

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉTRICA**



**Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico de baja potencia para el suministro eléctrico en fundos agrícolas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**AUTOR**

**Adrian Sebastian Romero Tirado**

**ASESOR**

**Hugo Walter Mundaca Guerra**

<https://orcid.org/0000-0002-8210-9581>

**Chiclayo, 2023**

**Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico de  
baja potencia para el suministro eléctrico en fundos agrícolas**

PRESENTADA POR

**Adrian Sebastian Romero Tirado**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

APROBADA POR

Gonzales Bazan Luis Alberto

PRESIDENTE

Llontop Mendoza Lucio Antonio

SECRETARIO

Hugo Walter Mundaca Guerra

VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por ser quien me guío y me fortaleció en todo momento, gracias por darme una familia maravillosa y amigos con quienes puedo confiar.

A mis padres por todos los consejos y por siempre estar pendientes de mí y apoyarme con tanto cariño.

A mis hermanos por compartirme sus sueños y alegrías y por ser parte importante de mi familia.

## **Agradecimientos**

Agradezco de manera especial a mi asesor por todo el apoyo metodológico y profesional para la orientación en el desarrollo de esta tesis al Ing. Hugo Walter Mundaca Guerra, esta tesis no hubiera sido posible sin su participación. Asimismo, gracias por la gran cantidad y calidad de saberes brindados en este tiempo.

Agradezco también a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, a la Facultad de Ingeniería; y en especial, a nuestra querida Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a toda su plana docente, por los conocimientos y orientación impartidos durante nuestra formación profesional.

## Romero Tirado Adrian\_100% tesis

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	9%
2	"Energía Eólica. Las máquinas eólicas encargadas de este fin se llama aerogeneradores, aeroturbinas o turbinas eólicas.", International Baccalaureate/Languages, 2012-02-21 Publicación	1%
3	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

[doaj.org](http://doaj.org)

## ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
2.1. Realidad Problemática .....	12
2.2. Formulación del problema.....	13
2.3. Delimitación de la investigación .....	13
2.4. Justificación e importancia de la investigación .....	14
2.5. Limitaciones de la investigación .....	15
2.6. Objetivos de la investigación.....	15
2.6.1. Objetivo General .....	15
2.6.2. Objetivos específicos.....	15
3. MARCO TEÓRICO.....	16
3.1. Antecedentes del problema .....	16
3.2. Desarrollo de la Temática correspondiente al tema desarrollado.....	18
3.2.1. Energías Renovables.....	18
3.2.2. Energía Solar. ....	19
3.2.3. Energía Eólica.....	26
3.2.4. Suministro Eléctrico:.....	31
3.2.5. Sistema Híbrido:.....	31
3.2.6. Beneficios del Sistema Híbrido .....	32
3.2.7. Sistema eólico-fotovoltaico:.....	33
3.2.8. Electrostática .....	34
3.2.9. Electricidad .....	34
3.2.10. Electrodinámica.....	35
3.2.11. Corriente eléctrica .....	35
3.2.12. Magnitudes Eléctricas:.....	36
3.2.13. Generación de Energía Eléctrica.....	39
4. METODOLOGÍA.....	50
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	50
4.2. Metodología de Diseño .....	51
4.3. Operacionalización de variables.....	52
4.4. Matriz de consistencia .....	53
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54

<b>5.1.</b>	<b>Demanda de energía en el Fundo la campiña .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1.1.</b>	<b>    Calculo de la demanda. ....</b>	<b>54</b>
<b>5.2.</b>	<b>Evaluación del recurso solar .....</b>	<b>57</b>
<b>5.3.</b>	<b>Evaluación del recurso eólico .....</b>	<b>61</b>
<b>5.4.</b>	<b>Calculo del sistema Eléctrico Eólico-fotovoltaico .....</b>	<b>65</b>
<b>5.4.1.</b>	<b>    Dimensionamiento del sistema eólico .....</b>	<b>65</b>
<b>5.4.2.</b>	<b>    Dimensionamiento del sistema Fotovoltaico .....</b>	<b>67</b>
<b>5.4.2.1.</b>	<b>        Generador fotovoltaico .....</b>	<b>68</b>
<b>5.4.2.2.</b>	<b>        Controlador para el sistema fotovoltaico .....</b>	<b>70</b>
<b>5.4.2.3.</b>	<b>        Banco de baterías .....</b>	<b>71</b>
<b>5.4.2.4.</b>	<b>        Inversor .....</b>	<b>72</b>
<b>5.4.3.</b>	<b>    Dimensionamiento de los conductores eléctricos .....</b>	<b>73</b>
<b>5.4.4.</b>	<b>    Ángulo óptimo de inclinación .....</b>	<b>75</b>
<b>5.5.</b>	<b>Presupuesto del sistema eólico-fotovoltaico. ....</b>	<b>76</b>
<b>5.5.1.</b>	<b>    Suministro de materiales para el sistema hibrido eólico-fotovoltaico .....</b>	<b>76</b>
<b>5.5.2.</b>	<b>    Costo directo para el sistema hibrido eólico-fotovoltaico. ....</b>	<b>77</b>
<b>5.5.3.</b>	<b>    Costo total .....</b>	<b>77</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES:.....</b>	<b>78</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localización del distrito de Jayanca en el departamento de Lambayeque. ....	13
Figura 2 Ubicación del Fundo La Campiña. ....	14
Figura 3 Diagrama esquemático del sistema fotovoltaico.....	20
Figura 4 Particularidades Físicas del Sol.....	21
Figura 5 Elementos de la radiación solar. ....	24
Figura 6 Posición del sol .....	25
Figura 7 planta eólica. ....	27
Figura 8 Dirección del viento en la tierra .....	28
Figura 9 Energía Cinética del Viento .....	29
Figura 10 Alteración de la velocidad del aire en el rotor. ....	30
Figura 11 Sistema Híbrido Eólico-fotovoltaico. Por [3].....	31
Figura 12 Diagrama de un sistema híbrido eólico-solar .....	34
Figura 13 Traslado de electrones .....	35
Figura 14 Efecto Joule.....	39
Figura 15 Diagrama de una Central Eléctrica.....	40
Figura 16 Central Hidroeléctrica. ....	40
Figura 17 Central Térmica.....	41
Figura 18 Central Nuclear. ....	42
Figura 19 Central Eólica.....	43
Figura 20 Partes del aerogenerador. ....	44
Figura 21 Aerogenerador de Alta Potencia.....	46
Figura 22 Aerogenerador tipo vertical.....	47
Figura 23 Central solar Térmica.....	48
Figura 24 Central Fotovoltaica. ....	48
Figura 25 Central de biomasa. ....	49
Figura 26 Crecimiento del Fundo Agrícola .....	55
Figura 27 Energía Solar de Lambayeque.....	58
Figura 28 Comparación de la radiación solar de las tres fuentes .....	60
Figura 29 Distribución de frecuencias .....	62
Figura 30 Distribución de frecuencia acumulada.....	62
Figura 31: Reajuste lineal y Regresión lineal .....	64
Figura 32 Diagrama de Potencia del Aerogenerador .....	66
Figura 33 Diagrama de Energía del Aerogenerador .....	66
Figura 34 Batería Tensite de 300 Ah.....	72
Figura 35 Inversor Must Solar de 3 kW. ....	73

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de energía. ....	18
Tabla 2 Alveolos de distintas superficies.....	23
Tabla 3 Operacionalización de variables .....	52
Tabla 4 Matriz de consistencia .....	53
Tabla 5 Crecimiento del Fundo La Campiña .....	54
Tabla 6 Consumo de vivienda uso doméstico.....	56
Tabla 7 Consumo de Pozo Tubular .....	56
Tabla 8 Idealización del consumo de energía promedio diario del Fundo La Campiña. ....	56
Tabla 9 Radiación Solar Promedio Diaria .....	59
Tabla 10 Radiación Solar en el Fundo La Campiña .....	60
Tabla 11 Distribución de frecuencias. ....	61
Tabla 12: datos para graficar y elaborar de una regresión lineal.....	63
Tabla 13: Frecuencia de la velocidad del viento. ....	65
Tabla 14 Potencia y energía generada por el aerogenerador.....	67
Tabla 15 Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico.....	69
Tabla 16 Características mecánicas del panel fotovoltaico.....	69
Tabla 17 Energía generada por sistema fotovoltaico.....	70
Tabla 18 Capacidad VS costo de batería. ....	72
Tabla 19 Características eléctricas del conductor unipolar N2XOH.....	74
Tabla 20 listado de materiales y equipos. ....	76
Tabla 21 Costo directo del sistema.....	77
Tabla 22 Costo Total del Proyecto .....	77

## RESUMEN

En el Perú existen regiones que tienen zonas rurales donde no llega el servicio de energía eléctrica y la región Lambayeque es una de ellas. Tal es el caso del caserío Pampa de Lino ubicado en el distrito de Jayanca, donde varios fundos agrícolas se ven obligados a conectarse a la red de energía más cercana, lo cual implica grandes costos para su uso. Por ende, el objetivo de esta investigación fue dimensionar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico de baja potencia para el suministro eléctrico en el fundo La Campiña. Para ello, se utilizó el diseño de investigación correlacional bajo un enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicado – no experimental. Donde se determinó la demanda estimada en el décimo año, la que resultó  $2,37 \text{ kW}$  y una energía promedio de  $9,38 \text{ kWh/día}$ . Se utilizaron tres tipos de base de datos para la radiación solar: atlas solar del Perú, el software RETScreen Expert y el software line POWER Data Access Viewer, obteniendo el dato de  $4,01 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$ . Los datos de velocidad del viento fueron obtenidos del software line POWER Data Access Viewer y sirvieron para la sistematización de la energía que suministra el aerogenerador. Finalmente, se determinó que instalar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico, logra abastecer de energía eléctrica al fundo la Campiña, y que al ser fuentes de energías renovables son una excelente opción.

**Palabras claves:** sistema híbrido eólico-fotovoltaico, panel fotovoltaico, energías renovables, aerogenerador, suministro eléctrico.

## ABSTRACT

In Peru there are regions that have rural areas where electricity service does not arrive and the Lambayeque region is one of them. Such is the case of the Pampa de Lino hamlet located in the district of Jayanca, where several farms are forced to connect to the nearest power grid, which implies high costs for its use. Therefore, the objective of this research was to size a low-power hybrid wind-photovoltaic system for the electricity supply in the La Campiña estate. For this, the correlational research design was used under a quantitative approach, with an applied - non-experimental type of research. Where the projected demand in the tenth year was determined, which resulted in  $2.37\text{ kW}$  and an average energy of  $9.38\text{ kWh/day}$ . Three types of database were used for solar radiation: Solar Atlas of Peru, RETScreen Expert software and POWER Data Access Viewer line software, obtaining the data of  $4.01\text{ kWh/m}^2/\text{day}$ . The wind speed data were obtained from the POWER Data Access Viewer line software and were used to systematize the energy supplied by the wind turbine. Finally, it was determined that installing a hybrid wind-photovoltaic system manages to supply electricity to the La Campiña estate, and that being renewable energy sources, they are an excellent option.

**Keywords:** wind-photovoltaic hybrid system, photovoltaic panel, renewable energy, wind turbine, electricity supply.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las principales fuentes de energía eléctrica en el Perú se originaban de recursos hídricos y combustibles fósiles. Los problemas más relevantes en la producción de electrificación es la sumisión a las centrales hidroeléctricas, los elevados precios de combustibles, y sobre todo el rápido aumento de los requerimientos energéticos, por lo cual es de vital consideración explorar nuevas fuentes de producción que logren complacer las exigencias energéticas que sean sustentables y generosos con el ambiente. [1]

La energía solar y eólica son una de las fuentes primordiales de aprovechamiento para la producción de energía eléctrica, las cuales son energías renovables disminuyendo los impactos ambientales y no implican una sucesión de combustión en su elaboración. Por lo cual el uso de las dos fuentes son desarrolladas mediante sistemas híbridos que tratan de complementar ambas energías, ya sea a sus diferentes climas y estaciones de un territorio. [2]

En la provincia de Jayanca, donde el desarrollo agrícola y ganadero es una de las principales actividades económicas, existen un número considerable de establecimientos rurales que no poseen acceso al sistema Energético. Es así que surge la motivación para intentar suplir las necesidades energéticas de personas que no viven lejos de centros urbanos, pero tampoco lo suficientemente cerca como para disponer de la electricidad en forma constante. [3]

El uso de la energía eléctrica para los fundos agrícolas es una buena elección, pero el costo de inversión es muy alto, el propietario tiene que invertir para la realización de un expediente técnico y la realización de su proyecto para obtener el abastecimiento eléctrico de parte de la empresa concesionaria de electricidad, cuya facturación por la utilización de la energía eléctrica está subordinada a una potencia contratada mensual y a una tarifa eléctrica industrial estipulada. [4]

En este contexto, los dueños están forzados a remunerar mensualmente a la concesionaria de electricidad el precio por la potencia acordada, consumiendo o no la energía eléctrica, por lo que en determinados sucesos los dueños han considerado revocar el contrato con la entidad y reanudar el uso de combustibles fósiles, desaprovechando su inversión y poseyendo una infraestructura eléctrica sin aprovechar. Ante la problemática indicada, [5]

¿SERÁ FACTIBLE DIMENSIONAR UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO EN EL FUNDO LA CAMPIÑA?

El objetivo principal de este trabajo consiste en suministrar energía eléctrica a un establecimiento agropecuario, aislado de la red eléctrica, mediante un sistema híbrido eólico-fotovoltaico de baja potencia en el fundo la campiña – Jayanca. Utilizando el software HOMER para la optimización del sistema.

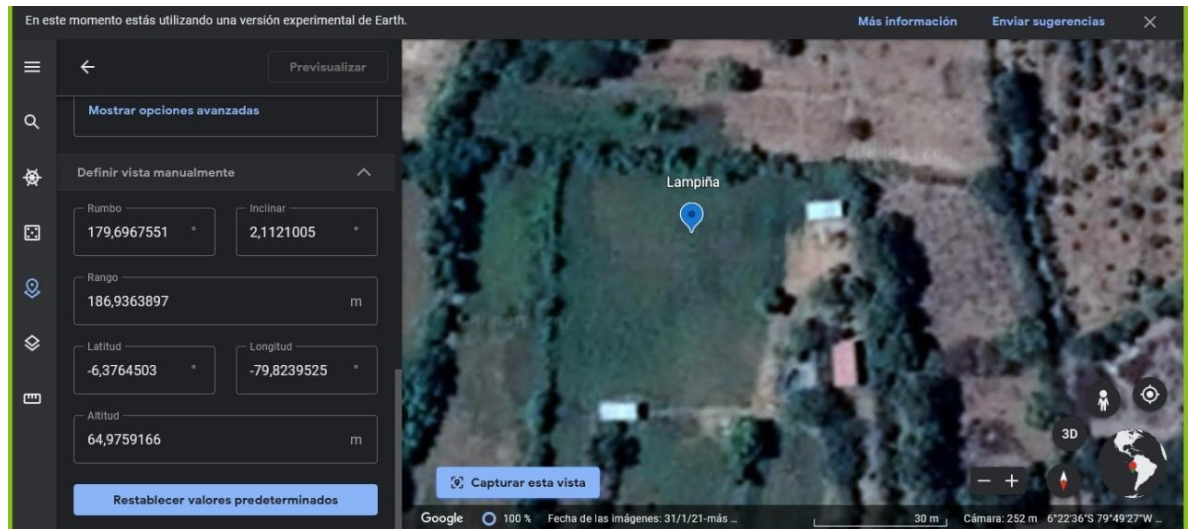
## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. Realidad Problemática

El Fundo la Campiña localizado en el distrito de Jayanca, provincia y departamento de Lambayeque, se encuentra aislado de la red eléctrica. Por ende, para contar con un suministro de energía eléctrica tiene que conectarse a la red más cercana, lo que conlleva una gran inversión y un alto costo por la energía.

Actualmente, las electrificaciones en zonas rurales poseen muchas alternativas de uso de fuentes renovables, ya que cuentan con un potencial en cada uno ellos. Gran parte de nuestro territorio nacional cuenta con este, mayormente en la zona costera y en la sierra, los grandes recursos de energía solar en estos territorios son relativamente considerables, puesto que, cuentan con un índice de radiación solar anual desde  $5,0 \text{ kWh/m}^2$  a  $7,5 \text{ kWh/m}^2$ , a lo largo de los últimos años. La energía fotovoltaica ha contribuido que los fundos agrícolas cuenten con un suministro eléctrico, provocando que esté se expanda y se siga promocionando el uso de energías renovables, por lo que los pequeños agricultores obtienen un beneficio económico, así como menos contaminación y mejores condiciones de vida. La energía eólica tiene un gran potencial en la zona costera del país, haciéndolo muy interesante el dimensionamiento de un sistema híbrido de energía eólica y solar, suprimiendo así la utilización de combustibles contaminantes y reduciendo la contaminación.





*Fuente 1 Google Earth*

*Figura 2 Ubicación del Fundo La Campiña.*

## 2.4. Justificación e importancia de la investigación

Para el dimensionamiento de este proyecto de tesis se tiene como justificación e importancia, el desarrollo de un sistema híbrido que cuenta con energía eólica-fotovoltaica, con la finalidad de suministrar energía eléctrica al fundo La Campiña y así acrecentar la calidad de vida y trayendo un beneficio económico.

La justificación del dimensionamiento de un sistema híbrido con energía eólica-fotovoltaico es lo posterior:

a) Social:

Con este proyecto de tesis y su dimensionamiento abastecerá de energía eléctrica al fundo La Campiña, por lo que traerá una mejora calidad de vida para los pequeños agricultores.

b) Económico:

Beneficiar a los pequeños agricultores a no realizar proyectos con tan altos costos de inversión, ayudando a su economía y, consiguiendo ganancias más rentables.

c) Ambiental:

La generación de energía eléctrica por medio de un procedimiento híbrido eólico-fotovoltaico nos beneficia en no ocasionar perjuicios al medio ambiente, eludiendo el uso de combustibles fósiles y reduciendo en un porcentaje considerable la contaminación ambiental.

d) Científico:

Este proyecto de tesis busca que las autoridades competentes promuevan el desarrollo de energías renovables, implementando una tecnología limpia para el medio ambiente y solucionando así la carencia de energía eléctrica en zonas muy apartadas al acceso de la red eléctrica.

## **2.5. Limitaciones de la investigación**

La limitación presentada para el desarrollo de esta tesis es la carencia de datos exactos de radiación solar y velocidad del viento en el lugar de trabajo, sino que contamos con datos promedios en lugares referenciales, por lo que nos fundamentamos en datos obtenidos del atlas solar del Perú, el software RETScreen Expert, el Software line POWER Data Access Viewer para la radiación solar y el Software line POWER Data Access Viewer para la velocidad del viento.

## **2.6. Objetivos de la investigación**

### **2.6.1. Objetivo General**

Dimensionar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico de baja potencia para el suministro eléctrico en el fundo la campiña.

### **2.6.2. Objetivos específicos**

- Definir la demanda eléctrica en un periodo de hasta 10 años.
- Obtener los datos de la radiación solar promedio mensual en el lugar mediante el software “LINE POWER DATA ACCESS VIEWER” de la NASA.
- Extraer la data de la velocidad del viento promedio aprovechable para el lugar mediante el software “LINE POWER DATA ACCESS VIEWER” de la NASA.
- Seleccionar los componentes del sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación eléctrica.

### 3. MARCO TEÓRICO.

#### 3.1. Antecedentes del problema

En [5], este trabajo consiste en obtener una solución óptima de abastecimiento de energía para un establecimiento agropecuario, aislado de la red eléctrica, mediante un sistema híbrido eólico-fotovoltaico con respaldo de un grupo generador diésel; donde se evaluaron los recursos energéticos solares y eólicos en la zona y se utilizó un software de simulación para analizar las posibles configuraciones del sistema híbrido desde el punto técnico-económico y su sensibilidad a distintas variables, también se determinó que para satisfacer las necesidades eléctricas de la estancia se incorporen únicamente generadores eólicos junto con un conjunto de baterías e inversor-cargador; dando como resultados que el sistema híbrido, en comparación con la conexión a la red eléctrica, obtendría una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 29 % y se recuperaría lo invertido en 4 años; la conexión a la red eléctrica resultó 2,5 veces más cara que la instalación del sistema híbrido propuesto.

En el artículo [6], se muestra una forma de traslado de energía entre sistemas híbridos de energía renovable y la red eléctrica, para completar ciertas exigencia de potencia; donde se estudia con precisión el sistema de abastecimiento para dos tipos de exigencias, una vivienda y una pequeña industria o comercio, empleando procedimientos renovables de pequeña capacidad instalados a poca distancia de los dueños, con enlace a la red eléctrica; en este artículo se han desarrollado y representado los diferentes casos de los sistemas: así como la demanda natural solar y eólico, también el sistema fotovoltaico y el aerogenerador de pequeña magnitud, las exigencias solicitadas insertando en cada caso secuelas no pensadas; en otras palabras se ha producido una medio de representación con cada componente, que aprueba examinar la mejor utilización de las demandas y la necesidad de la red eléctrica para diferentes formas, en base a la relación entre las exigencias y los recursos renovables, lo que logra estudiar el dimensionamiento del sistema, el principio empleado para la determinación es el traslado de energía con la red y la colaboración de ella hacia la demanda, con las adecuados consumos y descuidos afiliados.

En [7], investiga principalmente la simulación de un sistema híbrido de múltiples fuentes; todo el sistema híbrido está compuesto por la interconexión del panel fotovoltaico y el

generador de turbina eólica con interfaces basadas en electrónica de potencia para una transferencia óptima de potencia de CC; se simuló y analizó utilizando MATLAB / Simulink, donde se obtuvo las formas de onda de simulación de cada subsistema; para mejorar aún más su rendimiento y optimización para tales sistemas remotos, se implementó una estrategia de gestión de energía utilizando cualquiera de las técnicas de control inteligente; por lo que garantizo un funcionamiento estable y seguro de acuerdo con las especificaciones de la red remota, ya que el controlador inteligente es capaz de gestionar de manera eficiente los diversos recursos de energía renovable.

En el trabajo [8], se diseñó y fabricó un regulador de carga electrónico para un sistema de generación híbrido (fotovoltaico / eólico) de baja y media potencia, con acumulador de batería para diferentes aplicaciones en sitios aislados; este controlador de carga propuesto debe poder cargar, utilizando un generador híbrido, una batería de plomo-ácido que esté constantemente preocupada por el suministro de energía para corriente de 12 o 24 V CC; su principio de funcionamiento del sistema es recibir la potencia, obviamente variable y fluctuante en función de las condiciones atmosféricas, para optimizarla adecuadamente antes de utilizarla total o parcialmente para cargar la batería; Este sistema propuesto ayuda a reducir la complejidad y el costo de los sistemas híbridos y también asegura la mayor región operativa de los generadores fotovoltaicos y eólicos.

El trabajo [9] presenta un sistema híbrido de energía renovable basado en energía fotovoltaica (PV) y eólica, y equipado con convertidor Cuk DC-DC, inversor trifásico y filtro LC; ya que la energía eólica y fotovoltaica son adecuadas para sistemas híbridos porque son respetuosas con el medio ambiente y están ampliamente disponibles en la India; sin embargo, el sistema de energía híbrida que depende únicamente de las fuentes de energía renovables intermitentes genera una tensión de salida fluctuante que daña las máquinas que funcionan con un suministro estable; entonces el modelado del sistema híbrido con convertidor Cuk, inversor trifásico y filtro LC se realiza mediante MATLAB Simulink; y los bloques como el modelo eólico, el modelo fotovoltaico, el convertidor Cuk, el inversor y el filtro LC se construyen por separado antes de combinarse en un sistema híbrido de voltaje CC completo con la red principal del sistema eléctrico; los resultados mostraron que el sistema híbrido tiene una mayor confiabilidad en términos de generación de voltaje de salida en comparación

con el sistema autónomo. Además, el convertidor Cuk DC-DC, el inversor trifásico basado en puente universal y el filtro LC que se instalan en el sistema híbrido pueden reducir la fluctuación del voltaje de salida.

### 3.2. Desarrollo de la Temática correspondiente al tema desarrollado

#### 3.2.1. Energías Renovables.

El desarrollo de la sociedad involucra que el consumo de energía aumente. Por ello la energía adquirida a través del carbón, el petróleo y el gas no son una alternativa para abastecer el crecimiento del consumo de la sociedad, dado que estas fuentes son agotables se debe aprovechar las fuentes de energía que no se gastan, las cuales son: viento, sol, residuos, etc. Además, no perjudican al ambiente. [10]

*Tabla 1 Tipos de energía.*

ENERGIAS RENOVABLES	ENERGIAS NO RENOVABLES
Solar, Hidráulica, Eólica, Biomasa, Mareomotriz y geotérmica.	Carbón, Petróleo, Gas Natural.

Para lograr el crecimiento económico y social, la demanda de energía es necesaria. Es por esto que se debe emplear fuentes energéticas distintas a las convencionales por razones como:

- Las energías convencionales se terminarán consumiendo.
- Podrían realizar impactos perjudiciales que afecten el medio ambiente
- No logran fortalecer el suministro energético desde afuera.

En la actualidad, las energías no convencionales originadas por el sol, el viento, el agua, el mar, el calor de la tierra y los residuos, integran un aumento en las energías convencionales como son carbón, el petróleo y gas natural. Estos tienen un creciente consumo en el transcurrir de los años, por lo que ocasiona una consunción de estos recursos y peligrosos problemas ambientales. [11]

Podemos recalcar las ventajas de las energías no convencionales, como:

**Ventajas medioambientales:**

- Las energías no convencionales no generan emisiones de  $CO_2$  u otras emisiones que perjudiquen a la atmosfera.
- Las energías no convencionales no originan residuos que sean dificultosos de tratar.
- Las energías no convencionales son interminables.

**Ventajas estratégicas:**

- Las energías no convencionales son naturales.
- Las energías no convencionales acortan la necesidad exterior.

**Ventajas socioeconómicas:**

- Las energías no convencionales generan mucho más puestos de trabajos a diferencia de las energías no renovables.
- Las energías no convencionales permiten a nuestro país aumentar tecnologías particulares.

**3.2.2. Energía Solar.**

Actualmente se puede aprovechar la radiación solar de dos formas importantes:

➤ **Energía Solar Térmica.**

Es el empleo de la radiación solar para elevar la temperatura de un líquido ya sea para elaborar agua caliente y vapor. [10]

➤ **Energía Solar Fotovoltaica**

Consiste en la evolución directa de la energía solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico. Hay que mencionar que está se desarrolla a través de “celdas solares”, elaboradas con elementos semiconductores como el silicio, originando electricidad al chocar la radicación solar en ellas. [10]

Un sistema fotovoltaico tiene los siguientes componentes:

- Un generador solar, que está constituido por un acumulado de paneles fotovoltaicos, que absorben la insolación luminosa y la convierte en corriente continua.
- Un acumulador, que recolecta la energía procedente del generador y admite obtener corriente eléctrica cuando no exista horas de luz o tengamos días nublados.
- Un regulador de carga, su función es eludir sobrecarga o descargas desmedidas al acumulador, ya que estos podrían realizar perjuicios irreparables, también es garantizar una máxima eficiencia del sistema.
- Un inversor, el cual se encarga de convertir la corriente continua, que se encuentra reservada dentro del acumulador, en corriente alterna. [11]

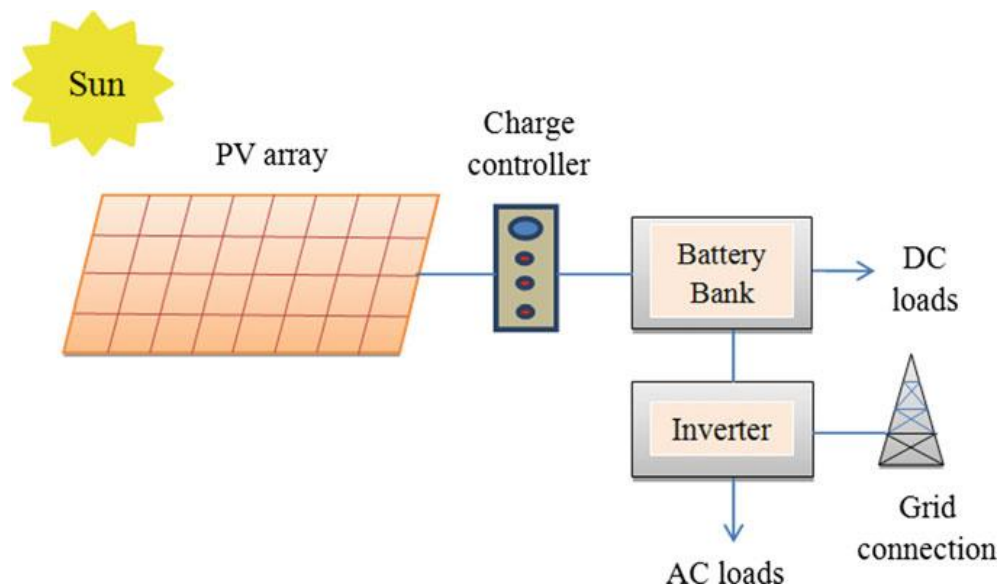


Figura 3 Diagrama esquemático del sistema fotovoltaico

### ➤ El sol

Es una de las principales fuentes de energía terrestre, es la que faculta la fotosíntesis que convierte la energía de los rayos solares en energía química, imprescindible para la vida animal y vegetal. En este sentido, la fotosíntesis también permite la elaboración de los combustibles fósiles.

