



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA CON  
ENERGIAS RENOVABLES CONECTADO A LA RED  
PARA EL LABORATORIO DE COMPUTO – FIME DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**

**Autor:**

**Bach. JULIO CESAR RAMIREZ REQUEJO**

**Asesor:**

**Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2021**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA CON  
ENERGIAS RENOVABLES CONECTADO A LA RED  
PARA EL LABORATORIO DE COMPUTO – FIME DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**

**Bach. JULIO CESAR RAMIREZ REQUEJO**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

<b>PRESIDENTE</b>	:	Dr. ING. FREDY DAVILA HURTADO
<b>SECRETARIO</b>	:	ING.MSC CARLOS YUPANQUI RODRIGUEZ
<b>MIEMBRO</b>	:	ING.MSC TEOBALDO OSCAR JULCA OROZCO
<b>ASESOR</b>	:	Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2021**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



## **TESIS**

**TITULO:**

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA CON ENERGÍAS RENOVABLES CONECTADO A LA RED PARA EL LABORATORIO DE COMPUTO – FIME DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”**

## **CONTENIDOS**

<b>CAPITULO I</b>	<b>: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>: MARCO TEÓRICO.</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>: MARCO METODOLÓGICO.</b>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.</b>
<b>CAPITULO VI</b>	<b>: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>

**Bach. JULIO CESAR RAMIREZ REQUEJO**

---

**PRESIDENTE**

---

**SECRETARIO**

---

**MIEMBRO**

---

**ASESOR**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Julio y  
Rosa, por todo el apoyo y cariño brindado  
y por todos los buenos valores  
inculcados.

**Bach. Julio César Ramírez Requejo**

## AGRADECIMIENTO

Expresar mi Gratitud a Dios, por las bendiciones que derrama día a día a mi persona y a mi familia.

Mi agradecimiento profundo a mis padres Julio y Rosa, quienes con sacrificio, esfuerzo y con valores inculcados hicieron de mi la persona que soy, gracias por el total apoyo sincero y verdaderamente incondicional.

Agradecer a mi asesor, el Ingeniero Dr. Daniel Carranza Montenegro, por su apoyo desinteresado para la elaboración de este trabajo de investigación.

De igual manera a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por haberme brindado sus conocimientos que me sirvieron a lo largo de mi carrera profesional y me servirá profesionalmente.

Mi agradecimiento a todos los que de una u otra manera me ayudaron y motivaron en la realización de este proyecto.

**Bach. Julio César Ramírez Requejo**

## RESUMEN

El objetivo general de la presente tesis fue dimensionar un sistema con energías renovables conectado a la red para el laboratorio de cómputo – FIME. Dado que en la UNPRG de Lambayeque la cual es una entidad comprometida contra el cambio climático esta es una iniciativa para promover el uso de las energías renovables.

Los datos de irradiación solar se obtuvieron de NASTEC, del software METEONORM y de SOLARIUS PLUS, obteniéndose que los valores promedios anuales de irradiación solar son de: 5,47 kWh/m<sup>2</sup>/día; 5,86 kWh/m<sup>2</sup>/día; 5,75 kWh/m<sup>2</sup>/día; por lo que el recurso solar si es aprovechable para generar energía eléctrica. Con respecto de la velocidad del viento se obtuvo de la NASA y se obtuvo que para una altura de 20 m la velocidad medio es de 3 m/s por lo que según (Alvaro, 1997, pág. 20) la velocidad del viento debe ser mayor a 5 m/s; por lo que este recurso no se ha considerado como parte del sistema de generación eléctrica.

El Laboratorio de cómputo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y eléctrica esta implementado con 25 computadores de 300 W, y que tiene 4 h de uso promedio diario; en base a ello la energía promedio diaria es de 30 kW.h y una máxima demanda de 7,5 kW.

Se dimensionó el sistema fotovoltaico conectado a red el cual estará conformado por 26 paneles fotovoltaicos ERA SOLAR de 340 Wp, 01 Inversor FRONIUS de 8,2 k W, además se calculó y seleccionó los conductores eléctricos, así como las protecciones.

El costo total del sistema propuesto es de S/. 25 146,89.

Palabras clave: Panel fotovoltaico, inversor, sistema conectado a red, energía renovable.

## ABSTRACT

The general objective of this thesis was to dimension a system with renewable energies connected to the network for the computer laboratory - FIME. Since the Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque National University is an entity committed against climate change, this is an initiative to promote the use of renewable energy.

The solar irradiation data from NASTEC, the METEONORM software and SOLARIUS PLUS, obtaining the annual average values of solar irradiation are: 5,47 kWh / m<sup>2</sup> / day; 5,86 kWh / m<sup>2</sup> / day; 5,75 kWh / m<sup>2</sup> / day; Therefore, the solar resource is usable to generate electricity. Regarding the wind speed, it was obtained from NASA and it was obtained that for a height of 20 m the average speed is 3 m / s, so according to (Alvaro, 1997, 20) the wind speed must be greater than 5 m / s; therefore, this resource has not been considered as part of the electricity generation system.

The Computer Laboratory of the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering is implemented with 25 computers of 300 W, and that has 4 hours of average daily use; Based on this, the average daily energy is 30 kWh and a maximum demand of 7,5 kW.

The grid-connected photovoltaic system was dimensioned, which will consist of 26 ERA SOLAR photovoltaic panels of 340 Wp, 01 FRONIUS inverter of 8,2 k W, in addition, the electrical conductors were calculated and selected, as well as the protections.

The total cost of the proposed system is S /. 25 146,89.

Keywords: Photovoltaic panel, inverter, red connected system, renewable energy.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.1.1. A nivel internacional .....	2
1.1.2. A nivel nacional.....	2
1.1.3. A nivel local.....	2
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.3. Delimitación de la Investigación.....	3
1.3.1. Delimitación espacial .....	3
1.3.2. Delimitación temporal .....	5
1.4. Justificación e Importancia del estudio .....	5
1.4.1. Justificación Ambiental .....	5
1.4.2. Justificación Científica. ....	5
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	6
1.6. Objetivos de estudio .....	6
1.6.1. Objetivo General.....	6
1.6.2. Objetivo Específicos.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes de Estudios.....	7
2.1.1. A nivel Internacional .....	7
2.1.2. A nivel Nacional.....	7
2.1.3. A nivel Local .....	8
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado .....	9
2.2.1. Emisiones de gases de efecto invernadero .....	9
2.2.2. cambio climático.....	11



2.2.3. Energía renovable .....	11
2.2.4. La energía eólica.....	12
2.2.5. Energía solar .....	16
2.2.6. Instalaciones fotovoltaicas conectados a red .....	20
2.2.7. Generador fotovoltaico .....	22
2.2.8. inversor para Conexión a Red .....	30
2.2.9. Cableado del Sistema Fotovoltaico .....	30
2.2.10. Elementos de protección.....	31
2.2.11. Puesta a tierra.....	31
2.2. Definición conceptual de la terminología empleada. ....	33
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	34
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	34
3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada .....	34
3.1.2. Diseño de investigación: No experimental .....	34
3.2. Población y muestra .....	34
3.3. Técnicas de muestreo .....	34
3.4. Hipótesis.....	34
3.5. Variables - Operacionalización .....	34
3.6. Métodos y Técnicas de investigación.....	36
3.7. Descripción de los instrumentos utilizados .....	36
3.8. Análisis Estadístico e interpretación de los datos .....	36
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	38
4.1. Descripción del sistema propuesto .....	38
4.1.1. Evaluación de los datos metrológicos: velocidad del viento e irradiación solar ....	38
4.1.2. Cálculo de la demanda de energía eléctrica promedio diario y la máxima demanda. .....	38
4.1.3. Dimensionamiento y selección de equipos.....	38
4.1.4. Cálculo del costo total del sistema .....	39
4.1.5. Evaluación económica.....	39
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	40
5.1. Obtención y procesamiento de datos meteorológicos: velocidad del viento e irradiación solar .....	40
5.1.1. Datos de Irradiación solar.....	40
5.1.2. Datos de la velocidad del viento.....	44
5.1.3. Datos de Temperatura.....	44

5.2. Cálculo de la demanda de energía eléctrica promedio y máxima demanda.....	46
5.3. Cálculo y selección de equipos .....	46
5.3.1. Orientación de los paneles fotovoltaicos .....	50
5.3.2. Estructuras de soporte para paneles fotovoltaicos .....	52
5.3.3. Cálculo y selección del inversor .....	53
5.3.4. Cálculo de conductores eléctricos .....	59
5.3.5. Cálculo de protecciones.....	61
5.4. Costo del sistema propuesto.....	65
5.4.1. Costo del sistema de bombeo fotovoltaico .....	65
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
6.1. Conclusiones .....	66
6.2. Recomendaciones.....	67
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación del Laboratorio de cómputo-FIME-UNPRG.....	3
Tabla 2 Gases de efecto invernadero y sus fuentes de emisión .....	10
Tabla 3 Coeficiente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno .....	13
Tabla 4 Operacionalización de variables .....	35
Tabla 5 cálculo de irradiación solar promedio mensual .....	42
Tabla 6 Irradiación solar en kW.h/m <sup>2</sup> /día, en Lambayeque- SOLARIUS PLUS .....	43
Tabla 7 Irradiación solar promedio diaria.....	43
Tabla 8 Rapidez del viento (m/s), en la UNPRG- NASA.....	44
Tabla 9 Datos de temperatura- Estación meteorológica Lambayeque- SENAMHI .....	45
Tabla 10 Comparación entre paneles de diferentes marcas .....	46
Tabla 11 Coeficientes de variación de los parámetros eléctricos del panel con la temperatura .....	54
Tabla 12 Configuración del sistema fotovoltaico .....	56
Tabla 13 Datos del inversor seleccionado .....	58
Tabla 14 Datos técnicos de conductores eléctricos NH-80 .....	60
Tabla 15 Costo del sistema conectado a red .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG .....	4
Figura 2: Laboratorio de cómputo- FIME-UNPRG.....	5
Figura 3: Emisiones mundiales diarias de CO <sub>2</sub> ; Enero - abril del 2020.....	10
Figura 4: Energías Renovables .....	11
Figura 5: Variación vertical del viento .....	13
<i>Figura 6: Ley de Betz</i> .....	14
Figura 7: Curva de ley de Betz .....	16
Figura 8: Emisión de radiación solar .....	17
Figura 9: Radiación solar .....	17
Figura 10: Energía recibida real y radiación equivalente en HSP .....	18
Figura 11: Efecto voltaico - Célula fotovoltaica.....	19
Figura 12: Irradiancia e Irradiación solar.....	20
Figura 13: Sistema conectado a la red .....	21
Figura 14: Generación eléctrica de una celda fotovoltaica.....	22
Figura 15: Curva característica I-V de una Celda Solar .....	23
Figura 16: Clasificación de las celdas solares.....	24
Figura 17: Panel Fotovoltaico .....	26
Figura 18: Curva V-I típica de una celda fotovoltaica.....	26
Figura 19: Efectos de la temperatura y la irradiación en la forma de la curva V-I.....	27
Figura 20: Conexión en serie .....	27

Figura 21: Conexión en paralelo.....	28
Figura 22: Conexión mixta .....	29
Figura 23: Montaje en tierra para panel fotovoltaico.....	30
Figura 24: conexión de Puesta a tierra del panel FV .....	32
Figura 25: Puesta a tierra del sistema fotovoltaico .....	32
Figura 26: Irradiación solar en la UNPRG según NASTEC.....	40
Figura 27: Irradiación solar-NASTEC .....	41
Figura 28:Irradiación solar según software- SOLARIUS PLUS .....	43
Figura 29: Estación meteorológica Lambayeque del SENAMHI.....	45
Figura 30.Geometría del panel fotovoltaico Era solar de 340 Wp .....	48
Figura 31: Distancia entre paneles fotovoltaicos .....	49
Figura 32: Vista superior del Laboratorio de cómputo- FIME .....	49
Figura 33: Orientación Norte en la azotea del edificio del laboratorio de cómputo FIME .....	50
Figura 34: Trazo de las líneas en dirección norte .....	51
<i>Figura 35: Ubicación de los 26 paneles fotovoltaicos en la azotea del edificio del laboratorio de cómputo- FIME.....</i>	<i>51</i>
Figura 36. Estructura de soporte para 10 paneles fotovoltaicos .....	52
Figura 37. Estructura de soporte para 8 paneles fotovoltaicos .....	52
Figura 38. Configuración de los paneles fotovoltaicos.....	53
Figura 39. Inversor FRONIUS.....	56
Figura 40. fusible para sistema fotovoltaico de 10 A .....	61
Figura 41.Interruptor magnetotérmico de 10 A .....	62
Figura 42:Interruptor seccionador OTP32BA8MS.....	63
Figura 43: Interruptor termomagnético de 40 A .....	64
Figura 44: Interruptor diferencial 2x 40 A.....	64

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el dimensionamiento de un sistema con energías renovables conectado a la red para el laboratorio de cómputo – FIME de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

La tesis esta está estructurada en seis capítulos:

En el capítulo I se describe la realidad problemática, la delimitación, el objetivo general y los objetivos específicos, se redactan las limitaciones de la investigación debido a las fuentes de donde se obtuvieron los datos.

