.Viento:	0 Km/hr.
Hipótesis III : Condiciones de Máxima Flecha.			
Temp. 3 :	36 °C	Veloc.Viento:	0 Km/hr.

Vano (m)	50	60	70	75	80
HIP. I					
σ (Kg/mm ²)	8,74	9,07	9,38	9,52	9,67
f (m)	0,56	0,78	1,03	1,17	1,31
HIP. II					
σ (Kg/mm ²)	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44
f (m)	0,37	0,53	0,72	0,83	0,94
HIP. III					
σ (Kg/mm ²)	4,21	4,35	4,47	4,52	4,57
f (m)	0,47	0,66	0,88	1,00	1,12

El Esfuerzo máximo es de 9,38 kg/mm²

5.4. Presupuesto del sistema híbrido eólico fotovoltaico.

5.4.1.1. Medrado y presupuesto del sistema eólico fotovoltaico.

Tabla N° 23: Valor referencial para el suministro de materiales para el sistema eólico – fotovoltaico.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/unitario(S/.)	Costo (S/.)
Aerogenerador E70 PRO	pza	1	29 034,57	29 034,57
Torre de 15 m + controlador eólico	pza	1	9 864,31	9 864,31
paneles solares YGE 60 CELL Series 2 de 295Wp	pza	36	236,09	8 499,24
Batería Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840.	pza	16	937,05	1 4992,80
Inversor PV3500 Series 8kW	pza	1	5 582,99	5 582,99
estructura para 4 paneles solares	pza	9	1 500,00	13 500,00
controladores SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON	pza	3	3 754,54	11 263,62
Accesorios	gbal	1	500,00	500,00
Tota del Suministro				93 237,53

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24: Costo directo del sistema eólico fotovoltaico

Descripción	Costo (S/.)
Suministro de materiales	93 237,53
Montaje electromecánico	8 590,44
Transporte de materiales	4 295,22
Costo directo	106 123,19

Fuente: Elaboración propia

5.4.1.2. Costo total de la red de distribución secundaria.

Tabla N° 25 : Costo total de la red secundaria

RESUMEN DEL VALOR REFERENCIAL - REDES SECUNDARIAS		
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA EOLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERIO EL HIGUERON DEL DISTRITO DE SALAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
RESUMEN GENERAL DE REDES SECUNDARIAS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/.)
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	45 147,38
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	5 903,61
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	4 262,00
	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.) (S/.)	55 313,00

5.4.1.3. Costo total del sistema eólico – fotovoltaico.

Tabla N° 26:Costo total del proyecto.

RESUMEN GENERAL SISTEMA HIBRIDO EÓLICO-SOLAR EN EL CASERÍO EL HIGUERON - DISTRITO DE SALAS -LAMBAYEQUE		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL (S/.)
A	SISTEMA HIBRIDO EÓLICO SOLAR	106 123,19
B	RED SECUNDARIA	55 313,00
A	SUB TOTAL	161 436,19
B	GASTOS GENERALES (10%)	16 143,62
A	UTILIDADES (10%)	16 143,62
B	GASTO TOTAL	193 723,43
A	IGV (18%)	34 870,22
B	CAPACITACIÓN DE POBLADORES	3 000,00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO INCLUYE IGV	231 593,64

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

- a) Se definió que la energía promedio diaria para el caserío el Higuaron con una proyección de 20 años es de 35,93kWh/día.
- b) Para la evaluación del recurso solar se tomó según el SENAMHI (Atlas 2003) lo cual indica un valor más desfavorable de 4,5kWh/m²/día, según la NASA se ha obtenido un valor de 4,5kWh/m²/día y con el uso de software Solarius plus se ha obtenido 5,10 kWh/m²/día. Se consideró el menor valor de las tres fuentes obtenida que es de 4,5 kWh/m²/día. Los datos de velocidad del viento y dirección de cada hora se obtuvieron de la estación meteorológica Lambayeque a una altura de 2,5m.
- c) Se dimensionó el sistema eólico fotovoltaico el cual está compuesto 01 Aerogenerador de E70 PRO, 36 paneles YGE 60 Cell Series 2 de 295Wp, 16 Baterías Estacionaria 12V 840Ah Ultracell OPzS UZS840, 1 inversor PV3500 Series 8kW, 3 controladores SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON.
- d) El sistema eólico fotovoltaico tiene un costo referencial de S/. 231 593,64.

6.2. Recomendaciones

- a) Se recomienda realizar un plan de mantenimiento para tener la fiabilidad del sistema híbrido eólico – solar para garantizar su buen funcionamiento.
- b) Se recomienda capacitar a la población acerca del funcionamiento del sistema para tengan un alcance de los peligros y riesgos que pueda tener el sistema y así concientizar a sus hijos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Taboada Sandoval, L. M. (2019). Diseño de un sistema de generación híbrido eólico solar para la electrificación rural al caserío San Pablo del distrito de Pacora Provincia y Departamento de Lambayeque.
- 2) Rodríguez de la Cruz, S. A. (2019). Dimensionamiento de un sistema eólico fotovoltaico para electrificar el caserío Zapotal en Jayanca en el Departamento de Lambayeque.
- 3) Chapoñan Cuzo, A. J. (2018). Dimensionamiento de un Sistema de Generación Fotovoltáico Aislado para suministrar Energía Eléctrica a la localidad de Cruz De Pañala-Morrope-Lambayeque.
- 4) Arce Torres, R. F. (2018). Diseño de un Sistema de Generación Solar-Eólico para ser Aplicado en Electrificación Rural en el Distrito de Andagua.
- 5) Chávez Soto, J. C., & Medina Sánchez, J. P. (2014). Estudio y dimensionamiento de un sistema híbrido eólico solar para el alumbrado de las vías y el cerco perimétrico del campus universitario de la universidad nacional del santa.
- 6) García Quispicho, E. A. (2015). Cálculo de un sistema híbrido eólico - fotovoltaico aislado en zonas alejadas.
- 7) Ortega Izquierdo, Margarita (2016): Análisis de los impactos socioeconómicos de las energías eólica y solar fotovoltaica en Europa, Tesis doctoral. Universidad de Burgos(España). Facultad de Ingeniería.
- 8) Ortiz Cevallos, Yadira Natalí (2015): análisis de ciclo de vida de la generación eléctrica aplicación para una central eólica y una central solar, Tesis de grado. Universidad de Cuenca (Ecuador). Facultad de Ingeniería.
- 9) Esteve, F, Silveira, C y Maldonado, A. (2019) ACGEF: análisis de cortocircuito en generadores eólicos y fotovoltaicos. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.
- 10) Agustín Castejon, German Santamaria (2010): Instalaciones solares fotovoltaicas. España.

- 11) Chercca Ramírez, J. A. (2014). Aprovechamiento del recurso eólico y solar en la generación de energía eléctrica y la reducción de emisiones de CO₂ en el poblado rural La gramita de Casma.
- 12) Diaz Corcobado, Tomas (2008). Instalaciones solares fotovoltaicas. Mexico.
- 13) Gonzales Peñafiel, Gustavo Guillermo, Juan Carlos Sambrano Manosalvas, y Edinson Fabricio Estrada Pulgar (2014). «Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del golfo de Guayaquil, provincia de Guayas.» Guaayaquil.
- 14) Ixtebe Portabelle, Cilveti (2010). «Proceso de creacion de una planta solar fotovoltaica conectada a red.» Barcelona.
- 15) Llauce Chozo, Anthony Joel (2016). «Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceñito, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura».» Lambayeque.
- 16) Moran Santamaria, Jorge Máximo. «Análisis y evaluación para la viabilidad técnico y económico en el uso de la energía fotovoltaica para el centro poblado Cruz de Pañalá.» Lambayeque, 2013.
- 17) Muñoz Anticon, Delfor Flavio (2005). «Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país.» Lima.
- 18) Prado Mora, Carlos Roberto (2008). «Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada.».
- 19) SENAMHI. «Atlas de energía solar del Peru.» 2003.
- 20) solar, Guía de la energía. «Guía de la energía solar.» 2006, 2016.

ANEXOS

ANEXO N°01. DATA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA LAMBAYEQUE

ANEXO N°02. VELOCIDAD DEL VIENTO A 15 m DE ALTURA

ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DEL AEROGENERADOR ENAIR 70 PRO DE 5,5kW

ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS YINGLI SOLAR DE 295 Wp

ANEXO N°05. FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR SMARTSOLAR MPPT 150V 85A VICTRON ENERGY

ANEXO N°06. FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA ULTRACELL UZS840-2 DE 840A.h

ANEXO N°07. FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR MUST SOLAR DE 10,0 kW

ANEXO N°08. FICHA TÉCNICA DE CABLES NYY

ANEXO N° 09. CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES

ANEXO N° 10. METRADO Y PRESUPUESTO REDES SECUNDARIAS

ANEXO N° 11. SISTEMA HÍBRIDO SOLAR – EÓLICO

ANEXO N° 12. RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

**ANEXO N°01. DATOS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO
DE LA ESTACIÓN METEOROLOGICA DE
LAMBAYEQUE**

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
01/06/2018	01:00	0,7	SE	02/06/2018	00:00	1,1	SE	02/06/2018	23:00	0,5	S
01/06/2018	02:00	0,7	S	02/06/2018	01:00	0,7	S	03/06/2018	00:00	1,1	S
01/06/2018	03:00	0,7	SE	02/06/2018	02:00	0,6	S	03/06/2018	01:00	2	S
01/06/2018	04:00	0,2	S	02/06/2018	03:00	1,9	S	03/06/2018	02:00	2,2	S
01/06/2018	05:00	0,2	SE	02/06/2018	04:00	1,7	S	03/06/2018	03:00	1,9	S
01/06/2018	06:00	0,2	SE	02/06/2018	05:00	1,9	SE	03/06/2018	04:00	1,7	S
01/06/2018	07:00	0,2	SE	02/06/2018	06:00	2,4	SE	03/06/2018	05:00	1,9	SE
01/06/2018	08:00	0,2	SE	02/06/2018	07:00	1,9	S	03/06/2018	06:00	2,4	SE
01/06/2018	09:00	0,9	SE	02/06/2018	08:00	0,7	S	03/06/2018	07:00	1,9	S
01/06/2018	10:00	0,7	SE	02/06/2018	09:00	0,7	SE	03/06/2018	08:00	2,1	SE
01/06/2018	11:00	2	S	02/06/2018	10:00	1,1	S	03/06/2018	09:00	1,1	S
01/06/2018	12:00	1,2	S	02/06/2018	11:00	0,7	S	03/06/2018	10:00	2,1	S
01/06/2018	13:00	2	S	02/06/2018	12:00	1,1	S	03/06/2018	11:00	2	S
01/06/2018	14:00	2,5	SW	02/06/2018	13:00	1,6	S	03/06/2018	12:00	2,4	SE
01/06/2018	15:00	2,6	SW	02/06/2018	14:00	1,6	S	03/06/2018	13:00	1,9	S
01/06/2018	16:00	2,7	S	02/06/2018	15:00	2,5	S	03/06/2018	14:00	2,1	S
01/06/2018	17:00	2,6	S	02/06/2018	16:00	3,4	S	03/06/2018	15:00	3,1	S
01/06/2018	18:00	2,9	S	02/06/2018	17:00	3,4	SW	03/06/2018	16:00	3,5	S
01/06/2018	19:00	1,6	S	02/06/2018	18:00	3,4	S	03/06/2018	17:00	3,2	S
01/06/2018	20:00	0,9	SE	02/06/2018	19:00	2	S	03/06/2018	18:00	2	S
01/06/2018	21:00	0,7	SE	02/06/2018	20:00	1,6	S	03/06/2018	19:00	2,1	S
01/06/2018	22:00	1	SE	02/06/2018	21:00	0,2	S	03/06/2018	20:00	1,1	S
01/06/2018	23:00	0,7	SE	02/06/2018	22:00	0,7	S	03/06/2018	21:00	1,9	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
03/06/2018	22:00	1,9	S	04/06/2018	21:00	0,2	SE	05/06/2018	20:00	0,7	S
03/06/2018	23:00	1,7	S	04/06/2018	22:00	0,2	SE	05/06/2018	21:00	1,1	S
04/06/2018	00:00	0,7	S	04/06/2018	23:00	2,5	SE	05/06/2018	22:00	1,1	SE
04/06/2018	01:00	0,7	S	05/06/2018	00:00	3,4	SE	05/06/2018	23:00	0,7	S
04/06/2018	02:00	0,7	S	05/06/2018	01:00	0,2	SE	06/06/2018	00:00	0,2	S
04/06/2018	03:00	0,7	S	05/06/2018	02:00	0,2	SE	06/06/2018	01:00	0,2	S
04/06/2018	04:00	0,7	S	05/06/2018	03:00	0,7	S	06/06/2018	02:00	0,7	S
04/06/2018	05:00	0,2	S	05/06/2018	04:00	0,7	S	06/06/2018	03:00	0,2	S
04/06/2018	06:00	0,7	S	05/06/2018	05:00	0,7	S	06/06/2018	04:00	0,2	SE
04/06/2018	07:00	0,2	S	05/06/2018	06:00	2,5	SE	06/06/2018	05:00	1,6	SE
04/06/2018	08:00	0,7	SE	05/06/2018	07:00	3,4	S	06/06/2018	06:00	2,5	SE
04/06/2018	09:00	0,7	S	05/06/2018	08:00	1,6	SE	06/06/2018	07:00	1,6	S
04/06/2018	10:00	1,1	S	05/06/2018	09:00	1,6	SE	06/06/2018	08:00	1,6	SE
04/06/2018	11:00	2	SE	05/06/2018	10:00	1,6	S	06/06/2018	09:00	1,1	SE
04/06/2018	12:00	0,2	S	05/06/2018	11:00	0,7	S	06/06/2018	10:00	3,4	SE
04/06/2018	13:00	0,7	S	05/06/2018	12:00	2,9	S	06/06/2018	11:00	2	SW
04/06/2018	14:00	0,7	S	05/06/2018	13:00	2,5	SW	06/06/2018	12:00	2	SW
04/06/2018	15:00	1,6	S	05/06/2018	14:00	3,4	S	06/06/2018	13:00	0,2	S
04/06/2018	16:00	0,2	SE	05/06/2018	15:00	3,8	S	06/06/2018	14:00	0,2	S
04/06/2018	17:00	1,1	S	05/06/2018	16:00	2,9	S	06/06/2018	15:00	0,2	S
04/06/2018	18:00	1,1	SW	05/06/2018	17:00	2	S	06/06/2018	16:00	2	SW
04/06/2018	19:00	1,1	S	05/06/2018	18:00	3,4	S	06/06/2018	17:00	2,5	SW
04/06/2018	20:00	0,7	S	05/06/2018	19:00	0,7	S	06/06/2018	18:00	3,8	SW