La irradiación solar puede en menos de un segundo ser mucho más a la totalidad de la energía utilizada por la humanidad. Un fragmento de esta energía entra a la tierra como radiación electromagnética, en representaciones de rayos de desiguales amplitudes de onda, que transitan a una velocidad de  $3 \times 10^5 \text{ Km/s}$ ; otra porción irradia por fuera de la atmósfera con una potencia de  $1.73 \times 10^{14} \text{ KW}$ . El sol rota entorno a su eje cada cuatro semanas y este tiene aproximadamente cinco mil millones de años, con un diámetro establecido de  $1.39 \times 10^9$  y está ubicado a  $1.5 \times 10^{11}$  de trayecto a la tierra. Las características mencionadas anteriormente se ven evidenciadas en la figura N°5 [11]

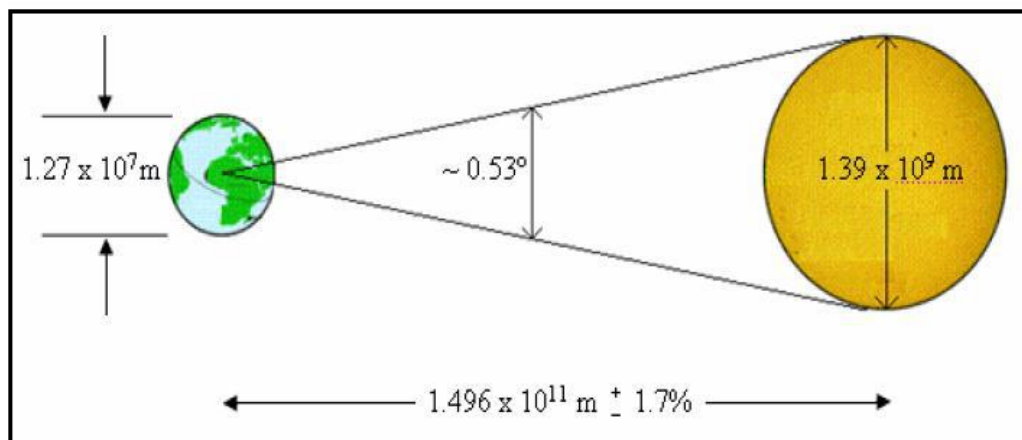


Figura 4 Particularidades Físicas del Sol

### ➤ La Radiación Solar

Se define como la energía electromagnética del sol, que puede ser emitida, transmitida o recibida, se puede llamar también una lluvia de reducidas partículas denominadas fotones.

La energía solar que logra llegar a la superficie de la tierra es demasiado anormal alterando su insolación máxima diaria y así mismo la radiación solar que amortigua conforme a la estructura efectuada de la atmósfera que traspasa, dicho lo anterior solo el 47% de la radiación incidente que llega a la atmosfera logra llegar a la superficie de la tierra, además el 31% lo realiza de forma directa y un 16% luego de disiparse por polvo, vapor de agua y moléculas de aire. Por último, el porcentaje restante de energía logra ser irradiada al espacio exterior

o es atraída hacia la atmosfera. La energía solar al atravesar las distintas capas de la atmosfera, se encuentra exhibida a distintas manifestaciones como la absorción, reflexión y refracción, alcanzando la superficie terrestre de manera rápida entre valores de 100 y 400 W/m<sup>2</sup>. [11]

➤ **Irradiancia y Constante Solar**

La irradiancia(Is) es conocida como la potencia de la radiación solar que admite en un momento definido por encima de un metro cuadrado de espacio, la cual esta manifestada en W/m<sup>2</sup>. Se sabe que la constante solar(Ss) es el valor de irradiancia en la capa externa a la atmosfera, también forma un ángulo recto con respecto al plano de los rayos solares. La NASA realizo mediciones para el valor de la constante solar dando a conocer su valor numérico el definió como 1.3535W/m<sup>2</sup>(±1.6%) [11]

Se delimitar los siguientes elementos, para definir la radiación solar terrestre.

- **Radiación estratosférica:** afuera de la atmósfera.
- **Radiación Solar Directa (HD):** Se define como la incidencia encima de algún espacio teniendo un exclusivo y exacto ángulo de incidencia. Esta se distingue por delinear una silueta precisa de los cuerpos oscuros que la obstruyen.
- **Radiación Solar Difusa (Hd):** se define difusa porque va en diferentes direcciones por resultados de las reflexiones y absorciones y no solo se evidencia por la presencia de nubes, sino que también por gránulos de polvo atmosférico, el propio suelo, edificios, montañas, arboles, etc. Esta radiación es constituía a causa de no elaborar algún tipo de sombra con respecto a los cuerpos opacos interceptados.
- **Radiación Solar Reflejada Hr (albedo):** Esta radiación es reflejada por el espacio terrestre. Un espacio inclinado logra percibir, así mismo, esta radiación reflejada por el espacio o a través de espejos de agua o por diferentes otros

espacios horizontales, es definido a manera de alveolo, donde sus porcentajes dependen de espacio como se observa en la tabla N°2. Los espacios horizontales no perciben ninguna radiación reflejada, por el hecho de que no contemplan ningún espacio terrestre y los espacios verticales son los que perciben más la radiación reflejada.

*Tabla 2 Alveolos de distintas superficies.*

Superficie	Alveolo %
Suelo negro	14
Bosque coníferas	15
Bosque tropicales	15-20
Cultivos verdes	15-25
Desierto	25-30
Agua	05
Nieve	80-95
Hielo	50-70
Nube	36-90
La tierra	30

Para la radiación directa, dispersa y alveolo sus proporciones recibidas por un espacio está sujeta a:

1. Condiciones meteorológicas.
2. Inclinação del espacio en relación a la capa horizontal.
3. La representación de espacios reflectantes.

Existe una variación entre la relación con la radiación dispersa y la total que depende del lugar, puesto que cuando aumentamos la inclinación del espacio de obtención, esta reduce el elemento disperso y adiciona el elemento reflejado,

De donde resulta que la inclinación admite maximizar la energía acumulada y también puede estar desigual dependiendo de la zona.

- Radiación Global:** Es denominada como el enlace de tres tipos de radiación. Podemos denominar radiación directa  $H_D$ , dispersa  $H_d$  y reflejada  $H_r$ , por consiguiente la radiación solar total la cual se posiciona en un área es  $H_G = H_D + H_d + H_r$ . En los días de cielo claro la radiación directa domina sobre la radiación difusa. Sin embargo, cuando hay presencia de días nublados no hay radiación directa, por lo que solo existirá radiación difusa. Existen diferentes clases de colectores solares que utilizan de diferente manera la radiación solar. Uno de ellos son los colectores solares planos que perciben la radiación total, por lo contrario, están los colectores de concentración que solo perciben la radiación directa. En consecuencia, estos colectores los ubican áreas de muy poca nubosidad a diferencia de los colectores solares planos que los ubican en cualquier área teniendo en cuenta que la insolación sea apta para ellos. [11]

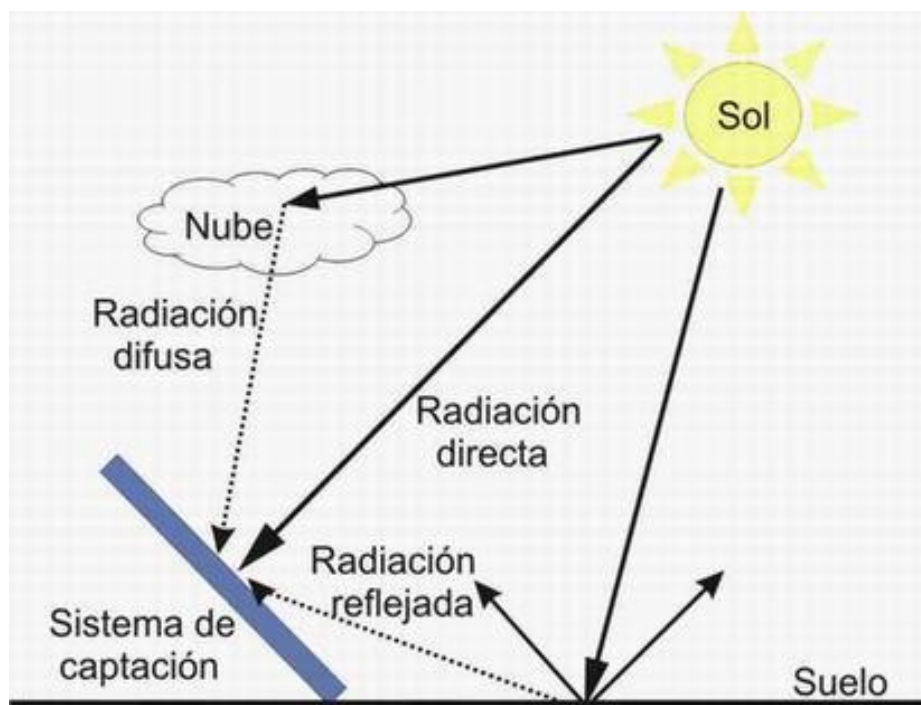


Figura 5 Elementos de la radiación solar.

Las diferentes clases de radiación varían en función del lugar. Si aumentamos la inclinación del territorio de captación, disminuiríamos el elemento reflejado.

Para examinar la inclinación más apropiada con la que debemos situar los espacios que captan la energía solar es preciso orientar el recorrido solar y la irradiación en la zona para distintas épocas. El procedimiento tradicional para precisar el recorrido solar es la de coordenadas polares que posee el inicio en la situación del espacio captador. El plano primordial es el horizontal, tangente a la superficie terrestre. La perpendicular a este plano en orientación a la semiesfera celeste superior precisa el enfoque del lugar.

En la orientación contraria, a través de la Tierra, se sitúa el nadir local. Las orientaciones primordiales sobre el plano horizontal son la Norte-Sur, encuentro con el plano meridiano del lugar, y la perpendicular a ella Este-Oeste, empalme con el plano designado primer vertical. En este procedimiento se logra precisar los sucesivos parámetros que se logran ver en la figura N°7 [11]

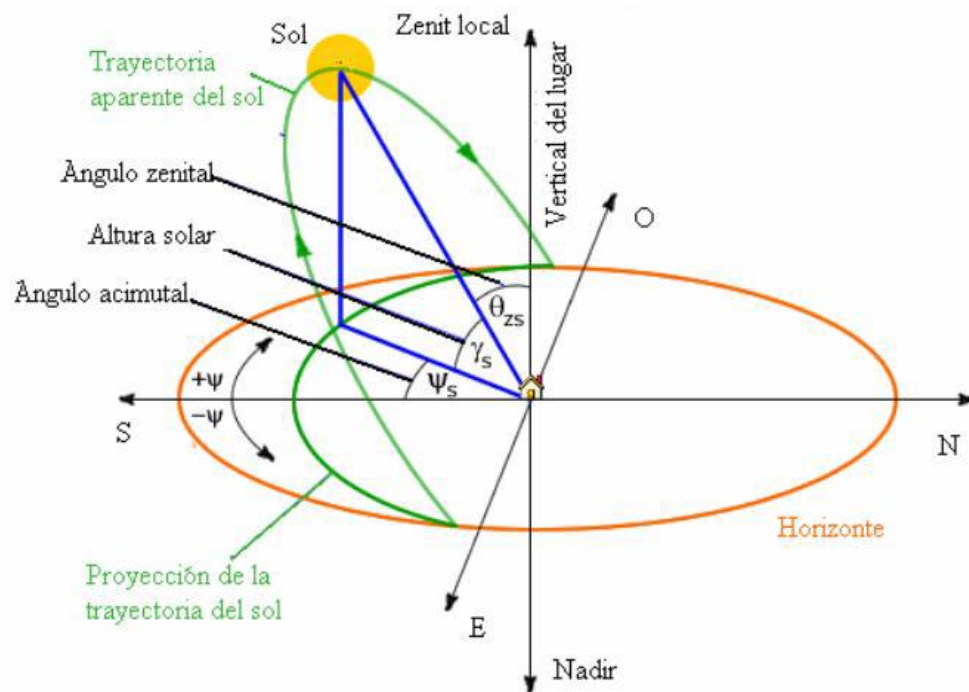


Figura 6 Posición del sol

- Latitud del lugar ( $\lambda$ ). Es la adjunta del ángulo desarrollado por la recta que articula el zenit y el nadir con el eje polar. Es positivo hacia el Norte y negativo hacia el Sur.

- Meridiano del lugar: Círculo superior de la esfera terrestre que atraviesa por el territorio, por el zenit y por el nadir.
- Horizonte: Parte geométrica de los puntos con altura 0
- Angulo zenital( $\theta_{zS}$ ): Es el ángulo desarrollado por la recta vector Sol-Tierra y la vertical de la zona. Es positivo a partir del zenit.
- Altura solar ( $\gamma_S$ ): Ángulo que establecen los rayos solares sobre la superficie horizontal. Ángulo adicional del ángulo zenital.
- Ángulo acimutal ( $\psi_S$ ): Ángulo desarrollado por la influencia del Sol sobre el plano del horizonte con la orientación Sur y es positivo de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  hacia el Oeste y negativo hacia el Este de  $0^\circ$  a  $-180^\circ$ . [11]

El enfoque óptimo se consigue cuando el espacio se encuentra orientado hacia el Perú, con ángulo de inclinación a la latitud del lugar. La colocación hacia al Perú propaga la radiación solar absorbida admitida durante el día. [11]

### **3.2.3. Energía Eólica.**

En el lapso de los años el hombre ha sacado beneficios de la energía del viento para diferentes adaptaciones, como molinos, trasladar barcos, extraer agua de pozos y diferentes aplicaciones. Con el pasar de los años y la mejora de las tecnologías la energía eólica se ha convertido en una de las primordiales energías renovables con mayor competitividad. Los aerogeneradores producen electricidad aprovechando la energía cinética del viento y convirtiéndola en energía mecánica. [11]



*Figura 7 planta eólica.*

Actualmente hay dos tipos de montajes eólicos:

- **Aisladas:** Utilizadas para la generación de electricidad en zonas alejadas para un consumo propio. Estas frecuentemente están acompañadas de paneles fotovoltaicos.
- **Parques eólicos:** Está compuesto por un grupo de aerogeneradores, para vender red eléctrica generada.

La constante mejora tecnológica actual, así como entender las condiciones del viento en distintos lugares, permite que se implanten parques eólicos en diferentes regiones del país. [11]

#### ➤ **Fuerza del viento**

Los vientos se originan por la desigualdad de temperatura y presión que nace cuando el aire caliente pasa por la zona ecuatorial y se traslada a los trópicos donde se conectan con aires con una temperatura fría. El aire al llegar a las latitudes de 30 grados en los trópicos se paraliza por el movimiento de la tierra, lo que origina desigualdades de presión acelerando el aire en la atmósfera y haciendo caer hacia la superficie originando los vientos.

En la tropósfera se originan los fenómenos meteorológicos ya mencionados anteriormente a una altura de 11 km sobre la superficie. En la figura N°9 de observa las direcciones del viento en las distintas latitudes. Para el análisis de un aerogenerador el primordial beneficio son los vientos de superficie, los cuales se originan por el efecto de la rugosidad de la superficie de la tierra. [11]

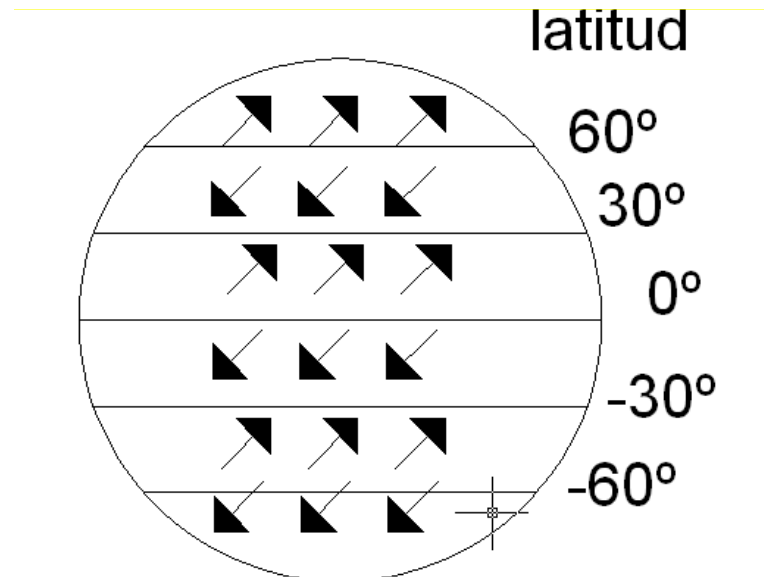


Figura 8 Dirección del viento en la tierra

### ➤ Densidad del Aire, Presión y Temperatura.

El aerogenerador toma la fuerza que emana del aire, si este, es más pesado existirá más fuerza entregada. El aire varía de densidad acorde con la temperatura y la presión según la siguiente formula:

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

Donde  $\rho$  es la densidad del aire en  $\text{Kg/m}^3$ ,  $R$  es la constante del gas = 8.31 [ $\text{Jk}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ],  $T$  es la temperatura absoluta en  $^{\circ}\text{K}$  y  $P$  es la presión en pascal [Pa]

La densidad y la temperatura varían con la elevación del nivel del mar conforme a las conexiones empíricas: [11]

Densidad:

$$\rho = \rho_0 - 1.194 \times 10^{-4} \times H_m \left[ \frac{Kg}{m^3} \right]$$

Temperatura:

$$T = 15.5 - \frac{19.83}{3.048} \times H_m [^{\circ}C]$$

Donde  $H_m$  es la altura sobre nivel del mar en metros,  $\rho_0$  es la densidad del aire a nivel del mar =  $1.225 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho$  es la densidad del aire a la altura  $H_m$  en  $\text{Kg/m}^3$ ,  $T$  es la temperatura a la altura  $H_m$  en  $^{\circ}C$

### ➤ Potencia del Viento

Teniendo en consideración una determina masa de aire “m” con un área “A” y una densidad “ $\rho$ ”, la cual se traslada con una velocidad “v”. Esta masa de aire por unidad de tiempo es “ $m/t = \rho A$ ” y la energía esta determinada por su energía cinética  $E_c = 1/2(m \times v^2)$ . Por lo que si remplazamos m en  $E_c$ = tenemos

$$E_c = \frac{1}{2} (\rho A v v^2)$$

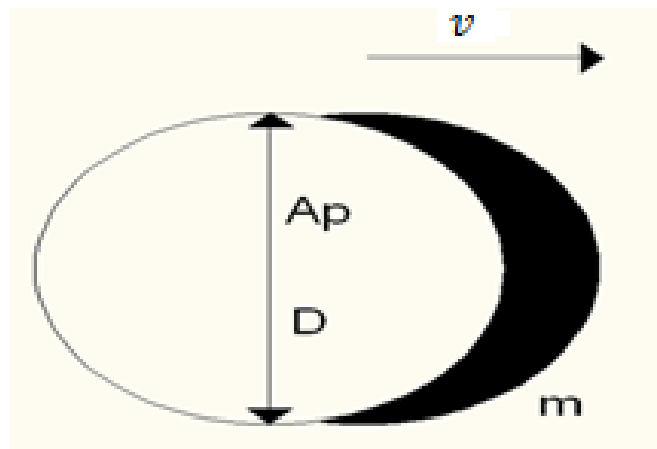


Figura 9 Energía Cinética del Viento

Como Potencia = Energía Cinética / tiempo ( $P = E_c/t$ ), por lo que la potencia total aprovechable del viento es:

$$P_v = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Donde  $P_v$  es la potencia extraíble del viento en W,  $\rho$  es la densidad del aire en  $\text{Kg/m}^3$ ,  $A$  es el área en  $\text{m}^2$ ,  $v$  es la velocidad del viento en m/s.

Se puede inferir de la fórmula de la potencia que si duplicamos la velocidad obtendremos una potencia ocho veces mayor.

Si queremos escribir el área en función al diámetro tenemos  $A = \pi D^2/4$ , por lo que se puede interpretar que la potencia es correspondiente al cuadrado del diámetro. De donde resulta que, al aumentar el diámetro al doble, la potencia es cuatro veces mayor. De modo que la velocidad del viento y el diámetro del rotor son los factores que se gobiernan en la generación de energía de un aerogenerador.

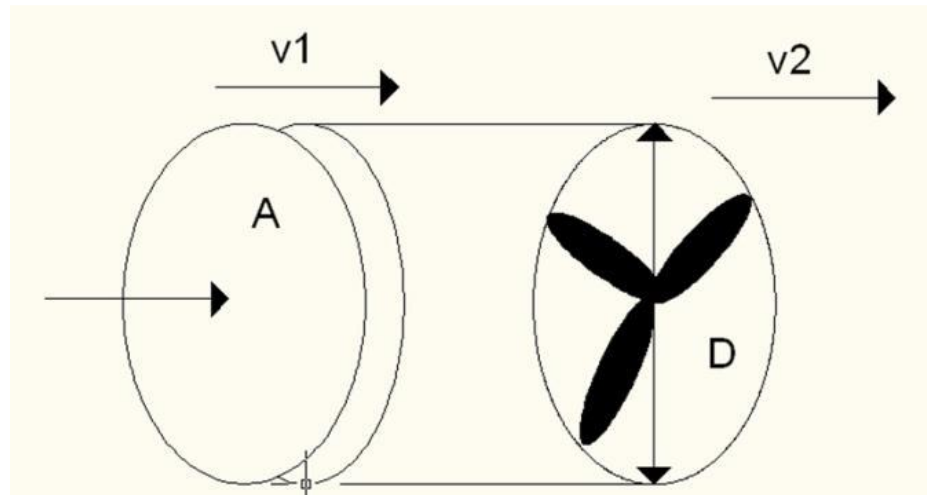


Figura 10 Alteración de la velocidad del aire en el rotor.

La ley de Betz determina el límite de la cantidad de energía entregada al rotor. Si en la trayectoria del viento a velocidad " $V_1$ " se interfiere un aerogenerador de diámetro " $D$ ", se origina un frenado del viento disminuyendo su velocidad a " $V_2$ " ya que el volumen debe conservarse sin ninguna variación en ambas partes del rotor. El flujo de viento obtiene una figura de botella con la estela o pedazo más ancho en la parte posterior del rotor. Se precisa un Coeficiente de Potencia " $C_p$ " que es una función de  $(V_2/V_1)$ , cuando  $C_p = 1/3$  la relación  $P_T/P_v$  es máxima y

dando como resultado la máxima potencia que el viento logra adjudicar a un aerogenerador de rotor giratorio es  $16/27$  o  $0,5926$ . [11]

La ecuación de la potencia del aerogenerador es:

$$P_T = C_P P_v = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3$$

Valores de  $C_P$  para aerogeneradores frecuentes están en la disposición de  $0,4$ .

### 3.2.4. Suministro Eléctrico:

Se define como la conformación de un grupo de medios y componentes provechosos para la generación, el traslado y su distribución de la energía eléctrica. Estos poseen instrumentos de control, seguridad y protección. [12]

### 3.2.5. Sistema Híbrido:

Se define como la agrupación de dos o más fuentes de energía con el propósito de generar energía eléctrica, para una explícita carga aislada de la red o constituida al sistema. Estos están constituidos generalmente por fuentes energéticas renovables y pueden suplir hasta un  $80-90\%$  de necesidad energética, dejando a los grupos electrógenos solo la función de emergencia. [3]

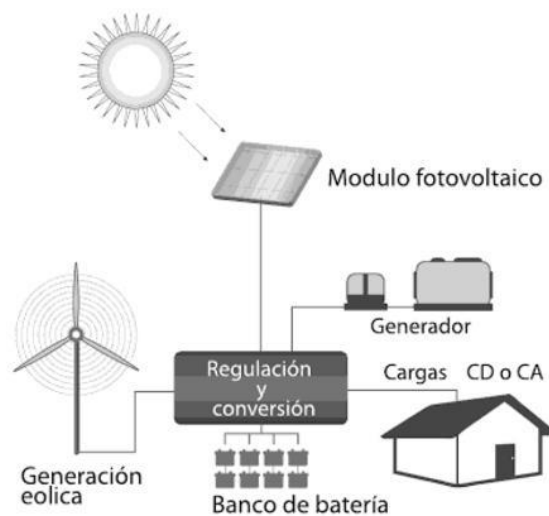


Figura 11 Sistema Híbrido Eólico-fotovoltaico. Por [3]

### 3.2.6. Beneficios del Sistema Híbrido

Una de las primordiales virtudes de un sistema híbrido es que tiene una alta Potencia de utilización conjunta y fortalecido de los recursos disponibles en la zona de trabajo, disminuyendo los precios de montaje y ejecución.

Estos sistemas incorporan un recurso accesible de energía eléctrica para zonas alejadas. Anteriormente se empleaba generadores diésel, pero estos tienen un alto precio de mantenimiento y un corto tiempo de vida. Por ello los sistemas híbridos disminuyen las dificultades ya mencionadas anteriormente y explotan los recursos evidenciados en la zona de trabajo, estableciendo una alternativa posible y beneficioso ambientalmente y socialmente. [3]

- **Conformación de los sistemas híbridos**

Los sistemas híbridos aparecen con la combinación de dos o más sistemas de generación, pudiendo ser uno tradicional y otro empleando recursos renovables, de modo que garantice una continuidad del servicio eléctrico. La configuración representativa de un sistema híbrido es la siguiente: [13]

- a. Una o más componentes de generación de recursos renovables: fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica.
- b. Una o más componentes de generación convencional: diésel.
- c. Sistema de almacenamiento pudiendo ser de clase mecánica, electroquímica o hidráulica.
- d. Sistemas de condicionamiento de la potencia: inversor, rectificadores, reguladores de carga.
- e. Sistema de regulación y control

- **Dimensionamiento de un sistema híbrido**

Para el montaje de un sistema de varios tipos de fuentes de energía intermitente y con consumo inconstante, debemos dimensionar los dispositivos particulares simulando su trabajo bajo los contextos locales, tomando en cuenta la insolación, el tiempo, el viento, etc. Hay que mencionar que un objetivo del

sistema es el aprovechamiento máximo de las energías renovables, sin embargo, se debe agregar que debemos considerar la durabilidad, la infraestructura local, los componentes de inversión financiera, los aspectos sociales, entre otros. [13]

### **3.2.7. Sistema eólico-fotovoltaico:**

Se considera factible la combinación de estas dos fuentes de energías renovables, cuando en la zona de la instalación existe la presencia de viento y sol. De igual modo es preciso saber con detenimiento el potencial eólico y solar de la zona previamente a elegir esta elección, ya que estas condiciones no se captan en todas las zonas.

Los sistemas híbridos mejoran los perfectos escenarios de viento y sol; y complementándolos. Por ejemplo, si existen días fríos y ventosos, donde mayormente el cielo es nublado, es escasamente aprovechable la luz solar, por otra parte, estos días son excelentes para los aerogeneradores. Al mismo tiempo, los días de anticiclón mayormente provocan cielos claros con un mínimo de viento, son los más convenientes para las células fotovoltaica. [13]

- **Diagrama de instalación:**

Observando la figura 12, apreciamos el diagrama de un sistema híbrido, observando que un sistema generación está constituido por un aerogenerador que incluye un regulador de carga, el cual es responsable de abastecer la energía generada a las baterías. De la misma forma, se ubica un sistema fotovoltaico que a través de un regulador de carga se enlaza hacia las baterías. [13]

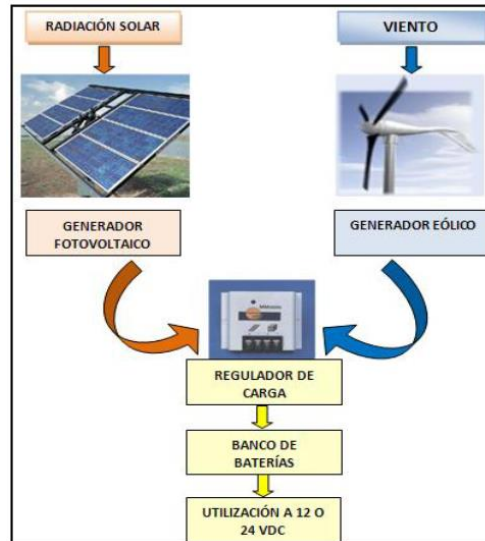


Figura 12 Diagrama de un sistema híbrido eólico-solar

### 3.2.8. Electroestática

Es la que analiza las manifestaciones provenientes desde la división de cargas eléctricas sin actividad, esto es, del campo electrostático. Las manifestaciones electrostáticas han sido mencionadas desde años atrás. Los griegos del siglo V conocían que si friccionaban algunos elementos estos obtenían la cualidad de atraer cuerpos livianos. [13]

### 3.2.9. Electricidad

- **Electrización por fricción**

Si al terminar de peinarnos manteniendo el cabello seco, arrimamos el peine a diminutos pedazos de papel contemplaremos como estos serán atraídos por el peine. En conclusión, a causa de la frotación del cabello con el peine, éste se ha electrizado.

Ciertos cuerpos, por ejemplo, los metales, únicamente se lo gran electrificar por fricción cuando se encuentran en disposiciones específicas. Estos tipos de cuerpos se denominan conductores ya que la electricidad es capaz trasladarse con facilidad por medio de su masa. Los cuerpos que pueden electrizarse con facilidad por fricción son denominados aisladores o dieléctricos ya que presentar dificultad en el traslado de la electricidad por medio de su masa. [13]

### 3.2.10. Electrodinámica

Estudia las manifestaciones eléctricas generadas por cargas en circulación. En estas manifestaciones se presentan campos magnéticos, que logran ser ignorado en el acontecimiento de circuitos de corriente eléctrica estable, sin embargo, deben ser considerados en el tema de circuitos de corriente alterna. [13]

### 3.2.11. Corriente eléctrica

Está basada en un flujo de electrones que pasa por un algún material. Ciertos materiales como por ejemplo los “conductores” contienen electrones liberados que son capaces de pasar con sencillez de un átomo a otro. Los electrones liberados, que se aprecia en la figura 13, si logran trasladarse en una misma dirección y a la vez cambian contantemente de un átomo a otro, se convierten en un solo grupo, una corriente eléctrica. A fin de obtener que el traslado de electrones se produzca en un sentido o dirección, es preciso tener una fuente de energía externa. [13]

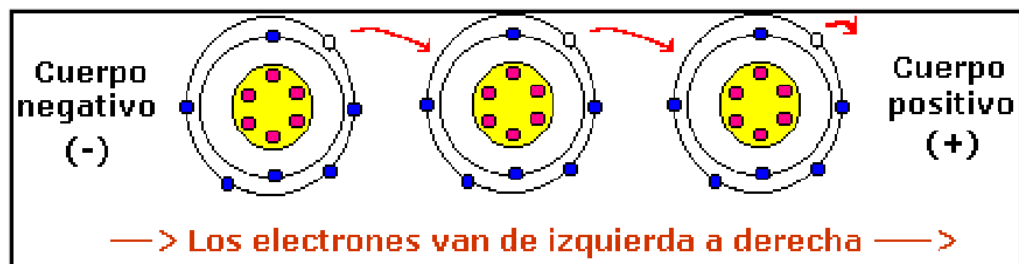


Figura 13 Traslado de electrones

### 3.2.12. Magnitudes Eléctricas:

#### ✚ Cantidad de Electricidad (Q)

Es la totalidad de electrones que a traviesan un conductor en un circuito eléctrico. Estos son de tamaño reducidos, por lo que son tomados en el practica como unidad de Coulomb (C). definiéndolo como:

$$1Coulomb = 6.3 \times 10^{18} e^{-}$$

#### ✚ Fuerza electromotriz (f.e.m.)

Es el motivo que da origen a que lo electrones se transporten por un circuito eléctrico. Su unidad es el voltio (V)

#### ✚ Diferencia de potencial (d.d.p.)

Tambien conocida como tensión eléctrica o voltaje. Es la desigualdad eléctrica que esta entre dos puntos definidos de un circuito. Su unidad la define el voltio (V).