En el capítulo II, contiene toda la base teórica para la elaboración de la tesis, así como la definición de términos y conceptos que ayudan a esclarecer algunos términos usados.

En el tercer capítulo, en este capítulo se determinan las técnicas e instrumentos que se utilizó para la recolección de información.

En el cuarto capítulo, se describe la alternativa de solución frente a la realidad problemática se describe paso a paso el plan para lograr el objetivo general.

En el quinto capítulo, se seleccionan los equipos es decir el dimensionamiento y selección, así como la elaboración del presupuesto.

En el sexto capítulo, se redactan las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **1.1.1. A nivel internacional**

La página Statista (2019) indica que “una de las causas principales del calentamiento global relacionadas con la actividad humana es la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera, entre los que destaca por su efecto nocivo el dióxido de carbono”.

#### **1.1.2. A nivel nacional**

Según la página web conexionesan (2019) indica que “la producción de electricidad aumentó hasta en un 186 % en los últimos 20 años. Las acciones que se deben tomar es evitar cualquier daño o impacto ambiental en cada proceso de producción”.

#### **1.1.3. A nivel local**

Actualmente la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque es una entidad comprometida contra el cambio climático. Conscientes de las bondades de provechar los recursos renovables como son la radiación solar y el viento de manera que luego de su evaluación, se propone el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica con energías renovables conectado a la red eléctrica que sirva para cubrir parte de la demanda energética de alguna construcción dentro de su campus universitario.

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, cuenta con 3 edificios de 4 plantas con área libre en sus azoteas de aproximadamente 300 metros cuadrados, de las cuales ninguna de esas áreas se aprovecha para promover el uso de las energías renovables en

la generación de energía Eléctrica amigable con el medio ambiente, ya que como Facultad encargada de formar Profesionales en el rubro de la Electricidad debería ser la promotora de este tipo de energías.

## 1.2. Formulación del Problema

¿Con un sistema de energías renovables conectado a red lograremos suministrar la demanda de energía eléctrica del laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG?

## 1.3. Delimitación de la Investigación

### 1.3.1. Delimitación espacial

El desarrollo de esta tesis se realizó en el Laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG ubicado en el distrito y provincia de Lambayeque.

Tabla 1  
*Ubicación del Laboratorio de cómputo-FIME-UNPRG*

<b>Ubicación de la FIME-UNPRG - Lambayeque</b>	
Latitud	-6,7077714
Longitud	-79,9064118

Fuente: elaboración propia. Datos: (Google Maps, 2019)





*Figura 1:* Ubicación del Laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG

Fuente: (Google Earth Pro, 2019)



*Figura 2:* Laboratorio de cómputo- FIME-UNPRG

Fuente: propia

### **1.3.2. Delimitación temporal**

06 meses.

## **1.4. Justificación e Importancia del estudio**

### **1.4.1. Justificación Ambiental**

Esta tesis busca fomentar el uso de la energía renovable con la finalidad de proteger el medio ambiente.

### **1.4.2. Justificación Científica.**

Fomentar el uso de las energías renovables.

### **1.5. Limitaciones de la Investigación**

Los datos de irradiación solar fueron obtenidos de NASTEC, software SOLARIUS PLUS y del software METEONORM, con respecto de la velocidad del viento se obtuvo de la página web de la NASA, los datos de la temperatura se han obtenido de la estación meteorológica del SENAMHI para el año 2019.

### **1.6. Objetivos de estudio**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Dimensionar un sistema con energías renovables conectado a la red para el laboratorio de cómputo – FIME de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

#### **1.6.2. Objetivo Específicos**

- a) Evaluar la irradiación solar y velocidad del viento en el lugar de estudio.
- b) Calcular la demanda de energía eléctrica promedio y máxima demanda.
- c) Dimensionar y seleccionar los equipos del sistema.
- d) Calcular el costo total sistema.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de Estudios**

#### **2.1.1. A nivel Internacional**

##### **Colombia**

Gutiérrez y Olaya (2016) propone un sistema conectado a la red eléctrica con la finalidad de utilizar los recursos renovables y reducir la contaminación ambiental, la tesis que presenta es una guía para el procedimiento de cálculo.

##### **México**

Ramos y Luna (2014) tesis titulada: “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL AREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA” indican que: “La variación entre la carga medida, la registrada por CFE y la tomada, se encuentra en promedio de los 12 000 W/m<sup>2</sup> lo que garantiza el abasto de energía en el edificio” (pág. 94). Indican que se instalarán paneles fotovoltaicos con la finalidad de satisfacer la demanda de potencia de 83 661,65 kW.h por año.

#### **2.1.2. A nivel Nacional**

##### **Piura**

Sánchez (2019) propone un sistema conectado a red utilizando paneles solares para el centro poblado el Arenal. Luego de realizar la evaluación económica obtuvo que es viable con un VAN= S/ 47 888,9 y la TIR de 24,77 %.

### **San Ignacio**

Según Aguirre (2019) en la tesis titulada: “Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica pública para la I.E. N° 16531, puerto Chinchipe – San Ignacio”

El costo de inversión es de: S/15 714,34 y se obtuvo que el capital inicial retorna en 8,995 años, el cálculo del VAN indica un valor S/ 142,34 y la TIR de 10 %

### **Chimbote**

Según Barreto (2017) en la tesis: “SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES, PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN EL SECTOR URBANO DE CHIMBOTE”

El sistema propuesto tuvo como objetivo reducir la emisión de gases que producen efecto invernadero, además se indica que existe un ahorro del 80 % del monto facturado.

## **2.1.3. A nivel Local**

### **Chiclayo**

En la tesis titulada “Análisis para la dotación de energía fotovoltaica para autoconsumo de la Institución Educativa Cristo Rey-Chiclayo”, el autor Barboza (2019) indica que:

La institución educativa busca fomentar el uso de las energías renovables y busca a ser un modelo a seguir por las demás instituciones educativas.

### **Chiclayo**

Según León (2020) en la tesis titulada : “Generación distribuida mediante el diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución en el Instituto ISA- Chiclayo”

El autor indica que: “en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Privado ISA-Chiclayo el problema que se presenta es el alto costo mensual que se paga por consumo de energía eléctrica a la empresa distribuidora” (Leon, 2020, pág. 7).

Además, León (2020) indica que: en el sistema conectado a red “aprovecha las fuentes de energía renovables no convencionales como lo es la energía solar y cuyo diseño cumple con las necesidades del usuario al igual que se contribuya con el cuidado del medio ambiente generando energía eléctrica de manera limpia” (pág. 7).

### **Picsi**

Según Vásquez (2019) en la tesis titulado: “Microgeneración distribuida con sistema fotovoltaico para autoconsumo en la Municipalidad de Picsi en el departamento de Lambayeque”.

De los cálculos realizados en base a la propuesta obtuvo que “Los indicadores económicos evaluados para una tasa de descuento de 12 % y un periodo de 25 años fueron de: VAN de S/5 989,64 y la TIR de 14%, por lo que el sistema es viable” (pág. 6)

## **2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado**

### **2.2.1. Emisiones de gases de efecto invernadero**

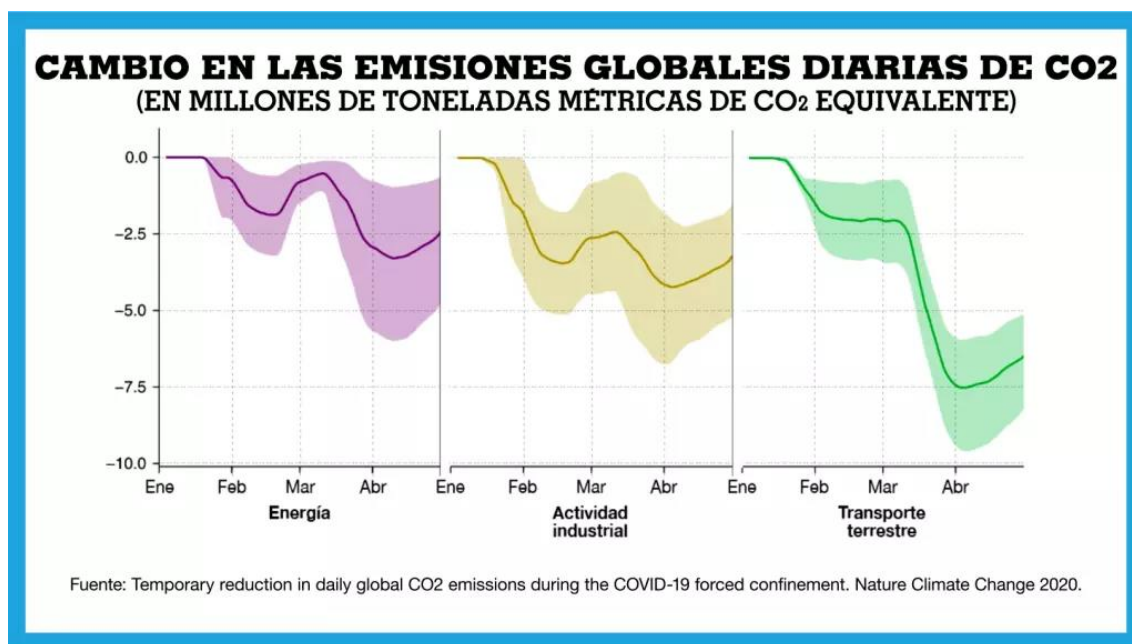
“El efecto invernadero es un proceso natural por el cual los gases que están presentes en la atmósfera “atrapan” la radiación que la Tierra emite al espacio. Esta radiación resulta del calentamiento terrestre por la incidencia de la radiación solar” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable - Argentina, 2017, pág. 4).

Tabla 2

*Gases de efecto invernadero y sus fuentes de emisión*

(CO <sub>2</sub> ) <b>Dióxido de Carbono</b>	(CH <sub>4</sub> ) <b>Metano</b>	(N <sub>2</sub> O) <b>Óxido Nitroso</b>
Combustibles fósiles Deforestación Quema de Biomasa Producción de Cemento	Arrozales y humedales Rumiantes Quema de Biomasa Combustibles fósiles Termitas Vertederos	Fuentes Biológicas Fertilización Quema de Biomasa Fuentes industriales
(HFCs) <b>Hidrofluorocarbonos</b>	(PFCs) <b>Perfluorocarburos</b>	(SF <sub>6</sub> ) <b>Hexafluoruro de Azufre</b>
Equipos de refrigeración Aire acondicionado Extintores y Aerosoles	Producción de Aluminio	Equipos eléctricos

Fuente: (Cinquantini, Bertolino, Ayala, & Amanquez, 2016, pág. 5)



*Figura 3: Emisiones mundiales diarias de CO<sub>2</sub>; Enero - abril del 2020*

Fuente: (france24, 2020)



### 2.2.2. cambio climático

Según el artículo 1 de la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) citado por Von (2001) define cambio climático como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (pág. 6).

### 2.2.3. Energía renovable

Según el “Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura” (2015): “La energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización” (pág. 16).

Torrecilla (2014) afirma: “la disponibilidad de la energía renovable es de forma ilimitada, además no produce impacto sobre el medio ambiente al no emitir gases contaminantes, ni otro tipo de emisiones” (pág. 19).