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
06/06/2018	19:00	3,4	S	07/06/2018	18:00	5,2	S	08/06/2018	17:00	4,7	S
06/06/2018	20:00	3,4	S	07/06/2018	19:00	3,4	S	08/06/2018	18:00	4,7	S
06/06/2018	21:00	2	SE	07/06/2018	20:00	2,9	S	08/06/2018	19:00	3,4	S
06/06/2018	22:00	1,6	SE	07/06/2018	21:00	2,9	S	08/06/2018	20:00	3,4	S
06/06/2018	23:00	2,5	S	07/06/2018	22:00	3,4	S	08/06/2018	21:00	2,9	SE
07/06/2018	00:00	1,6	S	07/06/2018	23:00	3,8	S	08/06/2018	22:00	2,5	S
07/06/2018	01:00	1,6	SE	08/06/2018	00:00	3,4	S	08/06/2018	23:00	2	S
07/06/2018	02:00	1,1	SE	08/06/2018	01:00	1,6	SE	09/06/2018	00:00	2,9	S
07/06/2018	03:00	3,4	S	08/06/2018	02:00	3,4	SE	09/06/2018	01:00	1,6	SE
07/06/2018	04:00	2	SE	08/06/2018	03:00	2,9	SE	09/06/2018	02:00	1,6	S
07/06/2018	05:00	1,1	SE	08/06/2018	04:00	2,9	SE	09/06/2018	03:00	0,7	S
07/06/2018	06:00	2,5	S	08/06/2018	05:00	3,4	SE	09/06/2018	04:00	0,7	SE
07/06/2018	07:00	1,6	S	08/06/2018	06:00	3,8	SE	09/06/2018	05:00	1,6	SE
07/06/2018	08:00	1,1	SE	08/06/2018	07:00	3,4	SE	09/06/2018	06:00	1,1	SE
07/06/2018	09:00	1,1	S	08/06/2018	08:00	1,6	S	09/06/2018	07:00	0,2	SE
07/06/2018	10:00	0,7	SE	08/06/2018	09:00	0,7	SE	09/06/2018	08:00	0,2	SE
07/06/2018	11:00	2	S	08/06/2018	10:00	1,6	SE	09/06/2018	09:00	1,6	SE
07/06/2018	12:00	1,1	S	08/06/2018	11:00	0,2	SE	09/06/2018	10:00	1,1	SE
07/06/2018	13:00	0,2	S	08/06/2018	12:00	1,1	S	09/06/2018	11:00	0,2	SE
07/06/2018	14:00	2,5	SW	08/06/2018	13:00	2,9	S	09/06/2018	12:00	0,2	SE
07/06/2018	15:00	3,4	SW	08/06/2018	14:00	3,8	S	09/06/2018	13:00	1,1	S
07/06/2018	16:00	5,2	S	08/06/2018	15:00	4,7	S	09/06/2018	14:00	2,5	S
07/06/2018	17:00	5,2	S	08/06/2018	16:00	5,2	S	09/06/2018	15:00	3,4	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
09/06/2018	16:00	4,3	S	10/06/2018	15:00	0,2	SW	11/06/2018	14:00	0,7	SE
09/06/2018	17:00	4,3	S	10/06/2018	16:00	2,5	SW	11/06/2018	15:00	1,6	SE
09/06/2018	18:00	3,4	S	10/06/2018	17:00	2,5	SW	11/06/2018	16:00	1,6	SE
09/06/2018	19:00	3,8	S	10/06/2018	18:00	2	SW	11/06/2018	17:00	1,6	S
09/06/2018	20:00	2,9	S	10/06/2018	19:00	3,4	S	11/06/2018	18:00	1,6	SW
09/06/2018	21:00	2,9	S	10/06/2018	20:00	2	S	11/06/2018	19:00	0,7	S
09/06/2018	22:00	2,5	S	10/06/2018	21:00	2	S	11/06/2018	20:00	0,2	S
09/06/2018	23:00	1,1	S	10/06/2018	22:00	1,1	S	11/06/2018	21:00	0,2	S
10/06/2018	00:00	0,7	SE	10/06/2018	23:00	0,2	S	11/06/2018	22:00	0,2	SE
10/06/2018	01:00	1,1	S	11/06/2018	00:00	3,4	S	11/06/2018	23:00	1,1	SE
10/06/2018	02:00	1,1	S	11/06/2018	01:00	2	S	12/06/2018	00:00	1,6	SE
10/06/2018	03:00	0,7	S	11/06/2018	02:00	2	S	12/06/2018	01:00	0,7	SE
10/06/2018	04:00	1,1	SE	11/06/2018	03:00	2	SW	12/06/2018	02:00	1,1	SE
10/06/2018	05:00	1,1	SE	11/06/2018	04:00	0,2	S	12/06/2018	03:00	1,6	SE
10/06/2018	06:00	0,7	S	11/06/2018	05:00	0,7	S	12/06/2018	04:00	0,2	SE
10/06/2018	07:00	1,1	S	11/06/2018	06:00	0,7	SE	12/06/2018	05:00	1,1	SE
10/06/2018	08:00	0,7	SE	11/06/2018	07:00	0,2	S	12/06/2018	06:00	1,6	SE
10/06/2018	09:00	1,6	SE	11/06/2018	08:00	0,2	S	12/06/2018	07:00	0,2	SE
10/06/2018	10:00	1,1	SE	11/06/2018	09:00	0,7	SE	12/06/2018	08:00	0,2	S
10/06/2018	11:00	0,2	SE	11/06/2018	10:00	0,2	SE	12/06/2018	09:00	1,1	S
10/06/2018	12:00	0,2	SE	11/06/2018	11:00	3,4	SE	12/06/2018	10:00	1,6	S
10/06/2018	13:00	0,2	SW	11/06/2018	12:00	2	S	12/06/2018	11:00	0,7	S
10/06/2018	14:00	0,2	SW	11/06/2018	13:00	2	SE	12/06/2018	12:00	1,1	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
12/06/2018	13:00	1,6	S	13/06/2018	12:00	0,2	SE	14/06/2018	11:00	0,7	SW
12/06/2018	14:00	2,5	S	13/06/2018	13:00	0,7	SE	14/06/2018	12:00	1,1	SW
12/06/2018	15:00	3,4	S	13/06/2018	14:00	1,1	W	14/06/2018	13:00	2,5	S
12/06/2018	16:00	3,4	SW	13/06/2018	15:00	2	SW	14/06/2018	14:00	2,9	S
12/06/2018	17:00	3,4	SW	13/06/2018	16:00	2,5	SW	14/06/2018	15:00	3,4	SW
12/06/2018	18:00	3,8	S	13/06/2018	17:00	2	SW	14/06/2018	16:00	3,8	SW
12/06/2018	19:00	2	SW	13/06/2018	18:00	1,6	S	14/06/2018	17:00	4,7	S
12/06/2018	20:00	2,5	S	13/06/2018	19:00	1,6	S	14/06/2018	18:00	4,3	S
12/06/2018	21:00	1,6	S	13/06/2018	20:00	0,2	S	14/06/2018	19:00	1,1	S
12/06/2018	22:00	2	S	13/06/2018	21:00	0,2	S	14/06/2018	20:00	0,7	S
12/06/2018	23:00	1,1	S	13/06/2018	22:00	0,2	S	14/06/2018	21:00	0,7	S
13/06/2018	00:00	0,2	SE	13/06/2018	23:00	1,1	S	14/06/2018	22:00	1,1	S
13/06/2018	01:00	1,1	SE	14/06/2018	00:00	2	S	14/06/2018	23:00	0,2	S
13/06/2018	02:00	1,1	SE	14/06/2018	01:00	2,5	SE	15/06/2018	00:00	0,2	S
13/06/2018	03:00	1,1	SE	14/06/2018	02:00	2	SE	15/06/2018	01:00	0,2	SW
13/06/2018	04:00	2,5	SE	14/06/2018	03:00	1,6	SE	15/06/2018	02:00	0,7	S
13/06/2018	05:00	1,6	SE	14/06/2018	04:00	1,6	SE	15/06/2018	03:00	1,1	SE
13/06/2018	06:00	1,6	S	14/06/2018	05:00	0,2	SE	15/06/2018	04:00	3,4	S
13/06/2018	07:00	0,7	SE	14/06/2018	06:00	0,2	SE	15/06/2018	05:00	3,8	S
13/06/2018	08:00	0,2	SE	14/06/2018	07:00	0,2	SE	15/06/2018	06:00	0,2	S
13/06/2018	09:00	1,6	SE	14/06/2018	08:00	2,5	SE	15/06/2018	07:00	0,7	SE
13/06/2018	10:00	2,5	S	14/06/2018	09:00	2,9	SW	15/06/2018	08:00	1,1	SE
13/06/2018	11:00	1,1	SE	14/06/2018	10:00	0,2	SW	15/06/2018	09:00	3,4	SE

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
15/06/2018	10:00	3,8	SE	16/06/2018	09:00	0,2	S	17/06/2018	08:00	1,1	SE
15/06/2018	11:00	3,8	SE	16/06/2018	10:00	1,1	S	17/06/2018	09:00	1,1	SE
15/06/2018	12:00	2,5	SW	16/06/2018	11:00	1,1	S	17/06/2018	10:00	1,6	S
15/06/2018	13:00	2,5	SE	16/06/2018	12:00	0,7	SW	17/06/2018	11:00	1,6	SE
15/06/2018	14:00	0,7	S	16/06/2018	13:00	1,1	SW	17/06/2018	12:00	0,2	S
15/06/2018	15:00	1,1	S	16/06/2018	14:00	0,7	S	17/06/2018	13:00	0,2	S
15/06/2018	16:00	3,4	SW	16/06/2018	15:00	0,7	SE	17/06/2018	14:00	0,7	S
15/06/2018	17:00	3,8	SW	16/06/2018	16:00	1,6	S	17/06/2018	15:00	0,7	S
15/06/2018	18:00	3,8	SW	16/06/2018	17:00	0,7	S	17/06/2018	16:00	0,7	S
15/06/2018	19:00	2,5	SW	16/06/2018	18:00	1,1	SW	17/06/2018	17:00	1,1	SW
15/06/2018	20:00	2,5	S	16/06/2018	19:00	1,1	S	17/06/2018	18:00	1,1	S
15/06/2018	21:00	2	S	16/06/2018	20:00	1,1	S	17/06/2018	19:00	1,6	S
15/06/2018	22:00	2	S	16/06/2018	21:00	2	S	17/06/2018	20:00	0,7	SW
15/06/2018	23:00	1,1	S	16/06/2018	22:00	1,1	S	17/06/2018	21:00	1,6	S
16/06/2018	00:00	3,8	S	16/06/2018	23:00	0,2	S	17/06/2018	22:00	2	SE
16/06/2018	01:00	3,8	SW	17/06/2018	00:00	2,5	S	17/06/2018	23:00	2	SE
16/06/2018	02:00	2,5	S	17/06/2018	01:00	2,5	S	18/06/2018	00:00	1,6	S
16/06/2018	03:00	2,5	S	17/06/2018	02:00	2,5	SE	18/06/2018	01:00	1,6	S
16/06/2018	04:00	2	SE	17/06/2018	03:00	2	S	18/06/2018	02:00	0,2	S
16/06/2018	05:00	2	SW	17/06/2018	04:00	1,1	S	18/06/2018	03:00	1,1	S
16/06/2018	06:00	1,1	S	17/06/2018	05:00	2	S	18/06/2018	04:00	1,6	S
16/06/2018	07:00	1,1	S	17/06/2018	06:00	2	S	18/06/2018	05:00	1,1	S
16/06/2018	08:00	0,7	S	17/06/2018	07:00	0,7	S	18/06/2018	06:00	1,6	SE

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
18/06/2018	07:00	1,6	S	19/06/2018	06:00	1,6	SE	20/06/2018	05:00	1,6	S
18/06/2018	08:00	1,6	S	19/06/2018	07:00	0,7	SE	20/06/2018	06:00	1,6	S
18/06/2018	09:00	2	S	19/06/2018	08:00	0,2	SE	20/06/2018	07:00	1,6	S
18/06/2018	10:00	0,7	S	19/06/2018	09:00	1,1	SE	20/06/2018	08:00	0,7	S
18/06/2018	11:00	1,1	S	19/06/2018	10:00	0,2	SE	20/06/2018	09:00	1,1	S
18/06/2018	12:00	1,1	SE	19/06/2018	11:00	1,1	SW	20/06/2018	10:00	0,2	S
18/06/2018	13:00	0,7	S	19/06/2018	12:00	0,2	S	20/06/2018	11:00	0,2	SW
18/06/2018	14:00	1,1	S	19/06/2018	13:00	1,1	SW	20/06/2018	12:00	1,1	SW
18/06/2018	15:00	1,6	S	19/06/2018	14:00	1,1	S	20/06/2018	13:00	2	S
18/06/2018	16:00	1,6	S	19/06/2018	15:00	2	S	20/06/2018	14:00	1,6	S
18/06/2018	17:00	2,5	S	19/06/2018	16:00	2,9	SW	20/06/2018	15:00	2	S
18/06/2018	18:00	2,5	S	19/06/2018	17:00	2,9	SW	20/06/2018	16:00	2,5	SW
18/06/2018	19:00	1,1	S	19/06/2018	18:00	2	SW	20/06/2018	17:00	3,8	SW
18/06/2018	20:00	2	S	19/06/2018	19:00	1,6	S	20/06/2018	18:00	2,9	SW
18/06/2018	21:00	2	S	19/06/2018	20:00	0,2	S	20/06/2018	19:00	2,5	S
18/06/2018	22:00	2	S	19/06/2018	21:00	1,1	S	20/06/2018	20:00	2,5	S
18/06/2018	23:00	1,1	S	19/06/2018	22:00	2	S	20/06/2018	21:00	0,7	S
19/06/2018	00:00	1,6	S	19/06/2018	23:00	2,9	S	20/06/2018	22:00	0,7	S
19/06/2018	01:00	0,7	S	20/06/2018	00:00	2,9	S	20/06/2018	23:00	0,7	S
19/06/2018	02:00	0,2	S	20/06/2018	01:00	2	S	21/06/2018	00:00	1,1	S
19/06/2018	03:00	2	SE	20/06/2018	02:00	1,6	S	21/06/2018	01:00	0,7	SE
19/06/2018	04:00	2	SE	20/06/2018	03:00	1,6	S	21/06/2018	02:00	1,1	S
19/06/2018	05:00	1,1	SE	20/06/2018	04:00	1,6	S	21/06/2018	03:00	1,1	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
21/06/2018	04:00	0,7	S	22/06/2018	03:00	1,6	S	23/06/2018	02:00	1,6	SE
21/06/2018	05:00	0,2	S	22/06/2018	04:00	0,7	S	23/06/2018	03:00	1,1	SE
21/06/2018	06:00	0,2	S	22/06/2018	05:00	0,7	S	23/06/2018	04:00	2,5	SE
21/06/2018	07:00	1,1	S	22/06/2018	06:00	1,6	S	23/06/2018	05:00	2,9	SE
21/06/2018	08:00	1,6	SE	22/06/2018	07:00	1,6	S	23/06/2018	06:00	2	SE
21/06/2018	09:00	1,1	S	22/06/2018	08:00	1,6	S	23/06/2018	07:00	1,6	SE
21/06/2018	10:00	1,6	S	22/06/2018	09:00	0,7	S	23/06/2018	08:00	1,6	SE
21/06/2018	11:00	2,5	S	22/06/2018	10:00	0,7	N	23/06/2018	09:00	0,2	S
21/06/2018	12:00	0,7	S	22/06/2018	11:00	0,7	NW	23/06/2018	10:00	0,2	S
21/06/2018	13:00	1,1	SW	22/06/2018	12:00	0,7	NW	23/06/2018	11:00	0,2	S
21/06/2018	14:00	1,6	S	22/06/2018	13:00	0,2	SW	23/06/2018	12:00	0,2	SE
21/06/2018	15:00	2,5	SW	22/06/2018	14:00	1,1	SW	23/06/2018	13:00	0,2	SW
21/06/2018	16:00	2	SW	22/06/2018	15:00	2	SW	23/06/2018	14:00	0,2	SE
21/06/2018	17:00	2	SW	22/06/2018	16:00	1,6	S	23/06/2018	15:00	0,2	SE
21/06/2018	18:00	1,6	SW	22/06/2018	17:00	2,5	S	23/06/2018	16:00	1,1	S
21/06/2018	19:00	0,7	SW	22/06/2018	18:00	2	S	23/06/2018	17:00	2,9	SW
21/06/2018	20:00	1,1	SW	22/06/2018	19:00	2,5	S	23/06/2018	18:00	2,6	SW
21/06/2018	21:00	0,7	SW	22/06/2018	20:00	1,6	S	23/06/2018	19:00	0,2	SW
21/06/2018	22:00	1,6	SW	22/06/2018	21:00	1,1	S	23/06/2018	20:00	0,7	S
21/06/2018	23:00	2,5	S	22/06/2018	22:00	2,5	S	23/06/2018	21:00	0,2	S
22/06/2018	00:00	2	S	22/06/2018	23:00	2,9	S	23/06/2018	22:00	0,7	S
22/06/2018	01:00	1,6	S	23/06/2018	00:00	2	S	23/06/2018	23:00	0,7	SW
22/06/2018	02:00	1,6	S	23/06/2018	01:00	1,6	S	24/06/2018	00:00	1,1	SW