#### ✚ Intensidad de corriente eléctrica (I)

Llamada la porción de electricidad que traspasa un conductor en un segundo. Su unidad es el Amperio(A).

$$I = \frac{Q}{T} ; 1A = \frac{1C}{1s}$$

#### ✚ Densidad de corriente eléctrica ( $\delta$ )

Se define como la cantidad de Amperios que traspasa por cada unidad de la sección del conductor, Su ecuación:

$$\delta = \frac{I}{S(sección)}$$

Su unidad es el  $A/mm^2$

### ✚ Resistencia Eléctrica (R)

Conocida como la oposición que contiene un dicho material a la circulación de la corriente eléctrica. Dicha oposición se halla con la siguiente formula:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Su unidad es el ohmio ( $\Omega$ ).

Siendo,  $R$  la Resistencia ( $\Omega$ ),  $\rho$  la Resistividad ( $\text{mm}^2/\text{m}$ ),  $l$  la Longitud del conductor (m),  $S$  la Sección del conductor ( $\text{mm}$ ).

### Ley de Ohm

Dado el circuito eléctrico, la intensidad de corriente que circula es directamente proporcional al voltaje suministrado e inversamente proporcional a la oposición que se manifiesta.

$$I = \frac{V}{R}$$

### ✚ Potencia eléctrica (P)

Es la proporción de trabajo obtenido en una unidad de tiempo. Su unidad es el Watts (W).

$$P = V \times I$$

### ✚ Energía Eléctrica

Es el trabajo obtenido en un circuito eléctrico en el transcurso de un tiempo determinado. Esta se define por la letra E y su unidad es el joule, que se representa por (J). Su fórmula es:

$$E(J) = P(W) \times t(s)$$

Como el Joule es una unidad pequeña, Tomaremos al kilovatio por hora(kWh), ya que es un valor más elevado y este nos ayudará a tomar medidas.

$$1kW \times h = 1000W \times 3600 s = 3,6 \times 10^6$$

El costo de la energía será quivalente a su valor multiplicado por el precio unitario.

$$costo = E \times Pu$$

**Efecto Joule:**

Es el fenómeno irreparable de un material que al ser traspasado por la corriente eléctrica los electrones se transforman en calor, debido a los perseverantes choques que soportan con los átomos del material. [13]

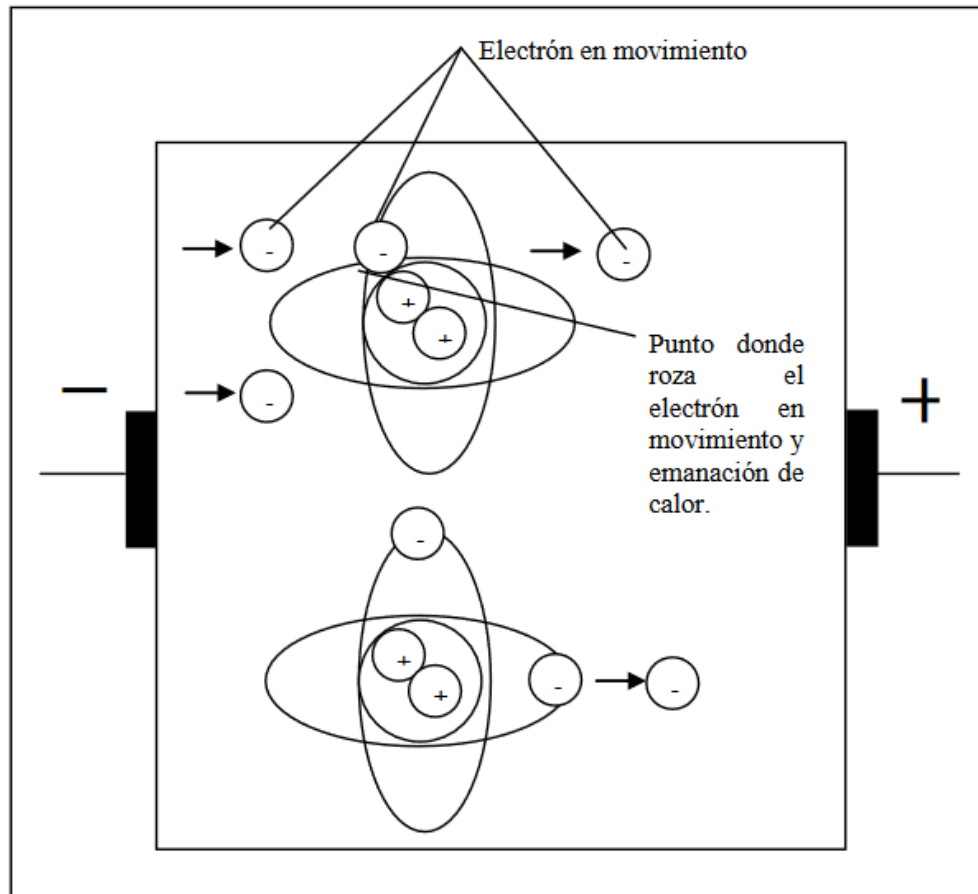


Figura 14 Efecto Joule.

### 3.2.13. Generación de Energía Eléctrica.

#### ✓ Central Eléctrica:

Es una instalación que tiene la capacidad de transformar la energía mecánica, generada a través de otras fuentes de energía primaria, en energía eléctrica, como se observa en la figura 15. [13]

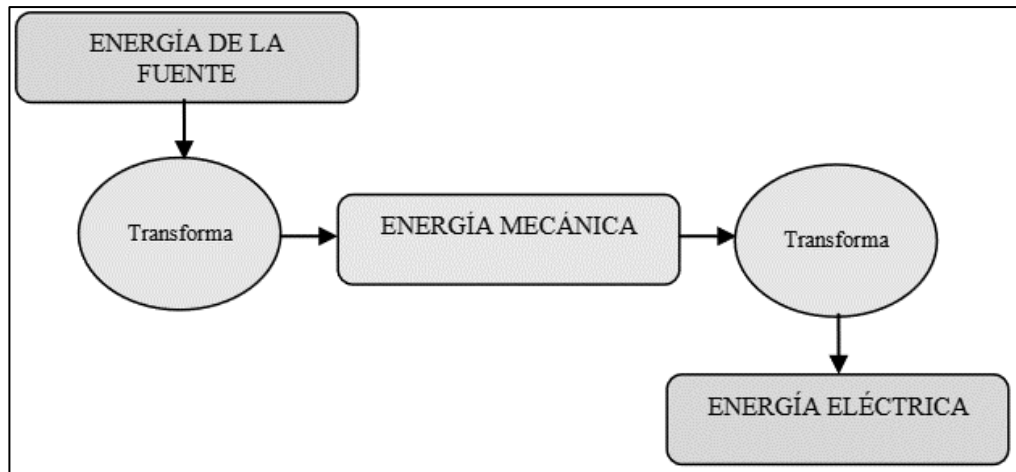


Figura 15 Diagrama de una Central Eléctrica

En la actualidad existen diferentes clases de centrales eléctricas los cuales vienen definidos por su fuente de energía que utilicen.

### ✓ Centrales Hidroeléctricas

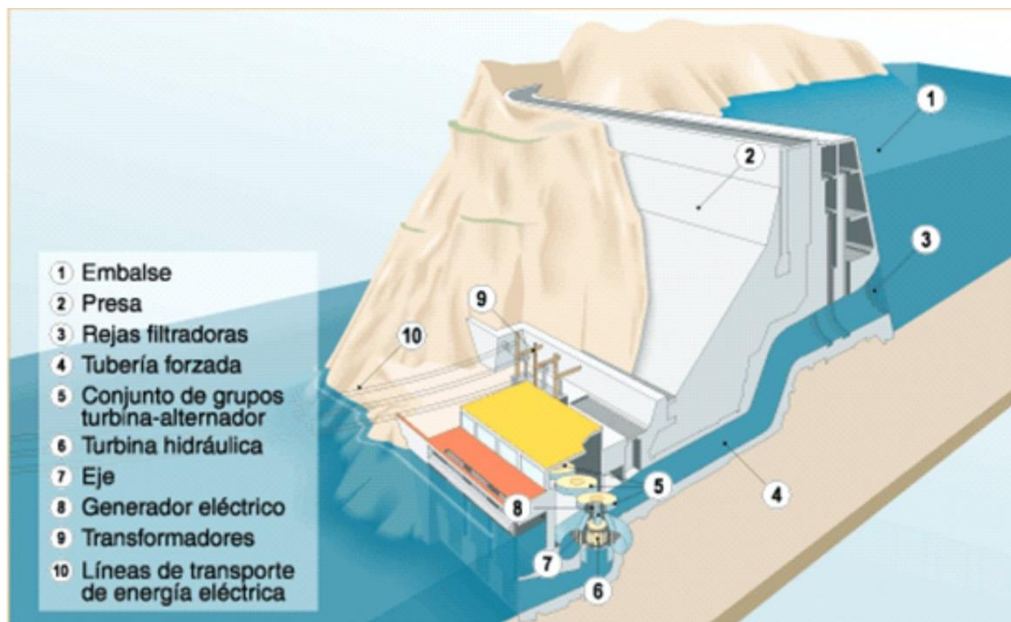


Figura 16 Central Hidroeléctrica.

Las centrales Hidroeléctricas aprovechan la energía potencial correspondiente a la elevación del agua, dejándola desplomar, para transformarla en energía cinética. Esta energía desplazará los álabes de la

turbina que se encuentra en la parte inferior de la presa. Cuyo eje esta acoplada al roto de un generador, el cual tiene como función principal transformarla en energía eléctrica. [13]

### ✓ Centrales Térmicas

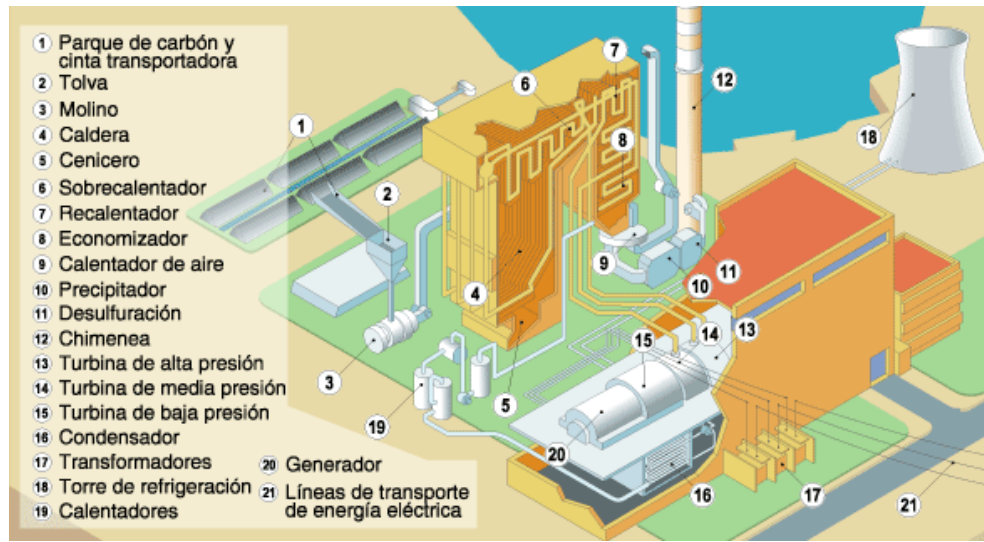


Figura 17 Central Térmica

Las centrales térmicas aprovechan la energía térmica que es generada por la circulación de moléculas contenidas en el vapor de agua a presión, que es el resultado del calentamiento del agua en la caldera. Puesto que este vapor ingresa a los álabes de la turbina para transformarse de energía térmica en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica mediante el rotor del generador. El tipo de central térmica está definido por el combustible que se utiliza para la producción de vapor, estos pueden ser: de petróleo, gas natural o de carbón. [13]

## ✓ Centrales Nucleares

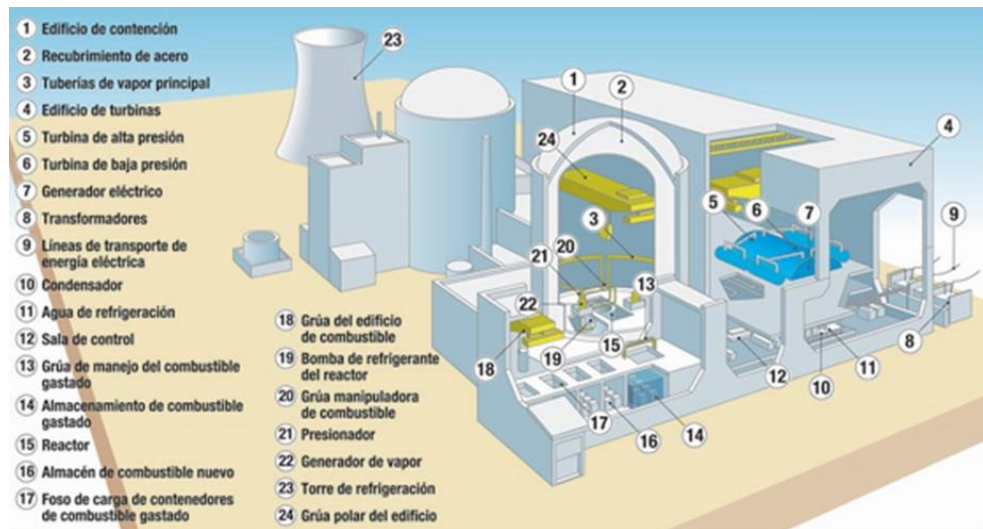
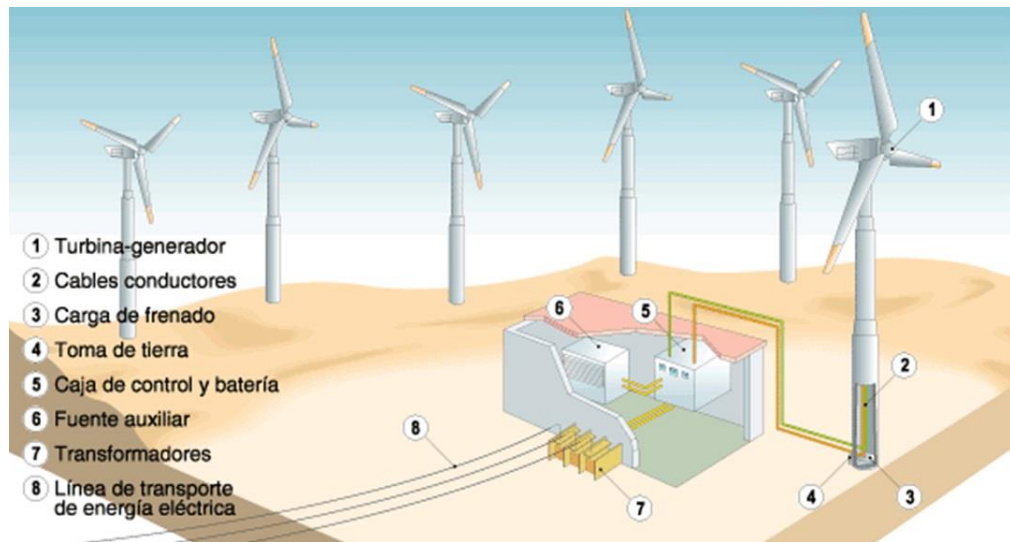


Figura 18 Central Nuclear.

Una central nuclear es básicamente centrales térmicas en donde la caldera han sido remplazadas por un reactor nuclear. Esto, por reacciones de rotura de los núcleos atómicos del combustible nuclear, mayormente uranio beneficiado, ya sea por, isótopo de uranio, 235 y 238, libra el calor preciso para calentar el agua y convertirla en el vapor que desplazará las turbinas de un generador. Su primordial ventaja es la rentabilidad en la generación de energía; pero, sus desventajas principales son la gestión y acumulación de los residuos radioactivos, además del riesgo de un potencial accidente nuclear. [13]

## ✓ Centrales Eólicas



*Figura 19 Central Eólica.*

Las centrales eólicas o también llamados parques eólicos utilizan la energía cinética del viento para desplazar las palas de un rotor ubicado en la cima de la torre. La potencia y el rendimiento de los parques está sujeta a la velocidad, cantidad de horas de viento y el número de aerogeneradores instalados.

Actualmente se vienen desarrollando las centrales eólicas aisladas. Es necesario aclarar que se tratan de instalaciones pequeñas: industrias emergentes, instalaciones de bombeo en explotación agraria, viviendas, etc., emplean para su consumo propio. [13]

➤ **Aerogeneradores:**

Son las máquinas principales en un parque eólico, ya que se encargan en transformar la energía cinética del viento en energía eléctrica.

○ **Funcionamiento:**

Consiste en que el viento desplaza las aspas del aerogenerador, por lo que este desplazamiento de rotación se traslada al generador por medio de un sistema multiplicador de velocidad. Este generador produce energía eléctrica que posteriormente será derivado a la línea de transmisión.

➤ **Partes de un Aerogenerador.**

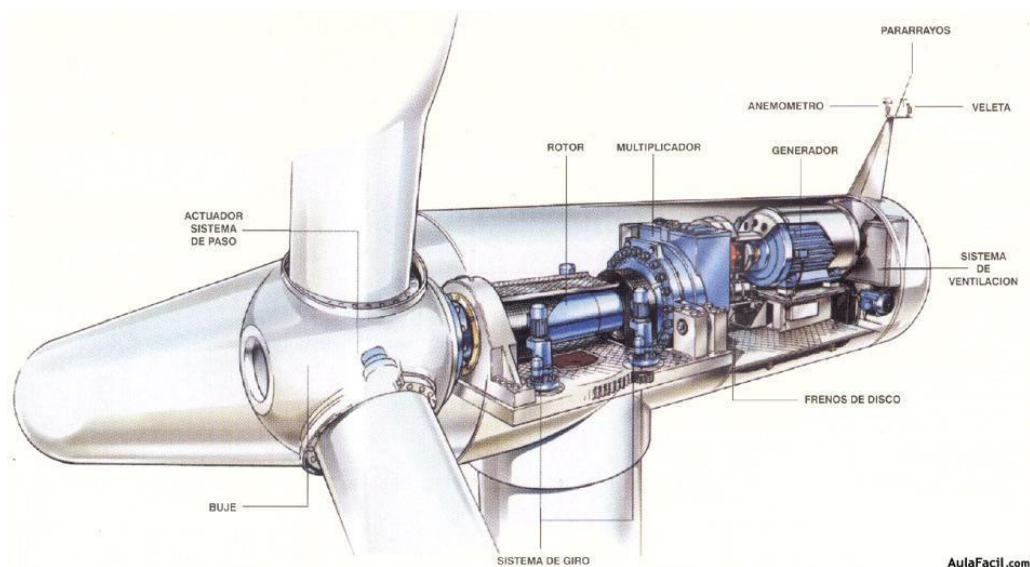
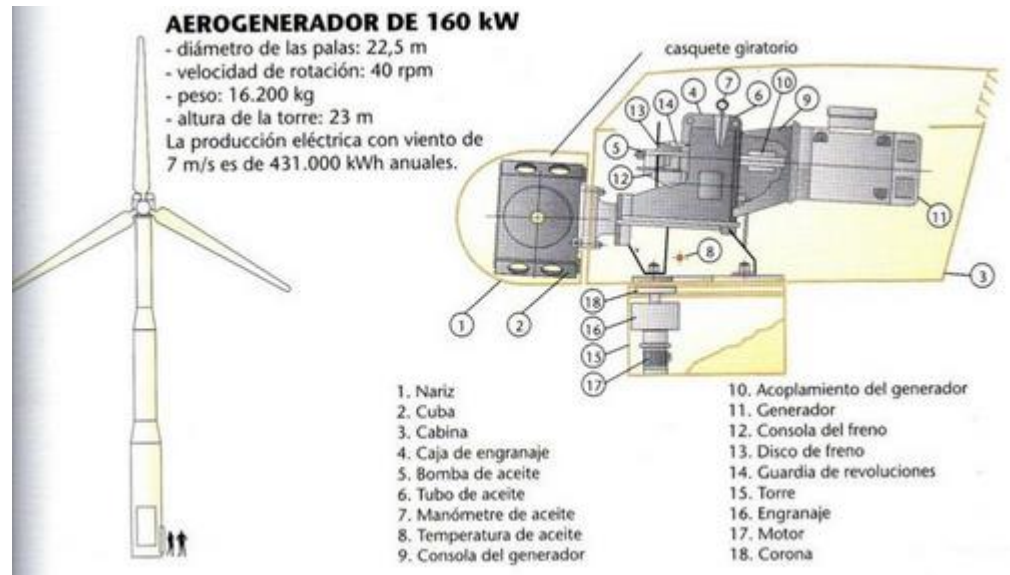


Figura 20 Partes del aerogenerador.

- **Rotor:** Es el encargado de transformar la energía cinética en energía mecánica. Este está compuesto: las palas, el eje y el buje.
- **Multiplicador:** Es el encargado de multiplicar la velocidad de rotación del eje con el fin de conseguir un alto número de revoluciones que requieren los dinamos y los alternadores.

- **Generadores:** El principal oficio del generador es la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica. Depende de la potencia del aerogenerador se emplean dinamos (para aerogeneradores de baja potencia, que acumulan en baterías) o alternadores (que son generadores ya directamente de corriente alterna).
  - **Góndola:** Está encargada de resguardar los elementos básicos de transformación de energía, en otras palabras, aquí están: generador, el eje del rotor, multiplicador y sistemas auxiliares.
  - **Torre:** Tiene como propósito la sujetar y de situar los componentes de generación a la altura conveniente.
- **Tipos de aerogeneradores:**
- ❖ **Aerogenerador de eje horizontal:**

Actualmente son el tipo de aerogeneradores más utilizados. Como característica principal debe estar paralela al viento, exigiendo así una orientación previa. Estos tipos de aerogeneradores pueden ser: de baja o media potencia (de 0 a 5 kW, suelen tener muchas espadas, hasta 24, y son utilizadas en el medio rural), de alta potencia (más de 50 kW, normalmente tienen tres aspas y como máximo cuatro aspas de perfil aerodinámico, y se disponen en parque o centrales eólicas).



*Figura 21 Aerogenerador de Alta Potencia.*

❖ **Aerogenerador de eje vertical:**

Actualmente no tiene un desarrollo considerable con respecto al de eje horizontal, su utilización es muy escasa, sin embargo, al transcurso de los años se ha visto un crecimiento importante. Este tipo de aerogenerador no necesita una orientación, pero tienen una menor resistencia al viento.

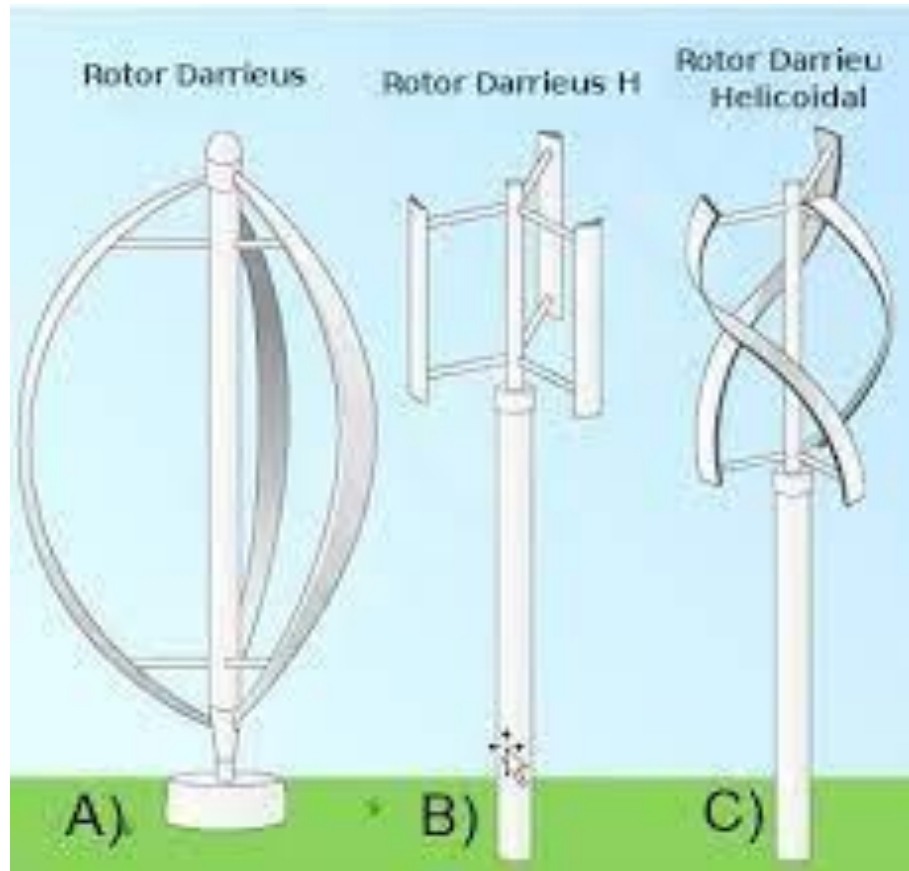


Figura 22 Aerogenerador tipo vertical.

### ✓ Centrales Solares

Este tipo de centrales solares emplean la energía que proviene del sol. Actualmente existen dos clases principales de instalación: Centrales fototérmicas y centrales fotovoltaicas.

#### ❖ Centrales Fototérmicas

En esta clase de centrales se aprovecha la radiación solar de dos formas: con colectores solares, que atraen las radiaciones solares para la producción de calor, o con helióstatos, que irradian la luz solar y la centralizan en un punto para su uso calorífico. Para ambos casos el vapor del agua es utilizado para trasladar el rotor del generador.

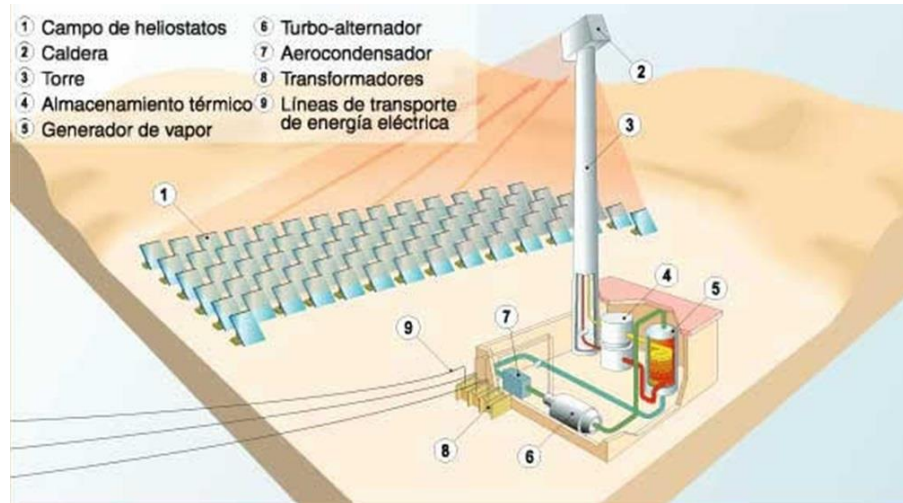


Figura 23 Central solar Térmica

### ❖ Centrales fotovoltaicas

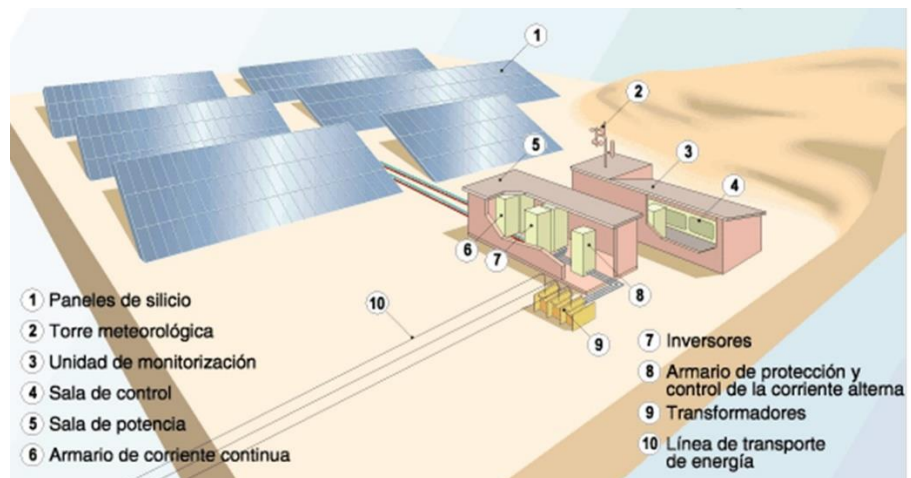


Figura 24 Central Fotovoltaica.

Estas centrales convierten la energía eléctrica a través de paneles de células fotovoltaicas, Al igual que los parques eólicos también existen centrales aisladas. Su aplicación de la energía solar es diversa: desde la alimentación de pequeñas calculadoras científicas hasta el uso de automoción y astronáuticas. [13]

### ✓ Centrales de Biomasa

Debemos definir que es la biomasa ya que, este será el combustible a utilizar en este tipo de centrales. La biomasa es constituida por compuestos orgánicos producidos por procesos naturales. La energía de bioma se puede producir a partir de la vegetación natural, los residuos forestales y agrícolas, cultivos como el girasol y la remolacha. En conclusión, las centrales de biomasa incineran esta clase de combustible para generar vapor de agua, el cual mueve los álabes de una turbina que, esta enlazado a un generador el cual posteriormente producirá electricidad. [13]



Figura 25 Central de biomasa.