*Figura 4: Energías Renovables*

Fuente: (ikSol, 2018)



#### **2.2.4. La energía eólica**

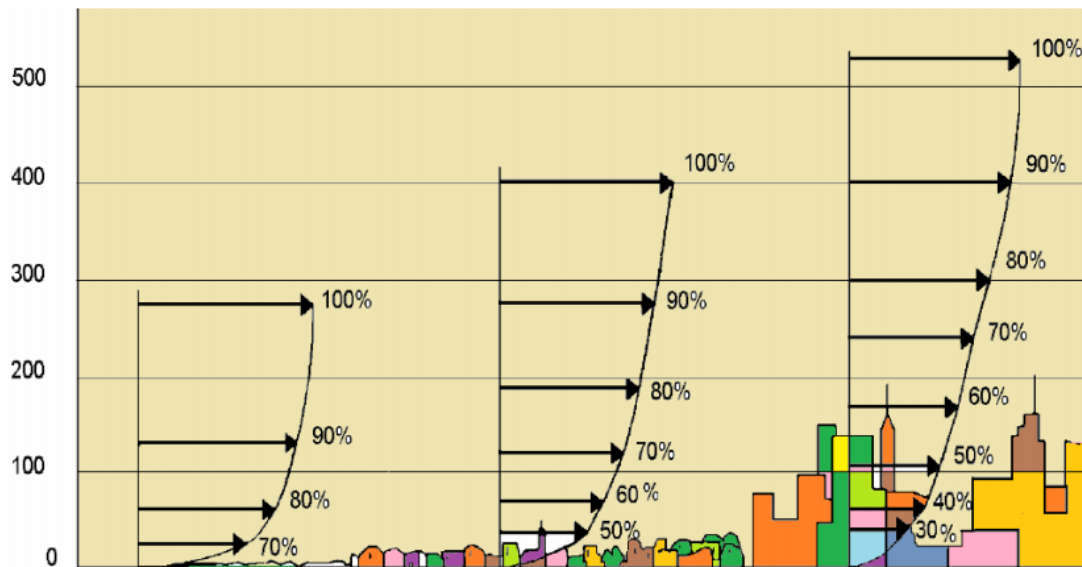
Según PUCP (2015) “La energía eólica es una fuente de energía renovable que convierte la energía cinética del viento, por medio de aerogeneradores, en energía eléctrica” (pág. 1).

“La energía eólica es la energía obtenida del viento. El viento tiene su origen en el desigual calentamiento de la atmósfera. Alrededor del 2% de la radiación proveniente del sol es convertida en energía eólica” (Román & Villacrés , 2019, pág. 1).

##### **2.2.4.1. Ley exponencial de HELLMAN**

Según Cochancela y Astudillo (2012): “El viento y la altura están relacionados, la velocidad del viento en función de la altura puede tener grandes variaciones y se lo conoce como perfil del viento. La forma de este perfil depende principalmente de la rugosidad del terreno” (pág. 21).

“Las velocidades más bajas del viento se dan cerca del suelo y aumentan con la altura hasta cotas de varios cientos de metros por encima del suelo, hay alturas especiales en las cuales son comunes las altas velocidades del viento” (Cochancela, J. & Astudillo,P., 2012, pág. 21).



*Figura 5: Variación vertical del viento*

Fuente: (Montaña, 2015, pág. 26)

Según Cochancela y Astudillo (2012): “Existe un modelo sencillo para calcular el incremento de la velocidad con respecto a la altura, esta distribución de velocidades sigue una ley exponencial” (pág. 22).

$$\frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{h_1}{h_2} \right)^\alpha \dots \dots (\text{Ec. 1})$$

Donde:  $\alpha$  se obtiene de la tabla 3

Tabla 3

Coefficiente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno

Tipo de Terreno	Valor de Coeficiente $\alpha$
lugares llanos con hielo o hierba	0,08 - 0,12
Lugares llanos (mar o costa)	0,14
Terrenos poco accidentados	0,13 - 0,16
Zonas rústicas	0,2
Terrenos accidentados o bosques	0,2 - 0,26
Terrenos muy accidentados y ciudades	0,25 - 0,4

Fuente: (Cochancela, J. & Astudillo, P., 2012, pág. 22)

### 2.2.4.2. Limite Betz



*Figura 6: Ley de Betz*

Fuente: (Murillo, 2012, pág. 16)

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013): “Se define la velocidad promedio del viento que pasa por el rotor del aerogenerador mediante la ecuación 2” (pág. 59)

$$V = \frac{V_e + V_s}{2} \dots\dots (Ec. 2)$$

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013): “El flujo másico del viento que pasa a través del rotor del aerogenerador viene dado por la ecuación 3” (pág. 59)

$$\dot{m} = \rho AV = \rho * Area\ del\ rotor * \left( \frac{V_e + V_s}{2} \right) \dots\dots (Ec. 3)$$

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013): “Por definición la potencia es la energía cinética de un flujo sobre un tiempo determinado (ecuación 4)”. (pág. 60)

$$P = \frac{1}{2} mV^2 \dots (Ec. 4)$$

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013): “Por conservación de la energía, la potencia aprovechada por el rotor, es la diferencia entre la potencia del flujo de aire que entra, y la potencia del flujo de aire que sale, como se muestra en la ecuación 5” (pág. 60)

$$P_a = \frac{1}{2} m V_e^2 - \frac{1}{2} m V_s^2 = \frac{1}{2} m (V_e^2 - V_s^2) \dots (Ec. 5)$$

La ecuación 3 la remplazo en la ecuación 5, se tiene:

$$P_a = \frac{1}{2} \left[ \rho A \left( \frac{V_e + V_s}{2} \right) \right] (V_e^2 - V_s^2) \dots \dots (Ec. 6)$$

$$P_a = \frac{1}{4} \rho A (V_e - V_s)(V_e^2 - V_s^2) \dots \dots (Ec. 7)$$

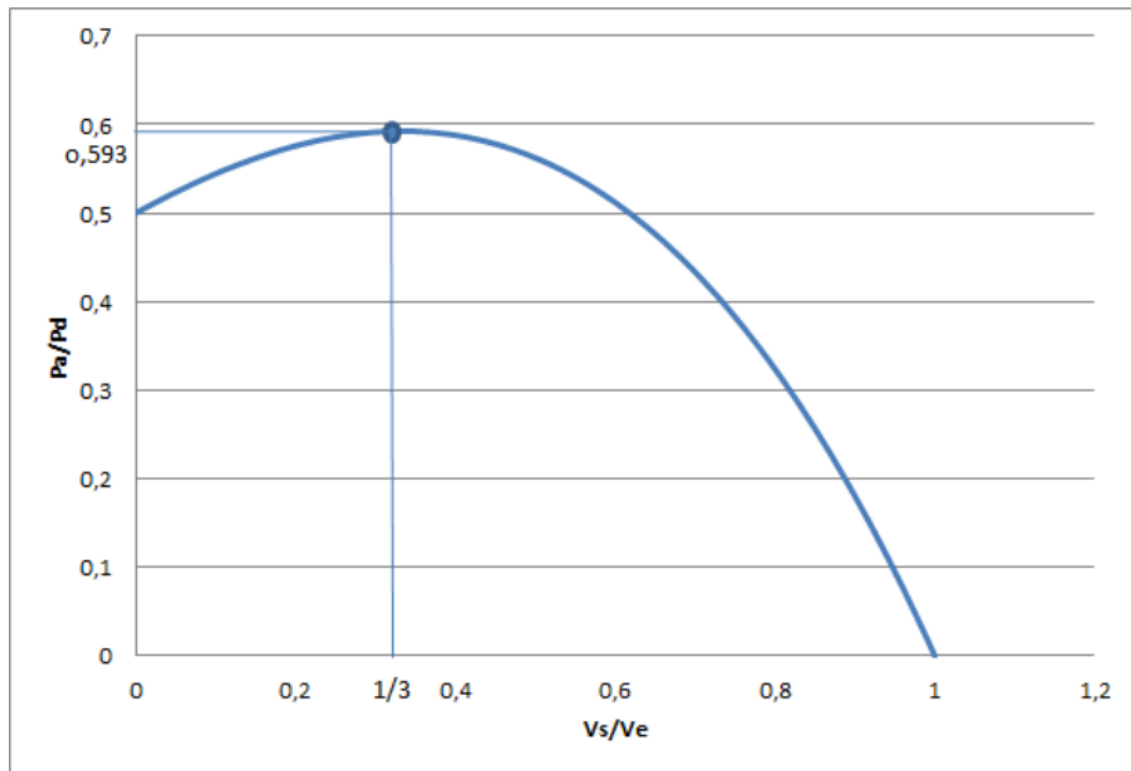
Según Ruiz, Peña y Fernández (2013): “La potencia disponible del viento antes de pasar por el rotor, está dada por la ecuación 8” (pág. 61)

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A V_1^3 \dots (Ec. 8)$$

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013) “La fracción de potencia que puede ser aprovechada del viento está dada por la división de la potencia aprovechada sobre la potencia disponible, por lo tanto, se relaciona la ecuación 7 sobre la 8” (pág. 61).

$$\frac{P_a}{P_d} = \frac{1}{2} \left[ 1 - \left( \frac{V_s}{V_e} \right)^2 \right] \left[ 1 + \frac{V_s}{V_e} \right] \dots \dots (Ec. 9)$$

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013) “Utilizando la ecuación 9 se obtiene la curva de la Ley de Betz, mostrada a través de la Figura 7” (pág. 61).



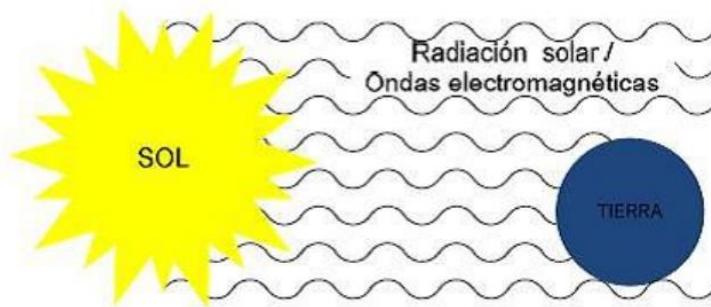
*Figura 7: Curva de ley de Betz*

Fuente: (Ruíz, J., Peña, J., & Fernández, A., 2013, pág. 61)

Según Ruiz, Peña y Fernández (2013) “La fracción de potencia máxima que se puede aprovechar es de 0,593. Esto significa que la energía aprovechada por un aerogenerador podrá ser como máximo el 59,3% de la energía disponible en el viento” (pág. 61).

### 2.2.5. Energía solar

Según Galeano (2014): “La energía solar es la energía radiante producida en el Sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz)” (pág. 2).



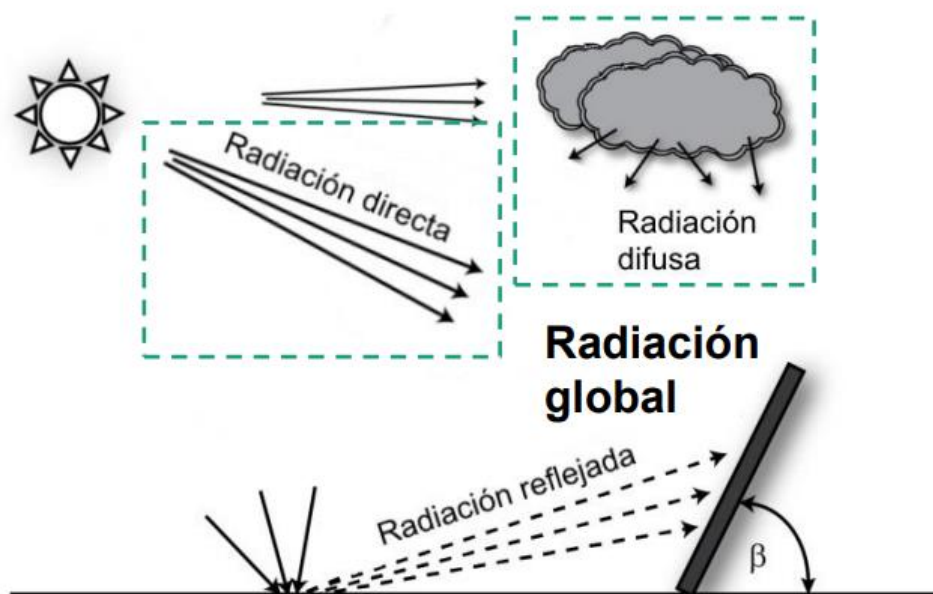
*Figura 8: Emisión de radiación solar*

Fuente: (Ahumada, R., 2017, pág. 43)

Según Ahumada (2017) “La energía solar tiene una serie de ventajas: Es inagotable, no es contaminante, es un sistema de aprovechamiento idóneo para zonas donde el tendido eléctrico no llega y los sistemas de captación solar son de fácil mantenimiento” (pág. 44)

#### **2.2.5.1. Componentes de la radiación solar**

En la figura se puede observar que 3 son las componentes de irradiación solar que la suma de ellas da el total.