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
24/06/2018	01:00	0,2	SW	25/06/2018	00:00	0,2	S	25/06/2018	23:00	1,1	S
24/06/2018	02:00	0,2	SW	25/06/2018	01:00	0,2	SE	26/06/2018	00:00	1,1	S
24/06/2018	03:00	0,2	SE	25/06/2018	02:00	0,7	SE	26/06/2018	01:00	1,1	SE
24/06/2018	04:00	0,7	SE	25/06/2018	03:00	0,7	SE	26/06/2018	02:00	0,7	S
24/06/2018	05:00	1,6	SE	25/06/2018	04:00	0,2	SE	26/06/2018	03:00	1,6	S
24/06/2018	06:00	2,9	SE	25/06/2018	05:00	0,2	SE	26/06/2018	04:00	2	S
24/06/2018	07:00	2,9	SE	25/06/2018	06:00	0,2	S	26/06/2018	05:00	1,6	S
24/06/2018	08:00	0,2	SE	25/06/2018	07:00	0,2	S	26/06/2018	06:00	1,1	S
24/06/2018	09:00	0,7	SE	25/06/2018	08:00	2	S	26/06/2018	07:00	2	S
24/06/2018	10:00	0,7	SE	25/06/2018	09:00	2	S	26/06/2018	08:00	0,7	S
24/06/2018	11:00	1,1	SE	25/06/2018	10:00	0,2	S	26/06/2018	09:00	0,7	SE
24/06/2018	12:00	0,2	S	25/06/2018	11:00	1,1	S	26/06/2018	10:00	1,6	SE
24/06/2018	13:00	0,2	SE	25/06/2018	12:00	0,2	SE	26/06/2018	11:00	2	S
24/06/2018	14:00	0,2	S	25/06/2018	13:00	0,7	S	26/06/2018	12:00	1,6	S
24/06/2018	15:00	0,7	SW	25/06/2018	14:00	2,9	SW	26/06/2018	13:00	1,1	S
24/06/2018	16:00	1,6	S	25/06/2018	15:00	4,3	SW	26/06/2018	14:00	2	S
24/06/2018	17:00	2,9	S	25/06/2018	16:00	4,3	S	26/06/2018	15:00	2	S
24/06/2018	18:00	2,9	SW	25/06/2018	17:00	4,3	S	26/06/2018	16:00	2	S
24/06/2018	19:00	2,5	S	25/06/2018	18:00	2,9	SW	26/06/2018	17:00	2	S
24/06/2018	20:00	1,6	SE	25/06/2018	19:00	2	S	26/06/2018	18:00	2	S
24/06/2018	21:00	1,6	S	25/06/2018	20:00	1,6	S	26/06/2018	19:00	1,1	S
24/06/2018	22:00	2,5	S	25/06/2018	21:00	0,7	SW	26/06/2018	20:00	1,6	S
24/06/2018	23:00	1,1	SE	25/06/2018	22:00	0,2	S	26/06/2018	21:00	1,6	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
26/06/2018	22:00	0,7	S	27/06/2018	21:00	2,5	S	28/06/2018	20:00	2,9	S
26/06/2018	23:00	1,1	S	27/06/2018	22:00	1,6	S	28/06/2018	21:00	1,1	S
27/06/2018	00:00	1,1	S	27/06/2018	23:00	1,1	SE	28/06/2018	22:00	1,1	SE
27/06/2018	01:00	1,1	S	28/06/2018	00:00	1,1	S	28/06/2018	23:00	1,1	S
27/06/2018	02:00	0,7	SE	28/06/2018	01:00	1,6	S	29/06/2018	00:00	1,1	S
27/06/2018	03:00	0,2	S	28/06/2018	02:00	0,2	S	29/06/2018	01:00	4,7	S
27/06/2018	04:00	1,1	SE	28/06/2018	03:00	0,2	SE	29/06/2018	02:00	4,3	S
27/06/2018	05:00	0,7	S	28/06/2018	04:00	1,1	SE	29/06/2018	03:00	4,7	S
27/06/2018	06:00	0,7	S	28/06/2018	05:00	0,7	SE	29/06/2018	04:00	2,9	S
27/06/2018	07:00	0,7	S	28/06/2018	06:00	2	SE	29/06/2018	05:00	1,1	S
27/06/2018	08:00	1,1	S	28/06/2018	07:00	2	SE	29/06/2018	06:00	1,1	S
27/06/2018	09:00	1,1	S	28/06/2018	08:00	3,4	S	29/06/2018	07:00	1,1	S
27/06/2018	10:00	0,2	S	28/06/2018	09:00	3,8	S	29/06/2018	08:00	1,1	S
27/06/2018	11:00	0,2	SW	28/06/2018	10:00	1,1	SE	29/06/2018	09:00	1,6	S
27/06/2018	12:00	1,6	S	28/06/2018	11:00	0,7	SE	29/06/2018	10:00	1,6	S
27/06/2018	13:00	1,6	S	28/06/2018	12:00	2	S	29/06/2018	11:00	0,7	SE
27/06/2018	14:00	3,4	S	28/06/2018	13:00	2	S	29/06/2018	12:00	1,1	SW
27/06/2018	15:00	3,8	SW	28/06/2018	14:00	3,4	S	29/06/2018	13:00	2	S
27/06/2018	16:00	4,3	SW	28/06/2018	15:00	3,8	S	29/06/2018	14:00	3,8	S
27/06/2018	17:00	4,7	S	28/06/2018	16:00	4,3	S	29/06/2018	15:00	4,3	S
27/06/2018	18:00	4,3	S	28/06/2018	17:00	4,7	S	29/06/2018	16:00	4,3	S
27/06/2018	19:00	2,5	S	28/06/2018	18:00	4,3	S	29/06/2018	17:00	4,3	S
27/06/2018	20:00	2	S	28/06/2018	19:00	4,7	S	29/06/2018	18:00	5,2	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		2.5 m				2.5 m				2.5 m	
29/06/2018	19:00	3,8	S	30/06/2018	05:00	0,7	SE	30/06/2018	15:00	2,5	S
29/06/2018	20:00	3,4	S	30/06/2018	06:00	2	SE	30/06/2018	16:00	4,3	S
29/06/2018	21:00	2,5	S	30/06/2018	07:00	1,1	SE	30/06/2018	17:00	4,3	S
29/06/2018	22:00	1,6	S	30/06/2018	08:00	0,2	SE	30/06/2018	18:00	4,7	S
29/06/2018	23:00	2	S	30/06/2018	09:00	2	SE	30/06/2018	19:00	2,9	S
30/06/2018	00:00	0,7	S	30/06/2018	10:00	0,2	SE	30/06/2018	20:00	2,5	S
30/06/2018	01:00	2	S	30/06/2018	11:00	0,2	SE	30/06/2018	21:00	2	S
30/06/2018	02:00	1,1	SE	30/06/2018	12:00	1,1	S	30/06/2018	22:00	0,7	S
30/06/2018	03:00	0,2	S	30/06/2018	13:00	0,7	SW	30/06/2018	23:00	0,7	S
30/06/2018	04:00	2	S	30/06/2018	14:00	0,7	S				

**ANEXO N°02. VELOCIDAD DEL VIENTO A 15 m DE
ALTURA**

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
01/06/2018	01:00	1,115	SE	02/06/2018	00:00	1,753	SE	02/06/2018	23:00	0,797	S
01/06/2018	02:00	1,115	S	02/06/2018	01:00	1,115	S	03/06/2018	00:00	1,753	S
01/06/2018	03:00	1,115	SE	02/06/2018	02:00	0,956	S	03/06/2018	01:00	3,187	S
01/06/2018	04:00	0,319	S	02/06/2018	03:00	3,027	S	03/06/2018	02:00	3,505	S
01/06/2018	05:00	0,319	SE	02/06/2018	04:00	2,709	S	03/06/2018	03:00	3,027	S
01/06/2018	06:00	0,319	SE	02/06/2018	05:00	3,027	SE	03/06/2018	04:00	2,709	S
01/06/2018	07:00	0,319	SE	02/06/2018	06:00	3,824	SE	03/06/2018	05:00	3,027	SE
01/06/2018	08:00	0,319	SE	02/06/2018	07:00	3,027	S	03/06/2018	06:00	3,824	SE
01/06/2018	09:00	1,434	SE	02/06/2018	08:00	1,115	S	03/06/2018	07:00	3,027	S
01/06/2018	10:00	1,115	SE	02/06/2018	09:00	1,115	SE	03/06/2018	08:00	3,346	SE
01/06/2018	11:00	3,187	S	02/06/2018	10:00	1,753	S	03/06/2018	09:00	1,753	S
01/06/2018	12:00	1,912	S	02/06/2018	11:00	1,115	S	03/06/2018	10:00	3,346	S
01/06/2018	13:00	3,187	S	02/06/2018	12:00	1,753	S	03/06/2018	11:00	3,187	S
01/06/2018	14:00	3,983	SW	02/06/2018	13:00	2,549	S	03/06/2018	12:00	3,824	SE
01/06/2018	15:00	4,143	SW	02/06/2018	14:00	2,549	S	03/06/2018	13:00	3,027	S
01/06/2018	16:00	4,302	S	02/06/2018	15:00	3,983	S	03/06/2018	14:00	3,346	S
01/06/2018	17:00	4,143	S	02/06/2018	16:00	5,417	S	03/06/2018	15:00	4,939	S
01/06/2018	18:00	4,621	S	02/06/2018	17:00	5,417	SW	03/06/2018	16:00	5,577	S
01/06/2018	19:00	2,549	S	02/06/2018	18:00	5,417	S	03/06/2018	17:00	5,099	S
01/06/2018	20:00	1,434	SE	02/06/2018	19:00	3,187	S	03/06/2018	18:00	3,187	S
01/06/2018	21:00	1,115	SE	02/06/2018	20:00	2,549	S	03/06/2018	19:00	3,346	S
01/06/2018	22:00	1,593	SE	02/06/2018	21:00	0,319	S	03/06/2018	20:00	1,753	S
01/06/2018	23:00	1,115	SE	02/06/2018	22:00	1,115	S	03/06/2018	21:00	3,027	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
03/06/2018	22:00	3,027	S	04/06/2018	21:00	0,319	SE	05/06/2018	20:00	1,115	S
03/06/2018	23:00	2,709	S	04/06/2018	22:00	0,319	SE	05/06/2018	21:00	1,753	S
04/06/2018	00:00	1,115	S	04/06/2018	23:00	3,983	SE	05/06/2018	22:00	1,753	SE
04/06/2018	01:00	1,115	S	05/06/2018	00:00	5,417	SE	05/06/2018	23:00	1,115	S
04/06/2018	02:00	1,115	S	05/06/2018	01:00	0,319	SE	06/06/2018	00:00	0,319	S
04/06/2018	03:00	1,115	S	05/06/2018	02:00	0,319	SE	06/06/2018	01:00	0,319	S
04/06/2018	04:00	1,115	S	05/06/2018	03:00	1,115	S	06/06/2018	02:00	1,115	S
04/06/2018	05:00	0,319	S	05/06/2018	04:00	1,115	S	06/06/2018	03:00	0,319	S
04/06/2018	06:00	1,115	S	05/06/2018	05:00	1,115	S	06/06/2018	04:00	0,319	SE
04/06/2018	07:00	0,319	S	05/06/2018	06:00	3,983	SE	06/06/2018	05:00	2,549	SE
04/06/2018	08:00	1,115	SE	05/06/2018	07:00	5,417	S	06/06/2018	06:00	3,983	SE
04/06/2018	09:00	1,115	S	05/06/2018	08:00	2,549	SE	06/06/2018	07:00	2,549	S
04/06/2018	10:00	1,753	S	05/06/2018	09:00	2,549	SE	06/06/2018	08:00	2,549	SE
04/06/2018	11:00	3,187	SE	05/06/2018	10:00	2,549	S	06/06/2018	09:00	1,753	SE
04/06/2018	12:00	0,319	S	05/06/2018	11:00	1,115	S	06/06/2018	10:00	5,417	SE
04/06/2018	13:00	1,115	S	05/06/2018	12:00	4,621	S	06/06/2018	11:00	3,187	SW
04/06/2018	14:00	1,115	S	05/06/2018	13:00	3,983	SW	06/06/2018	12:00	3,187	SW
04/06/2018	15:00	2,549	S	05/06/2018	14:00	5,417	S	06/06/2018	13:00	0,319	S
04/06/2018	16:00	0,319	SE	05/06/2018	15:00	6,055	S	06/06/2018	14:00	0,319	S
04/06/2018	17:00	1,753	S	05/06/2018	16:00	4,621	S	06/06/2018	15:00	0,319	S
04/06/2018	18:00	1,753	SW	05/06/2018	17:00	3,187	S	06/06/2018	16:00	3,187	SW
04/06/2018	19:00	1,753	S	05/06/2018	18:00	5,417	S	06/06/2018	17:00	3,983	SW
04/06/2018	20:00	1,115	S	05/06/2018	19:00	1,115	S	06/06/2018	18:00	6,055	SW