## 4. METODOLOGÍA.

### 4.1. Tipo y nivel de investigación

#### **El diseño de la investigación es no experimental:**

La investigación no experimental se fundamenta en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se realizan sin la intromisión directa del investigador, en otras palabras; el investigador no alterará el objeto de investigación. Dicho lo anterior, en este estudio no experimental observamos manifestaciones tal y como se acontecen en su naturaleza, con el propósito de analizarlos posteriormente. [14]

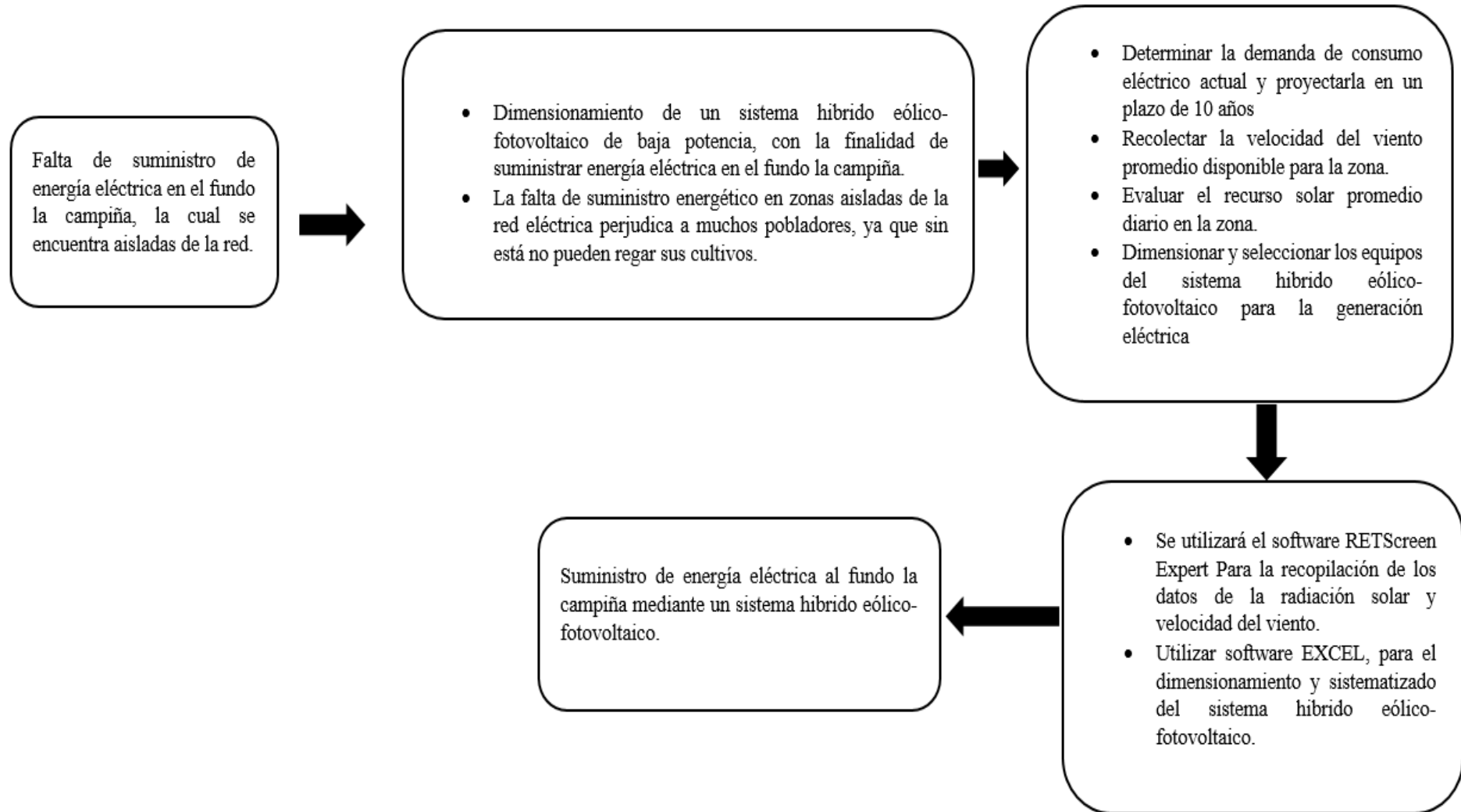
#### **Tipo de investigación:**

La presente investigación se realizó bajo el paradigma positivista, donde las metodologías estadísticas inferenciales y descriptivas son la base. Por ende, se determinó un planteamiento utilizando los datos estadísticos. Asimismo, se utilizó el enfoque cuantitativo, sobre esto Sampieri et al, exponen que prima la recaudación y el estudio de datos para responder preguntas y experimentar hipótesis determinadas anticipadamente, es por esto que se adquirieron datos que fueron cuantificados y procesados, para determinar cuanta sería la demanda proyectada en 10 años en el fundo La Campiña. Teniendo en cuenta, la demanda actual y la energía promedio diaria actual. [15]

En cuanto al tipo de investigación, fue aplicada, puesto que está orientada a resolver los problemas que se presentan en el suministro eléctrico de fundos aislados a la red limitando su desarrollo agrícola. Por ello, primero se tomó en cuenta la investigación básica formulándose hipótesis para resolver de la vida productiva de un pequeño agricultor. [16]

Por último, en cuanto al diseño/nivel de investigación fue correlacional, ya que, presenta una caracterización bivariada, porque “analiza y estudia la relación de hechos y fenómenos de la realidad, para conocer su nivel de influencia o ausencia de ellas”, tomando en cuenta lo antes mencionado se analizó y estudió las variables del sistema híbrido, determinando qué tanto influye en ella y asimismo lograr su dimensionamiento. [17]

## 4.2. Metodología de Diseño



### 4.3. Operacionalización de variables

Tabla 3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Diseño de Sistema Híbrido 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, el propósito del <b>dimensionamiento del sistema híbrido eólico-Fotovoltaico</b> es generar energía eléctrica para el fundo la campiña, minimizando el uso de energía convencional y aprovechar las energías renovables limpias.	El Dimensionamiento del sistema híbrido, eólico – fotovoltaico se realizará con los datos recolectados de la <b>velocidad del viento</b> y la <b>radiación solar</b> disponible en la zona.	Dimensionamiento del sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico	Velocidad del viento	m/s
				Radiación solar	$\frac{kWh}{\frac{m^2}{Día}}$
				Potencia del sistema híbrido por tiempo de uso	kWh
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Suministro de Energía Eléctrica.	El sistema de suministro Eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la <b>energía eléctrica</b> .	Cantidad de Energía Eléctrica que requiere un consumidor, será calculada de acuerdo a la <b>potencia</b> requerida, con la <b>tensión</b> suministrada y la <b>intensidad de corriente</b> .	Energía eléctrica.	Tensión	V
				Intensidad de Corriente	A
				Potencia	KW

#### 4.4. Matriz de consistencia

Tabla 4 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGIA
¿SERÁ FACTIBLE DIMENSIONAR UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO – FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO ELECTRICO EN EL FUNDO LA CAMPIÑA?	Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico de baja potencia para el suministro eléctrico en el fundo la campiña.	Si se realiza el dimensionamiento de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico de baja potencia, entonces, se logrará el suministro eléctrico en el fundo la campiña.	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Dimensionar el Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico</p> <p><b>INDICADORES</b> Velocidad del viento. Radiación solar. Potencia del sistema híbrido por tiempo de uso</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Suministro de Energía Eléctrica.</p> <p><b>INDICADORES</b> Tensión. Intensidad de Corriente. Potencia.</p>	<p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION</b> Tipo aplicada – Correlacional con la Utilización del Software EXCEL.</p> <p><b>TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.</b> En este proyecto de investigación se utilizará el software RETScreen Expert y el software line POWER Data Access Viewer de la NASA para la extracción de los datos de la radiación solar y velocidad del viento disponible en la zona.</p> <p><b>POBLACION Y MUESTRA</b> La unidad de estudio es el dimensionamiento del sistema Híbrido eólico-Fotovoltaico para el suministro eléctrico en el fundo “La campiña”</p>
	<b>ESPECIFICO</b>	<b>ESPECIFICO</b>		
	Determinar la demanda de consumo eléctrico actual y proyectarla en un plazo de 10 años.	1. Si se determina la demanda de consumo eléctrico actual y proyectarla en un plazo de 10 años, entonces, se podrá dimensionar el sistema híbrido eólico-fotovoltaico.		
	Evaluar el recurso solar promedio diario en la zona.	2. Si se evaluar el recurso solar promedio diario en la zona., entonces, se podrá utilizar este dato para el dimensionamiento del sistema híbrido eólico fotovoltaico.		
	Recolectar la velocidad del viento promedio disponible para la zona.	3. Si se recolecta la velocidad del viento promedio disponible para la zona, entonces, se podrá utilizar este dato para el dimensionamiento del sistema híbrido eólico fotovoltaico.		
	Dimensionar y seleccionar los equipos del sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación eléctrica.	4. Si se dimensionar y seleccionar los equipos del sistema híbrido eólico-fotovoltaico con el software EXCEL, entonces, se podrá energizar el fundo la campiña.		

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El proceso de cálculo del número módulos fotovoltaicos, número de baterías y del aerogenerador, se le denominará dimensionamiento de una instalación híbrida eólica-fotovoltaico.

Para el dimensionamiento de un sistema híbrida eólica-fotovoltaico son necesarios conocer una serie de datos:

- ✓ Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico: Demanda Energética
- ✓ Datos climatológicos: Radiación y velocidad del viento disponible
- ✓ Datos geográficos: Latitud el lugar de ubicación de la vivienda

### 5.1. Demanda de energía en el Fundo la campiña

#### 5.1.1. Calculo de la demanda.

Para el cálculo de demanda de energía y su evaluación de hasta 10 años, se necesitará información del fundo “La campiña”. Se definirá en hasta 10 años para el proyecto en progreso.

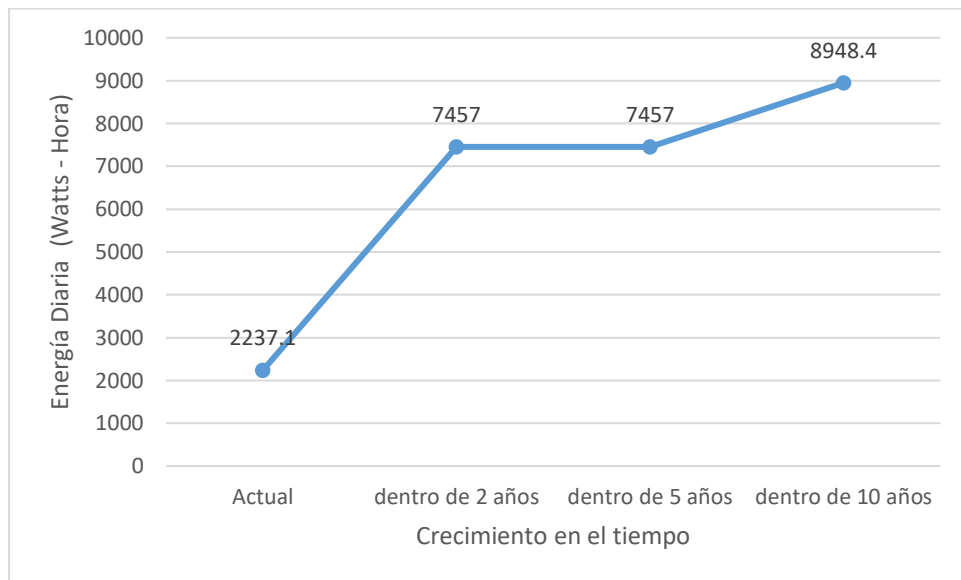
A continuación, Se puntualiza la estimación de proyección de hasta 10 años en tabla N° 5

*Tabla 5 Crecimiento del Fundo La Campiña*

<b>Crecimiento en el Fundo "La Campiña"</b>				
<b>Características Fundamentales</b>	<b>Actual</b>	<b>dentro de 2 años</b>	<b>dentro de 5 años</b>	<b>dentro de 10 años</b>
Número de hectáreas. (h)	1,3	2	3	4
Tipo de cultivo	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
Potencia de bomba sumergible(HP)	0,5	2	2	3
Horas de trabajo	6	5	5	4
Energía diaria (W-h)	2 237,1	7 457	7457	8 948,4
Potencia total(W)	372,85	1 491,4	1 491,4	2 237.,1

En la tabla anterior se considera el crecimiento del fundo con una proyección de hasta 10 años, esto se ha estimado con la recolección de datos del fundo y con los planes a futuro que este tiene fijado. En la figura 13 de puede observar el crecimiento de la energía diaria con respecto a la potencia

instalada en el pozo tubular, ya que este será quien cambiará en el tiempo de acuerdo a la cantidad de hectáreas que el fundo tenga disponible.



*Figura 26 Crecimiento del Fundo Agrícola*

Actualmente el Fundo La Campiña cuenta con una vivienda de uso doméstico y un pozo tubular.

Para la obtención del consumo, en función del número de equipos, su potencia y el tiempo que estarán en marcha, se obtendrá el valor de la potencia máxima diaria.

Se realizará un formato de tabla donde se exponen los datos, de los tipos y cantidad de cargas que se encuentran acopladas, procediendo a realizar el consumo de energía eléctrica en el fundo.

Tabla 6 Consumo de vivienda uso doméstico.

<b>Fundo "La Campiña" - Vivienda</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>Potencia Unitaria(W)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo de Uso</b>	<b>Energía Diaria(Wh)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
Foco Led (sala)	220	9	2	4	72	18
Foco Led (dormitorio)	220	9	1	3	27	9
Foco Led(cocina)	220	9	2	3	54	18
Televisor	220	50	1	3	150	50
Radio	220	12	1	5	60	12
Cargador de celular	220	5	2	1	10	10
Consumo Total Por Vivienda					373	117

Tabla 7 Consumo de Pozo Tubular

<b>Fundo "La Campiña" - Pozo tubular</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Tensión (V)</b>	<b>Potencia Unitaria(W)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo de Uso</b>	<b>Energía Diaria(Wh)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
Bomba Sumergible(3HP)	220	2 237,1	1	4	8 948,4	2 237,1
Foco Led	220	9	2	3	54	18
Consumo Total Por Vivienda					9 002,4	2 255,1

Tabla 8 Idealización del consumo de energía promedio diario del Fundo La Campiña.

<b>Carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Energía Unitaria(Wh)</b>	<b>Potencia Unitaria (W)</b>	<b>Energía total (Wh)</b>	<b>Potencia total(W)</b>
Vivienda	1	373	117	373	117
Pozo Tubular	1	9 002,4	2 255,1	9 002,4	2 255,1
Total				9 375,4	2 372,1

En la tabla N°8 se logró calcular el consumo de energía eléctrica promedio diaria de  $9375,4 \text{ Wh/día}$

La potencia que se necesita para lograr satisfacer las necesidades de energía es de  $2372,1 \text{ W}$ , el cual es una información significativa para lograr dimensionar el sistema híbrido eólico-fotovoltaico.

Analizando que presentemente el Fundo La Campiña contiene una vivienda doméstica y un pozo tubular de  $0.5 \text{ HP}$ , su demanda existente es de  $375,85 \text{ W}$ , con un consumo actual diario de  $2237,1 \text{ Wh/día}$

## **5.2. Evaluación del recurso solar**

Con el fin de lograr precisar y conseguir toda la información necesaria de la radiación solar en el Fundo La Campiña, se ha definido tres tipos de bases de datos: El atlas solar del Perú, El software RETScreen Expert y el uso del software line POWER Data Access Viewer de la NASA. Los datos conseguidos se especifican a continuación.

### **Atlas de energía solar del Perú**

El atlas del Perú nos brinda la radiación solar máxima y mínima, del departamento de Lambayeque, El cual se encuentra entre  $5,50(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{dia}$  y  $5,00(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{dia}$ . Así que se considera el valor más perjudicial, el cual es  $5,00(\text{kWh}/\text{m}^2)/\text{dia}$ .

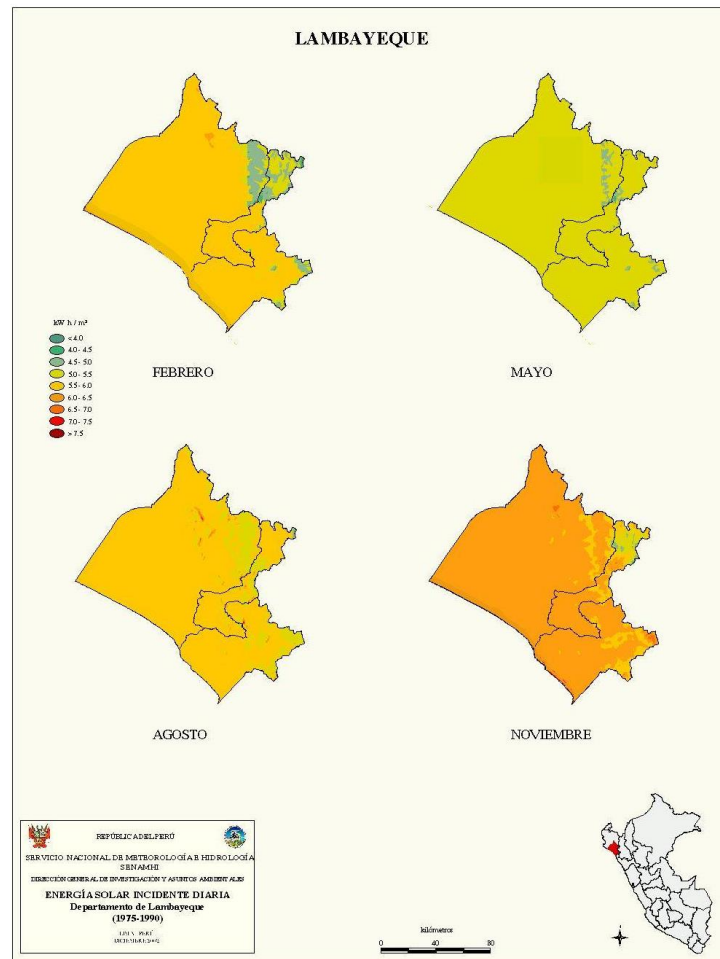


Figura 27 Energía Solar de Lambayeque.

### **Software RETScreen Expert**

Este Software, nos detalló los datos de la radiación solar en el Fundo La Campiña.

Para recolectar la información, necesitaremos la latitud y la longitud donde se encuentra ubicado el Fundo La Campiña. Los cuales se consiguieron con ayuda del Google Earth y son:

- Latitud: -6,3758405
- Longitud: -79,8235959

Al incorporar esta información en el Software RETScreen Expert, lograremos conseguir los datos de la radiación solar durante un año en el Fundo La Campiña, así como se observa en la tabla 9.

Tabla 9 Radiación Solar Promedio Diaria

<b>MES</b>	<b>Temperatura del Aire (°C)</b>	<b>Humedad Relativa %</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Radiación Solar Diaria - Horizontal (kWh/m<sup>2</sup>/d)</b>
Enero	23,7	66,2%	26,42	6,62
febrero	24,7	67,10%	49,62	6,59
Marzo	24,9	66,60%	57,56	6,66
Abril	24,5	63,40%	20,41	6,42
Mayo	23,8	58,80%	12,46	5,4
Junio	23,1	55,30%	10,66	4,21
Julio	22,6	52,30%	8,39	4,01
Agosto	22,2	52,30%	5,33	4,34
Setiembre	22	55,40%	6,18	4,99
Octubre	21,6	59,40%	11,04	5,54
Noviembre	21,5	62,40%	8,5	5,96
Diciembre	22,6	64,70%	15,59	6,34
Anual	23,1	60,30%	232,16	5,58

En la tabla N°7, se observa que el valor mínimo de radiación solar se encuentra en el mes de Julio y tiene un valor de 4,01 kWh/m<sup>2</sup>/día.

#### **Software line POWER Data Access Viewer**

Este Potente Software desarrollado por la NASA se adquirieron los datos de radiación Solar para el fundo La Campiña, los cuales se detallarán a continuación:

Tabla 10 Radiación Solar en el Fundo La Campiña

Mes	Radiación Solar Diaria - Horizontal (kWh/ m <sup>2</sup> /d)
Enero	7,59
Febrero	7,44
Marzo	7,28
Abril	6,89
Mayo	6,32
Junio	6,06
Julio	6,2
Agosto	6,72
Setiembre	7,04
Octubre	7,54
Noviembre	7,55
Diciembre	7,38
Anual	7

Con la tabla 10, utilizaremos el valor mínimo de radiación solar, el cual se encuentra en el mes de Junio y es de  $6,06 \text{ kWh/ m}^2/\text{día}$ .

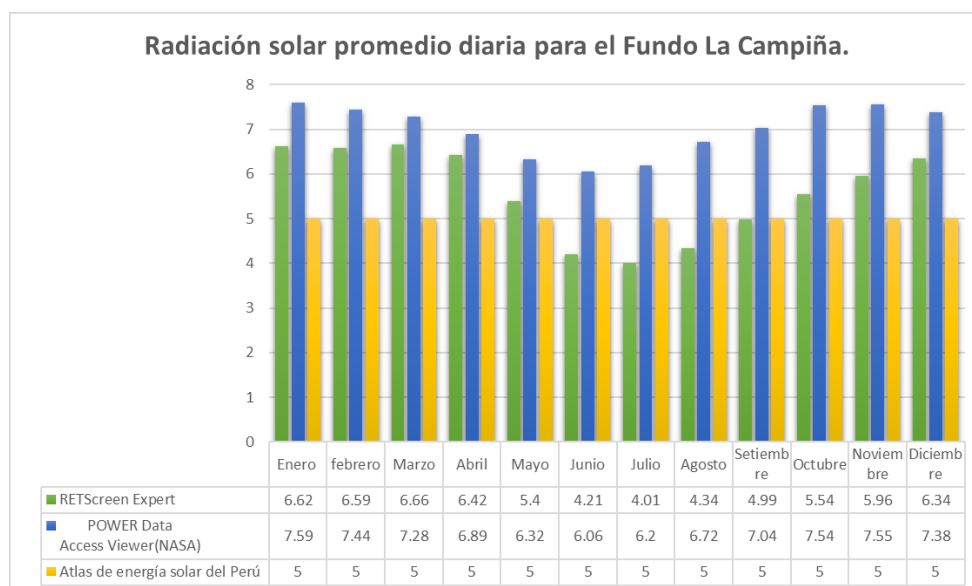


Figura 28 Comparación de la radiación solar de las tres fuentes

En la figura N°15, Se puede observar que el valor más pequeño que tiene la radiación solar es de  $4,01 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{día}$ , por lo que utilizaremos este dato para dimensionar del sistema fotovoltaico.

### 5.3. Evaluación del recurso eólico

Para establecer el potencial eólico del fundo La Campiña, los datos de las velocidades del viento se procesan encontrando la cantidad de ocasiones que se repiten una velocidad de viento definida(frecuencia) y la cantidad de ocasiones que se acumulan en cierto tiempo (frecuencia acumulada), así como se aprecia en la tabla N°11.

*Tabla 11 Distribución de frecuencias.*

INTERVALO		Velocidad promedio	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
MIN	MAX				
0,06	0,68	0,37	80	0,01	0,01
0,68	1,30	0,99	287	0,03	0,04
1,30	1,92	1,61	595	0,07	0,11
1,92	2,54	2,23	1 045	0,12	0,23
2,54	3,16	2,85	1 264	0,14	0,37
3,16	3,78	3,47	1 146	0,13	0,50
3,78	4,40	4,09	927	0,11	0,61
4,40	5,02	4,71	865	0,10	0,71
5,02	5,64	5,33	865	0,10	0,81
5,64	6,27	5,95	800	0,09	0,90
6,27	6,89	6,58	528	0,06	0,96
6,89	7,51	7,20	266	0,03	0,99
7,51	8,13	7,82	93	0,01	1,00
8,13	8,75	8,44	22	0,00	1,00
8,75	9,37	9,06	1	0,00	1,00
Total de datos			8 784		

En el cuadro anterior muestra unos intervalos de velocidades del viento, por hora dentro del año 2020 en la zona estudiada, así como se muestra en el

Anexo N°01 utilizando como fuente al **Software line POWER Data Access Viewer** de la NASA.

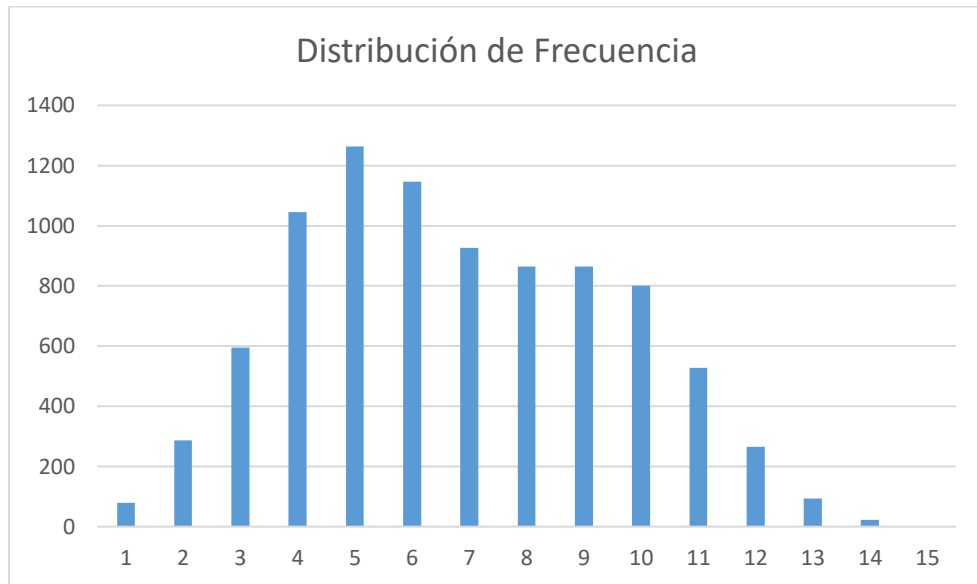


Figura 29 Distribución de frecuencias

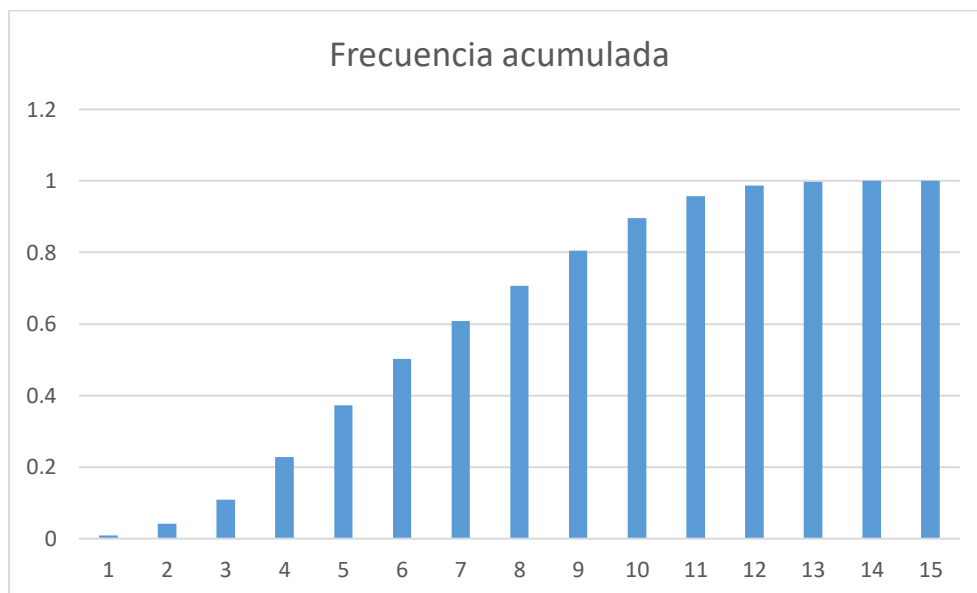


Figura 30 Distribución de frecuencia acumulada

Con los datos conseguidos de la tabla N°11 se emplean para formar la recta indicada por la ecuación:

$$Y = kx + a$$

Entonces se tiene:

$$Y = \ln(\ln(1/(1 - f(v))))$$

$$X = \ln(v)$$

$$B = -k \cdot \ln(C)$$

Para diagnosticar el potencial eólico de la zona de trabajo, este está relacionado con implantar aquellos indicadores de la ecuación de Weibull, los cuales son el indicador de escala  $c$  en m/s que establece la velocidad promedio del viento en la zona de trabajo y el indicador de forma  $k$  que muestra el grado de dispersión de los registros. Al representar los valores de las variables  $X$  e  $Y$ , obtenemos como resultado la tabla N°12, la cual se utilizó una regresión lineal con los valores conseguidos de los indicadores de la ecuación Weibull.

*Tabla 12: datos para graficar y elaborar de una regresión lineal.*

INTERVALO		X	Y
MIN	MAX	Ln(V)	Ln(-Ln(1-frecuencia acumulada))
0,06	0,68	-0,99	-4,69
0,68	1,30	-0,01	-3,15
1,30	1,92	0,48	-2,15
1,92	2,54	0,80	-1,35
2,54	3,16	1,05	-0,76
3,16	3,78	1,24	-0,36
3,78	4,40	1,41	-0,06
4,40	5,02	1,55	0,20
5,02	5,64	1,67	0,49
5,64	6,27	1,78	0,82
6,27	6,89	1,88	1,14
6,89	7,51	1,97	1,46
7,51	8,13	2,06	1,78
8,13	8,75	2,13	2,21

Con la ayuda del Software MS Excel, se reajusta los puntos también se realiza el reajuste lineal, obteniendo como resultados la figura N°16.