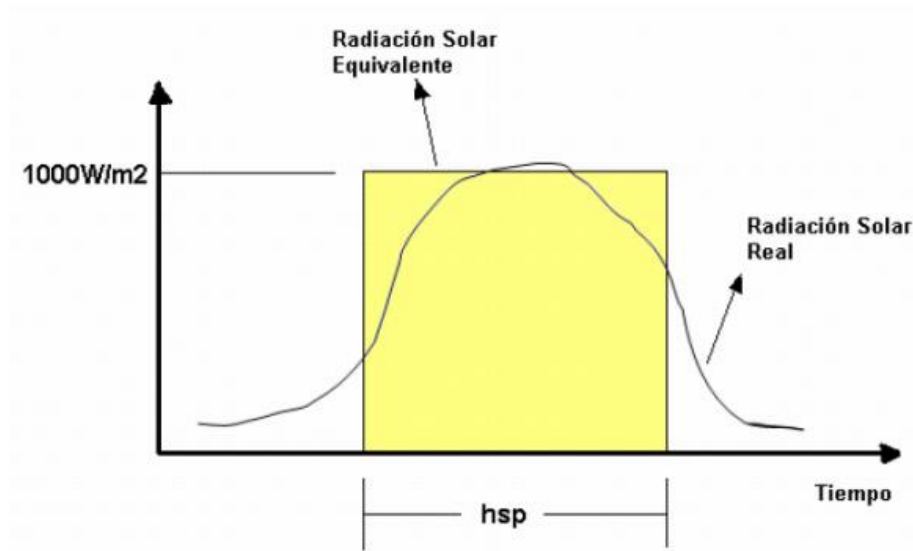
*Figura 9: Radiación solar*

Fuente: (Pino, 2015, pág. 3)

### 2.2.5.2. Horas de sol pico

Según García (2016): “La hora solar pico es una forma simplificada de expresar la irradiación diaria, equivale a las horas al día que la irradiación ha sido de  $1\,000\text{ W/m}^2$ ” (pág. 6).

“Por tanto, nosotros podemos afirmar que la cantidad de energía que se irradió durante todo el día es igual a la que se irradiara durante un número de HSP” (Mendoza & Estrada, 2010, pág. 11).

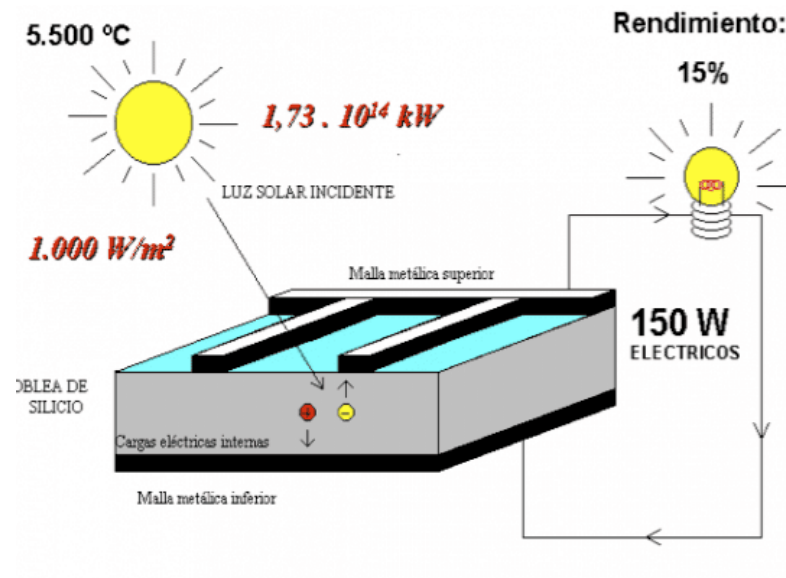


*Figura 10: Energía recibida real y radiación equivalente en HSP*

Fuente: (Mendoza & Estrada, 2010, pág. 11)

### 2.2.5.3. Efecto fotovoltaico

Según Romero (2018): “El efecto fotovoltaico es el efecto fotoeléctrico caracterizado por la producción de una corriente eléctrica entre dos piezas de material diferente que están en contacto y expuestas a la luz o, en general, a una radiación electromagnética” (pág. 29).



*Figura 11: Efecto voltaico - Célula fotovoltaica*

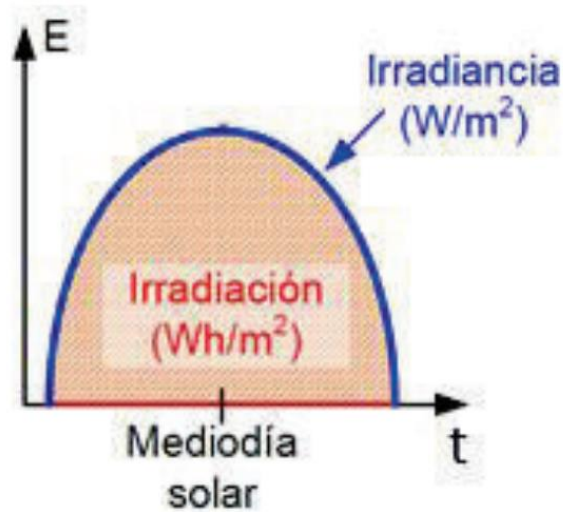
Fuente: (Romero, 2018, pág. 29)

#### 2.2.5.4. Irradiación e irradiancia

Según Cushicondor (2019): “La irradiancia solar, está definida como la energía incidente sobre una superficie por unidad de área y tiempo, lo que equivale a la potencia incidente por unidad de superficie teniendo como unidad de medida el  $W/m^2$ ” (Cushicondor, 2019, pág. 5)

Según Cushicondor (2019): “La irradiación es el valor acumulado de la irradiancia solar en un intervalo de tiempo, corresponde a la energía recibida por unidad de superficie, se mide en  $Wh/m^2$  o en determinados casos en  $J/m^2$ ” (Cushicondor, 2019, pág. 5)





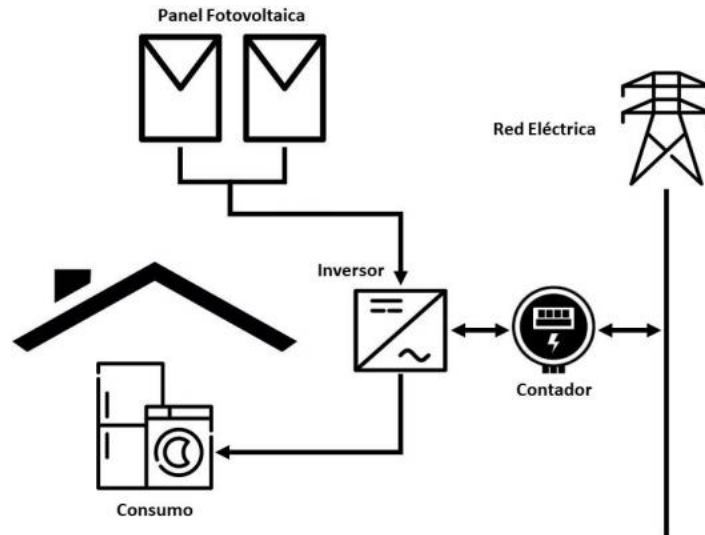
*Figura 12:* Irradiancia e Irradiación solar

Fuente: (Cushicondor, 2019, pág. 6)

#### **2.2.6. Instalaciones fotovoltaicas conectados a red**

Según Ordóñez (2017): “Con generación fotovoltaica y/o eólica, se puede autoabastecer de energía mientras estén disponibles los recursos renovables, y cuando estos no estén generando, el abastecimiento se lo realiza tomando energía de la red” (pág. 71).

Según Chou (2019): “En los sistemas conectados a la red, utilizan inversor para convertir la electricidad de corriente continua (DC) producida por los módulos fotovoltaicas a corriente alterna (AC) para alimentar las cargas doméstica o inyecta a la red eléctrica” (pág. 31).



*Figura 13: Sistema conectado a la red*

Fuente: (Chou, 2019, pág. 31)

#### **2.2.6.1. Autoconsumo instantáneo con inyección cero**

Según Ordóñez (2017): “Sistema que siempre produce la energía que se consume en ese instante, cuando hay un excedente de generación de energía, se envía una orden a través de un inversor para que baje la producción y no inyectar en la red” (pág. 72).

“La instalación cubre las necesidades energéticas instantáneas, o parte de ellas, y el propietario sólo necesita comprar a la red eléctrica la energía que su instalación no puede suministrar” (Ordóñez, 2017, pág. 72).

#### **2.2.6.2. Autoconsumo con balance neto**

Según Ordóñez (2017): “En este caso, la instalación renovable cubre las necesidades de electricidad, cuando se produce un excedente se vierte a la red a través de un medidor bidireccional, que luego se restarán de la electricidad que se demande de la red” (pág. 73).

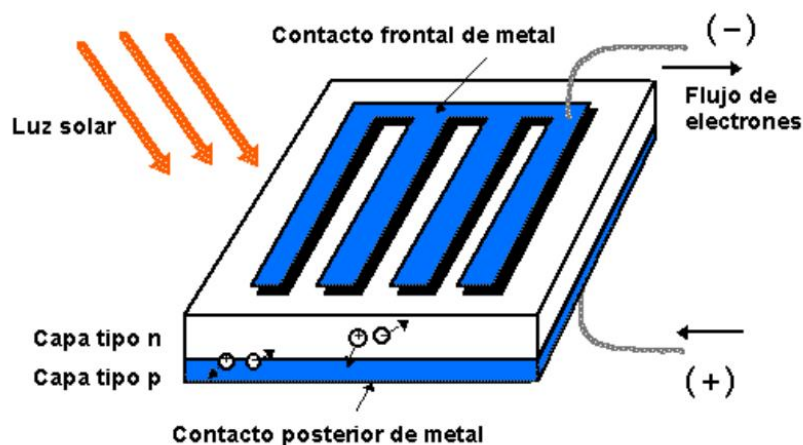
“Es decir, si se requiere comprar 12 kWh hoy, pero ayer se vertió a la red 5 kWh que sobraron de la instalación FV, la compañía eléctrica sólo facturará la diferencia, que serían los 7 kWh” (Ordóñez, 2017, pág. 73).

“Este caso es el más interesante, puesto que se aprovecharía al máximo los beneficios de la instalación renovable, además de que inclusive la red eléctrica la puede considerar como un sistema de almacenamiento que ayuda hacer más eficiente al sistema” (Ordóñez, 2017, pág. 73).

## 2.2.7. Generador fotovoltaico

### 2.2.7.1. Celda solar

Según Asmat (2018): es la unidad del panel fotovoltaico en donde se produce la transformación de energía solar en energía eléctrica por absorción de fotones por parte de los electrones.



*Figura 14:* Generación eléctrica de una celda fotovoltaica

Fuente: (Asmat, 2018, pág. 22)

Para el cálculo del generador fotovoltaico se utilizará la siguiente ecuación.

$$P_{gen\_fotov}(Wp) = \frac{E_{diario}}{HSP \times PR} \dots (Ec. 10)$$

Donde: PR (rendimiento global de la instalación) “Los valores típicos de PR: sistema con inversor PR=0,7; sistema con inversor, batería y regulador PR=0,6” (pág. 135).

### 2.2.7.2. Parámetros de funcionamiento de una celda solar

En la figura 15 se puede observar cómo cambia la tensión la corriente eléctrica y la potencia.