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
06/06/2018	19:00	5,417	S	07/06/2018	18:00	8,286	S	08/06/2018	17:00	7,489	S
06/06/2018	20:00	5,417	S	07/06/2018	19:00	5,417	S	08/06/2018	18:00	7,489	S
06/06/2018	21:00	3,187	SE	07/06/2018	20:00	4,621	S	08/06/2018	19:00	5,417	S
06/06/2018	22:00	2,549	SE	07/06/2018	21:00	4,621	S	08/06/2018	20:00	5,417	S
06/06/2018	23:00	3,983	S	07/06/2018	22:00	5,417	S	08/06/2018	21:00	4,621	SE
07/06/2018	00:00	2,549	S	07/06/2018	23:00	6,055	S	08/06/2018	22:00	3,983	S
07/06/2018	01:00	2,549	SE	08/06/2018	00:00	5,417	S	08/06/2018	23:00	3,187	S
07/06/2018	02:00	1,753	SE	08/06/2018	01:00	2,549	SE	09/06/2018	00:00	4,621	S
07/06/2018	03:00	5,417	S	08/06/2018	02:00	5,417	SE	09/06/2018	01:00	2,549	SE
07/06/2018	04:00	3,187	SE	08/06/2018	03:00	4,621	SE	09/06/2018	02:00	2,549	S
07/06/2018	05:00	1,753	SE	08/06/2018	04:00	4,621	SE	09/06/2018	03:00	1,115	S
07/06/2018	06:00	3,983	S	08/06/2018	05:00	5,417	SE	09/06/2018	04:00	1,115	SE
07/06/2018	07:00	2,549	S	08/06/2018	06:00	6,055	SE	09/06/2018	05:00	2,549	SE
07/06/2018	08:00	1,753	SE	08/06/2018	07:00	5,417	SE	09/06/2018	06:00	1,753	SE
07/06/2018	09:00	1,753	S	08/06/2018	08:00	2,549	S	09/06/2018	07:00	0,319	SE
07/06/2018	10:00	1,115	SE	08/06/2018	09:00	1,115	SE	09/06/2018	08:00	0,319	SE
07/06/2018	11:00	3,187	S	08/06/2018	10:00	2,549	SE	09/06/2018	09:00	2,549	SE
07/06/2018	12:00	1,753	S	08/06/2018	11:00	0,319	SE	09/06/2018	10:00	1,753	SE
07/06/2018	13:00	0,319	S	08/06/2018	12:00	1,753	S	09/06/2018	11:00	0,319	SE
07/06/2018	14:00	3,983	SW	08/06/2018	13:00	4,621	S	09/06/2018	12:00	0,319	SE
07/06/2018	15:00	5,417	SW	08/06/2018	14:00	6,055	S	09/06/2018	13:00	1,753	S
07/06/2018	16:00	8,286	S	08/06/2018	15:00	7,489	S	09/06/2018	14:00	3,983	S
07/06/2018	17:00	8,286	S	08/06/2018	16:00	8,286	S	09/06/2018	15:00	5,417	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
09/06/2018	16:00	6,852	S	10/06/2018	15:00	0,319	SW	11/06/2018	14:00	1,115	SE
09/06/2018	17:00	6,852	S	10/06/2018	16:00	3,983	SW	11/06/2018	15:00	2,549	SE
09/06/2018	18:00	5,417	S	10/06/2018	17:00	3,983	SW	11/06/2018	16:00	2,549	SE
09/06/2018	19:00	6,055	S	10/06/2018	18:00	3,187	SW	11/06/2018	17:00	2,549	S
09/06/2018	20:00	4,621	S	10/06/2018	19:00	5,417	S	11/06/2018	18:00	2,549	SW
09/06/2018	21:00	4,621	S	10/06/2018	20:00	3,187	S	11/06/2018	19:00	1,115	S
09/06/2018	22:00	3,983	S	10/06/2018	21:00	3,187	S	11/06/2018	20:00	0,319	S
09/06/2018	23:00	1,753	S	10/06/2018	22:00	1,753	S	11/06/2018	21:00	0,319	S
10/06/2018	00:00	1,115	SE	10/06/2018	23:00	0,319	S	11/06/2018	22:00	0,319	SE
10/06/2018	01:00	1,753	S	11/06/2018	00:00	5,417	S	11/06/2018	23:00	1,753	SE
10/06/2018	02:00	1,753	S	11/06/2018	01:00	3,187	S	12/06/2018	00:00	2,549	SE
10/06/2018	03:00	1,115	S	11/06/2018	02:00	3,187	S	12/06/2018	01:00	1,115	SE
10/06/2018	04:00	1,753	SE	11/06/2018	03:00	3,187	SW	12/06/2018	02:00	1,753	SE
10/06/2018	05:00	1,753	SE	11/06/2018	04:00	0,319	S	12/06/2018	03:00	2,549	SE
10/06/2018	06:00	1,115	S	11/06/2018	05:00	1,115	S	12/06/2018	04:00	0,319	SE
10/06/2018	07:00	1,753	S	11/06/2018	06:00	1,115	SE	12/06/2018	05:00	1,753	SE
10/06/2018	08:00	1,115	SE	11/06/2018	07:00	0,319	S	12/06/2018	06:00	2,549	SE
10/06/2018	09:00	2,549	SE	11/06/2018	08:00	0,319	S	12/06/2018	07:00	0,319	SE
10/06/2018	10:00	1,753	SE	11/06/2018	09:00	1,115	SE	12/06/2018	08:00	0,319	S
10/06/2018	11:00	0,319	SE	11/06/2018	10:00	0,319	SE	12/06/2018	09:00	1,753	S
10/06/2018	12:00	0,319	SE	11/06/2018	11:00	5,417	SE	12/06/2018	10:00	2,549	S
10/06/2018	13:00	0,319	SW	11/06/2018	12:00	3,187	S	12/06/2018	11:00	1,115	S
10/06/2018	14:00	0,319	SW	11/06/2018	13:00	3,187	SE	12/06/2018	12:00	1,753	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
12/06/2018	13:00	2,549	S	13/06/2018	12:00	0,319	SE	14/06/2018	11:00	1,115	SW
12/06/2018	14:00	3,983	S	13/06/2018	13:00	1,115	SE	14/06/2018	12:00	1,753	SW
12/06/2018	15:00	5,417	S	13/06/2018	14:00	1,753	W	14/06/2018	13:00	3,983	S
12/06/2018	16:00	5,417	SW	13/06/2018	15:00	3,187	SW	14/06/2018	14:00	4,621	S
12/06/2018	17:00	5,417	SW	13/06/2018	16:00	3,983	SW	14/06/2018	15:00	5,417	SW
12/06/2018	18:00	6,055	S	13/06/2018	17:00	3,187	SW	14/06/2018	16:00	6,055	SW
12/06/2018	19:00	3,187	SW	13/06/2018	18:00	2,549	S	14/06/2018	17:00	7,489	S
12/06/2018	20:00	3,983	S	13/06/2018	19:00	2,549	S	14/06/2018	18:00	6,852	S
12/06/2018	21:00	2,549	S	13/06/2018	20:00	0,319	S	14/06/2018	19:00	1,753	S
12/06/2018	22:00	3,187	S	13/06/2018	21:00	0,319	S	14/06/2018	20:00	1,115	S
12/06/2018	23:00	1,753	S	13/06/2018	22:00	0,319	S	14/06/2018	21:00	1,115	S
13/06/2018	00:00	0,319	SE	13/06/2018	23:00	1,753	S	14/06/2018	22:00	1,753	S
13/06/2018	01:00	1,753	SE	14/06/2018	00:00	3,187	S	14/06/2018	23:00	0,319	S
13/06/2018	02:00	1,753	SE	14/06/2018	01:00	3,983	SE	15/06/2018	00:00	0,319	S
13/06/2018	03:00	1,753	SE	14/06/2018	02:00	3,187	SE	15/06/2018	01:00	0,319	SW
13/06/2018	04:00	3,983	SE	14/06/2018	03:00	2,549	SE	15/06/2018	02:00	1,115	S
13/06/2018	05:00	2,549	SE	14/06/2018	04:00	2,549	SE	15/06/2018	03:00	1,753	SE
13/06/2018	06:00	2,549	S	14/06/2018	05:00	0,319	SE	15/06/2018	04:00	5,417	S
13/06/2018	07:00	1,115	SE	14/06/2018	06:00	0,319	SE	15/06/2018	05:00	6,055	S
13/06/2018	08:00	0,319	SE	14/06/2018	07:00	0,319	SE	15/06/2018	06:00	0,319	S
13/06/2018	09:00	2,549	SE	14/06/2018	08:00	3,983	SE	15/06/2018	07:00	1,115	SE
13/06/2018	10:00	3,983	S	14/06/2018	09:00	4,621	SW	15/06/2018	08:00	1,753	SE
13/06/2018	11:00	1,753	SE	14/06/2018	10:00	0,319	SW	15/06/2018	09:00	5,417	SE

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
15/06/2018	10:00	6,055	SE	16/06/2018	09:00	0,319	S	17/06/2018	08:00	1,753	SE
15/06/2018	11:00	6,055	SE	16/06/2018	10:00	1,753	S	17/06/2018	09:00	1,753	SE
15/06/2018	12:00	3,983	SW	16/06/2018	11:00	1,753	S	17/06/2018	10:00	2,549	S
15/06/2018	13:00	3,983	SE	16/06/2018	12:00	1,115	SW	17/06/2018	11:00	2,549	SE
15/06/2018	14:00	1,115	S	16/06/2018	13:00	1,753	SW	17/06/2018	12:00	0,319	S
15/06/2018	15:00	1,753	S	16/06/2018	14:00	1,115	S	17/06/2018	13:00	0,319	S
15/06/2018	16:00	5,417	SW	16/06/2018	15:00	1,115	SE	17/06/2018	14:00	1,115	S
15/06/2018	17:00	6,055	SW	16/06/2018	16:00	2,549	S	17/06/2018	15:00	1,115	S
15/06/2018	18:00	6,055	SW	16/06/2018	17:00	1,115	S	17/06/2018	16:00	1,115	S
15/06/2018	19:00	3,983	SW	16/06/2018	18:00	1,753	SW	17/06/2018	17:00	1,753	SW
15/06/2018	20:00	3,983	S	16/06/2018	19:00	1,753	S	17/06/2018	18:00	1,753	S
15/06/2018	21:00	3,187	S	16/06/2018	20:00	1,753	S	17/06/2018	19:00	2,549	S
15/06/2018	22:00	3,187	S	16/06/2018	21:00	3,187	S	17/06/2018	20:00	1,115	SW
15/06/2018	23:00	1,753	S	16/06/2018	22:00	1,753	S	17/06/2018	21:00	2,549	S
16/06/2018	00:00	6,055	S	16/06/2018	23:00	0,319	S	17/06/2018	22:00	3,187	SE
16/06/2018	01:00	6,055	SW	17/06/2018	00:00	3,983	S	17/06/2018	23:00	3,187	SE
16/06/2018	02:00	3,983	S	17/06/2018	01:00	3,983	S	18/06/2018	00:00	2,549	S
16/06/2018	03:00	3,983	S	17/06/2018	02:00	3,983	SE	18/06/2018	01:00	2,549	S
16/06/2018	04:00	3,187	SE	17/06/2018	03:00	3,187	S	18/06/2018	02:00	0,319	S
16/06/2018	05:00	3,187	SW	17/06/2018	04:00	1,753	S	18/06/2018	03:00	1,753	S
16/06/2018	06:00	1,753	S	17/06/2018	05:00	3,187	S	18/06/2018	04:00	2,549	S
16/06/2018	07:00	1,753	S	17/06/2018	06:00	3,187	S	18/06/2018	05:00	1,753	S
16/06/2018	08:00	1,115	S	17/06/2018	07:00	1,115	S	18/06/2018	06:00	2,549	SE

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
18/06/2018	07:00	2,549	S	19/06/2018	06:00	2,549	SE	20/06/2018	05:00	2,549	S
18/06/2018	08:00	2,549	S	19/06/2018	07:00	1,115	SE	20/06/2018	06:00	2,549	S
18/06/2018	09:00	3,187	S	19/06/2018	08:00	0,319	SE	20/06/2018	07:00	2,549	S
18/06/2018	10:00	1,115	S	19/06/2018	09:00	1,753	SE	20/06/2018	08:00	1,115	S
18/06/2018	11:00	1,753	S	19/06/2018	10:00	0,319	SE	20/06/2018	09:00	1,753	S
18/06/2018	12:00	1,753	SE	19/06/2018	11:00	1,753	SW	20/06/2018	10:00	0,319	S
18/06/2018	13:00	1,115	S	19/06/2018	12:00	0,319	S	20/06/2018	11:00	0,319	SW
18/06/2018	14:00	1,753	S	19/06/2018	13:00	1,753	SW	20/06/2018	12:00	1,753	SW
18/06/2018	15:00	2,549	S	19/06/2018	14:00	1,753	S	20/06/2018	13:00	3,187	S
18/06/2018	16:00	2,549	S	19/06/2018	15:00	3,187	S	20/06/2018	14:00	2,549	S
18/06/2018	17:00	3,983	S	19/06/2018	16:00	4,621	SW	20/06/2018	15:00	3,187	S
18/06/2018	18:00	3,983	S	19/06/2018	17:00	4,621	SW	20/06/2018	16:00	3,983	SW
18/06/2018	19:00	1,753	S	19/06/2018	18:00	3,187	SW	20/06/2018	17:00	6,055	SW
18/06/2018	20:00	3,187	S	19/06/2018	19:00	2,549	S	20/06/2018	18:00	4,621	SW
18/06/2018	21:00	3,187	S	19/06/2018	20:00	0,319	S	20/06/2018	19:00	3,983	S
18/06/2018	22:00	3,187	S	19/06/2018	21:00	1,753	S	20/06/2018	20:00	3,983	S
18/06/2018	23:00	1,753	S	19/06/2018	22:00	3,187	S	20/06/2018	21:00	1,115	S
19/06/2018	00:00	2,549	S	19/06/2018	23:00	4,621	S	20/06/2018	22:00	1,115	S
19/06/2018	01:00	1,115	S	20/06/2018	00:00	4,621	S	20/06/2018	23:00	1,115	S
19/06/2018	02:00	0,319	S	20/06/2018	01:00	3,187	S	21/06/2018	00:00	1,753	S
19/06/2018	03:00	3,187	SE	20/06/2018	02:00	2,549	S	21/06/2018	01:00	1,115	SE
19/06/2018	04:00	3,187	SE	20/06/2018	03:00	2,549	S	21/06/2018	02:00	1,753	S
19/06/2018	05:00	1,753	SE	20/06/2018	04:00	2,549	S	21/06/2018	03:00	1,753	S

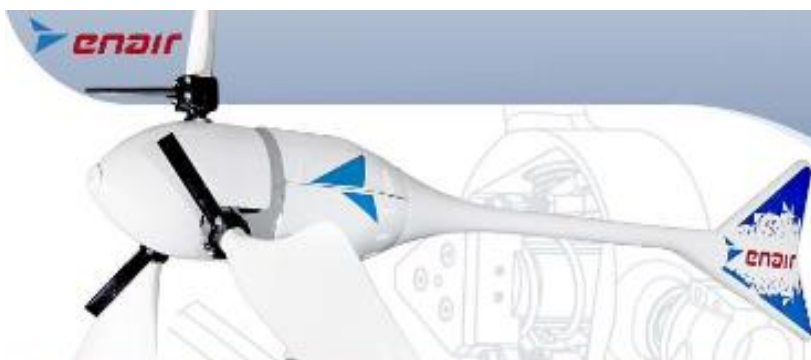
Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
21/06/2018	04:00	1,115	S	22/06/2018	03:00	2,549	S	23/06/2018	02:00	2,549	SE
21/06/2018	05:00	0,319	S	22/06/2018	04:00	1,115	S	23/06/2018	03:00	1,753	SE
21/06/2018	06:00	0,319	S	22/06/2018	05:00	1,115	S	23/06/2018	04:00	3,983	SE
21/06/2018	07:00	1,753	S	22/06/2018	06:00	2,549	S	23/06/2018	05:00	4,621	SE
21/06/2018	08:00	2,549	SE	22/06/2018	07:00	2,549	S	23/06/2018	06:00	3,187	SE
21/06/2018	09:00	1,753	S	22/06/2018	08:00	2,549	S	23/06/2018	07:00	2,549	SE
21/06/2018	10:00	2,549	S	22/06/2018	09:00	1,115	S	23/06/2018	08:00	2,549	SE
21/06/2018	11:00	3,983	S	22/06/2018	10:00	1,115	N	23/06/2018	09:00	0,319	S
21/06/2018	12:00	1,115	S	22/06/2018	11:00	1,115	NW	23/06/2018	10:00	0,319	S
21/06/2018	13:00	1,753	SW	22/06/2018	12:00	1,115	NW	23/06/2018	11:00	0,319	S
21/06/2018	14:00	2,549	S	22/06/2018	13:00	0,319	SW	23/06/2018	12:00	0,319	SE
21/06/2018	15:00	3,983	SW	22/06/2018	14:00	1,753	SW	23/06/2018	13:00	0,319	SW
21/06/2018	16:00	3,187	SW	22/06/2018	15:00	3,187	SW	23/06/2018	14:00	0,319	SE
21/06/2018	17:00	3,187	SW	22/06/2018	16:00	2,549	S	23/06/2018	15:00	0,319	SE
21/06/2018	18:00	2,549	SW	22/06/2018	17:00	3,983	S	23/06/2018	16:00	1,753	S
21/06/2018	19:00	1,115	SW	22/06/2018	18:00	3,187	S	23/06/2018	17:00	4,621	SW
21/06/2018	20:00	1,753	SW	22/06/2018	19:00	3,983	S	23/06/2018	18:00	4,143	SW
21/06/2018	21:00	1,115	SW	22/06/2018	20:00	2,549	S	23/06/2018	19:00	0,319	SW
21/06/2018	22:00	2,549	SW	22/06/2018	21:00	1,753	S	23/06/2018	20:00	1,115	S
21/06/2018	23:00	3,983	S	22/06/2018	22:00	3,983	S	23/06/2018	21:00	0,319	S
22/06/2018	00:00	3,187	S	22/06/2018	23:00	4,621	S	23/06/2018	22:00	1,115	S
22/06/2018	01:00	2,549	S	23/06/2018	00:00	3,187	S	23/06/2018	23:00	1,115	SW
22/06/2018	02:00	2,549	S	23/06/2018	01:00	2,549	S	24/06/2018	00:00	1,753	SW