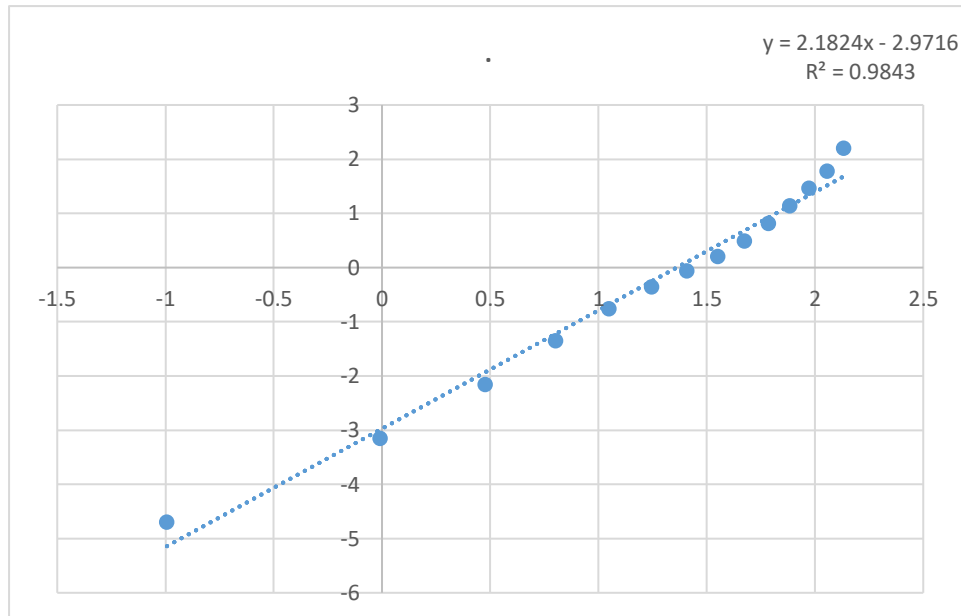


Figura 31: Reajuste lineal y Regresión lineal

Entonces, la ecuación de regresión lineal es:

$$Y = 2,1824x - 2,9716$$

Remplazando los datos, calculamos lo siguiente:

$$K = 2,1824$$

$$a = -2,9716$$

Calculando así  $C = 3,902511166$

con los parámetros obtenidos se consigue fijar la frecuencia con la que se puede presentar una velocidad fijada de viento, constituida por la siguiente ecuación.

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

Por lo que elaboramos la tabla N° 13

Tabla 13: Frecuencia de la velocidad del viento.

<b>Velocidad Promedio</b>	<b>P(v)</b>
0,37	0,03
0,99	0,11
1,61	0,17
2,23	0,21
2,85	0,23
3,47	0,22
4,09	0,20
4,71	0,15
5,33	0,11
5,95	0,07
6,58	0,05
7,20	0,03
7,82	0,01
8,44	0,01
9,06	0,00

#### **5.4. Calculo del sistema Eléctrico Eólico-fotovoltaico**

##### **5.4.1. Dimensionamiento del sistema eólico**

Se propondrá la utilización de aerogenerador ENAIR 30 PRO de 3 kw (Anexo N°02), Calcularemos las potencias en una cierta velocidad de viento, con los datos obtenidos de las fichas técnicas del aerogenerador brindadas por el fabricante.

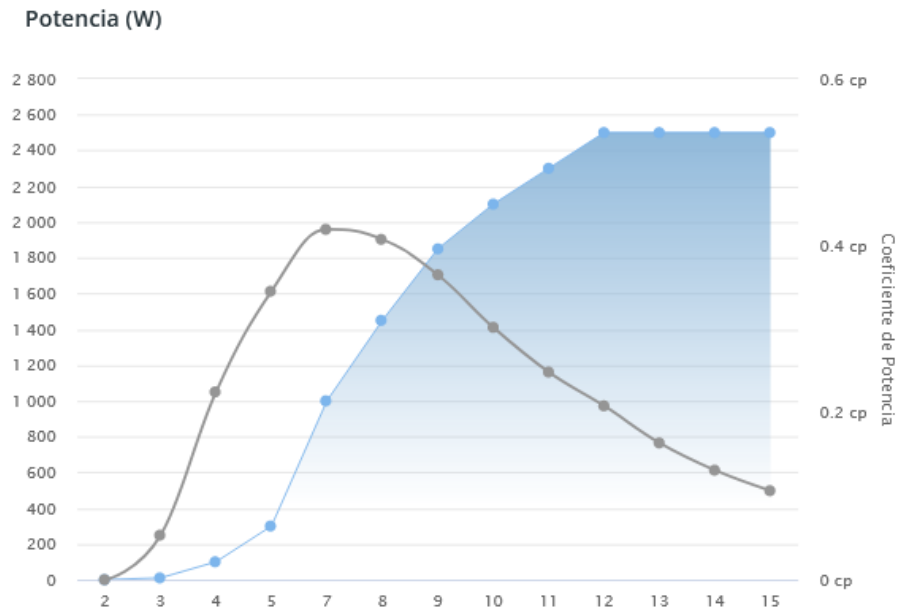


Figura 32 Diagrama de Potencia del Aerogenerador

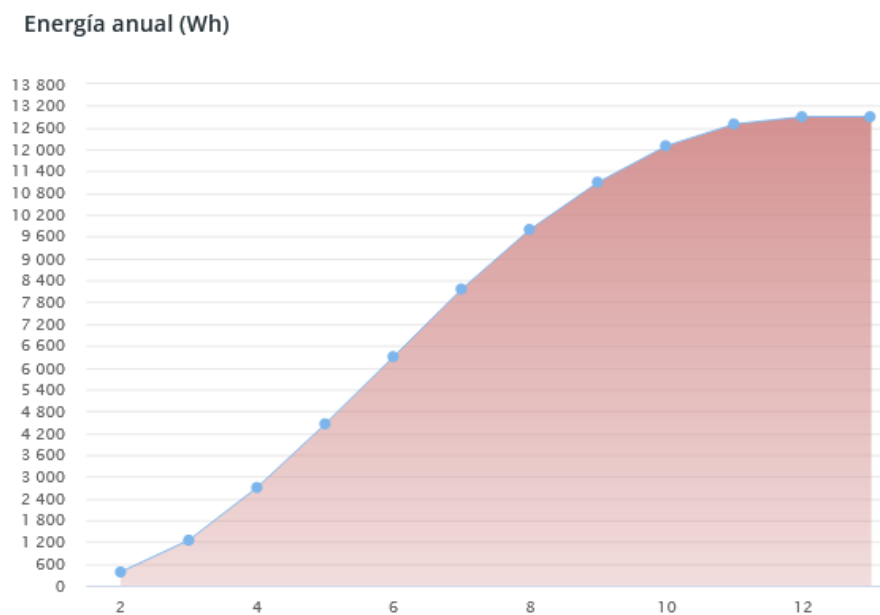


Figura 33 Diagrama de Energía del Aerogenerador

Para hallar la potencia y energía generada en cada velocidad del viento se utilizará la ecuación:

$$P = \frac{C_p \times \rho \times A \times V^3}{2}$$

Sabiendo que P será la potencia de la turbina eólica,  $C_p$  el coeficiente de potencia,  $\rho$  densidad del aire (  $1.255 \text{ Kg/m}^3$ ), A el Área de barrido de la turbina eólica, V la velocidad del viento .

Tabla 14 Potencia y energía generada por el aerogenerador.

Velocidad (m/s)	Número de horas	Potencia(W)	Energía(Wh)
0,37	80,00	-	-
0,99	287,00	-	-
1,61	595,00	-	-
2,23	1 045,00	0,95	997,54
2,85	1 264,00	7,33	9 260,30
3,47	1 146,00	39,13	44 839,45
4,09	927,00	112,54	104 322,21
4,71	865,00	226,30	195 753,16
5,33	865,00	377,41	326 456,97
5,95	800,00	558,80	447 038,34
6,58	528,00	797,79	421 230,77
7,20	266,00	1 080,30	287 359,98
7,82	93,00	1 359,84	126 464,95
8,44	22,00	1 623,63	35 719,93
9,06	1,00	1 867,02	1 867,02
Total (Wh)			2 001 310,62

Con los valores obtenidos de la potencia y de la energía, podemos obtener la energía total suministrada por el aerogenerador en un año, la cual es 2 001 310,62 Wh, por lo que la energía promedio diaria entregada es de 5,37kWh/día

#### 5.4.2. Dimensionamiento del sistema Fotovoltaico

Para el cálculo del rendimiento global de la instalación solar eólica se utilizará la siguiente ecuación:

$$E_{carga} = F \times E_{sistema}$$

Sabiendo que:

$$F = 1 - \left[ \frac{f_a \times N}{P_d} \right] - f_b - f_i - f_j$$

Donde se consideraras los siguientes valores para cada factor de perdidas,  $f_a$ , fracción de energía pérdida por auto descarga = 0,005;  $f_b$ , factor de pérdidas debido a la eficiencia de la batería = 0,05;  $f_i$ , Factor de pérdidas

debido a la eficiencia del inversor = 0,15;  $f_j$ , Factor de pérdidas global debido al calentamiento en conexiones, cableado, fricción, etc. =0,05;  $P_d$ , Profundidad de descarga máxima de las baterías = 0,7;  $N$ , días de autonomía=3; por lo que reemplazamos los valores obtenidos en la ecuación, obteniendo así el factor global de perdidas:

$$F = 1 - \left[ \frac{0,005 \times 3}{0,7} \right] - 0,05 - 0,15 - 0,05$$

$$F = 0,83$$

Entonces, con lo calculado podemos hallar la energía que se necesita en el sistema con la ecuación:

$$E_{sistema} = \frac{E_{carga}}{0,83} = \frac{9,37 \text{ kWh/día}}{0,83} = 11,31 \text{ Kwh/día}$$

Conociendo la energía suministrada por el aerogenerador, podemos obtener lo siguiente:

$$E_{sistema} = E_{eólico} + E_{fotovoltaico}$$

$$11,31514 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} = 5,3799 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}} + E_{fotovoltaico}$$

$$E_{fotovoltaica} = 5,93527 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

Así mismo, se plantea el uso de JINKO de 320 Wp, con tal dato se puede entonces encontrar el número de paneles que son precisos para el sistema híbrido:

$$E_{fotovoltaica} = N_{paneles} \times P_{panel} \times HSP$$

$$5,93527 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} = N_{paneles} \times 320 \text{ Wp} \times 4,01 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \frac{\text{m}^2}{\text{día}}$$

$$N_{paneles} = 4,63 \text{ paneles} \approx 5 \text{ paneles}$$

#### 5.4.2.1. Generador fotovoltaico

El generador estará compuesto por 5 paneles fotovoltaicos de 320 Wp de la marca JINKO, las especificaciones y características mecánicas de tal se pueden presenciar en la siguiente tabla:

Tabla 15 Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico.

SPECIFICATIONS		
Module Type	JKM320PP-72	
	JKM320PP-72-V	
	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	320Wp	237Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.4V	34.7V
Maximum Power Current (Imp)	8.56A	6.83A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.4V	43.0V
Short-circuit Current (Isc)	9.05A	7.35A
Module Efficiency STC (%)	16.49%	

Tabla 16 Características mecánicas del panel fotovoltaico.

Mechanical Characteristics	
Cell Type	Poly-crystalline 157×157mm (6 inch)
No.of cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs.)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm <sup>2</sup> , Length: 1200mm or Customized Length

Sobre ello, con las siguientes ecuaciones, se ha de calcular el número de paneles fotovoltaicos en serie y número de ramas en paralelo:

El voltaje de trabajo será de 24 V.

$$N_{mserie} = \frac{24V}{24V} = 1$$

Los paneles en paralelo:

$$N_{rparalelo} = \frac{5}{1} = 5$$

La energía diaria que generará el sistema fotovoltaico es de:

Tabla 17 Energía generada por sistema fotovoltaico.

Radiación solar	Número de Jinko de 320 WP	Potencia del generador fotovoltaico (Wp)	Energía diaria generada (Wh/Día)
4,01	5	1 600	6 416

En definitiva, la energía total diaria transmitida por el sistema híbrido eólico-fotovoltaico es de:

$$E_{sistema} = E_{fotovoltaica} + E_{eólica}$$

$$E_{sistema} = 6,416 \frac{kWh}{día} + 5,3798 kWh/día$$

$$E_{sistema} = 11,79 kWh/día$$

Dado que, existen pérdidas causadas por la transformación de una energía a otro tipo de energía, a su validez y eficiencia de los elementos y equipos, al efecto Joule, se obtiene un rendimiento de 0,83; por ende, la energía que se transfiere a la carga es de:  $9,79 kWh/día$  que es superior a lo que necesitamos para la carga, que es de  $9,37 kWh/día$ .

En concreto, para ello, se requerirán 5 paneles fotovoltaicos de 320 Wp y 1 aerogenerador de 3 Kw.

#### 5.4.2.2. Controlador para el sistema fotovoltaico

Para calcular, se va a tomar en consideración la ecuación siguiente y la corriente del cortocircuito extraída de la tabla 15 de especificaciones técnica del panel fotovoltaico, de donde se obtiene:

$$I_{mínima\ del\ regulador} = 1,25 \times I_{cortocircuito\ del\ panel} \times N_{p\ mf}$$

$$I_{mínima\ del\ regulador} = 1,25 \times 7,35 \times 5 = 45,94\ A$$

Por ello, de acuerdo a la corriente que tolerará el regulador, se plantea en emplear el controlador de la marca Victron Energy, con una capacidad de 50 A, teniendo como resultado:

$$N_{reguladores} = \frac{I_{mínima\ del\ regulador}}{I_{regulador\ seleccionado}}$$

$$N_{reguladores} = \frac{45,94\ A}{50\ A} = 0,9188 \approx 1$$

En consecuencia, se utilizará 01 controlador Victron Energy Blue Solar MPPT 100/50 de 50 A.

#### 5.4.2.3. Banco de baterías

A fin de dimensionar el banco de baterías se emplea la siguiente ecuación;

$$C_T = \frac{N_D \times E_{elec}}{P_{D\text{ máx}} \times V_T}$$

Sabiendo que:

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

$N_D$  = Número de días de autonomía = 3 días

$E_{elect}$  = Energía eléctrica total media diaria  $\left(93\,754 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)$

$P_{D\text{ máx}}$  = Profundidad máxima de descarga = 0,7

$V_T$  = Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico = 24 V

Reemplazando los datos en la ecuación anterior;

$$C_{T=(3 \times 9.3754) / (0,7 \times 24)}$$

$$C_T = 1674,179 \text{ Ah}$$

En esto, se preferirá la batería Tensite de 300 Ah, por su reconocimiento en el mercado y ayuda en el dimensionamiento exacto de las baterías necesitadas para el sistema fotovoltaico. Siendo así, la cantidad de baterías que tiene que conectarse en serie:

$$N_{s, bat} = \frac{V_T}{V_{batería}}$$

$$N_{s, bat} = \frac{24 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 2$$

Además, las baterías en paralelo, que se precisan para el sistema son:

$$N_{P\text{ bat}} = \frac{C_T}{C_{batería}}$$

$$N_{P\text{ bat}} = \frac{1\,674,179 \text{ Ah}}{300 \text{ Ah}}$$

$$N_{P\text{ bat}} = 5,58 \approx 6$$

Entonces, la cantidad de baterías necesarias es de 12 unidades, se observa:



Figura 34 Batería Tensite de 300 Ah

Tabla 18 Capacidad VS costo de batería.

MARCA	Capacidad(Ah)	Costo de Batería	Tensión de Batería (v)	Total de batería	Costo Total	Capacidad total(Ah)
RITAR	260	S/1,880.01	12	13	S/24,440.13	3 380
TENSITE	300	S/1,686.08	12	12	S/20,232.96	3 600
AOKLY	440	S/2,500.01	6	16	S/40,000.16	7 040
RITAR	200	S/1,400.05	12	18	S/25,200.90	3 600

Ahora, con forme al estudio se usarán 12 baterías TENSITE de 300 Ah

#### 5.4.2.4. Inversor

Posteriormente, se calcula con la potencia instalada, teniendo en cuenta la suposición de que, la Máxima Demanda es igual a la Potencia Instalada, esta es de 2.3721 kW, la establecemos en la siguiente ecuación:

$$P_{\text{entrada al inversor}} = \frac{P_{\text{carga}}}{\eta_{\text{inversor}}}$$

$$P_{\text{entrada al inversor}} = \frac{2,37 \text{ kW}}{0,95} = 2,49 \text{ kW}$$

Entonces, el número de inversores es:

$$N_{\text{inversores}} = \frac{P_{\text{entrada al inversor}}}{P_{\text{inversor}}}$$

$$N_{\text{inversores}} = \frac{2,49 \text{ kW}}{3 \text{ kW}} = 0,8323 \approx 1$$

De modo que, se utilizará un inversor de la marca Must Solar de 3 kW modelo PV1800 VMPK Series.



Figura 35 Inversor Must Solar de 3 kW.

### 5.4.3. Dimensionamiento de los conductores eléctricos

En cuanto a la selección de los conductores eléctricos, se utilizan las ecuaciones de la siguiente forma:

En primera, para el recorrido generador fotovoltaico-controlador, la corriente se encuentra con la siguiente ecuación:

$$I_{MAX\ mf} = 1,25 \times I_{\text{cortocircuito del panel} \times N_{\text{rparalelo}} \times \text{regulador}}$$

$$I_{MAX\ mf} = 1,25 \times 7,35 \times 5 = 45,9375 \text{ A}$$

Calculamos la sección mínima del conductor a utilizar, considerando  $\Delta V \leq 3\%$ ;

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V}$$

$$S_{cable} = \frac{2 \times 9 \times 45,9375}{56 \times 0,03 \times 24}$$

$$S_{cable} = 20,5078 \text{ mm}^2$$

De la tabla N° 23, seleccionamos el conductor unipolar N2XOH de  $25 \text{ mm}^2$ .

Tabla 19 Características eléctricas del conductor unipolar N2XOH.

### FREETOX N2XOH 0,6/1 kV Unipolares

#### Datos Dimensionales

Sección [mm <sup>2</sup> ]	Nº total alambres	Diam. Conductor [mm]	Min. espes. Aislam. [mm]	Min. espes. Cubierta [mm]	Diam. Nom. Exterior [mm]	Peso aprox. [kg/km]
1,5	7	1,5	0,7	0,9	6,88	67
2,5	7	1,92	0,7	0,9	5,3	47
4	7	2,44	0,7	0,9	5,8	64
6	7	2,98	0,7	0,9	6,3	86
10	7	3,99	0,7	0,9	7,1	128
16	7	4,67	0,7	0,9	8,0	189
25	7	5,88	0,9	0,9	9,7	287
35	7	6,92	0,9	0,9	10,7	384
50	19	8,15	1,0	0,9	12,1	507
70	19	9,78	1,1	0,9	14,0	713
95	19	11,55	1,1	1,0	15,9	975
120	37	13,0	1,2	1,0	17,6	1216
150	37	14,41	1,4	1,1	19,6	1497
185	37	16,16	1,6	1,2	22,0	1879
240	37	18,34	1,7	1,2	26,4	2532
300	37	20,73	1,8	1,3	27,2	3040
400	61	23,51	2,0	1,4	30,6	3877
500	61	26,57	2,2	1,5	34,2	4931

Para el recorrido del conductor del regulador – inversor,  $\Delta V \leq 1\%$

$$I_{MAX \text{ inv}} = \frac{1,25 \times P_{carga}}{V_{MIN \text{ Tacu}} \times \eta_{inv}}$$

Donde:

$I_{MAX \text{ inv}}$ : = Corriente máxima en la línea regulador – inversor (A).

$P_{carga}$  = Potencia de la carga en servicio continuo (W).

$V_{MIN \text{ Tacu}}$ : = El menor valor de tensión de las baterías con el que puede funcionar el inversor (V).

$\eta_{inv}$  = Rendimiento del inversor a plena potencia (0,95).

Posteriormente, reemplazamos datos:

$$I_{MAX \text{ inv}} = \frac{1,25 \times 2,3721 \text{ KW}}{24 \text{ V} \times 0,95}$$

$$I_{MAX \text{ inv}} = 130,049 \text{ A}$$

Entonces, utilizando la ecuación anterior, la selección mínima del conductor es:

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V}$$

$$S_{cable} = \frac{2 \times 5 \times 130,049A}{56 \times 0,01 \times 24V} = 96,763 \text{ mm}^2$$

Por lo que, preferimos el conductor unipolar N2XOP DE 120  $\text{mm}^2$ .

Para el recorrido batería – regulador, la sección del conductor es de:

$$S_{cable} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V}$$

$$S_{cable} = \frac{2 \times 4 \times 130,049A}{56 \times 0,01 \times 24V} = 77,41 \text{ mm}^2$$

Por ende, se trabajará con el conductor unipolar N2XOP de 95  $\text{mm}^2$

#### 5.4.4. Ángulo óptimo de inclinación

Es una zona estable, se calcula con la siguiente ecuación, conociendo que la latitud es de  $-6,3758405$ , se obtiene:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\varphi|)$$

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-6,3758405|)$$

$$\beta_{opt} = 8,09$$

Sin embargo, con el fin de impedir el almacenamiento del polvo y humedad, se toma en cuenta el ángulo óptimo de  $15^\circ$ .

## 5.5. Presupuesto del sistema eólico-fotovoltaico.

### 5.5.1. Suministro de materiales para el sistema híbrido eólico-fotovoltaico

Tabla 20 listado de materiales y equipos.

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Aerogenerador ENAIR 30 PRO de 3kW, incluido controlador eólico	1	S/39,191.61	S/39,191.61
Torre de 10 incluyendo accesorios	1	S/11,239.59	S/11,239.59
Paneles solares JINKO de 320 Wp	5	S/750.00	S/3,750.00
Batería Tensite 300 Ah	12	S/1,686.08	S/20,232.96
Inversor Must Solar de 3 kW	1	S/602.13	S/602.13
Estructura para 05 paneles solares	3	S/531.54	S/1,594.62
Controlador Victron Energy BlueSolar MPPT 100/50	1	S/857.16	S/857.16
Accesorios	1	S/900.00	S/900.00
Costo Total de Suministro			S/78,368.07

### 5.5.2. Costo directo para el sistema híbrido eólico-fotovoltaico.

Tabla 21 Costo directo del sistema

<b>Resumen general del sistema híbrido eólico-fotovoltaico en el Fundo La Campiña</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
1	Suministro de Materiales	S/78,368.07
2	Transporte, instalación y montaje del sistema híbrido	S/7,927.50
Costo total		S/86,295.57

### 5.5.3. Costo total

Tabla 22 Costo Total del Proyecto

<b>Resumen general del sistema híbrido eólico-fotovoltaico en el Fundo La Campiña</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
A	Sistema híbrido eólico-fotovoltaico	S/86,295.57
B	Sub total	S/86,295.57
C	Gastos generales (10%)	S/8,629.56
D	Utilidades (5%)	S/4,314.78
E	Gasto Total	S/99,239.91
F	IGV (18%)	S/17,863.18
G	Costo total del proyecto (incluido IGV)	S/117,103.09

## 6. CONCLUSIONES:

- En esta presente investigación, de acuerdo al primer objetivo, se logró determinar la demanda proyectada del décimo año en el fundo La Campiña. Teniendo en cuenta que, la demanda actual es de 372,85 W y la energía promedio diaria actual es de 2,24 kWh/día. Entonces, se obtuvo como resultado que, para una proyección estipulada mencionada anteriormente, es necesaria una demanda de 2,37 kW y una energía promedio de 9,38 kWh/día, para una vivienda y un pozo tubular. Estos resultados se obtuvieron mediante el crecimiento de tipo de cultivo y crecimiento de número de hectáreas de acuerdo a la proyección dentro de 10 años.
- Por otro lado, en tanto al segundo objetivo, se precisó la información sobre la radiación solar, utilizándose tres distintas bases de datos: atlas solar del Perú, el software RETScreen Expert y el software line POWER Data Access Viewer de la NASA, arrojando como resultado que se tomará el dato 4,01 kWh/m<sup>2</sup>/día, ya que este es el dato más crítico con el que aseguramos la producción de energía para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- Además de ello, para cumplir con el tercer objetivo, se utilizó el software “LINE POWER DATA ACCESS VIEWER” de la NASA y se logró recolectar la velocidad del viento promedio aprovechable para el lugar, mediante la función de probabilidad de la ecuación de Weibull, siendo este de 3.98 m/s, dato con que se pudo seleccionar el aerogenerador.
- Por último, se dimensionó y se seleccionaron los materiales para la generación eléctrica tomando en cuenta rendimiento y vida útil del sistema híbrido eólico-fotovoltaico, el cual estará constituido por 1 aerogenerador ENAIR E30 PRO de 3 kW, 5 paneles fotovoltaicos JINKO de 320 Wp, 12 baterías Tensite de 300 Ah, 01 controlador de carga Victron Energy BlueSolar MPPT 100/50 de 50 A y 01 inversor Must Solar PV1800 VMPK Series de 3 Kw. Por ende, es preciso mencionar el costo referencial del sistema, teniendo en cuenta lo más económico: S/ 117,103.09, esto se valoró en base a precios actuales de distintas marcas, dispositivos y materiales.

## 7. RECOMENDACIONES

- Para un mejor estudio de los recursos, se debe tomar en cuenta las condiciones geográficas de la zona de estudio, en específico el análisis de sombras y las condiciones del suelo para el montaje de turbinas eólicas. Por lo tanto, si está presente investigación es tomada como antecedente, se sugiere que los datos de la velocidad del viento y radiación sean los más recientes posibles y que la recolección de los datos se realice de manera in situ, es decir, en la zona de estudio original.
- Es importante recomendar que se debe analizar los distintos equipos de generación existentes en el mercado, ya que existe una gran tendencia de mejoras en la tecnología, a fin de garantizar la producción de energía, su eficiencia y calidad.
- Con la intención de un mejor estudio y análisis del sistema híbrido en futuras investigaciones se recomienda el uso del software HOMER, puesto que permite diseñar proyectos de energías renovables, orientados a sistemas híbridos, simulando diferentes configuraciones de sistemas y optimizando costos de ciclo de vida.
- Para finalizar, se recomienda aprovechar las zonas que tienen un alto índice de radiación solar y velocidad del viento, de esta forma recolectar la data de calidad e instalar estaciones meteorológicas que pueden ser financiadas de manera regional o nacional. Todo ello puede ser provechoso en posteriores investigaciones y proyectos que a largo plazo puedan ser plantas eléctricas de sistemas fotovoltaicos o parques eólicos con la finalidad de generar energía renovable.

## 8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. L. E. M. Cruzatt Quispe Joselyne Scarleht Andrea, «Implementación de un sistema de energía híbrida solar-eólica para la generación de electricidad en una vivienda de la comunidad campesina Llanavilla, Villa el Salvador.,» Universidad cesar vallejo., LIMA, 2019.
- [2] M. B. Amundarain, «EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMUNIDAD AISLADA DE MIRAFLORES, NICARAGUA,» UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID, ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, MADRID, 2016.
- [3] G. Sánchez García, «“Dimensionamiento de un sistema híbrido con energía renovable para el caserío Víctor Raúl en Jayanca, provincia y departamento de Lambayeque”,» UNIVERSIDAD NACIONAL "Pedro Ruiz Gallo", Chiclayo, 2019.
- [4] J. L. FARFÁN NEYRA y W. A. CAMPOS UGAZ, «Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea.,» UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, vol. 8, núm. 1, 2019, Chiclayo, 2019.
- [5] Thibaud, Roberts, Prado, «PROYECTO DE UN SISTEMA HÍBRIDO DE GENERACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES PARA UN ESTABLECIMIENTO RURAL AISLADO,» THE XI LATIN-AMERICAN CONGRESS ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION - CLAGTEE 2015, BUENOS AIRES, ARGENTINA., 2015.
- [6] M. Mikati, M Santos, C.Armenta, «Modelado y Simulación de un Sistema Conjunto de Energía Solar y Eólica para Analizar su Dependencia de la Red Eléctrica,» *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* , vol. 1, nº 9, pp. 267-281, 2012.
- [7] M. Manojkumar, K. Porkumaran and C. Kathirvel, «Modeling of hybrid Wind Photovoltaic system with energy storage for rural application,» *2014 International Conference on Green Computing Communication and Electrical Engineering (ICGCCEE)*, pp. 1-5, 2014.
- [8] S. Mouhadjer, A. Neçaibia and M. Benmedjahed, «Hybrid photovoltaic-wind system for the electricity production in isolated sites,» *2019 International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE)*, pp. 1-6, 2019.
- [9] SB Mohod, VR Parihar y SD Nimkar, «Hybrid power system with integration of wind, battery and solar PV system,» *2017 IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI)*, pp. 2332-2337, 2017.
- [10] M. S. Ing. Daniel Enrique Mahuad Ortega, «DISEÑO DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICO PARA ELECTRIFICACIÓN DOMICILIARIA.,» Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador, 2014.
- [11] N. K. R. S. R. Md. Rabiul Islam, *Renewable Energy and the environment*, Singapore: Springer Nature Singapore, 2018.

- [12] M. D. E. Y. MINAS., CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, Perú: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS-Dirección General de Electricidad, 2006.
- [13] H. B. V. Catalina, «SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL DEPARTAMENTO DE TURISMO DEL ILUSTRE MUNICIPIO DE BAÑOS DE AGUA SANTA,» UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, Ecuador, 2011.
- [14] I. d. E. T. Profesional, «Tipos de Investigación,» Instituto de Educación Técnica Profesional , Valle del Cauca, Colombia, 2018.
- [15] e. a. Sampieri, «Metodología de la Investigación,» McGraw-Hill Interamericana, México, 2003.
- [16] C. A. Ramos, «Los paradigmas de la investigación científica,» Scientific research paradigms, Quito, Ecuador, 2015.
- [17] F. G. Sánchez, «Guía de tesis y proyectos de investigación,» Centrum Legalis E.I.R.L., Arequipa, Lima, 2019.
- [18] L. N. d. E. Renewable, «HOMER,» HOMER ENERGY, ESTADOS UNIDOS, 2016.
- [19] P. G. a. P. LILIENTHAL, «MICROPOWER SYSTEM MODELING WITH HOMER,» National Renewable Energy Laboratory, ESTADOS UNIDOS, 2006.

## 9. ANEXOS

Anexo N°01 - Data de la velocidad del viento a 10 metros de altura

Anexo N°02 - Ficha técnica del aerogenerador Enair E30 Pro de 3,0 kw

Anexo N°03 - Ficha técnica del panel solar Jinko de 320 wp

Anexo N°04 - Ficha técnica del controlador victron energy bluesolar mppt 100/50

Anexo N°05 - Ficha técnica de la batería tensite de 300 ah

Anexo N°06 - Ficha técnica del inversor marca must solar de 3 kw modelo pv1800 vmpk series

Anexo N°07 - Ficha técnica de cables N2XOH.

Anexo N°08 – Diagrama del sistema híbrido.