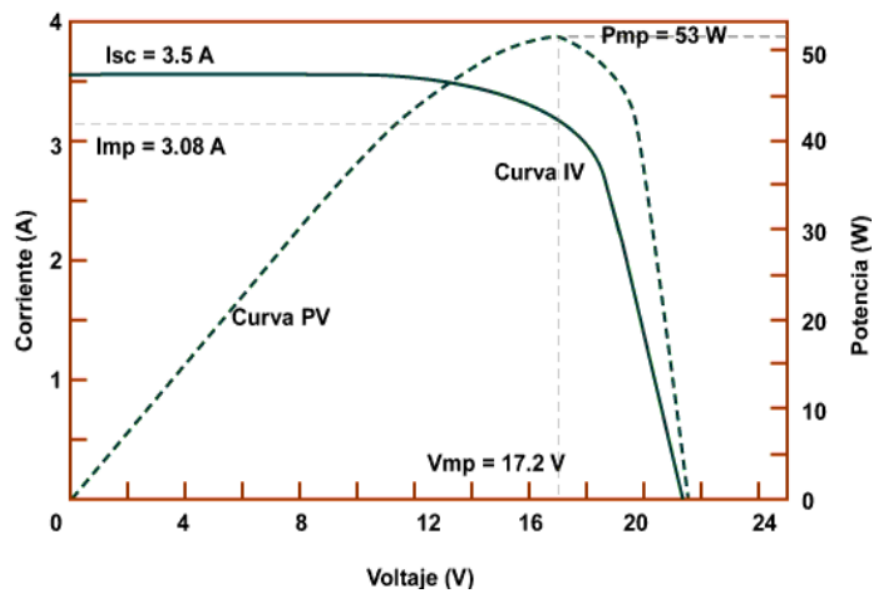


Figura 15: Curva característica I-V de una Celda Solar

Fuente: (Flores & Domínguez , 2016, pág. 51)

El máximo valor de potencia se puede obtener con la ecuación 11.

$$P_{cel} = V_{cel} * I_{cel} \dots\dots (Ec. 11)$$

### Factor de forma

“Relaciona la potencia máxima, la tensión en circuito abierto y la corriente de corto circuito por la Max. El máximo valor que puede tomar es FF=1; así, cuanto más próximo sea este número a la unidad, mejor será la célula” (Flores J. , 2018, pág. 45).

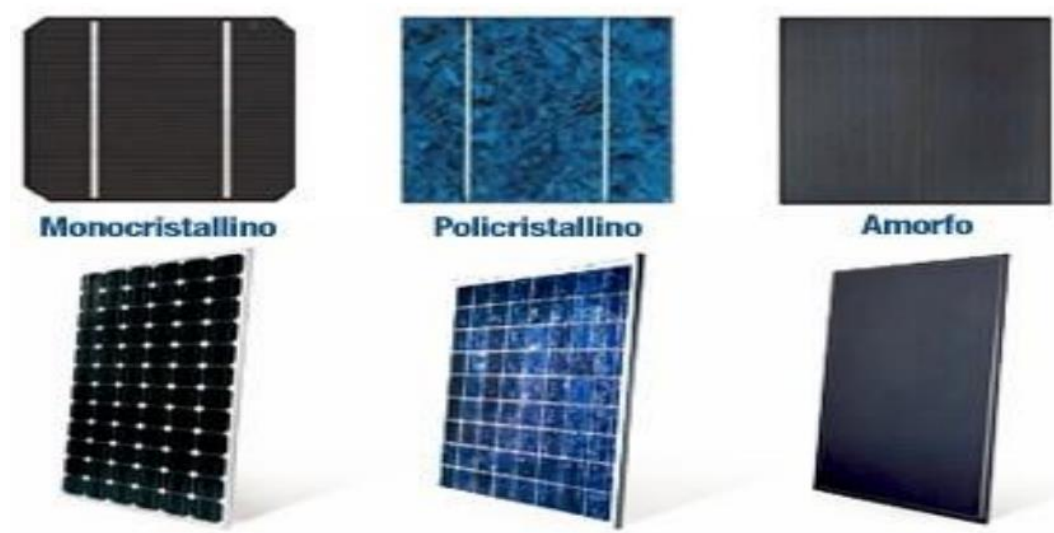
$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \times I_{SC}} \dots (\text{Ec. 12})$$

### Eficiencia

“Expresado en %, define el funcionamiento de la celda solar. Representa la relación entre la potencia que obtenemos de la célula y la potencia de la luz que incide sobre ella” (Flores J. , 2018, pág. 45).

$$\eta = \frac{P_{max}}{AP_{solar}} \dots (\text{Ec. 13})$$

### 2.2.7.3. Tipos de celdas solares



*Figura 16: Clasificación de las celdas solares*

Fuente: ( Cabello, 2018, pág. 5)

### Celdas de silicio monocristalino

Según Pons (2020): “Estas celdas se obtienen a partir de lingotes de silicio caracterizados por una red cristalina continua. Dichos lingotes se cortan en rodajas finas, de las que, mediante una serie de operaciones de mecanizado, se llega a las celdas fotovoltaicas” (Pons, 2020, pág. 14).

### **Celdas de silicio policristalino**

Según Pons (2020): “En este caso, el proceso de mecanizado es distinto. La célula policristalina es menos pura ya que se deriva de la recuperación de los residuos del procesamiento de las celdas monocristalinas” (Pons, 2020, pág. 14)

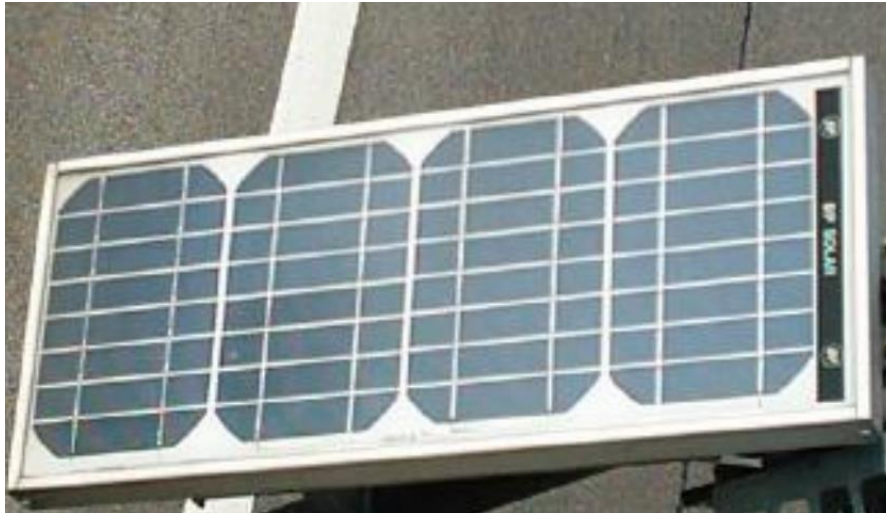
### **Celdas de Estructura amorfa**

“El otro tipo corresponde a las células amorfas (a=sin; morfo=forma), no poseen una estructura cristalina” (Macancela, 2012, pág. 54).

#### **2.2.7.4. Panel fotovoltaico**

Según Wilmer (2020): “El panel fotovoltaico es un conjunto de celdas fotovoltaicas, interconectadas convenientemente encajadas y protegidas que constituye el módulo fotovoltaico” (pág. 16).

“Las células fotoeléctricas transforman la energía solar en electricidad, en forma de corriente continua y ésta suele transformarse a corriente alterna, para poder utilizar los equipos electrónicos” (Wilmer, 2020, pág. 16)

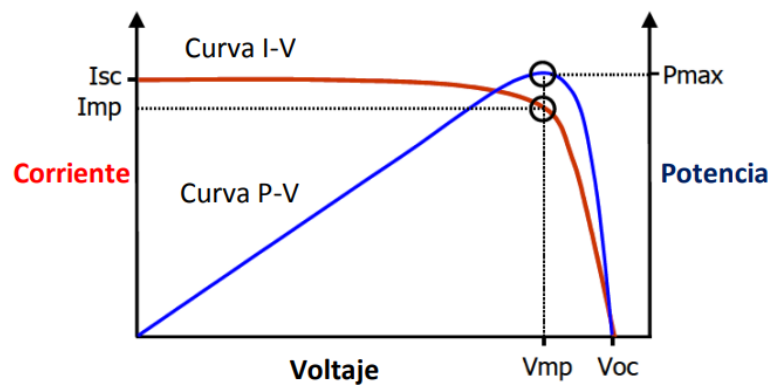


*Figura 17: Panel Fotovoltaico*

Fuente: (Arroyo, 2011, pág. 25)

#### 2.2.7.5. Efectos de la temperatura y la irradiación

Según Valencia (2013): tanto las variaciones de temperatura con irradiación producen cambios en los parámetros eléctricos de salida del panel fotovoltaico tal como se puede observar en las figuras 18 y 19.



*Figura 18: Curva V-I típica de una celda fotovoltaica*

Fuente: (Valencia, 2013, pág. 412)

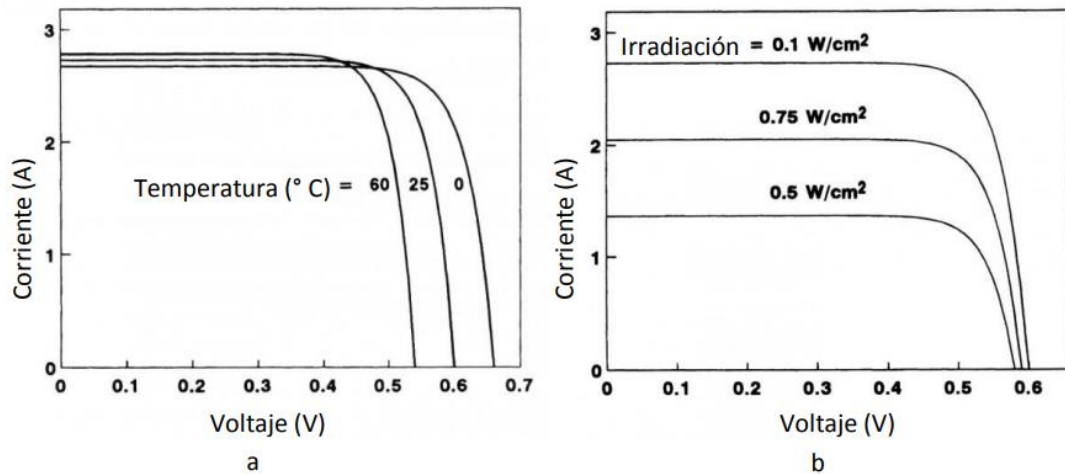


Figura 19: Efectos de la temperatura y la irradiación en la forma de la curva V-I

Fuente: (Valencia, 2013, pág. 413)

#### 2.2.7.6. Conexiones de módulos fotovoltaicos

##### a) Conexiones en serie

Según UDLAP (2006): Se realiza con la finalidad de aumentar la potencia y además de aumentar la tensión

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \dots \text{(Ec. 14)}$$

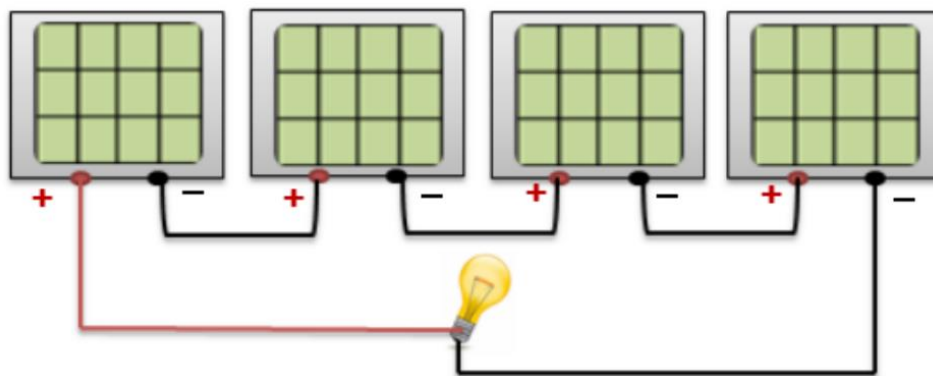


Figura 20: Conexión en serie

Fuente: (Ariza & Ospino, 2015, pág. 78)

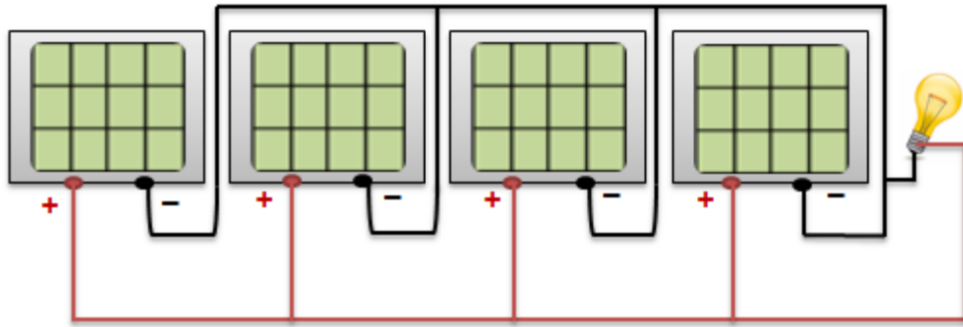
$$V_{mp\text{arreglo}} = (V_{mp\text{de cada panel}}) (\text{Numero de paneles en serie}) \dots \text{(Ec. 15)}$$