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
24/06/2018	01:00	0,319	SW	25/06/2018	00:00	0,319	S	25/06/2018	23:00	1,753	S
24/06/2018	02:00	0,319	SW	25/06/2018	01:00	0,319	SE	26/06/2018	00:00	1,753	S
24/06/2018	03:00	0,319	SE	25/06/2018	02:00	1,115	SE	26/06/2018	01:00	1,753	SE
24/06/2018	04:00	1,115	SE	25/06/2018	03:00	1,115	SE	26/06/2018	02:00	1,115	S
24/06/2018	05:00	2,549	SE	25/06/2018	04:00	0,319	SE	26/06/2018	03:00	2,549	S
24/06/2018	06:00	4,621	SE	25/06/2018	05:00	0,319	SE	26/06/2018	04:00	3,187	S
24/06/2018	07:00	4,621	SE	25/06/2018	06:00	0,319	S	26/06/2018	05:00	2,549	S
24/06/2018	08:00	0,319	SE	25/06/2018	07:00	0,319	S	26/06/2018	06:00	1,753	S
24/06/2018	09:00	1,115	SE	25/06/2018	08:00	3,187	S	26/06/2018	07:00	3,187	S
24/06/2018	10:00	1,115	SE	25/06/2018	09:00	3,187	S	26/06/2018	08:00	1,115	S
24/06/2018	11:00	1,753	SE	25/06/2018	10:00	0,319	S	26/06/2018	09:00	1,115	SE
24/06/2018	12:00	0,319	S	25/06/2018	11:00	1,753	S	26/06/2018	10:00	2,549	SE
24/06/2018	13:00	0,319	SE	25/06/2018	12:00	0,319	SE	26/06/2018	11:00	3,187	S
24/06/2018	14:00	0,319	S	25/06/2018	13:00	1,115	S	26/06/2018	12:00	2,549	S
24/06/2018	15:00	1,115	SW	25/06/2018	14:00	4,621	SW	26/06/2018	13:00	1,753	S
24/06/2018	16:00	2,549	S	25/06/2018	15:00	6,852	SW	26/06/2018	14:00	3,187	S
24/06/2018	17:00	4,621	S	25/06/2018	16:00	6,852	S	26/06/2018	15:00	3,187	S
24/06/2018	18:00	4,621	SW	25/06/2018	17:00	6,852	S	26/06/2018	16:00	3,187	S
24/06/2018	19:00	3,983	S	25/06/2018	18:00	4,621	SW	26/06/2018	17:00	3,187	S
24/06/2018	20:00	2,549	SE	25/06/2018	19:00	3,187	S	26/06/2018	18:00	3,187	S
24/06/2018	21:00	2,549	S	25/06/2018	20:00	2,549	S	26/06/2018	19:00	1,753	S
24/06/2018	22:00	3,983	S	25/06/2018	21:00	1,115	SW	26/06/2018	20:00	2,549	S
24/06/2018	23:00	1,753	SE	25/06/2018	22:00	0,319	S	26/06/2018	21:00	2,549	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
26/06/2018	22:00	1,115	S	27/06/2018	21:00	3,983	S	28/06/2018	20:00	4,621	S
26/06/2018	23:00	1,753	S	27/06/2018	22:00	2,549	S	28/06/2018	21:00	1,753	S
27/06/2018	00:00	1,753	S	27/06/2018	23:00	1,753	SE	28/06/2018	22:00	1,753	SE
27/06/2018	01:00	1,753	S	28/06/2018	00:00	1,753	S	28/06/2018	23:00	1,753	S
27/06/2018	02:00	1,115	SE	28/06/2018	01:00	2,549	S	29/06/2018	00:00	1,753	S
27/06/2018	03:00	0,319	S	28/06/2018	02:00	0,319	S	29/06/2018	01:00	7,489	S
27/06/2018	04:00	1,753	SE	28/06/2018	03:00	0,319	SE	29/06/2018	02:00	6,852	S
27/06/2018	05:00	1,115	S	28/06/2018	04:00	1,753	SE	29/06/2018	03:00	7,489	S
27/06/2018	06:00	1,115	S	28/06/2018	05:00	1,115	SE	29/06/2018	04:00	4,621	S
27/06/2018	07:00	1,115	S	28/06/2018	06:00	3,187	SE	29/06/2018	05:00	1,753	S
27/06/2018	08:00	1,753	S	28/06/2018	07:00	3,187	SE	29/06/2018	06:00	1,753	S
27/06/2018	09:00	1,753	S	28/06/2018	08:00	5,417	S	29/06/2018	07:00	1,753	S
27/06/2018	10:00	0,319	S	28/06/2018	09:00	6,055	S	29/06/2018	08:00	1,753	S
27/06/2018	11:00	0,319	SW	28/06/2018	10:00	1,753	SE	29/06/2018	09:00	2,549	S
27/06/2018	12:00	2,549	S	28/06/2018	11:00	1,115	SE	29/06/2018	10:00	2,549	S
27/06/2018	13:00	2,549	S	28/06/2018	12:00	3,187	S	29/06/2018	11:00	1,115	SE
27/06/2018	14:00	5,417	S	28/06/2018	13:00	3,187	S	29/06/2018	12:00	1,753	SW
27/06/2018	15:00	6,055	SW	28/06/2018	14:00	5,417	S	29/06/2018	13:00	3,187	S
27/06/2018	16:00	6,852	SW	28/06/2018	15:00	6,055	S	29/06/2018	14:00	6,055	S
27/06/2018	17:00	7,489	S	28/06/2018	16:00	6,852	S	29/06/2018	15:00	6,852	S
27/06/2018	18:00	6,852	S	28/06/2018	17:00	7,489	S	29/06/2018	16:00	6,852	S
27/06/2018	19:00	3,983	S	28/06/2018	18:00	6,852	S	29/06/2018	17:00	6,852	S
27/06/2018	20:00	3,187	S	28/06/2018	19:00	7,489	S	29/06/2018	18:00	8,286	S

Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)	Fecha	Hora	Velocidad de viento (m/s)	Dirección del viento(°)
		15 m				15 m				15 m	
29/06/2018	19:00	6,055	S	30/06/2018	05:00	1,115	SE	30/06/2018	15:00	3,983	S
29/06/2018	20:00	5,417	S	30/06/2018	06:00	3,187	SE	30/06/2018	16:00	6,852	S
29/06/2018	21:00	3,983	S	30/06/2018	07:00	1,753	SE	30/06/2018	17:00	6,852	S
29/06/2018	22:00	2,549	S	30/06/2018	08:00	0,319	SE	30/06/2018	18:00	7,489	S
29/06/2018	23:00	3,187	S	30/06/2018	09:00	3,187	SE	30/06/2018	19:00	4,621	S
30/06/2018	00:00	1,115	S	30/06/2018	10:00	0,319	SE	30/06/2018	20:00	3,983	S
30/06/2018	01:00	3,187	S	30/06/2018	11:00	0,319	SE	30/06/2018	21:00	3,187	S
30/06/2018	02:00	1,753	SE	30/06/2018	12:00	1,753	S	30/06/2018	22:00	1,115	S
30/06/2018	03:00	0,319	S	30/06/2018	13:00	1,115	SW	30/06/2018	23:00	1,115	S
30/06/2018	04:00	3,187	S	30/06/2018	14:00	1,115	S				

**ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DEL AEROGENERADOR
ENAIR 70 PRO**



E70PRO

FICHA TÉCNICA

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 70PRO es capaz de generar más de 70kWh/año



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

Numero de palas	3
Material de palas	Fibra de vidrio con resinas y núcleo de poliuretano
Generador	250rpm nominales imanes de neodimio
Potencia	5500W
Potencia Nominal	4000W (según IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	4.30m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	14.5m²
Peso	165kg
Aplicaciones	Carga de baterías 24 o 48V y conexión a red
Viento de arranque	2m/s
Velocidad nominal	11m/s
Vel. regulación paso variable	12m/s
Velocidad de supervivencia	60m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 60m/s
Tipo	Rotor de eje horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo con timón de orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo centrífugo con dos vel.
Transmisión	Directa
Freno	<ul style="list-style-type: none"> - Electromagnético por cortocircuito - Mecánico (opcional) - Aerodinámico mediante paso variable - Manual o automático por viento o por tensión de baterías
Controlador	Carga de baterías y conexión a red
Inversor eólico	Eficiencia 97%, algoritmo MPPT
Ruido	48dB Reducción al mínimo gracias al diseño de las palas y a las bajas revoluciones. 1% más que el ruido ambiente del viento
Protección anti-corrosión	Hermético, pintura epoxi de secado al horno de alta temperatura, generando un recubrimiento plástico
Torre	Celosis, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable



ENAIR 70

see in action with 

MODELO
Enair 70

PESO
165 kg

LARGO
3,4 m

DIÁMETRO
4,1 m



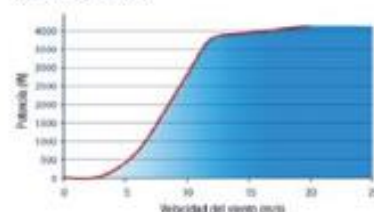
Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de unos 10 - 12 m/s. El modelo **Enair 70** es capaz de generar hasta **70 kwh/día**.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO MODELO ENAIR 70

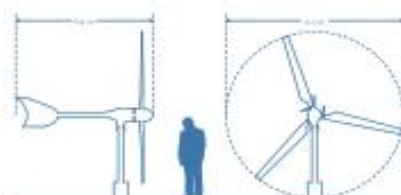
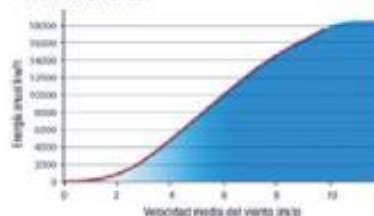
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 RPM 24 polos imanes de neodimio
Potencia	5500 W
Potencia nominal curva	3500 W
Voltaje	24 / 48 / 220
Clase de viento	IEC / NVN I - A
Diámetro	4,1 m
Sentido de giro	Horario
Área barrida	13,2m²
Peso	165Kg
Aplicaciones	Conexiones Aisladas a Baterías Conexión a la red eléctrica
Viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Vel. regulación del paso variable	14 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%; algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos de metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, abatible, atirantada o de celosía

CURVAS DE RENDIMIENTO

Curva de potencia



Producción anual



Mínimo Ruido:

El ruido está entorno a un 1 % por encima del ruido ambiente, siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.



Máxima Eficiencia:

Funciona con una simple brisa de 2 m/s y continua funcionando a más de 40 m/s sin perder eficiencia de productividad.



Anticorrosivo:

Tratado con cataforesis, se convierte en un conjunto, anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas.



Hermético:

Sellado herméticamente en todas sus juntas, para evitar filtraciones de humedades y micropartículas que arrastra en aire. Evita deterioros en zonas de costas o desiertos donde hay mucha arena.



Robusto:

Para poder soportar, fuertes vientos y ofrecer una larga vida de operación toda las piezas del equipo, están sobredimensionadas.



APPROVED PRODUCT design energy



Producción **óptima**
incluso a más de **165 km/h**

**ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES
FOTOVOLTAICOS 295 W_p DE LA MARCA YINGLY
SOLAR CUYO MODELO ES YGE 60 CELL SERIES 2,
TIPO DE MÓDULO YL295P-29B**

YGE 60 CELL SERIES 2



19.6%

EFICIENCIA DE LA CÉLULA

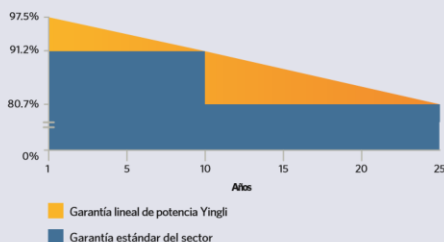
10 AÑOS

GARANTÍA DE PRODUCTO

0 - 5W

TOLERANCIA DE POTENCIA

Garantía lineal a 25 años



RENDIMIENTO Y VERSATILIDAD DEMOSTRADOS

Sometida a pruebas independientes que demuestran la calidad de los productos y la fiabilidad a largo plazo. Millones de sistemas fotovoltaicos instalados por todo el mundo demuestran el liderazgo de Yingli en el sector.



Mayor durabilidad

El diseño multi-busbar puede disminuir el riesgo de microfisuras en las células y roturas de los fingers.



Alta densidad de potencia

Alta eficiencia de conversión y más potencia de salida por metro cuadrado, gracias a una menor resistencia en serie y una mejor captura de luz.



Resistente al PID

Probados conforme al borrador de la norma IEC 62804, nuestros Módulos Fotovoltaicos han demostrado ser resistentes al PID (Degradación por Potencia Inducida), que se traduce en seguridad para su inversión.



Vidrio avanzado

Nuestro vidrio de alto nivel de transmisión incorpora un exclusivo revestimiento antirreflectante que dirige más luz hacia las células solares y genera un mayor rendimiento energético.

Yingli Green Energy

Yingli Green Energy Holding Company Limited (NYSE:YGE), conocida como "Yingli Solar", es uno de los fabricantes líderes de paneles solares con la misión de ofrecer energía verde asequible para todos. Yingli Solar hace posible la energía solar en comunidades en todo el mundo gracias a su experiencia global en fabricación y logística para abordar retos locales específicos.

YGE 60 CELL SERIES 2

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Parámetros eléctricos en condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo	YLXXXP-29b (XXX=Pmax) YLXXXP-29b 1500V (XXX=Pmax)						
Potencia de salida	P_{max}	W	295	290	285	280	275
Tolerancias de potencia de salida	P_{max}	W	0/+5				
Eficiencia del módulo	η_m	%	18.0	17.7	17.4	17.1	16.8
Tensión en P_{max}	V_{mp}	V	32.0	31.7	31.5	31.3	31.0
Intensidad en P_{max}	I_{mp}	A	9.22	9.15	9.05	8.95	8.88
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	V	38.5	38.4	38.2	38.0	37.8
Intensidad en cortocircuito	I_{sc}	A	9.74	9.65	9.55	9.45	9.36

STC: 1000 W/m² de irradiación, 25°C de temperatura de célula, espectro AM 1.5g conforme a la EN 60904-3.
Reducción media de la eficiencia relativa de 3.3% a 200 W/m² según la EN 60904-1.

Parámetros eléctricos a temperatura operativa nominal de la célula (TONC)

Potencia de salida	P_{max}	W	217.6	213.9	210.2	206.5	202.8	199.2
Tensión en P_{max}	V_{mp}	V	29.5	29.2	29.0	28.8	28.6	28.4
Intensidad en P_{max}	I_{mp}	A	7.38	7.32	7.24	7.16	7.10	7.02
Tensión en circuito abierto	V_{oc}	V	35.8	35.7	35.5	35.4	35.2	35.1
Intensidad en cortocircuito	I_{sc}	A	7.87	7.80	7.72	7.64	7.56	7.48

TONC: temperatura operativa del módulo en circuito abierto a 800 W/m² de irradiación, 20°C de temperatura ambiente y 1m/s de velocidad del viento.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura operativa nominal de la célula	NOCT	°C	45 +/- 2
Temperatura coeficiente de P_{max}	γ	%/°C	-0.39
Temperatura coeficiente de V_{oc}	β_{voc}	%/°C	-0.30
Temperatura coeficiente de I_{sc}	α_{isc}	%/°C	0.05

CONDICIONES OPERATIVAS

Tensión máxima del sistema	1000V _{DC} /1500V _{DC}
Valor máximo del fusible en serie	15A
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C a 85°C
Máxima carga estática frontal (ej. nieve)	5400Pa
Máxima carga estática posterior (ej. viento)	2400Pa
Max. impacto por granizo (diámetro/velocidad)	25mm / 23m/s

*NO CONECTE EL FUSIBLE EN LA CAJA DEL COMBINADOR CON DOS O MÁS CADENAS EN CONEXIÓN PARALELA

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado de bajo contenido en hierro / 3.2 mm
Célula solar (cantidad / tipo / dimensiones/ número de busbar)	60/ silicio multicristalino / 12 o 5
Marco (material)	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones (grado de protección)	≥ IP67
Cable (longitud / sección transversal)	1000mm / 4mm ²

- Debido a la continua innovación, investigación y mejora del producto, la información y las especificaciones citadas en esta hoja de características están sujetas a cambios sin previo aviso. Las especificaciones pueden variar ligeramente y no están garantizadas.
- Los datos no están referidos a un único módulo y no forman parte de la oferta, sirvan solo para su comprobación entre diferentes tipos de módulos.

CUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

IEC 61215, IEC 61730, CE, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015,
BS OHSAS 18001:2007, SA 8000:2015

Yingli Green Energy Holding Co., Ltd.

service@yingli.com Tel: +86-312-2188055

YINGLISOLAR.COM



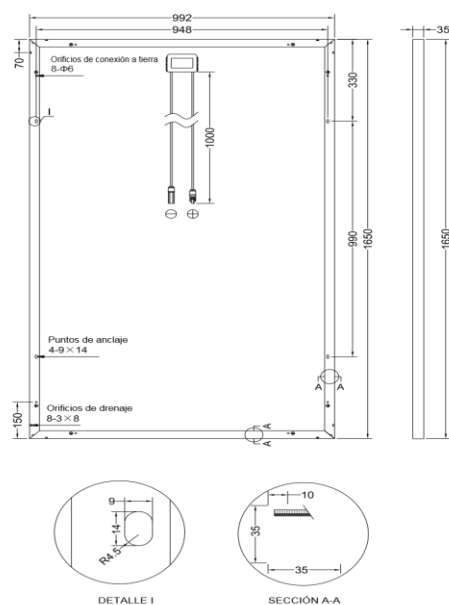
CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (Longitud /Ancho /Alto)	1650mm / 992mm / 35mm
Peso	18.5kg

ESPECIFICACIONES DE EMBALAJE

Número de módulos por palé	30
Número de palés por contenedor de 40'	28
Dimensiones de la caja de embalaje (L/A/A)	1700mm / 1135mm / 1165mm
Peso de la caja	588kg

Unidad: mm



Advertencia: Lea el Manual de Instalación y Uso en su totalidad antes de manejar, instalar u operar módulos de Yingli Solar.

Yingli Partners:

**ANEXO N°05. FICHA TÉCNICA DEL CONTROLADOR
SMARTSOLAR MPPT 150V 85A VICTRON ENERGY**

Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-Tr
Con pantalla conectable opcional.**



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-MC4
Sin pantalla**

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Bluetooth Smart Integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VEDirect

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de software para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	93%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)			35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de la batería	35mm ² / AWG2				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3 kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	
NORMAS					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.					

**ANEXO N°06. FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA
ULTRACELL UZS840-2 DE 840A.h**

UZX840-2

2V 840AH

OPzS

Ultracell®
Quality in Every Language

UZX840-2



Physical Specification

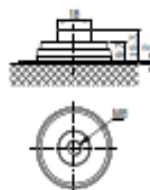
Part Number	UZX840-2
Length	145 ± 2 mm
Width	206 ± 2 mm
Container Height	646 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	701 ± 2 mm
Without Electrolyte	33.4 kg
With Electrolyte	45.4 kg

Specifications

	Nominal Voltage	2V
	Nominal Capacity (120HR)	840AH
Terminal Type	Standard Terminal	M8
Container Material	Standard Option	SAN transparent container
Rated Capacity	10hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	533.0 AH
	3hr, 1.75V/cell, 25°C	462.6 AH
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	342.6 AH
Max Discharge Current	4800A (5s)	
Internal Resistance	Approx 0.45mΩ	
Charging Characteristics	Floating Voltage	2.23V ~ 2.25V at 20°C Temp.
	Boost charge	2.30V ~ 2.40V at 20°C Temp.
	Charging current (max)	0.1CA
	Temp. Coefficient	-3mV/°C
Discharge Characteristics	Type and number of poles	M8/2
	Operating Temp. Range	Discharge: -15 ~ 55°C
		Charge: 0 ~ 45°C
		Storage: -15 ~ 45°C
	Capacity affect by Temperature	40°C 103%
		25°C 100%
		0°C 80%
Design Floating Life at 20°C	20 Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

■ M8 Terminal



UZS840-2

2V 840AH

OPzS

Ultrace//[®]
"Quality in Every Language"

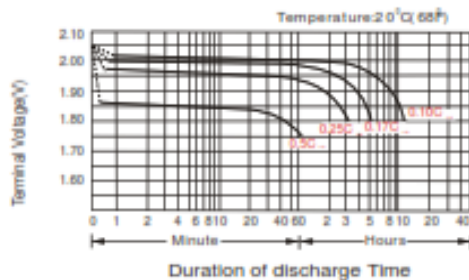
Constant Current Discharge (Amperes) at 20°C

F.V/ Time	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.60V/cell	454.8	395.2	342.6	270.0	223.2	166.8	134.1	113.4	98.2	77.7	64.2	34.8
1.65V/cell	427.2	380.0	331.2	263.2	218.1	164.0	132.2	111.9	96.8	76.7	63.4	34.5
1.70V/cell	405.6	358.4	318.6	254.8	213.0	159.2	129.2	109.5	95.0	75.4	62.4	34.0
1.75V/cell	380.4	341.6	302.4	242.8	204.0	154.2	125.3	106.6	92.7	74.1	61.3	33.4
1.80V/cell	338.4	308.0	278.4	227.6	191.7	146.4	119.9	102.2	89.3	72.1	60.0	32.8
1.85V/cell	270.0	255.2	238.2	202.4	174.0	134.0	110.9	95.8	84.1	68.5	57.4	31.5

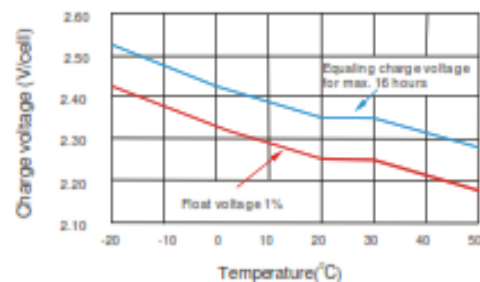
Constant Power Discharge (Watts) at 20°C

F.V/ Time	30min	45min	1h	1.5h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.60V/cell	776.3	691.6	608.3	485.4	405.9	305.5	247.8	211.0	183.8	146.1	121.2	66.0
1.65V/cell	745.1	672.9	592.9	475.5	398.6	301.9	245.4	209.2	182.2	145.0	120.3	65.7
1.70V/cell	717.1	641.3	574.7	463.4	391.0	294.5	240.6	205.5	179.3	143.0	118.7	65.0
1.75V/cell	683.9	617.7	550.6	444.8	377.2	287.0	234.5	201.0	175.6	141.1	117.3	64.2
1.80V/cell	616.6	565.5	513.4	421.7	357.6	274.6	225.9	193.6	170.2	138.0	115.4	63.3
1.85V/cell	500.3	475.3	445.7	380.2	328.2	254.0	211.1	183.0	161.5	132.2	111.3	61.4

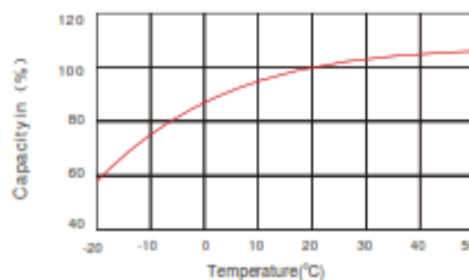
Discharge Characteristics



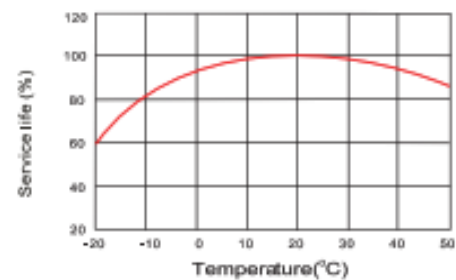
Float Charging Characteristics



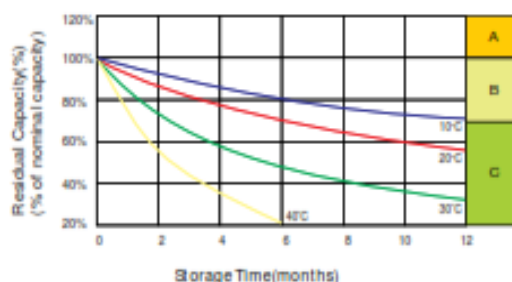
Temperature Effects in Relation to Battery Capacity



Effect of Temperature on Long Term Float Life



Self Discharge Characteristics



A

No supplementary charge required
(Carry out supplementary charge before use if 100% capacity is required.)

B

Supplementary charge required before use. Optional charging way:
1.Charged for above 3 days at current 0.1C A and constant voltage 2.25V/cell.
2.Charged for above 20hours at current 0.1C A and constant voltage 2.45V/cell.
3.Charged for 8~10hours at limited current 0.05CA.

C

Supplementary charge may often fail to recover the capacity.
The battery should never be left standing till this is reached.

**ANEXO N°07. FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR MUST
SOLAR DE 10,0 kW**

Must Solar Baja Frecuencia con MPPT

Inversor de baja frecuencia



PV3500 Series

Inversor solar de aislada y baja frecuencia

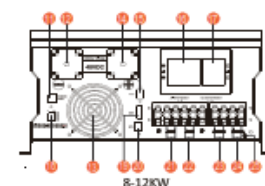
Características

- Potencia Nominal entre 4kVA y 12kVA
- Onda senoidal pura
- Configurable desde la pantalla LCD (Modos de trabajo, estado de cargas, 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 íntegro de cobre
- Protección contra sobretensión, sobrecarga y descarga profunda
- Con programa para PC (CD Incluido) para programación del Inversor
- Sistema de monitorización WiFi (opcional)
- Compatible con generadores de gasolina o diésel
- Con aislamiento galvánico.

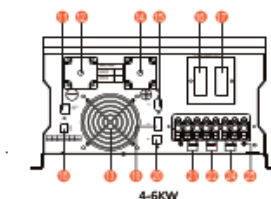
Introducción:

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



1. Interruptor / bajo consumo
2. Ajuste cargador AC
3. Display LCD
4. Ajuste voltaje baterías
5. Indicador Inversor
6. Indicador carga
7. Indicador red
8. Indicador fallo
9. Función
10. Indicador FV
11. Puerto remoto
12. BAT+/-
13. Ventilador
14. BAT+/-
15. RS485/CAN puerto comunicaciones
16. térmico entrada AC / bypass
17. Térmico salida consumos
18. Interruptores función (SW1-SW5)
19. AGS
20. BTS
21. Entrada AC desde generador o red
22. Salida AC para consumos
23. Segunda entrada fotovoltaica (opcional)
24. Primera entrada fotovoltaica
25. Tierra



Conexión del Sistema Solar



Especificaciones

MODELO	PV35-4K		PV35-5K		PV35-6K		PV35-8K		PV35-10K		PV35-12K	
Voltaje de Baterías del Sistema												
SALIDA INVERSOR	Potencia del Inversor	24V	48V	48V	48V	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC
	Pico potencia (20ms)	4KW	5KW	6KW	6KW	8.0KW	10.0KW	12.0KW	12.0KW	12.0KW	12.0KW	12.0KW
	Capacidad arranque motores	2HP	2HP	2HP	3HP	4HP	5HP	5HP	5HP	5HP	5HP	6HP
	Tipo de Onda	Onda pura / igual que en la entrada (modo bypass)										
	Voltaje nominal salida RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)										
	Frecuencia de salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz										
	Efficiencia del Inversor (Pico)	>95%										
	Efficiencia modo red	>95%										
	Factor de potencia	0.8										
	Tiempo de transferencia típico	10ms(max)										
ENTRADA AC	230VAC											
	Rango voltaje seleccionable 154-272VAC(Para ordenadores)											
	Rango frecuencia 50Hz/60Hz (Automático)											
BATERÍA	Voltaje mínimo arranque 20.0VDC/21.0VDC for 24VDC mode (40.0VDC/42.0VDC for 48VDC mode)											
	Voltaje batería baja 21.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (42.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)											
	Voltaje desconexión batería baja 20.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (40.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)											
	Alarma alto voltaje 32.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (64.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)											
	Recuperación alarma alto voltaje 31.0VDC+/-0.3V for 24VDC mode (62.0VDC+/-0.6V for 48VDC mode)											
	Consumo en vacío / modo espera <25W con ahorro de energía											
CARGADOR AC	En función voltaje batería											
	30A		30A		30A		40A		50A		63A	
	Térmico protección entrada AC 31.4VDC para modelo 24VDC (62.8VDC para modelo 48VDC)											
	65A		40A		35A		40A		70A		80A	
BTS	Potencia continua salida En función de la demanda y con regulación según temperatura batería											
	Onda de entrada Senoidal (red o generador)											
PROTECCIÓN Y BYPASS	Frecuencia nominal entrada 50Hz o 60Hz											
	Protección sobrecarga Térmico											
	Protección cortocircuito salida Térmico											
	Potencia térmico de bypass 40A											
	Corriente máxima bypass 40Amp											
REGULADOR MPPT	Máxima corriente carga FV 60A(120A Opcional)											
	Voltaje DC 24V/48V Automático		48V									
	Potencia carga FV 1600W		3200W		3200W		3200W		3200W(6400W para modelo 120A)			
	Rango operativo MPPT 32-145VDC para 24V, 64-147V para 48V											
	Voltaje Máximo FV Circuito abierto 147VDC											
CARACTERIST. FÍSICAS	Efficiencia máxima >98%											
	Consumo en stand-by <2W											
	Instalación En pared											
	Tamaño 620*385*215mm											
	670*410*213mm											
OTROS	Peso neto (Regulador solar) kg 36		41		44		69+2.5		75.75+2.5		75.75+2.5	
	Tamaño caja (W*H*D) 750*515*455mm											
	654*610*443mm											
	Peso caja (Regulador solar) kg 36		61		64		89+2.5		95.5+2.5		95.5+2.5	
	Rango temperatura de trabajo 0°C to 40°C											
Temperatura almacenamiento -15°C to 60°C												
Nivel sonoro 60dB MAX												
Pantalla LED+LCD												
Unidades contenedor(20GP/40GP/40HQ) 140pcs / 250pcs / 320pcs												

Conexiones



**ANEXO N°08. FICHA TÉCNICA DE CABLES N2XOH
0,6/1 kV Unipolar**

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 185 mm²

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Ref. Nexans: P00009095-7

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados y lugares de alta afluencia de público.

DESCRIPCIÓN

Aplicación:

En redes eléctricas de distribución de baja tensión. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados, aplicación directa en lugares de alta afluencia de público. Se puede instalar en ductos o directamente enterrado en lugares secos y húmedos. No recomendado para instalaciones a la intemperie.

Construcción:

1. Conductor: Cobre blando, clase 2.
2. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.
3. Cubierta externa: Compuesto termoplástico libre de halógenos HFFR.

Principales características:

El cable tiene excelentes propiedades eléctricas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos densos y libre de halógenos. Adecuada resistencia a los aceites.

Sección:

Desde 2,5 mm² hasta 500 mm².

Marcación:

INDECO S.A. FREETOX N2XOH 0,6/1 kV - Sección - Año - Metrado Secuencial.

Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

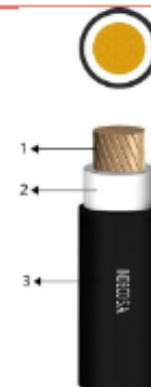
Color:

Aislamiento: Natural.

Cubierta externa: A solicitud del cliente.

Normas nacionales

NTP-IEC 60228: Conductores para cables aislados.



NORMA

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1-2;
IEC 60332-3-24 Cat.C;
IEC 60502-1; IEC 60684-2;
IEC 60754-1; IEC 60754-2;
IEC 61034-2

Nacional ICEA S-95-658; NTP-
IEC 60228; NTP-IEC 60502-1;
UL 2556



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de
servicio Uo/U
0,6/1 kV



Resistencia a
aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los
gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los
gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los
humos
IEC 61034-2



No propagación de
la llama
IEC 60332-1-2; PT1

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser considerados como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Generado 10/09/18 www.nexans.pe Página 1 / 4

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 185 mm²

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

NTP-IEC 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

Normas internacionales aplicables

IEC 60228: Conductores para cables aislados.

IEC 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

IEC 60332-1-2: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple - Procedimiento para llama premezclada de 1kW.

UL 2556: Métodos de ensayo para alambre y cable. **Sección 9.3:** Ensayo de propagación de llama - FT-1 (muestra vertical).

IEC 60332-3-24: Ensayo para llama vertical extendida de alambres agrupados o cables montados verticalmente - Categoría C.

IEC 60684-2: Tubos flexibles aislantes - Parte 2: Métodos de ensayo.

IEC 60754-1: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables - Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.

IEC 60754-2: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables - Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.

IEC 61034-2: Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.

ICEA S-95-658: Cables de distribución de tensión nominal hasta 2000 V. **Sección 6.4.2:** Ensayo de inmersión en aceite.

CARACTERÍSTICAS

Características de construcción

Material del conductor	Cobre Temple Blando
Material de aislamiento	XLPE
Cubierta exterior	Compuesto Termoplástico Libre de Halógenos
Libre de halógenos	IEC 60754-1
Libre de plomo	Si
Color de cubierta	Negro



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de
servicio U_{0/U}
0,6/1 kV



Resistencia a
aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los
gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los
gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los
humos
IEC 61034-2



No propagación de
la llama
IEC 60332-1-2; FT1

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser considerados como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Generado 10/09/18 www.nexans.pe Página 2 / 4

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 185 mm2

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Características dimensionales	
Sección del conductor	185 mm ²
Diámetro del conductor	15,75 mm
Mínimo espesor de aislamiento	1,6 mm
Mínimo espesor de cubierta	1,2 mm
Diámetro sobre cubierta	21,7 mm
Peso aproximado	1816 kg/km
Número total de alambres	37
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U	0,6/1 kV
Rigidez dieléctrica	3,5 kV
Tiempo Rigidez Dieléctrica Vca al aislamiento	5 min.
Resistencia máxima del conductor en CC a 20° C	0,0991 Ohm/km
Amperaje ducto a 20°C	450 A
Amperaje en aire a 30°C	575 A
Amperaje enterrado a 20°C	590 A
Características de uso	
Resistencia a aceites	ICEA S-95-658
Toxicidad de los gases	Baja Toxicidad IEC 60684-2
Corrosividad de los gases	Baja pH Corrosividad IEC 60754-2
Densidad de los humos	IEC 61034-2
No propagación de la llama	IEC 60332-1-2; FT1
No propagador del incendio	IEC 60332-3-24 Cat.C
Temperatura máxima operación	90 °C
Temperatura de sobrecarga de emergencia	130 °C
Temperatura máxima del conductor en corto-circuito	250 °C
Midspan	No

RADIO DE CURVATURA UNA VEZ INSTALADO EN B.T.

R=Dxf

R: Radio de curvatura una vez instalado (mm)

D: Diámetro sobre cubierta externa o sobre aislamiento (cuando no tiene cubierta externa) (mm)

f: Factor multiplicativo; dado en la siguiente tabla:

Libre de halógenos IEC 60754-1	Libre de plomo Si	Tensión nominal de servicio Uo/U 0,6/1 kV	Resistencia a aceites ICEA S-95-658	Toxicidad de los gases Baja Toxicidad IEC 60684-2	Corrosividad de los gases Baja pH Corrosividad IEC 60754-2	Densidad de los humos IEC 61034-2	No propagación de la llama IEC 60332-1-2; FT1

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.

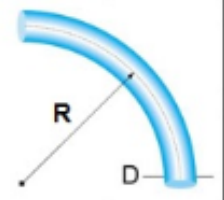
Generado 10/09/18 www.nexans.pe Página 3 / 4

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolar

FREETOX N2XOH 0,6/1 kV 185 mm²

Contacto
Ventas Local
ventas.peru@nexans.com
exportaciones.peru@nexans.com

Sin armadura	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro externo del cable		
		< 25.4 mm	25.4 mm ≤ D ≤ 50.8 mm	> 50.8 mm
	De 0 a 4.31	4	5	6
	Mayor o igual a 4.32	5	6	7
Cables con armadura de cintas lisas o alambres				12



CONDICIONES DE CÁLCULO DE CORRIENTE B.T.; 90°C

CONDICIONES DE CALCULO DE CORRIENTE

Temperatura máxima del conductor : 90°C.
Temperatura ambiente : 30°C.
Temperatura del terreno : 20°C.
Profundidad de tendido : 0,7 m.
Resistividad térmica del terreno : 1,0 K.m/W.



Libre de halógenos
IEC 60754-1



Libre de plomo
Si



Tensión nominal de
servicio Uo/U
0.6/1 kV



Resistencia a
aceites
ICEA S-95-658



Toxicidad de los
gases
Baja Toxicidad IEC
60684-2



Corrosividad de los
gases
Baja pH
Corrosividad IEC
60754-2



Densidad de los
humos
IEC 61034-2



No propagación de
la llama
IEC 60332-1-2; FT1

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos, dimensiones, etc. contenidos en la documentación técnica o comercial de Nexans son puramente indicativos, y no serán contractuales para Nexans, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de Nexans.
Generado 10/09/18 www.nexans.pe Página 4 / 4

**ANEXO N°09. Características de conductores
autoportantes**

7. PRECAUCIONES ESPECIALES:

Se recomienda no emplear estos cables en zonas de ambiente salino o contaminado, dada la escasa resistencia a la corrosión del aluminio.

Las derivaciones y conexiones con cables de cobre deben hacerse mediante el empleo de técnicas adecuadas.

Durante las labores de instalación debe cuidarse de no dañar la superficie del cable.

8. DATOS PARA EL PEDIDO:

Solicitar cable tipo CAAI; número de conductores de fase y sección de los mismos; número de conductores para alumbrado y su sección; sección del elemento neutro portante.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y ELÉCTRICAS										
Formación *	Espes. Aislam. Fase (mm)	Sección Neutro Portante (mm²)	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Resistencia Ohmica (Ohm/Km a 20°C)		Reactancia Inductiva (Ohm/Km a 60Hz)		Factor de Caída de Tensión ** (V/A.Km)	
					Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo
1 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	130	1,910	—	0,099	—	3,492	—
2 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	192	1,910	—	0,100	—	3,492	—
1 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	162	1,910	—	0,111	—	3,504	—
2 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	225	1,910	—	0,108	—	3,502	—
2 x 25 + NA25 mm2	1,14	25	25,0	282	1,200	—	0,098	—	2,231	—
2x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	1,910	0,107	0,107	3,500	3,500
2x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	310	1,200	1,910	0,096	0,113	2,229	3,506
2x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	368	0,868	1,910	0,089	0,118	1,633	3,512
2x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507
2x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	344	1,200	1,910	0,102	0,120	2,235	3,514
2x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	400	0,868	1,910	0,095	0,124	1,639	3,518
3x16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	—	0,107	—	3,500	—
3x25+ND25 mm2	1,14	25	22,0	336	1,200	—	0,098	—	2,231	—
3x35+ND25 mm2	1,14	25	24,0	425	0,868	—	0,093	—	1,637	—
3x16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	—	0,114	—	3,507	—
3x25+NA25 mm2	1,14	25	25,0	373	1,200	—	0,105	—	2,238	—
3x35+NA25 mm2	1,14	25	27,0	460	0,868	—	0,099	—	1,643	—
3x50+NA35 mm2	1,52	35	32,0	630	0,641	—	0,101	—	1,242	—
3x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	315	1,910	1,910	0,113	0,113	3,506	3,506
3x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	400	1,200	1,910	0,103	0,120	2,236	3,514
3x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	485	0,868	1,910	0,096	0,125	1,640	3,519
3x35+16+ND35 mm2	1,14	35	26,0	510	0,868	1,910	0,100	0,129	1,644	3,523
3x50+16+ND35 mm2	1,52	35	30,0	655	0,641	1,910	0,096	0,137	1,237	3,531
3x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	350	1,910	1,910	0,120	0,120	3,514	3,514
3x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	435	1,200	1,910	0,109	0,127	2,242	3,521
3x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	520	0,868	1,910	0,103	0,132	1,647	3,526
3x35+16+NA35 mm2	1,14	35	28,5	550	0,868	1,910	0,106	0,135	1,650	3,529
3x50+16+NA35 mm2	1,52	35	32,0	701	0,641	1,910	0,102	0,143	1,243	3,538
3x50+25+NA35 mm2	1,52	35	32,0	731	0,641	1,200	0,104	0,127	1,245	2,261
3x70+25+NA50 mm2	1,52	50	38,0	970	0,443	1,200	0,100	0,137	0,890	2,272

Datos nominales sujetos a tolerancias normales de manufactura.

(*) ND= Neutro portante desnudo; NA= Neutro portante aislado.

(**) Factores de caída de tensión, para corriente trifásica, factor de potencia=0.8 y factor de carga 100%.



CAPACIDAD DE CORRIENTE (AMPERIOS)				
Sección (mm ²)	TEMPERATURA AMBIENTE			
	20°C	30°C	40°C	50°C
16	97	89	81	72
25	127	117	107	95
35	153	141	129	114
50	186	171	156	139
70	233	215	196	174
95	283	262	238	211
120	328	303	275	244

- Temperatura en el conductor : 90°C.
- Velocidad transversal del viento : 1m/seg.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PORTANTES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO ASTM B 399-04							
Sección Portante (mm ²)	Diámetro (mm)	Número de Hilos	Carga de Rotura (Kg)	Peso Kg/Km.	Módulo de Elasticidad (Kg / mm ²)	Coefficiente de Dilatación (°C-1)	Resistencia Eléctrica cc a 20 °C OHM/KM.
25	6,40	7	765	68	6,140	2,3 x 10-5	1,370
35	7,60	7	1071	95	6,140	2,3 x 10-5	0,979
50	9,10	7	1538	136	6,140	2,3 x 10-5	0,681

RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DE CABLES AUTOPORTANTES MULTI-CONDUCTORES DE ALUMINIO

En razón del creciente empleo de cables autoportantes de aluminio en redes de distribución secundaria, y debido a los potenciales inconvenientes que se derivan de las propias características del metal aluminio, CEPER considera necesario dar a conocer a sus clientes las siguientes recomendaciones técnicas para el correcto empleo de cables autoportantes de aluminio aislados:

- Por problemas de corrosión galvánica, se debe evitar contacto directo (conexiones) de los conductores de aluminio con conductores y conectores de cobre y otros metales. De no poderse evitar, las áreas de contacto deben quedar perfectamente aisladas del medio ambiente.
- Debido a la alta sensibilidad del aluminio a la atmósfera salina presente por lo general en la costa peruana, se debe evitar que existan partes de los conductores de aluminio o del portante de aleación de aluminio expuestas al ambiente.
- Por la misma razón, se recomienda no usar cables con portante de aleación de aluminio desnudo, especialmente en la costa peruana.
- Durante la instalación se debe evitar que el aluminio entre en contacto con sustancias tales como: cemento, cal, fertilizantes, tierra, etc., que contienen elementos que reaccionan químicamente con este metal.
- Debido a la escasa dureza superficial y poca resistencia mecánica del aluminio, se debe evitar que los conductores sufran daños mecánicos durante las labores de instalación.
- En razón de las superiores características mecánicas y resistencia térmica del polietileno reticulado (XLPE), se recomienda emplear sólo cables con aislamiento de este material, a fin de evitar que eventuales daños durante su instalación y servicio puedan dejar partes de aluminio expuestas al ambiente, y generarse procesos de corrosión localizados.
- A fin de no deformar los conductores ni afectar sus características eléctricas, se recomienda que todo el esfuerzo de tiro durante las labores de instalación recaiga únicamente sobre el portante.

CEPER invoca a Proyectistas, Contratistas, Empresas de Distribución Eléctrica y Usuarios, a tomar en cuenta las recomendaciones expuestas respecto al empleo de cables autoportantes con conductores de aluminio y soporte de aleación de aluminio, con el propósito de dar un correcto y eficiente uso a estos conductores, y así conseguir una real y efectiva optimización de los costos de instalación de redes de distribución secundaria.



**ANEXO N°10. METRADO Y PRESUPUESTO REDES
SECUNDARIAS**

PLANILLA DE ESTRUCTURAS DE REDES SECUNDARIAS Y CONEXIONES DOMICILIARIAS

DETALLE		METRADO	POSTES MAD	RETENIDAS Y PUESTA A TIERRA		PASTORALES Y LUMINARIAS		AUTOPORTANTE	CONDUCTOR	ACCESORIOS DE FERRETERIA															
Nº Estructura	Armado	Vano Atrás(m)	Soporte	RI	PAT	P. DE TUBO A 6°	L. CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO	Conductor	Cu RECOCIDO N2XY 10 mm2	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR	GRAPA DE ANCLAJE CONICA	CONECTOR BIMETALICO PARA AL	CONECTOR PARA AL 25mm2 TIPO CUÑA	CORREA PLASTICAS DE AMARRE	CINTA AUTOFUNDENTE PARA EXTREMO DE CABLE	PERNO CON GANCHO DE 16mm Ø. LONG. 254 mm	PERNO DE ASGº DE 13mmØ LONG. 254mm	PERNO CON OJAL DE 16mmØ LONG. 254 mm	FLEJE DE ACERO INOX.	ARANDA LA CUADRAD CURVA	TUERCA OJO DE ASGº PARA PERNO DE 16mmØ	CINTA AISLANTE 3M 1700	CAJA DE DERIVACION	PORTALINEA UNIPOLAR	
1	E5/S+E3/S	-	MAD 30p/C7	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	9	2	1	-	2	-	2	-	1,5	-	-	
1,1	E3/S	36,79	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	-	-	4	-	-	-	1	-	2	-	1,5	-	-	
1,2	E4	44,53	MAD 30p/C7	1	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	1,2	2	-	1	-	5	-	-	1	1	1	2	1	1,5	1	2	
1,3	E1	40,86	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	1,2	1	-	1	-	4	-	1	1	-	1	1	-	1,5	1	2	
1,4	E1/S	40,86	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
1,5	E6/S	40,86	MAD 30p/C7	1	PAT-1	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	3	1	-	6	-	1	-	2	-	4	1	1,5	-	-	
1,5,1	E3/S	37,98	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	-	-	4	2	-	-	1	-	2	-	1,5	-	-	
1,6	E2	48,77	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	2	-	1	4	-	-	-	1	-	2	1	1,5	1	2	
1,7	E1/S	56,3	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
1,8	E2/S	56,3	MAD 30p/C7	1	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	2	-	-	4	-	-	-	1	-	2	1	1,5	-	-	
1,9	E3/S	62,5	MAD 30p/C7	-	PAT-1	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	-	-	4	2	-	-	1	-	2	-	1,5	-	-	
2	E1/S	43,29	MAD 30p/C7	-	PAT-1	1	1	2x16+1x16+N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
3	E1/S	43,29	MAD 30p/C7	-	-	1	1	2x16+1x16+N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
3,1	E3/S	39,8	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	-	-	4	2	-	-	1	-	2	-	1,5	-	-	
4	E2	43,3	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	1,2	-	2	-	1	4	-	-	1	1	-	2	1	1,5	1	2	
5	E1/S	42,32	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
6	E3/S	42,32	MAD 30p/C7	1	PAT-1	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	1	-	4	2	-	-	-	1	-	2	1	1,5	-	2
7	E4	43,29	MAD 30p/C7	-	-	1	1	2x16+1x16+N25 mm2	1,2	2	-	1	-	5	-	-	1	1	1	2	1	1,5	1	2	
8	E1/S	29,64	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
9	E1/S	38,81	MAD 30p/C7	1	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
10	E1/S	58,13	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
11	E1/S	58,13	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
12	E2/S	58,13	MAD 30p/C7	2	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	2	-	-	4	-	-	-	1	-	2	1	1,5	-	-	
13	E1/S	53,65	MAD 30p/C7	-	PAT-1	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
14	E1/S	53,55	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
15	E4/S	53,55	MAD 30p/C7	1	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	1,2	2	-	1	-	5	-	-	1	1	1	2	1	1,5	1	2	
16	E1/S	57,41	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
17	E1/S	57,41	MAD 30p/C7	-	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	1	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	-	1,5	-	-	
18	E2/S	57,41	MAD 30p/C7	1	-	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	2	-	-	4	-	-	-	1	-	2	1	1,5	-	-	
19	E3/S	65,81	MAD 30p/C7	-	PAT-2	-	-	1 x 16 + N25 mm2	-	-	1	-	-	4	2	-	-	1	-	2	-	1,5	-	-	
TOTAL		1404,99		9	7	3	3		6	23	19	6	3	130	12	16	5	17	5	46	11	45	6	12	