Anexo N°09 – Diagrama unifilar del sistema híbrido.

# ANEXO N°1

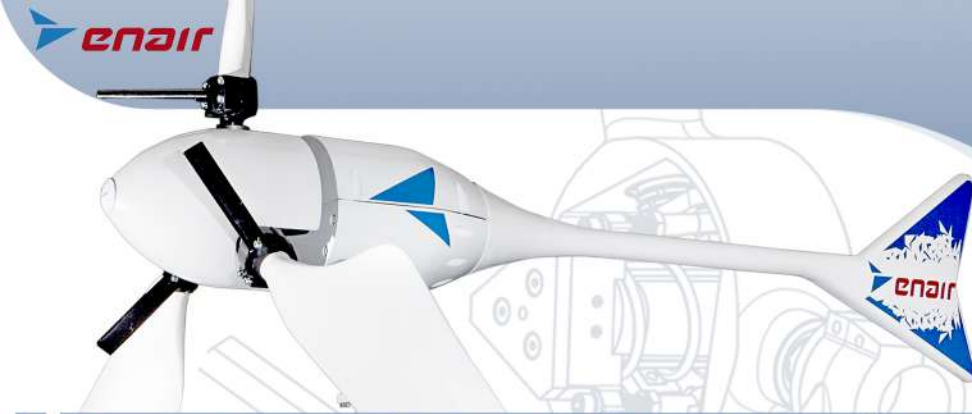
Mes	fecha	Horas																								
		0 am - 1 am	1 am - 2 am	2 am - 3 am	3 am - 4 am	4 am - 5 am	5 am - 6 am	6 am - 7 am	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 pm	12 pm - 13 pm	13 pm - 14 pm	14 pm - 15 pm	15 pm - 16 pm	16 pm - 17 pm	17 pm - 18 pm	18 pm - 19 pm	19 pm - 20 pm	20 pm - 21 pm	21 pm - 22 pm	22 pm - 23 pm	23 pm - 0 am	
ENERO	1/01/2020	1,97	1,33	1,03	0,99	0,97	0,81	1,12	1,4	0,82	1,85	3,04	4,08	5	5,73	6,11	6,1	5,97	5,84	5,6	5,09	4,42	3,69	3	2,57	
	2/01/2020	2,09	1,61	1,21	0,98	1,07	1,19	1,51	1,82	1,72	2	2,89	3,91	4,83	5,46	5,72	5,68	5,46	5,09	4,63	4,14	3,6	3,16	3,02	3,04	
	3/01/2020	3,07	2,87	2,47	1,94	1,62	1,48	1,73	2,82	3,45	3,77	4,32	5	5,61	5,99	6,24	6,41	6,45	6,22	5,63	4,91	4,27	3,81	3,41	3,09	
	4/01/2020	2,91	2,78	2,61	2,42	2,13	1,72	1,43	1,62	1,71	1,99	2,82	3,86	4,76	5,37	5,83	6,08	6,09	5,85	5,41	4,98	4,46	3,76	2,94	2,32	
	5/01/2020	2,03	2,08	1,99	1,44	1,12	1,01	0,83	1,44	2,4	3,17	3,84	4,5	5,2	5,78	6,01	5,9	5,62	5,31	4,98	4,66	4,16	3,67	3,16	2,63	
	6/01/2020	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	7/01/2020	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
	8/01/2020	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
	9/01/2020	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74
	10/01/2020	4,18	3,95	3,63	3,09	2,83	2,91	3,19	4,27	4,81	5,02	5,38	5,92	6,83	7,84	8,4	8,23	7,66	7,14	6,75	6,37	5,71	4,88	3,98	3,31	
	11/01/2020	3,2	3,42	3,65	3,61	3,22	2,72	2,92	4,11	4,82	5,26	5,89	6,82	7,71	8,16	8,02	7,55	7,09	6,56	5,82	5,06	4,46	3,95	3,55	3,19	
	12/01/2020	2,91	2,67	2,46	2,28	2,11	1,61	2,2	3,45	3,93	4,12	4,73	5,71	6,71	7,48	7,75	7,55	6,95	6,16	5,2	4,41	3,9	3,61	3,55	3,66	
	13/01/2020	3,75	3,85	3,86	3,85	3,55	3,07	3,06	4,03	4,49	4,63	5,2	6,2	7,26	8,05	8,05	7,55	7,04	6,56	5,84	5,03	4,52	4,2	3,99	3,68	
	14/01/2020	3,21	2,69	2,3	1,93	1,69	1,65	2,25	3,95	5,13	5,58	6,14	6,87	7,49	7,54	6,96	6,23	5,95	6,13	6,17	5,89	5,35	4,77	4,39	4,09	
	15/01/2020	3,96	3,83	3,63	3,41	3	2,41	2,87	4,3	4,99	5,1	5,52	6,23	7,04	7,64	7,86	7,97	7,65	6,95	6,03	5,2	4,63	4,2	4,07	4,12	
	16/01/2020	4,06	3,75	3,51	3,29	3	2,67	2,97	3,88	4,16	4,3	5,12	6,22	7,18	8	8,21	7,87	7,56	6,97	5,91	4,84	4,21	3,88	3,86	3,8	
	17/01/2020	3,7	3,48	3,14	2,79	2,34	1,62	1,87	2,86	3,32	3,7	4,72	5,96	7,16	8,1	8,16	7,55	6,77	6,24	5,96	5,46	4,81	4,38	4,2	4,16	
	18/01/2020	4	3,86	3,77	3,53	3,25	2,9	2,99	4,2	4,69	5,02	5,51	6,05	6,64	7,15	7,21	6,99	6,87	6,82	6,5	5,9	5,3	4,78	4,31	3,95	
	19/01/2020	3,68	3,5	3,24	2,98	2,66	2,56	3,09	4,2	4,58	4,69	5,06	5,81	6,93	7,84	8,06	7,74	7,36	7,13	6,7	6,05	5,26	4,57	4,04	3,74	
	20/01/2020	3,51	3,31	3,13	3,09	3,02	2,82	2,84	3,49	3,83	3,94	4,36	5,12	5,97	6,73	7,08	6,98	6,63	6,1	5,34	4,41	3,54	3,06	2,8	2,52	
	21/01/2020	2,16	1,71	1,35	1,06	0,81	1,33	1,95	2,2	2,5	3,14	3,93	4,6	5,11	5,46	5,73	5,99	6,14	6,05	5,55	4,64	3,61	2,96	2,66	2,56	
	22/01/2020	2,59	2,66	2,72	2,73	2,58	2,34	2,39	2,69	3,03	3,37	3,75	4,18	4,59	4,94	5,29	5,58	5,74	5,82	5,74	5,33	4,48	3,62	2,86	2,36	
	23/01/2020	2,04	1,8	1,45	0,85	0,29	0,06	0,27	0,64	1,09	2,05	3,01	3,86	4,53	5,11	5,64	5,97	6,05	5,81	5,28	4,69	4,09	3,63	3,26	2,85	
	24/01/2020	2,48	2,13	1,79	1,42	1,28	1,18	1,39	1,93	2,3	2,55	3,04	3,86	4,73	5,61	6,2	6,39	6,47	6,34	5,83	5,24	4,82	4,45	4,05	3,47	
	25/01/2020	2,97	2,52	1,85	1,05	0,73	0,87	1,23	2,18	3,3	4,01	4,49	4,9	5,31	5,72	5,99	6,16	6,25	6,04	5,39	4,67	4,01	3,43	2,93	2,48	
	26/01/2020	2,22	2,08	1,94	1,61	1,2	0,88	0,6	0,73	1,32	2,75	3,89	4,81	5,6	6,41	7,02	7,27	7,01	6,23	5,21	4,25	3,52	2,78	2,03	1,33	
	27/01/2020	0,94	0,84	0,88	1,02	1,16	1,24	1,33	1,68	1,66	2,01	2,85	3,93	4,85	5,47	5,85	6,07	6,11	5,86	5,34	4,62	3,91	3,38	2,95	2,54	
	28/01/2020	2,15	1,83	1,79	1,72	1,81	1,89	2,07	2,59	2,78	2,77	3,14	3,92	4,72	5,33	5,74	6,09	6,44	6,4	5,8	5,15	4,71	4,25	3,74	3,32	
	29/01/2020	3,01	2,6	2,32	2,08	1,77	1,29	1,23	1,78	2,21	2,55	3,32	4,3	5,08	5,56	5,89	6,06	5,99	5,84	5,39	4,79	4,08	3,62	3,46	3,25	
	30/01/2020	3,11	3,16	3,13	2,97	2,75	2,54	2,94	3,79	3,83	3,92	4,51	5,38	5,99	6,27	6,32	6,3	6,12	5,74	5,17	4,69	4,3	3,91	3,5	3,19	
	31/01/2020	3,06	3	2,79	2,4	1,98	1,67	1,83	2,42	2,79	3,12	3,81	4,89	6,14	7,41	8,21	8,06	7,39	6,41	5,22	4,15	3,47	3,03	2,69	2,49	
FEBRERO	1/02/2020	2,31	2,12	1,88	1,74	1,64	1,63	1,99	2,79	3,26	3,62	4,18	4,97	5,61	6,03	6,47	6,78	6,75	6,49	6,03	5,32	4,44	3,71	3,29	2,93	
	2/02/2020	2,65	2,35	2,06	1,8	1,59	1,35	1,48	2,18	2,34	2,12	2,79	4,17	5,64	7,05	7,98	8,02	7,47	6,72	5,93	5,08	4,2	3,5	3,18	3,17	
	3/02/2020	3,19	3,02	2,6	2,08	1,58	1,29	1,6	2,6	3,43	4,06	5,01	6,26	7,42	7,96	7,67	6,99	6,36	5,77	5,01	4,34	3,89	3,75	3,84	3,73	
	4/02/2020	3,45	3,27	3,34	3,41	3,35	3,23	3,33	3,97	4	3,64	3,65	4,22	5,15	6,1	6,67	6,92	7,03	6,89	6,33	5,51	4,87	4,59	4,6	4,55	
	5/02/2020	4,19	3,68	3,21	2,86	2,61	2,04	1,7	2,61	2,89	3,14	4,09	5,08	5,82	6,13	6,06	5,95	5,95	5,86	5,6	5,19	4,68	4,26	3,93	3,55	
	6/02/2020	3,2	2,88	2,36	1,58	0,94	0,74	0,69	1,22	2,17	2,68	3,34	4,09	4,75	5,44	6,02	6,36	6,45	6,23	5,66	5,07	4,6	4,21	3,84	3,57	
	7/02/2020	3,43	3,2	2,99	2,8	2,5	2,02	2,14	3,29	4,03	4,47	5,11	5,82	6,21	6,42	6,4	6,26	6,15	5,89	5,47	5,09	4,7	4,38	4,09	4	
	8/02/2020	3,93	3,77	3,48	3,08	2,59	2,16	2,12	2,77	3,18	3,58	4,32	5,09	5,53	5,67	5,67	5,66	5,56	5,34	5	4,53	3,99	3,58	3,25	2,8	
	9/02/2020	2,2	1,55	1,13	1,07	1,1	1,19	1,67	2,58	2,75	2,52	2,73	3,35	4,15	5	5,5	5,61	5,53	5,41	5,18	4,93	4,71	4,57	4,47	4,27	
	10/02/2020	3,86	3,55	3,32	3,18	3,17	3,18	3,36	4,04	4,44	4,5	4,73	5,21	5,78	6,47	7,18	7,79	7,9	7,59	6,86	5,9	4,9	4,09	3,67	3,55	
	11/02/2020	3,58	3,63	3,67	3,71	3,65	3,56	3,72	4,69	4,96	4,57	4,52	5,24	6,34	7,37	8,16	8,4	7,99	7,25	6,12	4,9	3,95	3,39	3,09	2,95	
	12/02/2020	2,92	2,91	2,88	2,75	2,4	1,95	2	3,27	4,28	4,72	5,17	5,86	6,57	7,07	7,44	7,53	7,18	6,52	5,79	5,17	4,73	4,52	4,22	3,88	
	13/02/2020	3,59	3,42	3,16	2,92	2,68	2,45	2,33	2,76	3,21	3,47	4,33	5,58	6,61	7,23	7,33	7,1	6,63	5,9	5,01	4,29	3,87	3,69	3,6	3,52	
	14/02/2020	3,51	3,58	3,57	3,36	3,13	2,84	2,57	2,73	2,87	3,13	3,97	5,16	6,29	7	6,92	6,33	5,76	5,28	4,62	4,01	3,62	3,4	3,35	3,44	
	15/02/2020	3,49	3,43	3,29	3,12	2,9	2,62	2,72	3,88	4,56	4,97	5,52	6,14	6,65	6,69	6,37	6,16	6,01	5,91	5,75	5,4	4,87	4,39	4,02	3,67	
	16/02/2020	3,53	3,44	3,32	3,15	2,96	2,78	2,89	4,05	4,48	4,41	4,75	5,62	6,58	7,26	7,46	7,39	7,03	6,24	5,29	4,58	4,23	4,08	4,08	4,12	
	17/02/2020	4,02	3,72	3,38	3,07	2,89	2,86	2,95	3,59	3,93	4,02	4,52	5,41	6,34	6,87	7,14	7,08	6,76	6,48	6,11	5,45	4,74	4,29	3,95	3,64	
	18/02/2020	3,34	3,16	3,01	2,88	2,65	2,35	2,45	3,44	3,9	4,2	4,8	5,79	6,9	7,79	8,3	8,3	7,81	7,11	6,29	5,51	4,98	4,57	4,17	3,88	
	19/02/2020	3,67	3,33	2,87	2,5	2,26	1,99	2,21	3,5	4,34	4,7	5,17	5,97	6,7	7,24	7,43	7,38	7,06	6,41	5,6	4,89	4,36	3,95	3,6	3,26	
	20/02/2020	2,87	2,63	2,52	2,4	2,11	1,6	1,33	1,75	2,08	2,77	3,86	4,93	5,78	6,17	6,14	5,96	5,69	5,28	4,67	3,94	3,24	2,61	2,19	1,83	
	21/02/2020	1,29	1,29	1,18	0,51	0,06	0,21																			

Mes	fecha	Horas																							
		0 am - 1 am	1 am - 2 am	2 am - 3 am	3 am - 4 am	4 am - 5 am	5 am - 6 am	6 am - 7 am	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 pm	12 pm - 13 pm	13 pm - 14 pm	14 pm - 15 pm	15 pm - 16 pm	16 pm - 17 pm	17 pm - 18 pm	18 pm - 19 pm	19 pm - 20 pm	20 pm - 21 pm	21 pm - 22 pm	22 pm - 23 pm	23 pm - 0 am
A B R I L	1/04/2020	2,35	2,05	1,84	1,74	1,65	1,53	1,45	1,58	1,8	1,69	1,67	2,09	2,69	3,28	3,82	4,32	4,71	5,04	5,17	5,11	4,66	4,06	3,38	2,91
	2/04/2020	2,69	2,6	2,49	2,39	2,34	2,36	2,45	3	3,92	4,35	4,39	5,02	5,9	6,6	7,04	7,21	6,95	6,43	5,7	4,99	4,32	3,6	3,12	2,88
	3/04/2020	2,72	2,65	2,6	2,35	2,32	2,29	2,47	3,61	4,55	4,84	5,14	5,9	6,93	7,69	7,91	7,83	7,61	7,21	6,34	5,28	4,37	3,59	2,83	2,33
	4/04/2020	2,02	1,78	1,55	1,41	1,33	1,32	1,59	2,61	3,34	3,37	3,64	4,57	5,64	6,45	6,76	6,69	6,15	5,37	4,64	4,06	3,64	3,53	3,56	3,46
	5/04/2020	3,27	3,06	2,94	2,97	2,94	2,76	2,44	2,54	2,7	2,23	2,05	2,86	3,91	4,65	5,33	5,63	5,64	5,33	4,71	4,23	3,97	3,73	3,45	3,31
	6/04/2020	3,3	3,31	3,37	3,37	3,46	3,6	3,39	3,59	3,72	3,34	3,4	4,34	5,82	7,18	7,83	7,7	7,1	6,36	5,44	4,62	4,04	3,59	3,34	3,24
	7/04/2020	3,14	2,99	2,68	2,44	2,3	2,22	2,22	2,78	3,46	3,31	3,08	3,5	4,19	4,85	5,58	6,19	6,32	5,84	4,92	4,04	3,44	3,15	2,98	2,77
	8/04/2020	2,54	2,26	2,24	2,46	2,67	2,78	2,77	3,12	3,62	3,83	4,08	4,6	5,15	5,42	5,41	5,24	4,99	4,62	4,22	3,97	3,78	3,44	3,17	2,98
	9/04/2020	2,81	2,77	2,87	2,98	3,1	3,06	3,12	3,55	4,03	4,44	4,4	4,27	4,38	4,79	5,37	6,1	6,67	6,58	5,64	4,68	3,95	3,37	2,98	2,77
	10/04/2020	2,71	2,73	2,71	2,57	2,36	2,16	2,19	2,78	4,02	5,03	5,79	6,42	6,92	7,3	7,48	7,39	7,1	6,41	5,33	4,23	3,41	3,03	2,89	2,78
	11/04/2020	2,61	2,55	2,46	2,07	1,43	1,14	1,35	2,2	3,06	3,37	3,66	4,26	5	5,63	5,88	5,75	5,39	5,04	4,56	4,08	3,65	3,36	3,08	2,81
	12/04/2020	2,66	2,51	2,42	2,31	2,18	1,99	1,83	2,25	3,14	3,36	3,55	4,12	4,74	5,23	5,62	5,72	5,64	5,4	4,92	4,32	3,67	3,03	2,63	2,45
	13/04/2020	2,41	2,32	2,18	2,08	1,99	1,87	1,72	1,88	2,34	2,28	2,39	2,9	3,63	4,45	5,11	5,29	5,08	4,6	3,93	3,42	3,08	2,93	2,82	2,43
	14/04/2020	2,25	2,1	1,88	1,53	1,19	0,91	0,89	0,83	0,78	0,8	1,25	2,37	3,45	4,27	4,79	5,14	5,37	5,49	5,27	4,76	3,9	2,99	2,21	1,64
	15/04/2020	1,28	1,07	1,15	1,37	1,14	0,41	0,34	0,17	0,36	0,76	1,65	2,84	3,82	4,43	4,85	5,19	5,57	5,89	5,82	5,19	4,03	2,91	2,26	1,69
	16/04/2020	1,25	1,04	1,07	1,2	1,24	1,17	1,13	1,49	1,88	2,29	3,05	3,99	4,94	5,65	5,91	5,87	5,56	5,14	4,64	4,16	3,71	3,21	2,8	2,59
	17/04/2020	2,55	2,54	2,55	2,54	2,75	2,64	2,6	3,17	3,71	3,74	3,64	3,89	4,57	5,4	6,01	6,48	6,62	6,28	5,55	4,8	4,27	3,74	3,46	3,29
	18/04/2020	3,14	3	2,81	2,61	2,43	2,23	2,22	2,69	3,5	3,9	3,98	4,39	5,14	5,79	6,2	6,52	6,66	6,42	5,69	4,75	4,01	3,36	3,03	2,92
	19/04/2020	2,92	2,95	2,96	2,89	2,77	2,65	2,68	3,35	4,2	4,41	4,57	5,03	5,7	6,3	6,76	7,05	7,05	6,74	6,05	5,23	4,4	3,8	3,49	3,37
	20/04/2020	3,27	3,22	3,08	2,91	2,83	2,78	2,84	3,77	4,77	4,84	4,89	5,35	6,09	6,71	7,17	7,49	7,48	7,04	6,12	5,06	4,18	3,59	3,2	2,87
	21/04/2020	2,72	2,59	2,49	2,42	2,46	2,47	2,49	3,42	4,45	4,69	4,88	5,4	5,97	6,31	6,39	6,27	5,92	5,34	4,6	3,94	3,4	3,05	2,86	2,85
	22/04/2020	2,86	2,81	2,65	2,44	2,09	1,73	1,79	2,81	3,53	3,75	4,01	4,51	5,09	5,53	5,7	5,59	5,38	5,08	4,56	4,15	3,85	3,52	3,12	2,74
	23/04/2020	2,44	2,32	2,26	2,15	2,14	2,21	2,24	2,56	2,97	2,98	2,84	3,13	3,9	4,74	5,35	5,48	5,33	5	4,42	3,9	3,49	3,11	2,81	2,6
	24/04/2020	2,5	2,47	2,43	2,43	2,46	2,46	2,48	2,97	3,57	3,69	3,7	4,1	4,82	5,27	5,43	5,35	5,15	4,82	4,31	3,85	3,48	3,2	2,91	2,67
	25/04/2020	2,46	2,47	2,58	2,61	2,51	2,35	2,22	2,91	3,65	3,74	3,91	4,29	4,95	5,67	6,2	6,5	6,6	6,37	5,58	4,81	4,19	3,73	3,2	2,75
	26/04/2020	2,43	2,22	1,95	1,81	1,74	1,66	1,81	3,07	4,33	4,97	5,38	5,79	6,27	6,59	6,79	6,82	6,78	6,22	5,38	4,78	4,38	4,07	3,88	
	27/04/2020	3,74	3,65	3,65	3,68	3,65	3,55	3,61	4,4	5,54	5,98	6,1	6,2	6,56	7,16	7,62	7,58	7,28	6,8	5,97	5,13	4,61	4,07	3,65	3,42
	28/04/2020	3,29	3,26	3,3	3,29	3,2	3,05	2,96	4,06	5,33	5,64	5,92	6,49	7,1	7,3	7,06	6,75	6,4	5,87	5,12	4,44	3,74	3,16	2,81	2,73
	29/04/2020	2,77	2,72	2,57	2,42	2,43	2,52	2,67	3,42	4,24	4,69	5,11	5,67	6,14	6,41	6,53	6,47	6,25	5,82	5,14	4,47	3,81	3,33	2,97	2,63
	30/04/2020	2,49	2,49	2,56	2,6	2,6	2,49	2,31	2,58	3,27	3,84	4,3	4,73	5,05	5,37	5,58	5,6	5,46	5,13	4,63	4,23	3,84	3,4	3,09	3,06
M A Y O	1/05/2020	3,07	2,9	2,45	1,77	1,51	1,4	1,41	2,09	3,15	3,99	4,48	4,82	5,14	5,45	5,7	5,7	5,66	5,45	5	4,53	4,09	3,75	3,46	3,32
	2/05/2020	3,2	3,19	3,27	3,19	2,86	2,4	2,2	2,52	2,97	3,26	3,43	4,07	5,23	6,31	7,19	7,6	7,35	6,65	5,66	4,82	3,99	3,48	3,17	3,02
	3/05/2020	2,93	2,93	2,95	2,99	3,04	2,94	2,81	3,55	4,39	4,98	5,44	6,01	6,75	7,33	7,36	6,94	6,6	6,07	4,98	4,45	4,38	4,13	3,55	2,77
	4/05/2020	2,09	1,69	1,56	1,66	1,93	2,2	2,34	2,92	3,56	4,09	4,38	4,71	5,11	5,54	5,89	6,13	6,23	6,07	5,71	5,15	4,6	4,14	3,81	3,37
	5/05/2020	2,98	2,84	2,65	2,5	2,56	2,75	2,81	3,52	4,51	4,95	5,18	5,27	5,22	5,25	5,4	5,52	5,66	5,73	5,49	4,59	3,49	2,86	2,41	2,02
	6/05/2020	1,84	1,72	1,62	1,58	1,63	1,71	1,89	2,55	3,12	3,16	3,57	4,32	4,94	5,27	5,48	5,59	5,7	5,64	5,13	4,4	3,72	3,15	2,86	2,79
	7/05/2020	2,78	2,9	3,06	3,17	3,22	3,23	3,3	3,72	4,26	4,65	4,98	5,48	6,1	6,63	6,95	6,92	6,71	6,28	5,58	5,02	4,5	3,94	3,55	3,3
	8/05/2020	3,08	2,96	2,92	2,86	2,81	2,67	2,85	3,73	4,29	4,33	4,69	5,6	6,51	6,99	7,18	7,04	6,64	6,08	5,36	4,59	4	3,47	3,23	3,13
	9/05/2020	3,05	2,96	2,82	2,67	2,53	2,44	2,57	3,55	4,27	4,49	4,69	5,15	5,74	6,37	6,92	7,11	6,95	6,74	6,24	5,41	4,54	4,05	3,75	3,43
	10/05/2020	3,09	2,81	2,59	2,44	2,35	2,26	2,31	3,21	4,21	4,58	5,01	5,79	6,65	7,21	7,25	6,96	6,45	5,83	5,06	4,32	3,75	3,55	3,56	3,58
	11/05/2020	3,45	3,2	2,91	2,62	2,4	2,16	2,15	3,24	4,26	4,58	4,87	5,41	6,06	6,55	6,88	7,07	7,12	6,56	5,37	4,33	3,48	2,79	2,33	2,01
	12/05/2020	1,73	1,35	1,08	0,83	0,7	0,71	0,94	1,82	2,69	3,14	3,58	4,17	4,85	5,35	5,74	5,88	5,82	5,77	5,47	5,22	4,91	4,55	4,03	3,43
	13/05/2020	2,96	2,76	2,59	2,41	2,24	2,06	1,86	2,43	3,61	4,45	5,02	5,48	5,82	6,05	5,99	5,65	5,29	5,13	4,95	4,43	3,8	3,26	2,8	2,34
	14/05/2020	2,01	1,9	2	2,21	2,35	2,4	2,56	3,58	4,51	4,85	4,9	4,99	5,31	5,71	5,99	6,03	5,95	5,63	5,04	4,49	3,88	3,36	3,11	2,96
	15/05/2020	2,72	2,37	2,05	1,95	1,91	1,8	1,98	3,1	4,19	4,7	5,02	5,72	6,74	7,45	7,17	6,35	5,86	5,64	5,19	4,8	4,49	4,16	3,83	3,73
	16/05/2020	3,77	3,85	3,87	3,94	3,99	3,9	3,92	4,9	5,98	6,27	6,27	6,46	7,03	7,51	7,45	6,99	6,48	5,89	5,01	4,16	3,67	3,66	3,82	3,77
	17/05/2020	3,5	3,17	2,9	2,7	2,8	2,86	2,9	3,8	4,64	5,11	5,44	5,94	6,54	7,07	7,29	7,3	7,24	6,87	6,04	5,13	4	2,96	2,03	1,68
	18/05/2020	2,17	2,55	2,72	2,72	2,6	2,57	2,69	3,81	4,94	5,42	5,62	5,82	6,1	6,38	6,69	6,91	6,85	6,57	6,15	5,41	4,55	3,83	3,16	2,68
	19/05/2020	2,48	2,22	2,08	1,88	1,71	1,56	1,62	2,63	3,45	3,78	4,2	4,92	5,77	6,46	6,75	6,69	6,59	6,35	5,7	4,8	4,08	3,59	3,4	3,34
	20/05/2020	3,34	3,16	3,02	3	3,07	3,1	3,11	3,7	4,73	5,33	5,54	5,85	6,44	6,73	6,5	6,12	6,07	6,04	5,42	4,57	3,93	3,68	3,68	3,57
	21/05/2020	3,55	3,59	3,58	3,52	3,35	3,01	2,78	3,52	4,51	4,96	5,38	6,08	7	7,97	8,53	8,52	8,13	7,52	6,6	5,57	4,45	3,89	3,68	3,63
	22/05/2020	3,52	3,39	3,12	2,79	2,51	2,38	2,3																	