### b) Conexiones en paralelo

Según UDLAP (2006): Se realiza con la finalidad de aumentar la potencia y además de aumentar la corriente eléctrica manteniendo la tensión constante.

$$IT = I_1 + I_2 + I_3 \dots \text{(Ec. 16)}$$



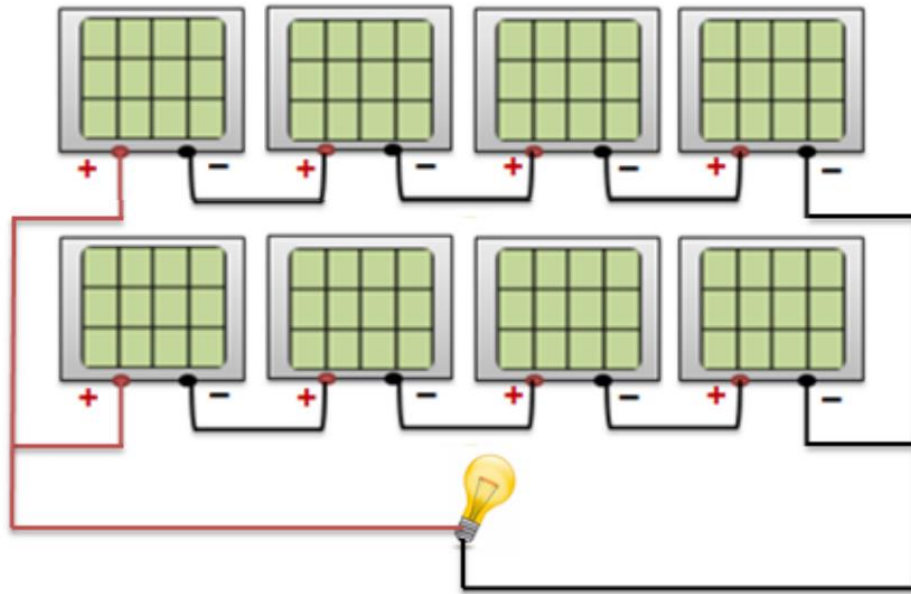
*Figura 21: Conexión en paralelo*

Fuente: (Ariza & Ospino, 2015, pág. 79)

$$P_{mp\text{arreglo}} = (P_{mp\text{de cada panel}}) (\text{Numero de paneles en serie}) \dots \text{(Ec. 17)}$$

### c) Conexiones mixtas

Martínez (2013): Se realiza con la finalidad de aumentar la potencia, la tensión y la corriente eléctrica de salida del generador fotovoltaico (figura 22).



*Figura 22: Conexión mixta*

Fuente: (Ariza & Ospino, 2015, pág. 80)

$$P_{mp\text{arreglo}} = (P_{mp\text{de cada panel}}) (\text{Numero total de paneles}).... (\text{Ec. 18})$$

### 2.2.7.7. Montaje de paneles solares

#### Montaje en tierra:

Según Jeri y Sacha (2017): “Este es un clásico sistema de fijación de módulos para instalaciones fotovoltaicas sobre suelo, lo cual permite colocar los módulos en dos alturas en posición vertical” (pág. 46).



*Figura 23: Montaje en tierra para panel fotovoltaico*

Fuente: (Jeri & Sacha, 2017, pág. 46)

#### **2.2.8. inversor para Conexión a Red**

Según Chávez (2015) “Un Inversor de corriente es el equipo encargado de transformar la energía recibida del generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas, normalmente en corriente alterna y el posterior suministro a la red” (pág. 71).

“Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar al módulo fotovoltaico, la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia” (Chávez, 2015, pág. 71).

#### **2.2.9. Cableado del Sistema Fotovoltaico**

Según Vásquez (2019): “Los sistemas de cableado de CD son diferentes a los sistemas de CA. Los sistemas CD usan bajo voltaje y fluyen en una sola dirección. Los tipos de cables se diferencian en el material conductor y el aislante” (pág. 24).

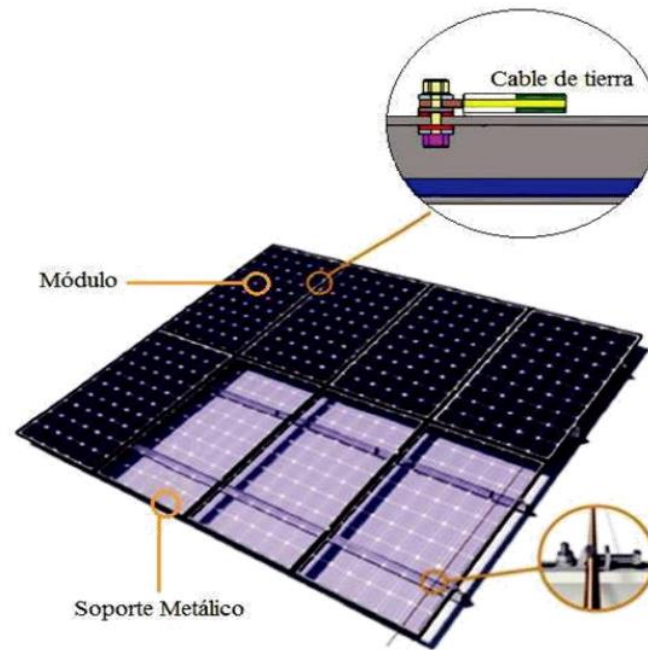
“Los materiales conductores más comunes son el cobre y el aluminio. El cobre tiene mayor conductividad y por lo tanto puede llevar más corriente que el de aluminio. El conductor puede ser sólido o retorcido” (Vásquez, 2019, pág. 24).

#### **2.2.10. Elementos de protección**

Según Buitrón (2010): “Al igual que una instalación eléctrica común, dentro de una instalación fotovoltaica, es de vital importancia la protección de los equipos y de la instalación eléctrica en general, estas protecciones son: fusibles, interruptores automáticos magneto térmicos (breakers).” (pág. 74).

#### **2.2.11. Puesta a tierra**

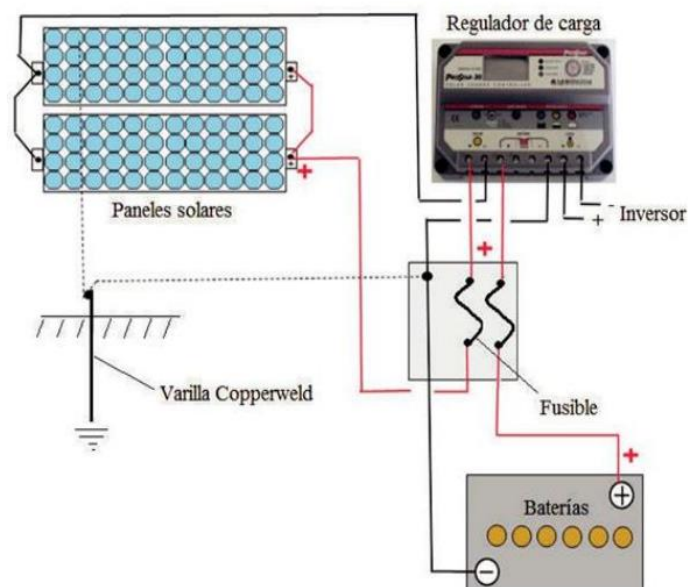
Según Jácome (2017): “Dentro de los sistemas fotovoltaicos se debe poner a tierra todas las partes expuestas metálicas no portadoras de corriente, como son estructuras y soportes metálicos de los módulos, del regulador de carga, de las baterías y la carcasa del inversor” (pág. 81).



*Figura 24: conexión de Puesta a tierra del panel FV*

Fuente: (Jácome, 2017, pág. 82)

“Posteriormente se debe conectar el cable al electrodo, enterrada lo más cerca posible de la estructura metálica de soporte de los paneles solares. El mismo procedimiento debe realizar para los soportes metálicos de los demás equipos” (Jácome, 2017, pág. 82)



*Figura 25: Puesta a tierra del sistema fotovoltaico*

Fuente: (Jácome, 2017, pág. 82)

## 2.2. Definición conceptual de la terminología empleada.

**Energía:** Según: Dankoff Solar Products (2008) “El producto de potencia y tiempo, medido en vatios por hora. 1 kilovatio-hora (abreviación: kW.h). Variación: El producto de corriente por tiempo es amperios-hora, también llamado Amp.hr (Abreviación: Ah). 1000 vatios consumidos en 1 hora equivalen a 1 kW.h.” (2008, pág. 1)

**Potencia:** “Es el producto de Voltaje por Corriente, medido en vatios. 1 000 vatios = 1 kilovatio. Un motor eléctrico requiere aproximadamente 1 kilovatio por caballo de fuerza (una vez descontadas las pérdidas típicas de rendimiento)” (Dankoff Solar Products, 2008, pág. 1).

**Sistema Fotovoltaico:** “Un grupo de módulos fotovoltaicos (también llamados paneles o colectores fotovoltaicos) dispuestos para producir el voltaje y corriente deseados” (Dankoff Solar Products, 2008, pág. 2).

### **Efecto fotoeléctrico**

Según (Calvo, 2009): “Proceso por el cual se liberan electrones de un material por la acción de la radiación o emisión fotoeléctrica” (pág. 11).

### **Corriente eléctrica**

Según (Calvo, 2009): “Es el flujo de energía eléctrica (electricidad) en un conductor, medido en amperios” (pág. 11).

### **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada**

En esta tesis se utilizarán la teoría relacionada con los sistemas conectados a red utilizando energías renovables y aplicarlo para suministrar energía eléctrica al laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG.

##### **3.1.2. Diseño de investigación: No experimental**

La investigación se realizará tomando datos de las variables sin alterarlas.

#### **3.2. Población y muestra**

La población está conformada por todas las computadoras de la FIME-UNPRG.

La muestra está conformada por todas las computadoras de la FIME-UNPRG.

#### **3.3. Técnicas de muestreo**

No se aplicó técnicas de muestreo, la razón es que se ha considerado el laboratorio de cómputo por completo, es decir la población es igual a la muestra.

#### **3.4. Hipótesis**

Si se utilizan las energías renovables entonces con un sistema conectado a red suministraremos energía eléctrica al laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG.

#### **3.5. Variables - Operacionalización**

Tal como se muestra en la Tabla 4, se identificaron las variables y se operacionalizan

X: Variable independiente:

Energías renovables (energía solar y eólica)

Y: Variable dependiente: Sistema conectado a red

Tabla 4  
Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Energías renovables (solar y eólica)	“Se llama energías renovables (ER) a aquellas que se producen de forma continua, son inagotables a escala humana y se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades agotables” (Reyes, 2019, pág. 25)	Evaluación de los recursos Aplicación de las energías renovables para generar energía eléctrica	Irradiación solar (kWh/m <sup>2</sup> /día). Velocidad del viento (m/s)
Sistema conectado a red	“Consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red eléctrica convencional” (Ujaen, 2015).	Calcular la energía promedio diaria. Calcular la Máxima demanda	Potencia de paneles fotovoltaicos (Wp) Inversor (W) Energía promedio diaria (kWh/día), Máxima demanda (W)

Fuente: Elaboración propia



### **3.6. Métodos y Técnicas de investigación**

#### **Técnicas**

##### **Observación directa**

Se recopilará información por ejemplo de la potencia de las computadoras, el número de computadoras.

##### **Análisis de documentos**

La información obtenida para la elaboración del marco teórico y actualización de conocimientos se obtuvo de tesis, revistas, visitas a páginas web, etc.

##### **Entrevista**

Se entrevistó al encargado del laboratorio de cómputo de la Facultad de ingeniería Mecánica y eléctrica con la finalidad de que brinde información sobre el horario de uso de dicho laboratorio.

### **3.7. Descripción de los instrumentos utilizados**

Se realizaron visitas técnicas al laboratorio de cómputo de la FIME-UNPRG, se aplicó la técnica de observación para saber el número de computadoras, se visitó la azotea del edificio con la finalidad de constatar el espacio destinado para el generador fotovoltaico, se utilizó un cuaderno de apuntes y cámara fotográfica. Además se entrevistó al encargado del laboratorio de cómputo para saber el número de horas de utilización diario. Se recolectó información de tesis páginas web utilizando la técnica de análisis documental.