METRADO BASE

PROYECTO : "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERÍO EL HIGUERÓN EN SALAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

PARTE II : REDES SECUNDARIAS Y CONEXIONES DOMICILIARIAS

SECCIÓN : SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

FECHA : oct-19

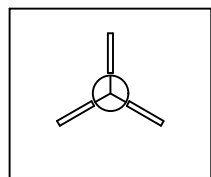
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID	Cantid.	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL S/.
A	SUMINISTROS DE MATERIALES				
1.00	POSTES				
1,01	Poste MAD 30p/C7	Un.	30,00	400,00	12 000,00
	SUB TOTAL - 1				12 000,00
2.00	CABLES Y CONDUCTORES				
2,01	Conductor Autoportante de Aluminio 1 x 16/25 mm2	m.	1 275,97	8,49	10 832,99
2,03	Conductor Autoportante de Aluminio 2 x 16 +16/25 mm2	m.	129,89	9,68	1 257,34
2,04	Conductor Autoportante de Aluminio 2 x 25 +16/25 mm2	m.	-	9,30	-
	SUB TOTAL - 2				12 090,32
3.00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES				
3,01	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 A 35 mm²	u	23,00	13,00	299,00
3,02	GRAPA DE ANCLAJE PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 A 35 mm²	u	19,00	15,00	285,00
3,03	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25mm²/Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u	6,00	5,57	33,42
3,04	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO, PARA Al 35mm²/Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u	-	10,50	-
3,05	CONECTOR, PARA Al 25mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u	3,00	6,70	20,10
3,06	CONECTOR AISLADO, PARA Al 35mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u	-	10,50	-
3,07	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	u	130,00	0,35	45,50
3,08	CINTA AUTOFUNDANTE PARA EXTREMO DE CABLE	u	12,00	3,05	36,60
3,09	CINTA AISLANTE	roll	45,00	3,60	162,00
	SUB TOTAL - 3				461,00
4.00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
4,01	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR, 2x10 mm2, CUBIERTA NEGRA	m	6,00	11,76	70,56
4,02	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO, 2 x 4 mm², CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	m	418,39	4,90	2 050,11
4,03	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DESNUDO DE 16 mm²	m	77,00	6,60	508,20
	SUB TOTAL - 4				2 628,87
5.00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS				
5,01	PASTORAL TUBO A"G° 38 mm f. INT.; 500mm AVANCE HORIZ.; 720 mm ALTURA, Y 20° INCLINACIONRAS DOBLES PARA POSTE DE CAC	u	3,00	90,00	270,00
5,02	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 50 W	u	3,00	196,00	588,00
5,03	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 50 W	u	3,00	35,00	105,00
5,04	PORTA FUSIBLE UNIPOLAR 220V, 5A, PROVISTO CON FUSIBLE DE 1A	u	3,00	25,00	75,00
5,05	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA Al 35 mm² /Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA TIPO PERFORACIÓN	u	3,00	10,50	31,50
5,06	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25 mm² /Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO TIPO CUÑA	u	3,00	5,92	17,76
	SUB TOTAL - 5				1 087,26
6.00	RETENIDAS Y ANCLAJES				
6,01	Cable de acero grado Siemens Martin de 10 mm Ø ,7 hilos.	m.	103,50	3,10	320,85
6,02	Perno angular con ojal guardacabo Ø 16 mm x 203mm	u	17,00	7,90	134,30
6,03	Varilla de anclaje Ø 16 mm x 1.80 m, c/ ojal guardacabo, c/ tca y ctca	u	9,00	29,00	261,00
6,04	Arandela de anclaje de acero de 102x102x5 mm, Ø 18 mm	u	9,00	4,40	39,60
6,05	Arandela cuadrada curvada 57x57x 5 mm, agujero de 18 mm Ø	u	18,00	1,09	19,62
6,06	Mordaza preformada para cable de acero grado Siemens Martin de 10 mm Ø ,7 hilos.	u	18,00	8,70	156,60
6,07	Conector doble vía bimetalico p/cable de acero 10 mm Ø y Cu.25 mm²	u	9,00	4,50	40,50
6,08	Alambre de AoGo N° 14 para entorchado	m.	54,00	0,40	21,60
6,09	Bloque de concreto armado de 0.40x0.40x0.15m	u	9,00	20,40	183,60
6,10	Canaleta guardacable A"G° 2.4 m.	u	9,00	28,60	257,40
6,11	Conector doble vía bimetalico p/cable de acero 10 mm Ø y Cu.25 mm2	u	9,00	7,90	71,10
	SUB TOTAL - 6				1 506,17
7.00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS				
7,01	PERNO CON GANCHO DE 16mm Ø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u	-	9,80	-
7,02	PERNO CON GANCHO DE 16mm Ø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	16,00	10,80	172,80
7,03	PERNO DE A"G° DE 13mm Ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u	-	7,70	-
7,04	PERNO DE A"G° DE 13mm Ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	5,00	8,20	41,00
7,05	PERNO CON OJAL, DE A"G° DE 16mm Ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u	-	9,30	-
7,06	PERNO CON OJAL, DE A"G° DE 16mm Ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	17,00	11,20	190,40
7,07	TUERCA-OJAL DE A"G° PARA PERNO DE 16 mmØ	u	11,00	8,30	91,30
7,08	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm PROVISTO DE HEBILLA, 40 cm LONGITUD	u	5,00	6,58	32,90
7,09	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm, AGUJERO DE 18mmØ	u	46,00	2,00	92,00
7,10	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 220 V (10 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	u	6,00	185,00	1 110,00
7,11	PORTALINEA UNIPOLAR DE A"G°, PROVISTO DE PIN DE 10 mm Ø	u	12,00	4,28	51,36
	SUB TOTAL - 7				1 781,76
8.00	PUESTA A TIERRA				
8,01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 16 mm ø x 2,40 m	u	7,00	43,00	301,00
8,02	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25 mm² Y COBRE DE 16mm², TIPO CUÑA	u	7,00	7,20	50,40
8,03	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16 mm ø Y CONDUCTOR DE COBRE 16 mm²	u	7,00	6,50	45,50
	SUB TOTAL - 8				3 556,22
9.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
9,01	TUBO DE A"G° STANDARD / REDONDO DE 19mm x 1,5mm x 2,5m, PROVISTO DE CODO	u	53,76	33,49	1 800,42
9,02	ARMELLA TIRAFONDO DE 10mm f x 64mm DE LONGITUD	u	43,00	1,20	51,60
9,03	TARUGO DE CEDRO DE 13 mm x50 mm	u	43,00	0,66	28,38
9,04	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	m	172,00	1,00	172,00
9,05	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO, PARA Al 25 mm²/Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u	43,00	10,50	451,50
9,06	CONECTOR BIMETÁLICO, PARA Al 25 mm²/Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u	43,00	4,30	184,90
9,07	TEMPLADOR DE A"G°	u	86,00	2,10	180,60
9,08	CAJA METÁLICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10A	u	43,00	76,66	3 296,38
9,09	MEDIDOR MONOF. DE ENERGIA ACTIVA, TIPO ELECTRONICO CON MICRO PROCESADOR DE 220 V; 10-40 A; 60 Hz; CLASE 1.	u	43,00	90,00	3 870,00
	SUB TOTAL - 9				10 035,78
	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES S/.				45 147,38

VALOR REFERENCIAL					
MONTAJE ELECTROMECHANICO PARA REDES SECUNDARIAS					
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA EOLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERIO EL HIGUERON DEL DISTRITO DE SALAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE					
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	METRADO TOTAL CANT.	PRECIO UNIT. S/.	TOTAL S/.
5	<u>MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES</u> COMPRENDE TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE :				
5,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16+16/25 mm2	Km	0,13	942,06	122,35
5,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X25+16/25 mm2	Km	-	852,94	-
5,03	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1X16/25 mm2	Km	1,28	651,11	830,80
SUB-TOTAL 5:					953,14
6	<u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u>				
6,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y/o conglomerado)	m³	12,40	39,33	487,69
6,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	m³	5,00	126,69	633,45
6,03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTE DE CONCRETO	u	7,00	20,66	144,62
6,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	m³	12,74	45,74	582,73
SUB-TOTAL 6:					1 848,49
7	<u>PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS</u>				
7,01	INSTALACIÓN DE PASTORAL DE A° G°	u	3,00	19,65	58,95
7,02	INSTALACIÓN DE LUMINARIA Y LÁMPARA	u	3,00	34,58	103,74
SUB-TOTAL 7:					162,69
8	<u>CONEXIONES DOMICILIARIAS</u> INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA, QUE CONPRENDE : CONEXIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIAS, MONTAJE DE MEDIDOR Y CONTRASTE DEL MEDIDOR.				
8,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y/o conglomerado)	u	17,52	39,34	689,24
8,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	u	7,20	127,74	919,73
8,03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTE DE CONCRETO	u	7,00	20,66	144,62
8,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	u	12,74	45,74	582,73
SUB-TOTAL 8:					2 336,31
9	<u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:</u>				
9,01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Loc	1,00	452,98	452,98
9,02	EXPEDIENTE TECNICO FINALES CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) DE REDES SECUNDARIAS, INCLUYE LA PRESENTACIÓN DIGITALIZADA DE L EXPEDIENTE EN UN CD	Glb	1,00	150,00	150,00
SUB-TOTAL 9:					602,98
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO					5 903,61

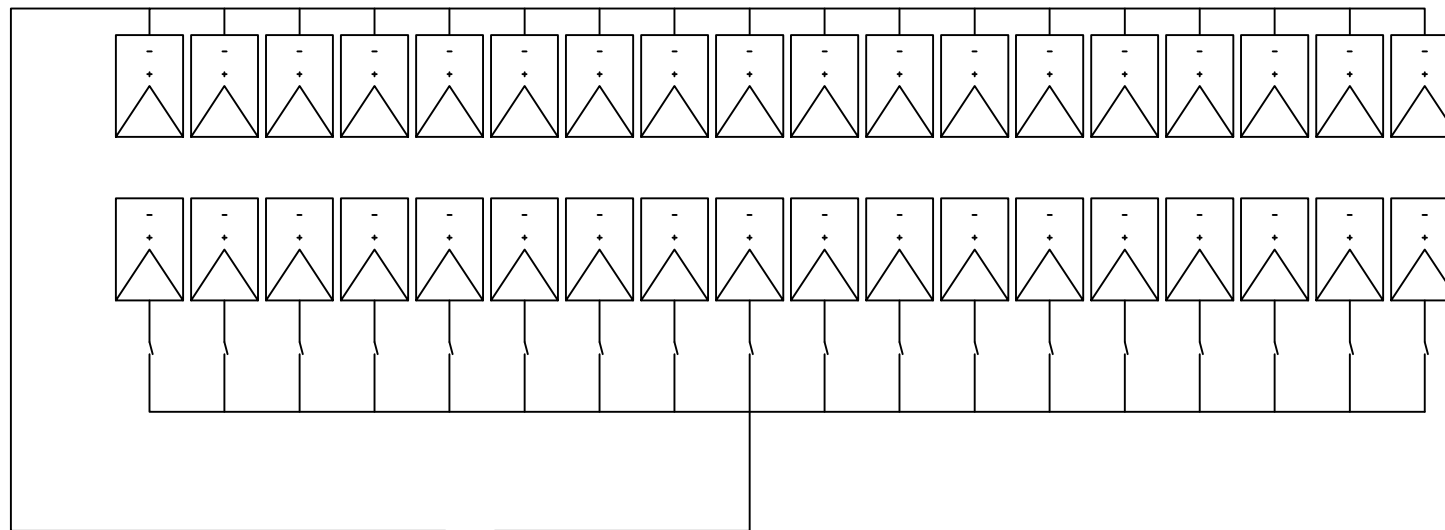
RESUMEN DEL VALOR REFERENCIAL - REDES SECUNDARIAS		
<p>DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA EOLICO FOTOVOLTAICO PARA ELECTRIFICAR EL CASERIO EL HIGUERON DEL DISTRITO DE SALAS EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE</p>		
RESUMEN GENERAL DE REDES SECUNDARIAS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/.)
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	45 147,38
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	5 903,61
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	4 262,00
F	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.) (S/.)	55 313,00

ANEXO N° 11. SISTEMA HÍBRIDO SOLAR – EÓLICO

AEROGENERADOR



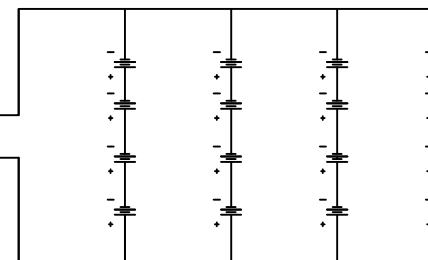
PANELES SOLARES



CONTROLADOR EÓLICO

CONTROLADOR 150V 85A

BATERÍAS



INVERSOR



Descripción	Unidad	Cantidad
Aerogenerador E70 PRO	pza	1
Torre de 15 m + controlador edico	pza	1
paneles solares YGE 60 CELL Series 2 de 295Wp	pza	36
Bateria Estacionaria 12V 38Ah Ultracell OPzS U23540	pza	16
Inversor PV3500 Series B&W	pza	1
estructura para 4 paneles solares	pza	9
controladoras SmartSolar MPPT 150V 85A VICTRON	pza	3
Accesorios	gbal	1
Total del Suministro		

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

DIS. : MIGUEL DE LA CRUZ

DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE
PROVINCIA : LAMBAYEQUE
DISTRITO : SALAS
FECHA : NOVIEMBRE-2019

REV. :

ESCALA :
1/2000

PLANO-N° 1/1
RS HIGUERON

APR. :

DIB. :

BACHILLER

PROYECTO DE TESIS:

MIGUEL ALEX DE LA CRUZ CAJO

ELECTRIFICACION RURAL CON SISTEMA HIBRIDO
SISTEMA EÓLICO FOTOVOLTAICO

1	ESTUDIO DEFINITIVO	MIGUEL	MIGUEL		11-19
REV.	DESCRIPCIÓN	DISEÑO	DIBUJO	APROBADO	FECHA

ANEXO N° 12. RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