Mes	fecha	Horas																							
		0 am - 1 am	1 am - 2 am	2 am - 3 am	3 am - 4 am	4 am - 5 am	5 am - 6 am	6 am - 7 am	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 pm	12 pm - 13 pm	13 pm - 14 pm	14 pm - 15 pm	15 pm - 16 pm	16 pm - 17 pm	17 pm - 18 pm	18 pm - 19 pm	19 pm - 20 pm	20 pm - 21 pm	21 pm - 22 pm	22 pm - 23 pm	23 pm - 0 am
JULIO	1/07/2020	3,31	3,12	2,89	2,68	2,68	2,82	3,22	4,53	5,85	6,51	6,82	7,09	7,32	7,41	7,41	7,4	7,22	6,78	5,87	4,79	4,21	3,93	3,79	3,7
	2/07/2020	3,58	3,53	3,53	3,49	3,41	3,09	2,73	3,69	4,83	5,46	5,68	5,9	6,23	6,44	6,49	6,3	6,14	5,88	5,06	4,05	3,23	2,88	2,67	2,54
	3/07/2020	2,51	2,59	2,56	2,47	2,49	2,45	2,49	3,42	4,05	4,63	5,14	5,58	5,91	6,19	6,49	6,79	6,86	6,5	5,66	4,8	4,02	3,63	3,4	3,16
	4/07/2020	2,97	2,67	2,36	2,06	1,74	1,5	1,59	2,66	3,68	4,49	5,14	5,71	6,12	6,37	6,56	6,68	6,71	6,25	5,09	3,82	2,87	2,2	1,88	1,85
	5/07/2020	1,9	1,89	1,84	1,83	1,89	1,98	2,06	2,97	3,64	4,2	4,68	5,14	5,65	6,24	6,7	6,99	7,02	6,55	5,64	4,87	4,15	3,7	3,53	3,42
	6/07/2020	3,34	3,18	2,96	2,8	2,72	2,65	2,66	3,06	3,98	4,87	5,48	5,73	5,84	6,04	6,32	6,64	6,72	6,48	5,9	5,18	4,84	4,66	4,54	4,27
	7/07/2020	3,83	3,29	3,04	2,79	2,7	2,76	2,92	3,5	4,65	5,57	6,29	6,9	7,51	8,06	8,42	8,63	8,81	8,47	7,29	6,13	5,42	4,95	4,48	4,07
	8/07/2020	3,54	3,21	3,06	3	3,03	3,1	3,3	4,4	5,66	6,33	6,57	6,79	7,01	7,16	7,36	7,57	7,73	7,42	6,09	4,84	4,13	3,82	3,74	3,73
	9/07/2020	3,77	3,88	3,95	3,94	3,8	3,69	3,66	4,24	5,21	5,83	6,23	6,61	6,95	7,43	7,93	8,22	8,11	7,55	6,39	5,21	4,36	4,13	4,25	4,38
	10/07/2020	4,57	4,7	4,68	4,52	4,31	4,06	3,85	4,38	5,25	5,64	5,67	5,64	5,8	6,29	6,91	7,28	7,3	6,93	6,01	4,9	3,97	3,48	3,11	2,82
	11/07/2020	2,66	2,68	2,8	2,89	2,91	2,85	2,9	3,95	4,71	5,07	5,45	5,97	6,54	6,99	7,26	7,35	7,29	6,97	5,97	4,61	3,56	2,91	2,52	2,27
	12/07/2020	2,15	2,11	2,16	2,24	2,28	2,21	2,14	2,93	3,76	4,39	4,83	5,37	5,93	6,4	6,57	6,44	6,27	6,02	5,3	4,5	3,82	3,35	3,01	2,79
	13/07/2020	2,62	2,46	2,34	2,14	2,04	2,07	2,15	3,35	4,16	4,76	5,26	5,83	6,46	6,91	7	6,72	6,39	6,1	5,47	4,78	4,14	3,77	3,5	3,31
	14/07/2020	3,08	2,9	2,67	2,3	1,93	1,65	1,66	2,44	3,2	3,75	4,37	5,17	5,95	6,71	7,19	7,09	6,66	6,14	5,39	4,65	4,18	3,77	3,41	3
	15/07/2020	2,46	1,97	1,68	1,63	1,78	1,95	2,04	2,66	3,52	4,25	4,85	5,38	5,82	6,09	5,89	5,61	5,48	5,41	5,08	4,36	3,69	3,28	3,18	3,12
	16/07/2020	3,04	2,85	2,58	2,32	2,05	1,78	1,73	2,24	2,84	3,28	3,89	4,76	5,69	6,4	6,58	6,23	5,78	5,41	4,86	4,13	3,58	3,19	2,91	2,72
	17/07/2020	2,52	2,35	2,27	2,26	2,3	2,31	2,48	3,41	4,23	4,75	5,27	5,84	6,37	6,65	6,61	6,4	6,18	5,8	5,18	4,58	4	3,54	3,18	2,72
	18/07/2020	2,29	1,94	1,67	1,59	1,72	2,01	2,43	3,7	4,8	5,37	5,88	6,4	6,89	7,13	7,14	7,02	6,73	6,36	5,86	5,28	4,57	4,01	3,57	3,11
	19/07/2020	2,73	2,44	2,18	2,1	2,06	1,94	1,9	2,86	3,63	4,27	4,89	5,52	6,15	6,43	6,26	5,84	5,57	5,37	4,99	4,42	3,95	3,6	3,35	3,11
	20/07/2020	2,78	2,49	2,13	1,83	1,74	1,7	1,77	2,89	3,63	4,23	4,71	5,31	5,93	6,35	6,38	6,13	5,91	5,7	5,28	4,63	4,02	3,44	3,1	2,81
	21/07/2020	2,54	2,19	1,78	1,67	1,72	1,83	2,19	3,43	4,18	4,85	5,45	5,91	6,13	6,25	6,38	6,27	6,31	6,15	5,44	4,58	4,08	3,82	3,54	3,34
	22/07/2020	3,13	3,03	3,07	3,1	3	2,63	2,27	2,75	3,53	4,16	4,88	5,46	6,76	8,88	5,9	5,79	5,46	4,99	4,44	4,01	3,6	3,17	2,93	2,73
	23/07/2020	2,45	2,12	1,83	1,67	1,63	1,66	1,96	3,35	4,73	5,62	6,15	6,46	6,49	6,33	6,18	6,05	6,12	6,22	5,91	5,16	4,24	3,65	3,4	3,26
	24/07/2020	3,23	3,27	3,25	3,16	3,05	2,81	2,59	3,39	4,29	5,21	6,19	6,77	7,8	8,58	6,34	6,15	6,13	6,19	5,84	4,94	4,21	3,98	3,96	3,89
	25/07/2020	3,84	3,78	4,52	4,34	3,7	2,93	2,54	2,91	3,77	4,46	5,04	5,53	6,04	6,51	6,74	6,81	6,78	6,64	6,01	5,23	4,8	4,37	4,03	3,82
	26/07/2020	3,63	3,41	3,21	3,05	2,94	2,65	2,33	2,96	4,03	4,57	4,88	5,37	5,93	6,06	5,82	5,63	5,84	6,14	5,75	5,04	4,54	4,08	3,7	3,32
	27/07/2020	2,97	2,61	2,23	1,91	1,76	1,7	1,77	2,8	3,47	3,99	4,64	5,49	6,29	6,77	6,71	6,37	5,87	5,32	4,61	4	3,56	3,38	3,38	3,35
	28/07/2020	3,17	2,91	2,65	2,42	2,13	1,9	1,97	3,07	4,27	5,01	5,48	5,85	6,07	6,19	6,1	5,98	5,83	5,44	4,64	4,04	3,79	3,61	3,53	3,35
	29/07/2020	3,24	3,03	2,54	2	1,59	1,57	1,88	3	4,19	4,96	5,35	5,62	6	6,33	6,3	6,04	5,84	5,71	5,25	4,67	4,1	3,58	3,15	2,8
	30/07/2020	2,61	2,54	2,46	2,41	2,35	2,26	2,35	3,41	4,46	5,17	5,86	6,46	6,88	6,91	6,66	6,44	6,16	5,81	5,14	4,41	3,98	3,57	3,18	2,88
	31/07/2020	2,85	2,9	2,88	2,76	2,49	2,11	1,8	2,36	2,98	3,35	4	4,74	5,44	5,98	6,08	5,73	5,34	5,04	4,55	3,89	3,48	3,37	3,41	3,4
AGOSTO	1/08/2020	3,24	3,15	3,15	3,17	3,23	3,23	3,29	4,15	5,32	5,99	6,43	6,82	7,15	7,36	7,48	7,48	7,35	7,1	6,41	5,45	4,68	4,21	3,86	3,53
	2/08/2020	3,3	3,17	3,02	2,79	2,51	2,25	2,2	3,09	3,88	4,78	5,61	6,2	6,62	7	7,14	6,91	6,54	6,14	5,47	4,83	4,29	4,17	4	3,78
	3/08/2020	3,45	3,1	2,67	2,27	1,92	1,71	1,69	2,53	3,19	3,79	4,32	4,89	5,56	6,07	6,02	5,6	5,37	5,35	5,18	4,74	4,2	3,65	3,31	3,18
	4/08/2020	3,07	2,95	2,81	2,67	2,36	2,14	2,16	3,31	4,19	4,79	5,33	5,84	6,42	7,04	7,16	6,81	6,29	5,84	5,37	4,82	4,5	4,01	3,43	2,85
	5/08/2020	2,54	2,52	2,59	2,44	2,06	1,77	1,72	2,83	3,72	4,3	5,02	5,85	6,66	6,98	6,81	6,51	6,32	6,13	5,48	4,46	3,43	2,87	2,73	2,7
	6/08/2020	2,57	2,25	2	1,99	2,11	2,35	2,74	4,17	5,06	5,56	5,84	6,06	6,45	6,73	6,72	6,5	6,19	5,77	5,09	4,39	3,79	3,31	2,98	2,69
	7/08/2020	2,27	1,88	1,64	1,56	1,5	1,42	1,47	2,29	3,06	3,9	4,66	5,26	5,93	6,24	6,01	5,52	5,11	4,9	4,41	3,63	3,05	2,78	2,53	2,2
	8/08/2020	1,89	1,57	1,31	1,23	1,3	1,45	1,83	2,68	3,38	3,9	4,52	5,27	6,01	6,44	6,43	6,16	6	5,82	5,24	4,52	4,05	3,8	3,62	3,38
	9/08/2020	3,06	2,66	2,26	1,91	1,62	1,52	1,68	2,6	3,26	3,89	4,66	5,44	6,27	7,23	7,14	6,51	5,79	5,37	4,91	4,22	3,44	2,7	2,2	2,22
	10/08/2020	2,48	2,11	1,24	0,86	0,69	0,99	1,74	2,61	3,21	3,65	4,22	4,97	5,58	5,89	6,05	5,74	5,17	4,77	4,51	4,2	4,19	4,44	4,49	4,13
	11/08/2020	3,7	3,2	2,41	1,63	0,83	0,93	1,75	2,59	3,35	3,68	4,04	4,75	5,51	6	5,93	5,46	4,97	4,98	5,14	5,02	4,74	4,11	2,99	1,62
	12/08/2020	0,49	0,56	1,47	2,47	3,27	3,37	3,44	4,65	5,78	6	5,92	5,98	6,08	6,21	6,25	6,03	5,7	5,37	4,83	4,33	4,04	3,95	4,02	4,18
	13/08/2020	4,39	4,3	3,76	2,96	2,06	1,44	1,89	3,39	4,85	5,19	5,3	5,73	6,41	7,07	7,38	7,16	6,68	6,22	5,68	5,03	4,59	3,76	3,02	2,62
	14/08/2020	2,49	2,65	2,85	2,87	2,64	2,37	2,26	3,2	4,38	4,99	5,37	5,56	5,56	5,54	5,68	6,05	6,58	7,08	6,9	6,05	5,17	4,41	3,96	3,62
	15/08/2020	3,49	3,47	3,6	3,74	3,73	3,5	3,04	3,5	4,23	4,61	4,94	5,44	5,95	6,2	6,12	5,82	5,64	5,56	5,24	4,74	4,22	3,66	3,36	3,18
	16/08/2020	3,11	3,17	3,18	3,14	2,97	2,54	2,21	2,86	3,99	4,74	5,36	5,94	6,34	6,62	6,76	6,7	6,54	6,23	5,56	4,81	4,19	3,79	3,6	3,14
	17/08/2020	2,6	2,1	1,48	1,33	1,13	0,85	0,65	1,51	2,93	3,9	4,64	5,16	5,49	5,7	5,79	5,83	5,85	5,73	5,25	4,72	3,99	3,32	2,98	3
	18/08/2020	3,28	3,56	3,55	3,42	3,2	2,94	2,71	3,34	3,96	3,98	4,16	4,65	5,23	5,62	5,85	5,85	5,8	5,74	5,33	4,67	4,08	3,71	3,26	2,85
	19/08/2020	2,56	2,46	2,55	2,52	2,26	1,86	1,55	2,38	3,32	3,92	4,52	4,95	5,15	5,2	5,24	5,41	5,71	5,85	5,4	4,39	3,12	2,15	1,95	2,1
	20/08/2020	2,25	2,27	2,26	2,21	2,25	2,21	2,22	3,33	4,16	4,66	5,06	5,26	5,28	5,4	5,53	5,5	5,62	5,45	4,81	4,38	4,12	3,95	3,8	3,5
	21/08/2020	3,31	3,14	2,94	2,72	2,39	2	1,87	2,21	2,99	3,5														

Mes	fecha	Horas																								
		0 am - 1 am	1 am - 2 am	2 am - 3 am	3 am - 4 am	4 am - 5 am	5 am - 6 am	6 am - 7 am	7 am - 8 am	8 am - 9 am	9 am - 10 am	10 am - 11 am	11 am - 12 pm	12 pm - 13 pm	13 pm - 14 pm	14 pm - 15 pm	15 pm - 16 pm	16 pm - 17 pm	17 pm - 18 pm	18 pm - 19 pm	19 pm - 20 pm	20 pm - 21 pm	21 pm - 22 pm	22 pm - 23 pm	23 pm - 0 am	
OCTUBRE	1/10/2020	4,31	4,01	3,79	3,57	3,2	2,68	2,45	3,4	4,34	4,86	5,19	5,8	6,57	7,29	7,66	7,46	7	6,53	6,02	5,37	4,82	4,62	4,57	4,11	
	2/10/2020	3,5	3,15	3,08	3,24	3,38	3,31	3,33	4,08	4,02	3,42	3,74	4,99	5,9	6,51	6,89	6,85	6,73	6,62	6,34	5,9	5,51	5,24	5,32	4,43	
	3/10/2020	5,24	4,8	4,31	3,65	3,1	2,68	2,6	3,47	4,86	5,79	6,64	7,24	7,4	7,3	7,27	7,25	7,18	6,95	6,27	5,38	4,66	4,25	4,09	4,19	
	4/10/2020	4,49	4,4	3,95	3,38	2,77	1,95	1,44	2,18	3,45	4,47	4,88	4,69	4,44	4,59	4,27	5,28	5,47	5,49	5,26	4,75	4,29	3,97	3,91	3,73	
	5/10/2020	3,46	3,1	2,71	2,3	1,87	1,47	1,65	2,59	3,1	3,34	4,22	5,5	6,6	7,31	7,4	7,01	6,27	5,44	4,57	3,67	3,09	3	3,04	2,95	
	6/10/2020	2,63	2,28	2,15	2,15	2,06	1,94	1,97	2,31	2,44	3,01	4,2	5,84	7,11	7,3	6,28	4,89	4,04	3,69	3,59	3,82	4,11	4,11	4,11	3,91	3,88
	7/10/2020	3,88	3,53	3,01	2,4	1,97	1,84	2,2	3,1	3,89	4,57	5,22	5,89	6,45	6,7	6,52	6,2	5,91	5,65	5,26	4,65	4	3,6	3,28	2,99	
	8/10/2020	2,72	2,38	2,08	1,93	1,95	1,96	2,42	3,49	4,06	4,05	4,25	4,85	5,6	6,21	6,35	6	5,28	4,83	4,49	3,97	3,55	3,43	3,3	3,18	
	9/10/2020	3,11	2,99	2,73	2,41	1,88	1,27	1,18	1,47	2	2,63	3,5	4,71	5,88	6,36	6,15	5,68	5,26	4,96	4,4	3,67	3,05	2,74	2,73	2,73	
	10/10/2020	2,57	2,34	2,09	1,93	1,67	1,32	1,32	2,07	2,75	3,32	4,16	5,28	6,25	6,67	6,5	6,17	5,74	5,04	4,04	3,33	3,01	2,86	2,72	2,67	
	11/10/2020	2,77	2,82	2,72	2,39	1,99	1,75	1,96	2,88	3,59	4,11	4,69	5,67	6,67	7,05	6,8	6,56	6,25	5,72	5,08	4,56	4,18	3,78	3,47	3,2	
	12/10/2020	2,94	2,64	2,24	1,86	1,53	1,37	1,7	2,86	3,79	4,46	5,2	5,85	6,41	6,76	6,74	6,5	6,05	5,65	5,23	4,84	4,43	4,07	3,78	3,45	
	13/10/2020	3,14	2,73	2,17	1,64	0,96	0,72	0,9	1,96	3,26	4,32	5,23	5,84	6,73	7,05	6,41	4,31	4,8	5,15	5,09	4,87	4,58	4,31	4,03	3,88	
	14/10/2020	3,68	3,35	3,05	2,77	2,23	1,57	1,34	1,29	1,12	1,32	1,86	2,58	3,27	3,93	4,49	4,82	4,98	5,05	5,12	5,05	4,84	4,51	4,24	4,08	
	15/10/2020	3,9	3,6	3,26	3,04	2,93	2,88	2,77	2,67	2,58	2,53	3,02	4,04	5,15	5,8	5,78	5,46	5,19	5,09	5,25	5,47	5,34	4,76	4,24	3,91	
	16/10/2020	3,89	4,09	4,37	4,35	4,18	4,03	3,9	3,67	3,68	4,18	5,02	5,78	6,17	6,23	6,16	6,13	6,06	5,99	5,81	5,27	4,74	4,47	4,32	4,11	
	17/10/2020	3,76	3,54	3,48	3,42	3,25	2,88	2,91	3,93	4,42	4,56	4,67	5,1	5,66	6,24	6,64	6,69	6,23	5,59	4,84	4,12	3,63	3,45	3,49	3,54	
	18/10/2020	3,5	3,33	3,13	2,99	2,85	2,75	2,73	3,36	3,85	4,24	4,96	5,86	6,44	6,46	6,09	5,74	5,52	5,24	4,76	4,37	4,08	3,76	3,62	3,72	
	19/10/2020	3,7	3,33	3,11	3,07	2,72	1,93	1,36	2,24	3,6	4,7	5,49	5,98	6,18	6,14	5,85	5,34	4,93	4,7	4,44	4,2	3,85	3,44	3,1	2,97	
	20/10/2020	2,78	2,47	2,06	1,72	1,34	0,89	0,9	1,26	0,92	1,03	2,34	3,8	5,11	6,08	6,4	6,05	5,48	5,17	4,82	4,37	3,97	3,68	3,57	3,49	
	21/10/2020	3,4	3,22	3,37	3,8	3,85	3,13	2,45	2,65	3,06	3,6	4,09	4,8	5,58	6,39	7,52	8,08	7,12	5,92	5,16	4,77	4,66	4,56	4,34	4,33	
	22/10/2020	4,25	4,1	3,92	3,66	3,3	2,52	2,05	2,39	2,81	3,33	4,3	5,36	6,38	7,09	7,36	7,26	7,11	6,99	6,58	5,69	4,91	4,53	4,47	4,34	
	23/10/2020	3,99	3,66	3,48	3,32	2,88	2,12	1,82	2,31	2,71	3,03	3,85	4,76	5,52	5,75	5,67	5,42	5,15	4,89	4,45	3,98	3,7	3,54	3,22	2,79	
	24/10/2020	2,34	2,12	2,09	2,08	2,03	1,99	1,9	2,13	2,56	3,4	4,23	4,62	4,71	4,8	4,89	5,04	5,31	5,45	5,28	4,72	3,85	3,07	2,55	2,3	
	25/10/2020	2,26	2,27	2,27	2,32	2,07	1,56	1,25	1,73	2,21	2,57	3,22	3,72	4,2	4,61	4,88	4,92	4,9	5,05	5,25	5,09	4,56	4,1	3,82	3,7	
	26/10/2020	3,57	3,18	2,82	2,75	2,72	2,55	2,26	2,39	2,65	3,28	3,98	4,74	5,37	5,6	5,5	5,36	5,17	5,02	4,83	4,51	4,25	4,12	3,88	3,59	
	27/10/2020	3,43	3,32	3,16	2,94	2,63	2,38	2,2	2,46	2,79	3,16	3,88	4,79	5,48	5,78	5,88	5,9	5,69	5,15	4,54	4,18	4,1	4,25	4,1	3,72	
	28/10/2020	3,31	3,1	3,18	3,26	3,16	2,94	2,87	3,47	4,18	4,89	5,28	5,39	5,52	5,85	6,14	6,2	6,08	5,91	5,57	5,06	4,4	3,65	3,1	2,36	
	29/10/2020	1,86	2,03	2,63	3,27	3,24	2,67	2,28	2,66	3,71	4,67	5,38	5,66	6,08	6,42	6,53	6,42	6,29	6,08	5,82	5,32	4,12	3,21	2,71	2,37	
	30/10/2020	2,06	1,95	2,1	2,15	1,87	1,47	1,34	1,58	2,18	2,97	3,55	3,93	4,43	4,78	4,88	4,77	4,61	4,91	5,56	5,44	4,59	3,72	3,31	3,32	
	31/10/2020	3,5	3,39	2,71	1,79	1,28	1,16	1,3	1,72	1,96	1,62	1,84	2,74	3,66	4,42	4,75	4,76	4,61	4,46	4,46	4,15	3,59	2,94	2,57	2,72	
NOVIEMBRE	1/11/2020	2,4	1,81	1,57	1,57	1,45	1,36	1,4	2,33	3,19	3,85	4,47	5,01	5,43	5,53	5,24	4,74	4,39	4,26	4,29	4,27	3,85	3,36	3,08	2,91	
	2/11/2020	2,68	2,52	2,42	2,23	1,77	1,26	1,41	2,19	2,4	2,37	2,92	3,72	4,36	4,67	4,79	4,63	4,51	4,44	4,37	4,22	3,61	3,01	2,79	2,7	
	3/11/2020	2,61	2,56	2,78	2,7	2,35	1,99	1,93	2,36	2,46	2,59	3,03	3,73	4,56	5,21	5,41	5,17	4,76	4,23	3,73	3,26	2,84	2,64	2,47	2,36	
	4/11/2020	2,19	1,94	1,68	1,45	1,23	1,09	1,13	2,12	2,59	2,67	3,14	3,84	4,58	5,19	5,51	5,57	5,55	5,43	5,03	4,35	3,52	2,97	2,52	2,06	
	5/11/2020	1,71	1,49	1,4	1,25	1,11	1	0,75	1,57	2,87	3,59	4,11	4,51	4,85	5,11	5,32	5,4	5,41	5,23	4,8	4,27	3,54	2,72	2,09	1,97	
	6/11/2020	1,84	1,59	1,48	1,41	1,14	0,83	0,52	1	1,86	2,73	3,5	4,2	4,68	5,01	5,28	5,37	5,37	5,15	4,47	3,65	3,11	2,92	2,94	3,01	
	7/11/2020	2,83	2,43	2,03	1,93	1,66	1,36	1,55	2,03	2,65	3,41	4,37	5,38	6,04	6,22	6,01	5,59	5,24	4,86	4,44	4,1	3,85	3,63	3,56	3,55	
	8/11/2020	3,38	3,02	2,64	2,35	2,19	2,01	2,32	3,46	4,18	4,82	5,41	5,74	5,78	5,69	5,52	5,22	5,04	5,02	4,8	4,34	3,9	3,51	3,26	3,07	
	9/11/2020	2,8	2,43	2,02	1,76	1,47	1,13	1,12	1,84	2,69	3,58	4,37	4,85	4,98	5	5	4,97	5,02	4,86	4,44	3,95	3,27	2,73	2,67	2,39	
	10/11/2020	1,73	0,98	0,63	0,61	0,56	0,39	0,36	0,76	1,62	2,51	3,41	4,16	4,76	5,08	5,03	4,78	4,46	4,05	3,58	2,97	2,26	1,75	1,16	0,89	
	11/11/2020	0,94	0,93	0,61	0,41	1,04	1,52	1,94	2,62	2,69	2,97	3,56	3,86	3,73	3,69	3,42	3,05	2,75	2,61	2,54	2,43	2,19	1,95	1,46	0,74	
	12/11/2020	0,49	0,57	0,63	0,63	0,56	0,57	0,88	1,89	2,99	3,61	3,97	4,24	4,45	4,61	4,74	4,87	4,95	5,02	4,95	4,48	3,49	2,45	1,81	1,68	
	13/11/2020	1,57	1,37	1,13	1,13	1,45	1,77	1,92	2,4	3,02	3,7	4,38	4,83	5,16	5,33	5,38	5,36	5,33	5,28	4,94	4,49	3,64	3,05	2,58	2,04	
	14/11/2020	1,93	2,06	2,15	2,13	2,01	1,78	1,62	1,96	2,64	3,32	4,08	4,62	4,95	5,05	4,97	4,82	4,73	4,68	4,58	4,2	3,27	2,3	1,66	1,45	
	15/11/2020	1,51	1,58	1,54	1,46	1,41	1,25	0,87	0,94	1,76	2,41	2,85	3,17	3,52	3,83	3,94	3,97	3,93	3,8	3,4	2,85	2,24	1,62	1,23	1,22	
	16/11/2020	1,43	1,47	1,58	1,75	1,76	1,66	1,51	2,06	2,75	3,39	3,83	3,81	3,74	3,95	4,32	4,6	5,05	5,35	5,1	4,45	3,62	2,89	2,3	2,02	
	17/11/2020	1,99	1,93	1,87	1,86	1,78	1,57	1,44	2,14	3,18	4,06	4,84	5,34	5,64	5,82	5,9	5,86	5,66	5,37	4,8	4	3,1	2,48	1,86	1,21	
	18/11/2020	0,93	0,91	1,11	1,45	1,37	0,84	0,34	0,64	1,28	1,53	2,31	3,28	4,05	4,61	4,95	4,97	4,72	4,44	4,23	4,01	3,71	3,28	2,8	2,61	
	19/11/2020	2,45	2,32	2	1,77	1,63	1,68	1,95	2,24	1,65	1,19	2,14	3,22	4,19	4,83	5,35	5,8	5,92	5,58	4,77	3,85	2,94	2,15	1,84	1,69	
	20/11/2020	1,26	1	1,1	1,25	1,31	1,13	1,14	2,36	3,44	4,2	5,18	5,91	6,24	6,4	6,51	6,51	6,34	6,2	5,73	4,97	3,89	3,04	2,71	2,6	
	21/11/2020	2,34	2	1,94	1,87	1,6	1,29	0,93																		

# ANEXO N°2



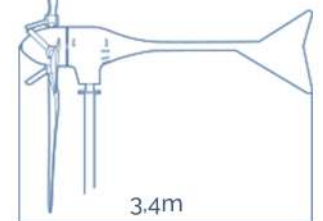
# E30PRO

## FICHA TÉCNICA

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 30PRO es capaz de generar más de 30kWh/día

### 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	3000W
Potencia Nominal	1900W (según IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	3.80m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	11.34m <sup>2</sup>
Peso	125kg
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	- 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	Celosía, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable



3,80m

# E30PRO Wind Turbine

## FICHA TÉCNICA

### PASO VARIABLE PASIVO

Tecnología patentada para maximizar la producción de energía. Es un sistema mecánico que gracias a la fuerza centrífuga, modifica el ángulo de las palas y nunca se sobrepasan sus rpm de diseño.



Obteniendo:

- Menos ruido
- Más capacidad de absorber rachas de viento
- Más constancia en la generación
- Más energía con menos viento

### CONTROL ELECTRÓNICO

Sistema de gestión de la energía inteligente

**Conexión de baterías:**

7 tipos de baterías programables (litio, plomo, gel, etc.)  
Cargador con pulsos de derivación a resistencias en caso de sobrecarga. Solo deriva el exceso que no puede cargar para proteger las baterías

**Conexión a red:**

Los inversores MPPT programados con la curva de potencia eólica maximizan la producción en todo momento. Compatibles con redes trifásicas y monofásicas en sistemas europeos y americanos



**MAYOR ENERGÍA**



**MAYOR EFICIENCIA**



**MAYOR ROBUSTEZ**



**MAYOR SEGURIDAD**

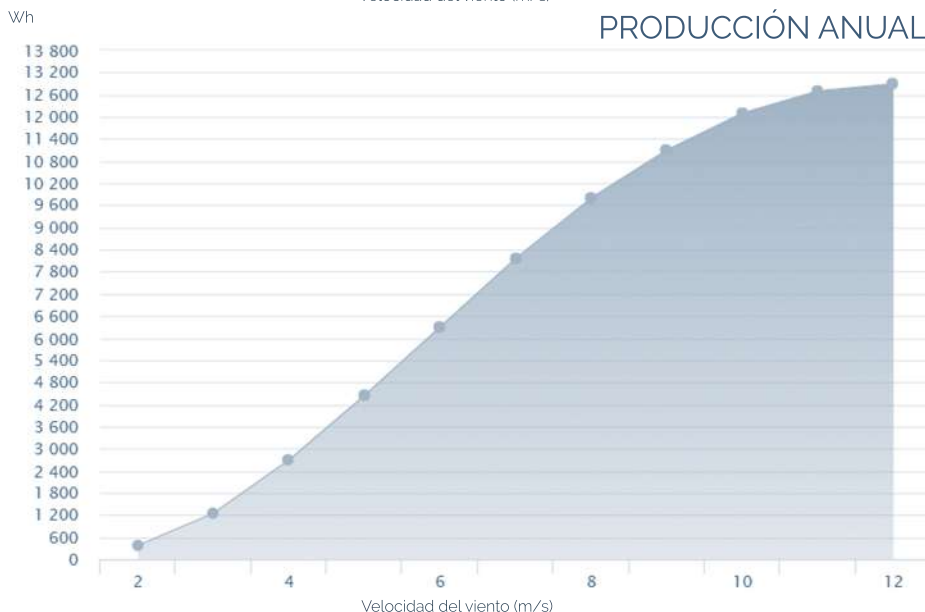
## CLASS I WIND TURBINE

### IEC 61400-2/NVI-A

### CURVA DE POTENCIA



### PRODUCCIÓN ANUAL



#### Minimo ruido

El ruido esta en torno a un 1% por encima del ruido ambiente siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.



#### Safety-Brake

Nuevo sistema de seguridad mecánica acoplada al eje que garantiza el frenado bajo las condiciones mas adversas, para vientos incluso mayores de 70m/s



#### Anticorrosivo

El uso de pintura epoxy lo convierte en un conjunto anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas



#### Anti-Icing and Hermetic

Uretano acrílico de resina estructural con una composición química antiadherente al hielo y de máxima resistencia para temperaturas de hasta -50°C. Sellado hermético



#### Storm-detection

Algoritmo inteligente de detección de tormentas y bloqueo de seguridad del aerogenerador totalmente automático combinado con el Safety-Brake



#### Remote-Control

Control combinado con el Venus de Victron que permite la marcha/paro del aerogenerador de forma remota



#### BBS (Battery Brake System)

Sistema inteligente que mide el nivel de carga de la batería y permite detener el aerogenerador cuando la batería llega a la tensión de consigna retomando la marcha cuando baja su carga



# ANEXO N°3

# JKM325PP-72(Plus) 310-325 Vatios

MÓDULO POLICRISTALINO

Tolerancia positiva 0/+3%

Fábrica con certificación ISO9001:2008,  
ISO14001:2004,OHSAS18001  
Productos con certificación IEC61215, IEC61730



Plus



## Principales características



### Potencia Elevada:

Los módulos de 72 células policristalinos alcanzan potencias de hasta 325Wp.



### Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID):

Se garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo Eagle causada por la Degradación Potencial Inducida (PID por sus siglas en inglés) bajo condiciones de 60°C/85% de humedad relativa para la producción en masa..



### Rendimiento con baja irradiación lumínica:

El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.



### Resistencia en condiciones climatológicas adversas:

Certificado para soportar rachas de viento (2.400 Pascal) y cargas de nieve (5.400 Pascal).



### Resistencia en condiciones ambientales extremas:

Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TÜV NORD.