### **3.8. Análisis Estadístico e interpretación de los datos**

Se realizó la gráfica de la evolución de estos recursos renovables considerando la bibliográfica respectiva para seleccionar que recurso energético apropiado para la

generación de energía eléctrica. Luego se dimensionaron y seleccionaron los equipos considerando la energía promedio diaria del uso de las computadoras, se utilizó la estadística descriptiva para el procesamiento de datos.

## **CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Descripción del sistema propuesto**

En consideración de la problemática en esta investigación se propone el diseño de un sistema de generación eléctrica con energías no convencionales conectado a la red de autoconsumo para el laboratorio de cómputo – FIME.

#### **4.1.1. Evaluación de los datos metrológicos: velocidad del viento e irradiación solar**

Los datos obtenidos de la NASA, en cuanto a irradiación solar consideraremos que el mínimo recomendado de irradiación solar debe ser de 4 kW.h/m<sup>2</sup>/día (Chercca, 2014, pág. 16), con respecto de la rapidez viento 5 m/s (Alvaro, 1997, pág. 20). En base a este análisis seleccionaremos el tipo de recurso a aprovecharse en la generación de energía eléctrica al laboratorio de cómputo – FIME-UNPRG.

#### **4.1.2. Cálculo de la demanda de energía eléctrica promedio diario y la máxima demanda.**

Teniendo en cuenta el número de computadoras, la potencia y el número de horas de utilización se procederá a calcular la energía promedio diaria.

#### **4.1.3. Dimensionamiento y selección de equipos**

Se seleccionarán los equipos necesarios considerando las cotizaciones respectivas que se incluirán en el ítem de anexos. Se realizarán los planos de conexiones de quipos.

#### **4.1.4. Cálculo del costo total del sistema**

Luego de seleccionar todos los equipos se procede al cálculo del costo total teniendo en cuenta el suministro, transporte y montaje.

#### **4.1.5. Evaluación económica**

Debemos tener en cuenta que a lo largo de la vida útil del sistema propuesto se tiene costos de operación y mantenimiento los cuales serán actualizados considerando una tasa de descuento y así poder determinar los indicadores financieros y posteriormente evaluar si la propuesta es viable.

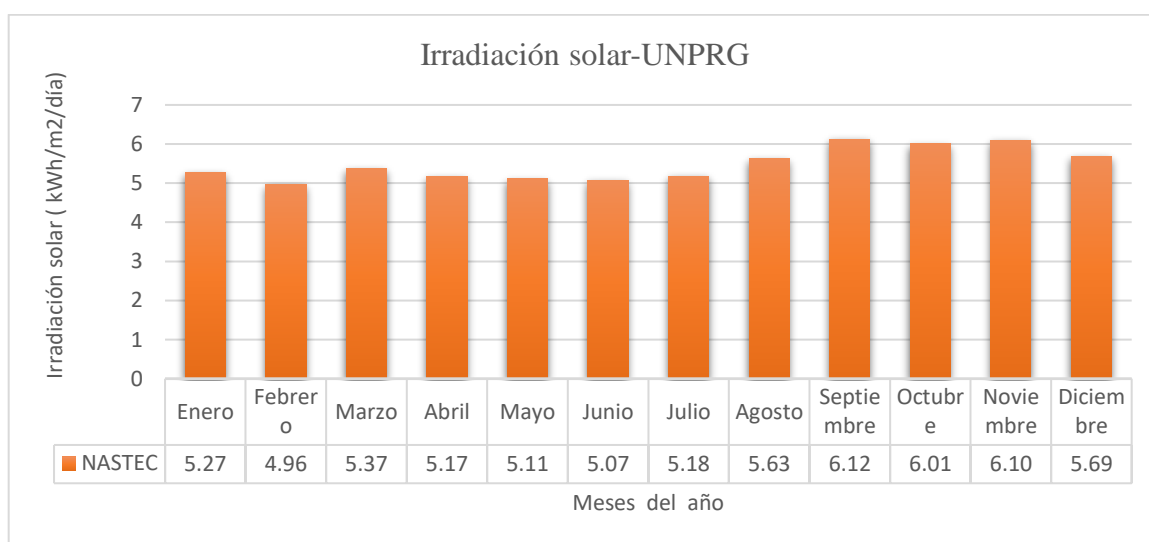
## CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Obtención y procesamiento de datos meteorológicos: velocidad del viento e irradiación solar.

#### 5.1.1. Datos de Irradiación solar

##### 5.1.1.1. Datos de irradiación solar según NASTEC.

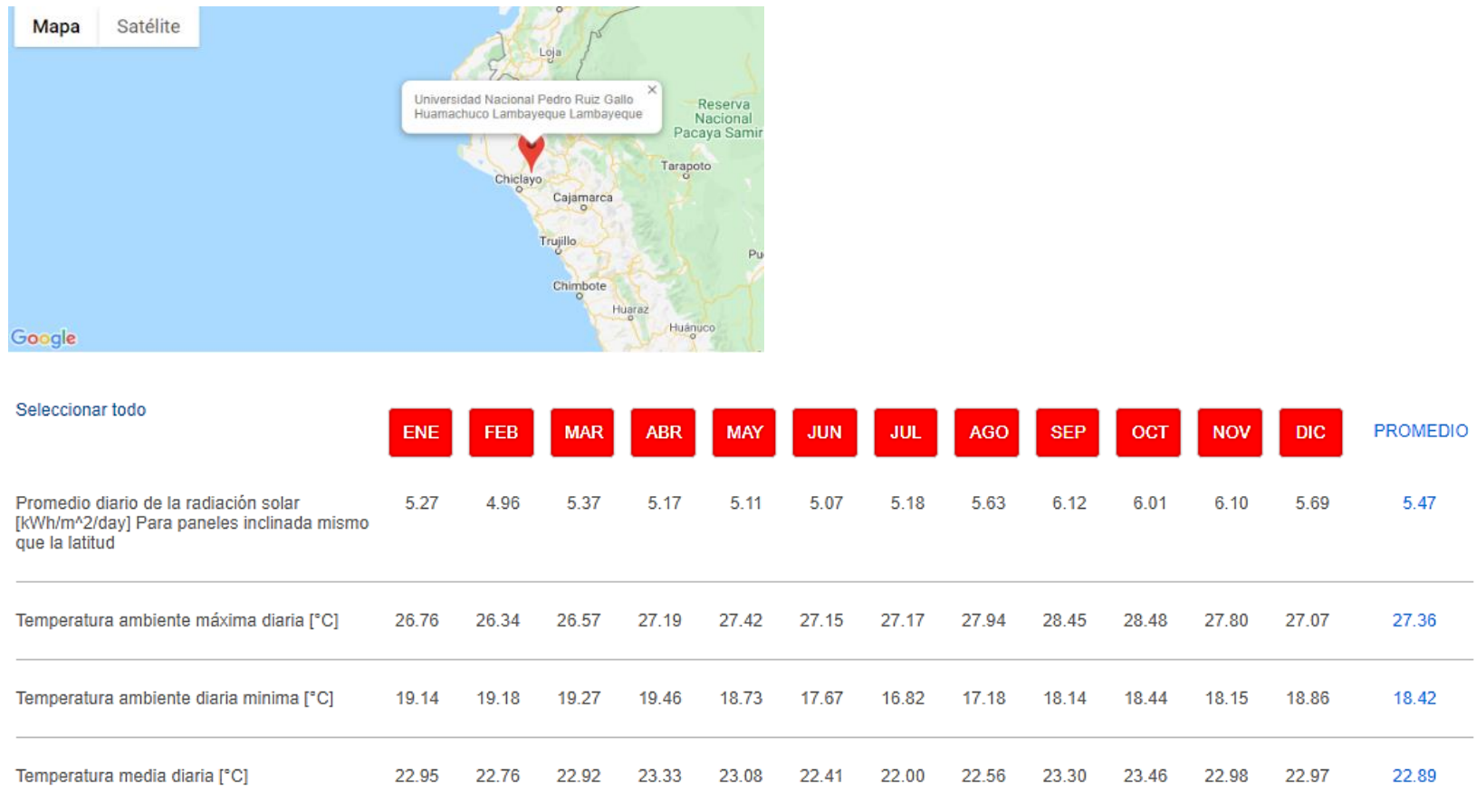
De los datos obtenidos se obtiene que la irradiación solar promedio es de 5,69 kW.h/m<sup>2</sup>/día.



*Figura 26: Irradiación solar en la UNPRG según NASTEC*

Fuente: elaboración propia. Datos: (NASTEC, 2020)

De la figura 26 se observa como cambia la irradiación solar a medida que cambian los meses es así que el mes con menor irradiación solar es febrero con un valor de 4,96 kW.h/m<sup>2</sup>/día y el mes de mayor irradiación solares el mes de 6,12 kW.h/m<sup>2</sup>/día.



*Figura 27: Irradiación solar-NASTEC*

Fuente: (NASTEC, 2020)

### 5.1.1.2. Datos de irradiación solar según METEONORM.

Tabla 5  
*cálculo de irradiación solar promedio mensual*

Mes	Gh(kWh/m <sup>2</sup> )	Días(mes)	Gh(kWh/m <sup>2</sup> /día)
Enero	195	31	6,29
febrero	183	28	6,54
Marzo	205	31	6,61
Abril	186	30	6,20
Mayo	171	31	5,52
Junio	147	30	4,90
Julio	146	31	4,91
Agosto	157	31	5,06
Septiembre	179	30	5,97
Octubre	189	31	6,10
Noviembre	183	30	6,10
Diciembre	196	31	6,32

Fuente: propia: Datos: software METEONORM

La irradiación solar promedio anual según el software METEONOR (versión libre) es de 5,86 kWh/m<sup>2</sup>/día.

De la tabla 5 se observa cómo cambia la irradiación solar a medida que cambian los meses es así que el mes con menor irradiación solar es julio con un valor de 4,71 kW.h/m<sup>2</sup>/día y el mes de mayor irradiación solares el mes de marzo con un valor de 6,61 kW.h/m<sup>2</sup>/día.

### 5.1.1.3. Datos de irradiación solar en Lambayeque según SOLARIUS PLUS

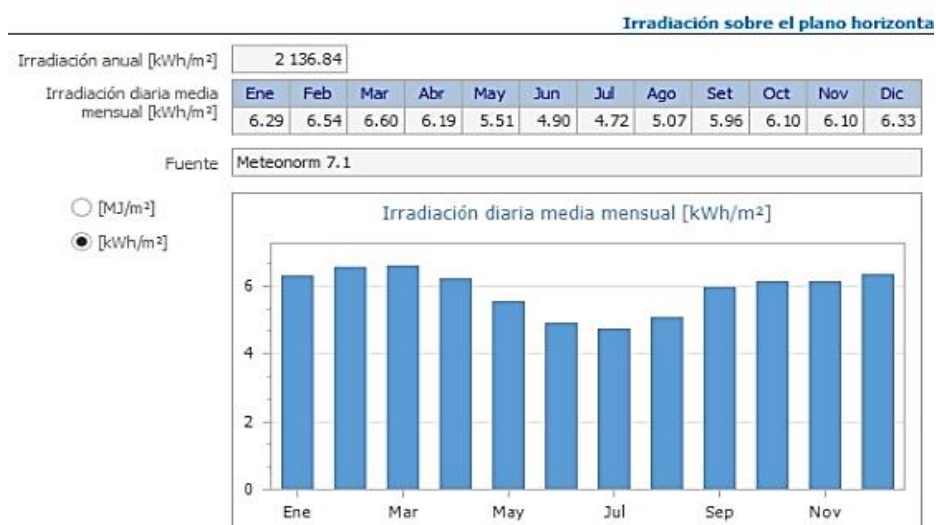


Figura 28: Irradiación solar según software- SOLARIUS PLUS

Fuente: software SOLARIUS PLUS

Tabla 6

*Irradiación solar en kW.h/m<sup>2</sup>/día, en Lambayeque- SOLARIUS PLUS*

Meses												Media anual
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
6,29	6,54	6,60	6,19	5,51	4,90	4,92	5,07	5,96	6,10	6,10	6,33	5,75

Fuente: Elaboración propia. Datos software SOLARIUS PLUS

De la tabla 6 se observa cómo cambia la irradiación solar a medida que cambian los meses es así que el mes con menor irradiación solar es julio con un valor de 4,72 kW.h/m<sup>2</sup>/día y el mes de mayor irradiación solares el mes de marzo con un valor de 6,60 kW.h/m<sup>2</sup>/día.