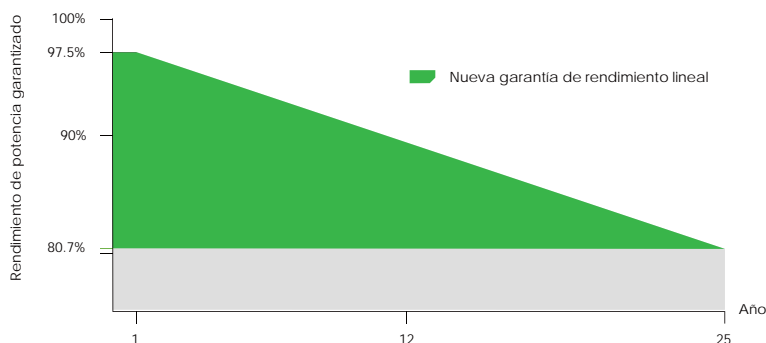


### Coefficiente de Temperatura:

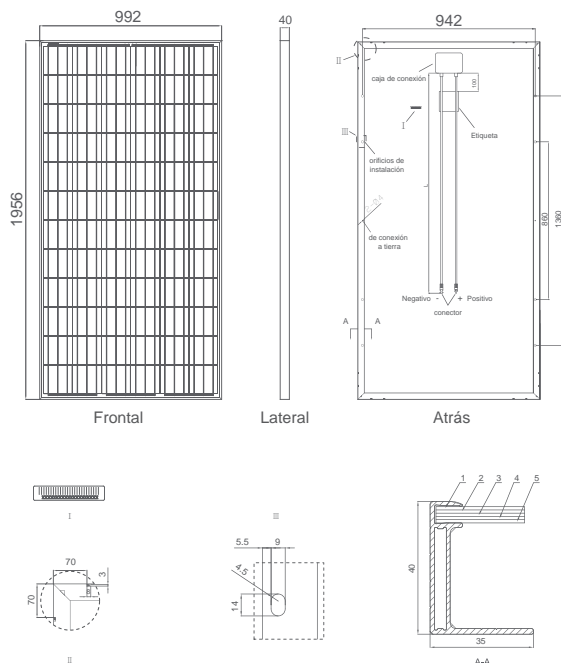
El coeficiente de temperatura mejorado reduce la pérdida de potencia en altas temperaturas.

## GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

10 Años de garantía de producto • 25 Años de garantía de potencia lineal



## Dibujos técnicos

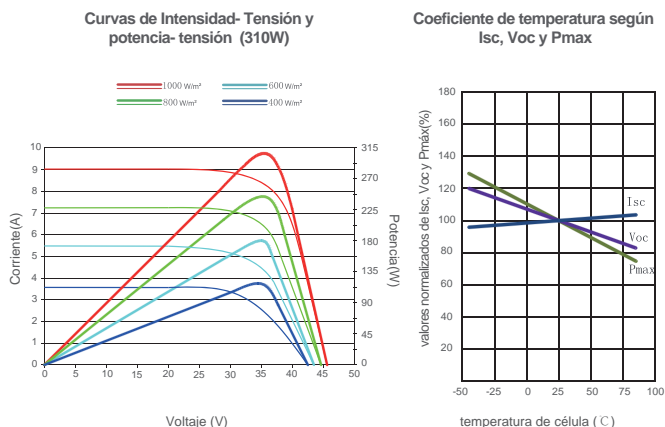


## Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 600 pzs./40 'HQ contenedores

## Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



## Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156×156 mm (6 pulgadas)
Nº de células	72 (6×12)
Dimensiones	1956×992×40mm (77,01×39,05×1,57 pulgadas)
Peso	26,5 kg (58,4 libras.)
Vidrio frontal	4,0mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÚV 1×4,0 mm <sup>2</sup> , Longitud: 900mm

## ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM310PP(Plus)		JKM315PP(Plus)		JKM320PP(Plus)		JKM325PP(Plus)	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmáx)	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp	320Wp	238Wp	325Wp	242Wp
Tensión en el punto Pmáx-VMPP (V)	37.0V	33.9V	37.2V	34.3V	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V
Corriente en el punto Pmáx-IMPP (A)	8.38A	6.81A	8.48A	6.84A	8.56A	6.86A	8.66A	6.91A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	45.9V	42.7V	46.2V	43.2V	46.4V	43.7V	46.7V	44.0V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.96A	7.26A	9.01A	7.29A	9.05A	7.30A	9.10A	7.34A
Eficiencia del módulo (%)	15.98%		16.23%		16.49%		16.75%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C							
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)							
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A							
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%							
Coefficiente de temperatura de PMAX	-0.40%/°C							
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.30%/°C							
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C							
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C							

STC: Radiación 1000 W/m<sup>2</sup> Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m<sup>2</sup> Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

\* TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

# ANEXO N°4

# Controladores de carga SmartSolar MPPT 100/30 & 100/50

www.victronenergy.com



## 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.

## VE.Direct

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

## 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 BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

## Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%. Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

## 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.

## Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android  
- Panel ColorControl.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 100/50

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	440W	700W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto FV	100V	100V
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A	60A
Eficiencia máxima	98%	98%
Autoconsumo	12V: 30 mA 24V: 20 mA	
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4V / 28,8V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8V / 27,6V (ajustable)	
Algoritmo de carga	adaptativo multifase	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.	
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión	
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)	
Humedad	95%, sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
<b>CARCASA</b>		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	16 mm <sup>2</sup> / AWG6	
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)	
Peso	1,3 kg	
Dimensiones (al x an x p)	130 x 186 x 70 mm	
<b>NORMATIVAS</b>		
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.		

# ANEXO N°5



### CHARACTERISTICS



Compact size ideal for any type of use.

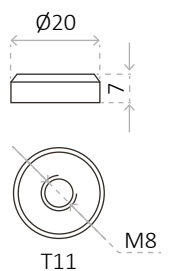
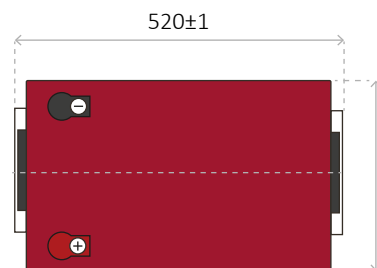
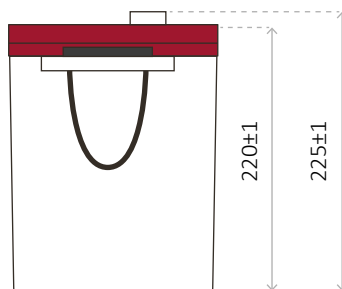
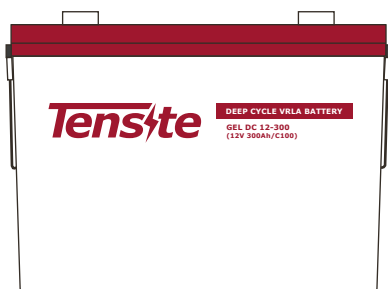


Great performance due to its deep discharge cycle life.



Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

### DIMENSIONS



## GEL BATTERY 12V 300 AH

### GEL SERIES BATTERY

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



### APPLICATION

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

### GENERAL FEATURES

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

### TECHNICAL SPECIFICATIONS

<b>BATTERY MODEL</b>	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
	Cells Per battery		6	
<b>DIMENSION</b>	Length	Width	Height	Total Height
	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
<b>APPROX. WEIGHT</b>	67.0 kg ± 3%			
<b>CAPACITY @ 25°C</b>	10 hour rate (25.0A) 250.0 Ah	5 hour rate (43.7A) 218.7 Ah	3 hour rate (66.2A) 198.7 Ah	1 hour rate (161.5A) 161.5 Ah
<b>MAX. DISCHARGE CURRENT</b>	2000 A (5 sec.)			
<b>INTERNAL RESISTANCE</b>	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
<b>CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)</b>	40°C 103%	25°C 100%	0°C 86%	
<b>CHARGE METHOD @25°C</b>	Cycle Use 14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		Standby Use 13.50-13.80V	

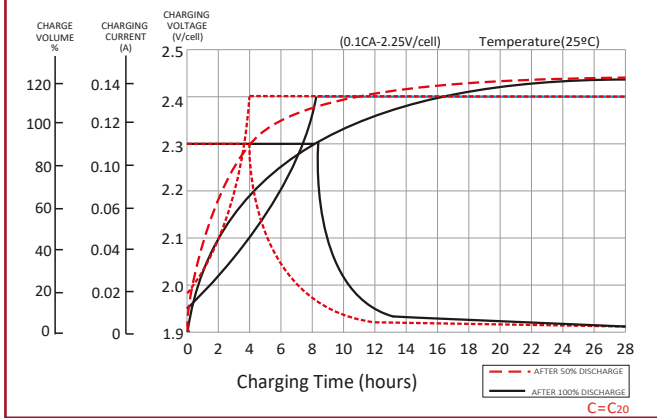
### BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

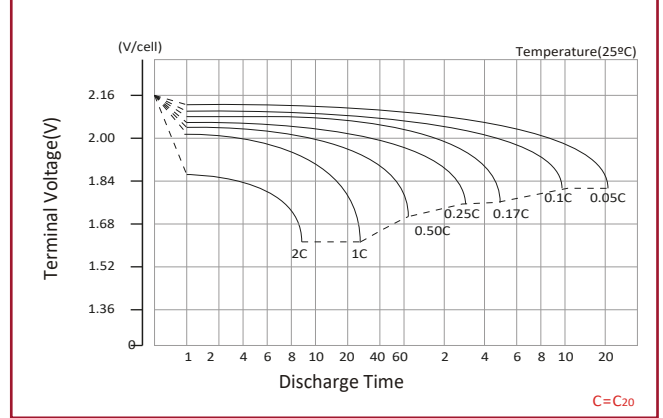
F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h	
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00	13.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6	25.7
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25	13.13
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1	25.9
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50	13.38
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6	26.4
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75	13.55
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0	26.7
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00	13.63
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5	26.8

## BATTERY CHARACTERISTICS

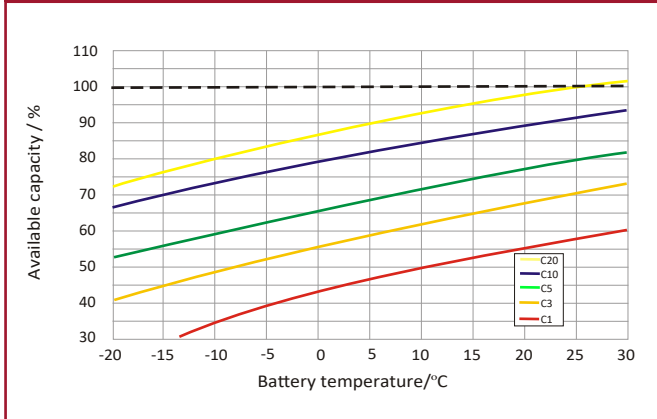
### Float charging characteristics



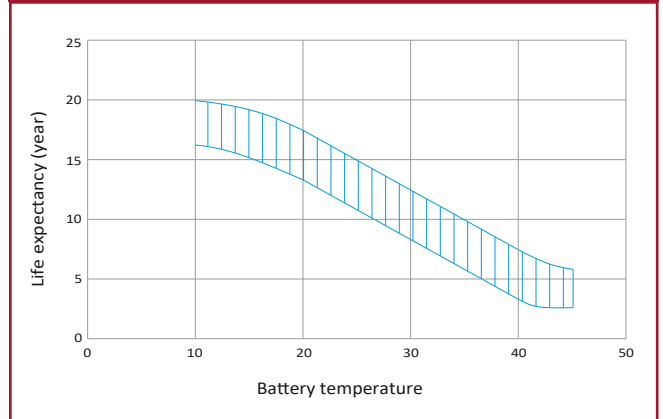
### Discharge characteristics



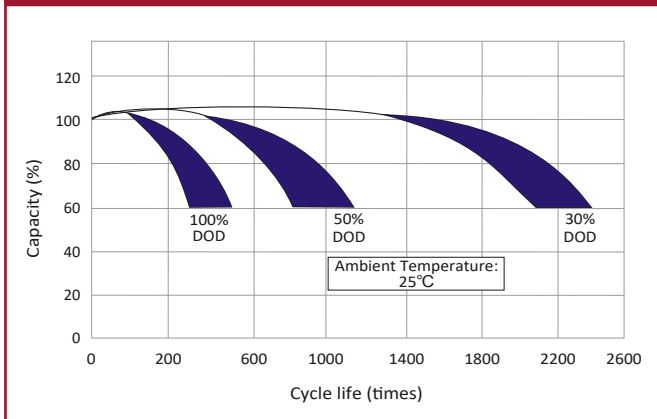
### Temperature effects in relation to battery capacity



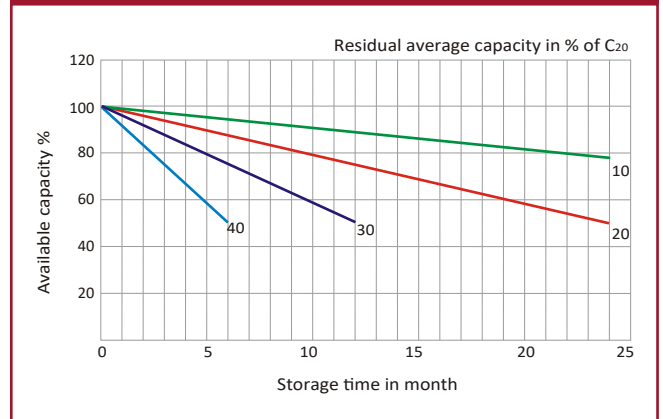
### Effect of temperature on long term float life



### Cycle life in relation to depth discharge



### General relation of capacity vs. storage time



# ANEXO N°6



## PV1800 VMPK Series

### Inversor de alta frecuencia

#### Características:

- Potencia nominal 1KW-5KW
- Onda senoidal pura
- Configurable desde la pantalla LCD (modos de trabajo, estado de carga, voltaje de baterías, etc.)
- Con regulador de carga solar MPPT de 50A incorporado
- Modo de trabajo combinando la carga solar y desde generador o de red eléctrica simultánea manteniendo la potencia de salida
- Protección contra sobretensión, sobrecarga y descarga profunda
- Función de arranque en frío
- Soporte USB, función de monitorización RS485 con CD gratis
- Monitorización remota por WIFI (opcional)
- Compatible con generadores de gasolina o diésel

## Especificaciones

MODELO	PV18-2024 VMPK	PV18-3024 VMPK	
<b>Voltaje de baterías del sistema</b>	24VDC		
<b>SALIDA INVERSOR</b>	Potencia del inversor	2000W	
	Pico de potencia	4000W	
	Tipo de onda	Pure sine wave	
	Regulación de voltaje AC (modo baterías)	(220VAC ~ 240VAC)±5%	
	Eficiencia del inversor	93%	
	Tiempo de transferencia	10ms (For Personal Computers) 20ms (For Home Appliance)	
<b>ENTRADA AC</b>	Voltaje	230VAC	
	Rango de voltaje de salida (seleccionable)	170~280VAC(para PCs), 90~280VAC(para electrodomésticos), 184~253VAC(VDE4105)	
	Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto programado)	
<b>BATERÍA</b>	Voltaje nominal	24VDC	
	Voltaje carga flotación	27VDC	
	Protección sobrevoltaje	31VDC	
<b>CARGADOR SOLAR &amp; CARGADOR AC</b>	Voltaje máximo FV circuito abierto	100VDC	
	Voltaje FV Rango MPPT	30~80VDC	
	Consumo en stand by	2W	
	Potencia entrada PV	1200W	
	Corriente máxima de carga solar	50A	
	Eficiencia máxima	98%	
	Corriente carga máxima AC	20A o 30A	
Corriente carga máxima	80A		
<b>ESPECIF. MECÁNICAS</b>	Dimensiones (W*H*D)(mm)	272*355*100	
	Dimensiones caja (W*H*D)(mm)	540*395*241	
	Peso neto (kg)	10	11
	Peso paquete (kg)	11.7	12
<b>OTROS</b>	Humedad	5% a 95% Humedad relativa (sin condensación)	
	Tª funcionamiento	0°C -55°C	
	Tª almacenamiento	-15°C -60°C	

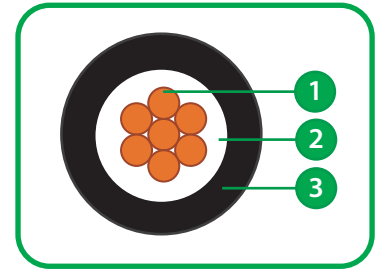
# ANEXO N°7

## Cable de Energía Unipolar N2XOH



### Descripción

- 1 Conductores de cobre electrolítico recocido, suave, flexible y cableado (Clase 2)
- 2 Aislamiento termoestable de polietileno reticulado (XLPE)
- 3 Cubierta termoplástica libre de halógenos (HFFR)



### Propiedades

Cobre de alta calidad con 99.9984% de pureza y buenas propiedades eléctricas y mecánicas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas y alta resistencia de aislamiento. Cubierta retardante a la llama y libre de halógenos (baja emisión de gases tóxicos y humos opacos).

### Aplicaciones

Generalmente como cable de energía, en redes eléctricas de distribución de baja tensión, en instalaciones mineras, industriales, centros comerciales, urbanizaciones, edificaciones, etc. Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye los equipos eléctricos y electrónicos de ambientes como, plantas industriales, aeropuertos, hospitales, estaciones subterráneas, edificios residenciales, oficinas, discotecas, cines, teatros, etc. Se pueden instalar en lugares secos o húmedos, en ducto o directamente enterrados.

### Tensión Nominal

0.6/1kV

### Temperatura de Operación

90°C

### Temperatura de Sobrecarga de Emergencia

130°C

### Temperatura Máxima de Corto-Circuito

250°C

### Normas de Fabricación

NTP-IEC 60228

(Conductores para cables aislados)

NTP-IEC 60502-1

(Cables de energía con aislamiento extruido y tensiones de 1 a 3kV)

NTP 370.250

(Conductores para cables aislados)

NTP 370.255-1

(Cables de energía con aislamiento extruido y tensiones de 1 a 3kV)

IEC 60332-3-24 Cat. C

(No propagación de incendios)

IEC 61034-2

(Prueba de humos)

IEC 60754-1

(Prueba de determinación de gases halógenos ácidos)

IEC 60754-2

(Prueba de determinación de la acidez por el PH y la conductividad)

### Colores

Aislamiento: Natural y blanco

Cubierta: Negro, rojo, azul, blanco, amarillo y verde



### Rotulación

PERU ELCOPE S.A.C. N2XOH SECCION <0.6/1>kV 90°C  
AÑO <FECHA>

### Presentación

Según requerimiento del Cliente.



No propagación de la llama



Resistente al aceite



Tensión nominal 0.6/1kV



Resistente a la humedad



Temperatura de operación 90°C

## TABLA DE DATOS TÉCNICOS – CABLE N2XOH UNIPOLAR

SECCIÓN NOMINAL	DIÁMETRO CONDUCTOR	ESPESOR		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO APROX.	RESISTENCIA ELÉCTRICA CONDUCTOR CC. A 20°C	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA				TIERRA	AIRE	DUCTO
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohmkm)	(A)	(A)	(A)
1 x 2.5	2.01	0.7	0.9	5.21	46	7.41	50	40	38
1 x 4	2.55	0.7	0.9	5.75	63	4.61	65	55	55
1 x 6	3.12	0.7	0.9	6.35	85	3.08	85	65	68
1 x 10	4.05	0.7	0.9	7.25	128	1.83	115	90	95
1 x 16	5.10	0.7	0.9	8.30	190	1.15	155	125	125
1 x 25	6.42	0.9	0.9	10.05	288	0.727	200	160	160
1 x 35	7.56	0.9	0.9	11.16	388	0.524	240	200	195
1 x 50	8.90	1.0	0.9	12.70	540	0.387	280	240	230
1 x 70	10.70	1.1	0.9	14.70	743	0.268	345	305	275
1 x 95	12.60	1.1	1.0	16.80	997	0.193	415	375	330
1 x 120	14.21	1.2	1.0	18.61	1247	0.153	470	435	380
1 x 150	15.75	1.4	1.1	20.75	1560	0.124	520	510	410
1 x 185	17.64	1.6	1.2	23.25	1928	0.0991	590	575	450
1 x 240	19.95	1.7	1.2	25.75	2469	0.0754	690	690	525

## RADIO MÍNIMO DE CURVATURA

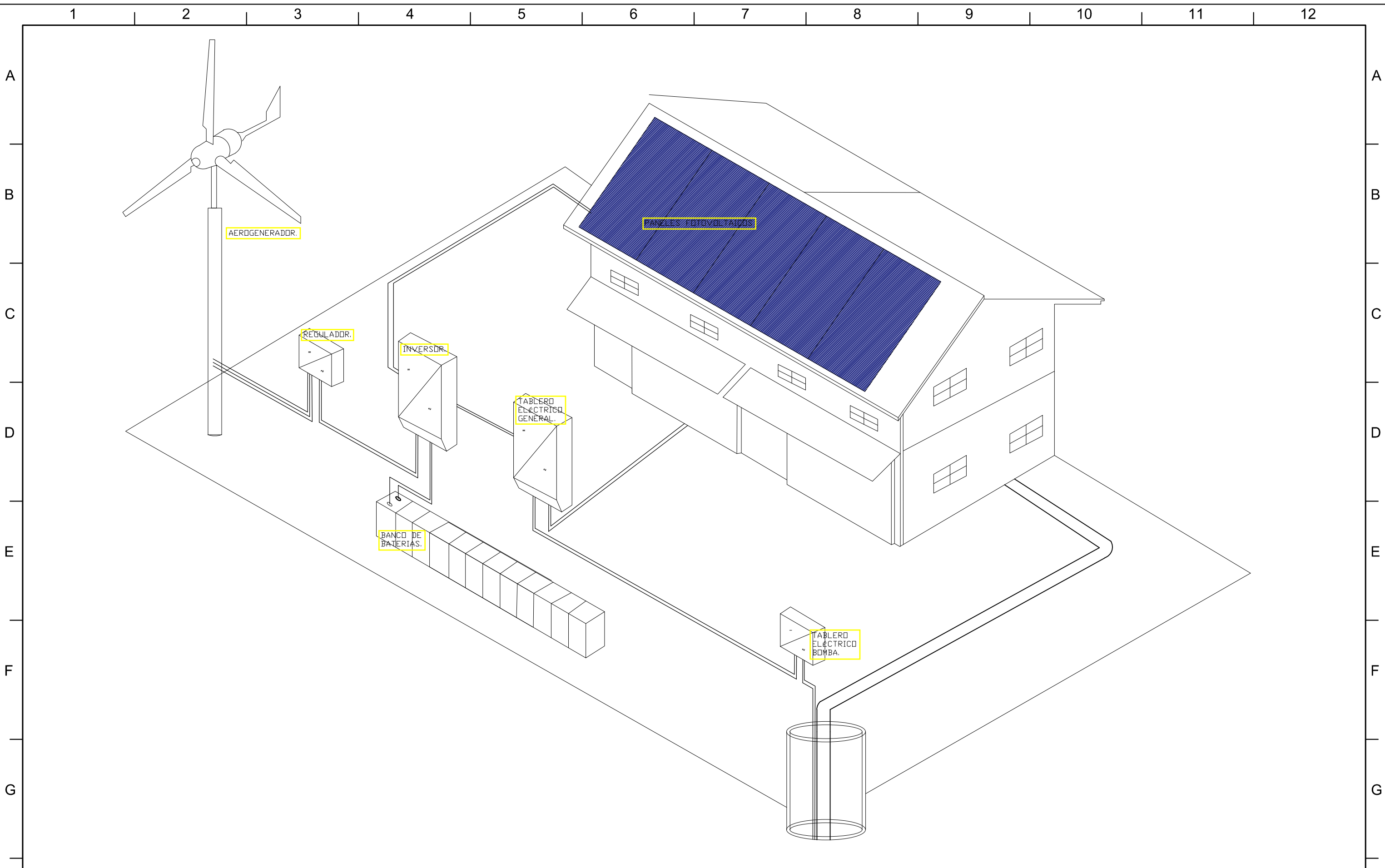
CABLES SIN ARMADURAS NI PANTALLAS – CL2	
D (mm)	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA
D < 25	4D
25 ≤ D ≤ 50	7D
D > 50	8D

### (\*) Consideraciones de instalación

Temperatura de ambiente	: 30°C
Temperatura del terreno	: 20°C
Temperatura en ducto	: 20°C
Resistividad del terreno	: 1°K.m/W
Profundidad del tendido	: 0.70 m

Consultar con nuestra área técnica para secciones no considerados en el presente catálogo. Todos los diseños, especificaciones y detalles de nuestros productos son estrictamente indicativos, pueden ser modificados sin previo aviso. No puede ser considerado contractual para ELCOPE.

# ANEXO N°8



FECHA:	REV.:	DESCRIPCIÓN	POR:	REV.:	FECHA:	REV.:	DESCRIPCIÓN	POR:	REV.:

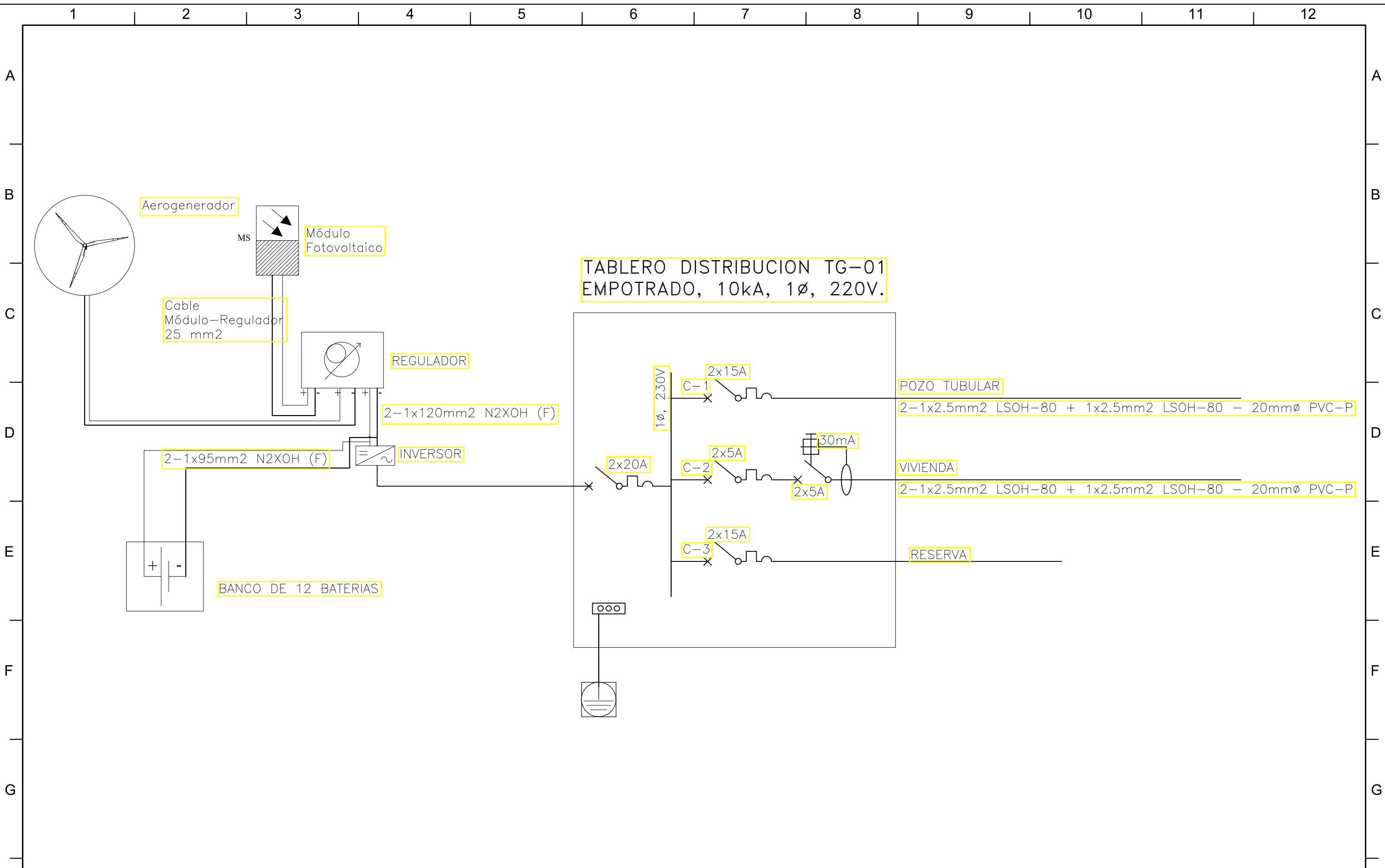
PLANO LLAVE :



**USAT**  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.  
<http://www.usat.edu.pe/>  
[atencionusat@usat.edu.pe](mailto:atencionusat@usat.edu.pe)  
 Tel.: (051) 074 606 200

FACULTAD: <b>INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA</b>	
Ubicación: - Distrito: Jayanca. - Provincia: Lambayeque. - Región: Lambayeque.	PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - FOTOVOLTAICO DE BAJA POTENCIA PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN FUNDOS AGRICOLAS
Asesor: HUGO MUNDACA GUERRA Ing. Mecánico Electricista <a href="https://orcid.org/0000-0002-8210-9581">https://orcid.org/0000-0002-8210-9581</a>	BACHILLER: Adrian Sebastian Romero Tirado.
DIBUJO: A.S.T.R.   FECHA: Mar.2023	PLANO: Plano de distribución y ubicación del sistema híbrido.
	EPECIALIDAD: Electromecánico Plano N°: IE-01 01 de 02 Escala: 1/20000 Formato: A3

# ANEXO N°9



FECHA:	REV.:	DESCRIPCIÓN	POR:	REV.:	FECHA:	REV.:	DESCRIPCIÓN	POR:	REV.:

PLANO LLAVE :



**USAT**  
 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.  
<http://www.usat.edu.pe/>  
[atencionusat@usat.edu.pe](mailto:atencionusat@usat.edu.pe)  
 Tel.: (051) 074 606 200

FACULTAD: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA		PROYECTO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - FOTOVOLTAICO DE BAJA POTENCIA PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN FUNDOS AGRICOLAS		ESPECIALIDAD: Electromecánico	
Ubicación: - Distrito: Jayanca. - Provincia: Lambayeque. - Región: Lambayeque.		BACHILLER: Adrian Sebastian Romero Tirado.		Plano N°: IE-02 02 de 02	
Asesor: HUGO MUNDACA GUERRA Ing. Mecánico Electricista <a href="https://orcid.org/0000-0002-8210-9581">https://orcid.org/0000-0002-8210-9581</a>		PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA HÍBRIDO.		Escala: 1/6100	
DIBUJO: A.S.T.R. FECHA: Mar.2023				Formato: A3	