De las tres fuentes anteriores se tiene:

Tabla 7

*Irradiación solar promedio diaria*

Irradiación promedio diario anual (kWh/m <sup>2</sup> /día)	
NASTEC	5,47
METEONORM	5,86
SOLARIUS PLUS	5,75

Fuente: propia



De la tabla 7 la menor irradiación promedio diaria es de 5,47 kW.h/m<sup>2</sup>/día por lo que según (Chercca, 2014, pág. 16) este recurso puede ser aprovechado para la generación de energía eléctrica. Para el cálculo del sistema se considera: 4,90 kW.h/m<sup>2</sup>/día.

### 5.1.2. Datos de la velocidad del viento

Tabla 8

*Rapidez del viento (m/s), en la UNPRG- NASA*

	Rapidez del viento (m/s)		
	h=50 m	h=30 m	h=20 m
Enero	3,17	2,79	2,52
Febrero	3,16	2,78	2,51
Marzo	3,12	2,75	2,48
Abril	3,49	3,07	2,78
Mayo	3,98	3,50	3,17
Junio	4,94	4,35	3,93
Julio	4,85	4,27	3,86
Agosto	4,56	4,01	3,63
Septiembre	4,34	3,82	3,45
Octubre	3,68	3,24	2,93
Noviembre	3,51	3,09	2,79
Diciembre	3,26	2,87	2,59
Enero	3,84	3,38	3,05

Fuente: Elaboración propia. Datos NASA

De la tabla 8, la velocidad del viento está por debajo del valor recomendado 5 m/s según (Alvaro, 1997, pág. 20) , además considerando que la velocidad de arranque de la mayoría de los aerogeneradores es de 3 m/s.

De la evaluación de ambos recursos se ha considerado el recurso solar para el diseño del sistema conectado a red suministraremos energía eléctrica al laboratorio de cómputo – FIME UNPRG.

### 5.1.3. Datos de Temperatura

Los datos de temperatura han sido obtenidos de la estación meteorológica Lambayeque durante todo el año 2019.

## Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



Figura 29: Estación meteorológica Lambayeque del SENAMHI

Fuente: (SENAMHI, 2019)

Tabla 9

*Datos de temperatura- Estación meteorológica Lambayeque- SENAMHI*

TEMPERATURA (°C)		
MES	MAX	MIN
01/01/2019	36,2	18
01/02/2019	35,4	20
01/03/2019	36,4	18
01/04/2019	35,4	17
01/05/2019	33,4	14,6
01/06/2019	31,6	12,4
01/07/2019	30	9,2
01/08/2019	30,8	10
01/09/2019	32,4	10
01/10/2019	33,4	12
01/11/2019	33,4	15
01/12/2019	34,4	17
Valores extremos	36,4	9,2

Fuente: propia, Datos: SENAMHI

Del ANEXO 01 luego de procesar la información se ha elaborado la tabla 9 de donde se tiene que el valor mínimo de temperatura es de: 9,2 °C y la temperatura máxima fue de 36, 4° C.

## 5.2. Cálculo de la demanda de energía eléctrica promedio y máxima demanda.

El número de equipos de cómputo presentes en el laboratorio es de 25. El laboratorio encuentra ubicado en el primer nivel de un edificio de 4 niveles ubicado en la facultad.

La potencia de las computadoras es de 300 W

El número de horas promedio de horas de usos del laboratorio es de: 4 h

$$\text{Energía promedio diaria (kW.h)} = 25 \times 0,3 \times 4 = 30 \text{ kW.h}$$

Entonces la potencia del generador fotovoltaico es de:

$$P_{\text{gen\_fotov}}(\text{kWp}) = \frac{30 \text{ kW.h}}{4,90 \times 0,7} = 8,75 \text{ kWp}$$

## 5.3. Cálculo y selección de equipos

Se ha seleccionado paneles fotovoltaicos de la marca ERA SOLAR de 340 Wp

$$N_{\text{paneles fotovoltaicos}} = \frac{8\,750 \text{ Wp}}{340 \text{ Wp}} = 25,70 \approx 26$$

Tabla 10

*Comparación entre paneles de diferentes marcas*

Fabricante	potencia (Wp)	Costo (S/.)	Nº módulos	costo total (S/.)	potencia del generador fotovoltaico (kWp)
ERA SOLAR	340	635,38	26	16 519,88	8,84
ERA SOLAR	270	503,15	34	17 107,10	9,18
AMERISOLAR	270	826,06	34	28 086,04	9,18
TAI ENERGY	250	953,23	36	34 316,28	9,00
JINKO	270	609,68	34	20 729,12	9,18

Fuente: elaboración propia. Datos: Autosolar

Ahora calculamos el ángulo de inclinación de los paneles:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\Phi|) \dots (\text{Ec. 19})$$

Donde:

**$\Phi$  es la latitud del lugar:** -6.698

$$\beta_{opt} = 8,23^\circ$$

La inclinación óptima es de  $8,23^\circ$ ; se considerará un ángulo de inclinación  $15^\circ$  para evitar la acumulación de humedad y polvo.

El panel es de 1956x992 mm. Para el diseño se ha considerado un montaje vertical

$$d_1 = L \cos(\beta) \dots (\text{Ec. 20})$$

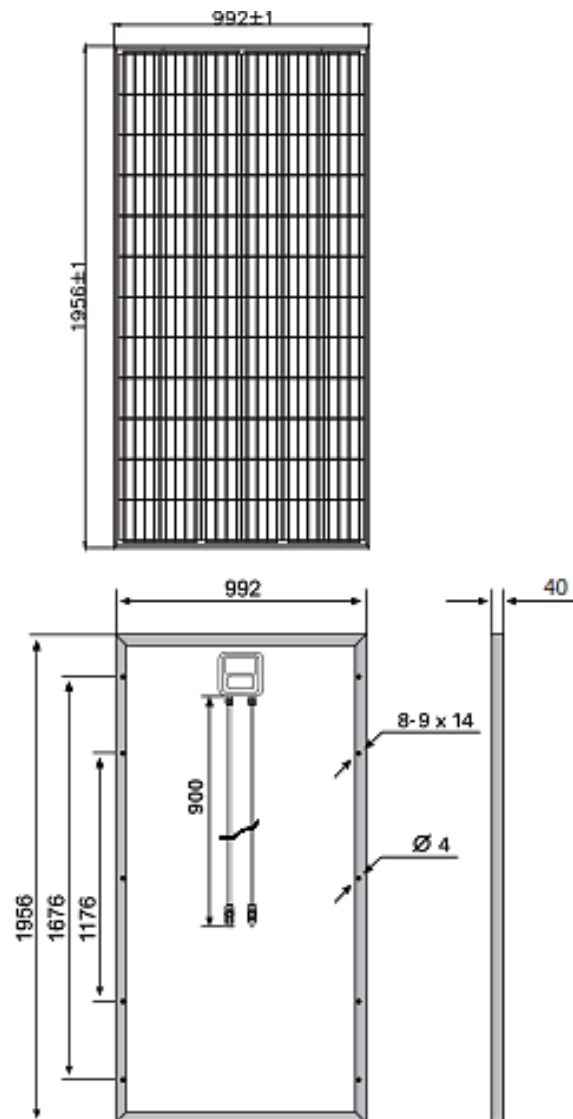
$$d_2 = \frac{h}{\tan(61^\circ - \emptyset)} \dots (\text{Ec. 21})$$

$$h = L \sin(\beta) \dots (\text{Ec. 22})$$

$$D = d_1 + d_2 = L \cos(\beta) + \frac{L \sin(\beta)}{\tan(61^\circ - \emptyset)} \dots (\text{Ec. 23})$$

Reemplazando datos tenemos

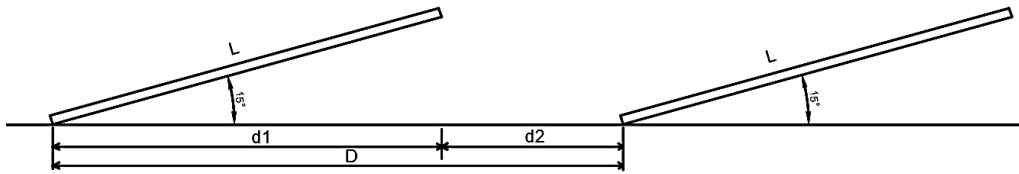
$$D = 1\,956 + \frac{1\,956 \times \sin(15^\circ)}{\tan(61^\circ - 6,698^\circ)} = 2\,253,26 \text{ mm} \dots (\text{Ec. 24})$$



*Figura 30.* Geometría del panel fotovoltaico Era solar de 340 Wp

*Fuente:* (ERA SOLAR, 2019)

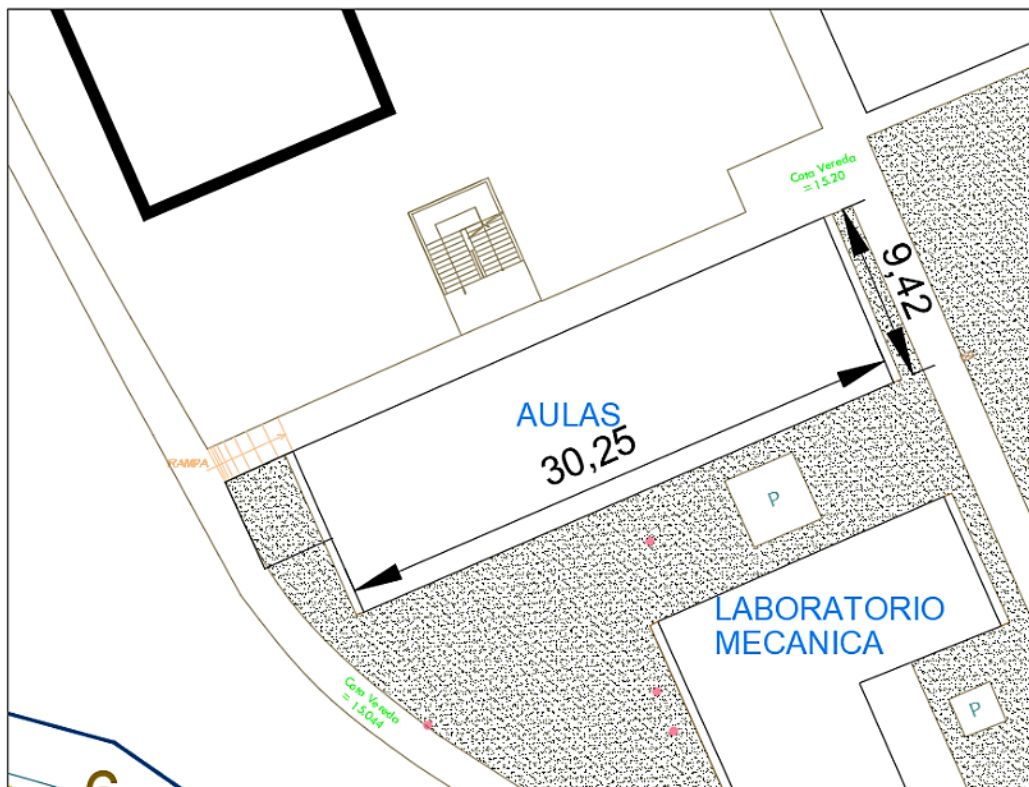
Monsolar (2015) “Recomienda aumentar un 25% la distancia obtenida del cálculo siempre que sea posible”



*Figura 31:* Distancia entre paneles fotovoltaicos

Fuente: elaboración propia

Entonces 2 816,58 mm consideraremos 3 000 mm lo que significa que para cada panel fotovoltaico se necesita un área de 3 m<sup>2</sup>



*Figura 32:* Vista superior del Laboratorio de cómputo- FIME

Fuente: UNPRG

Entonces el área total que ocuparía el generador fotovoltaico es de 78 m<sup>2</sup>. Procedemos a verificar el área disponible en la azotea del edificio donde se encuentra ubicado el

laboratorio de cómputo que tiene un valor de 285 m<sup>2</sup> por lo que se verifica que tenemos el área más que suficiente.

### 5.3.1. Orientación de los paneles fotovoltaicos

Perú se encuentra ubicado en los hemisferios sur por lo que los paneles fotovoltaicos deben estar orientados hacia el norte

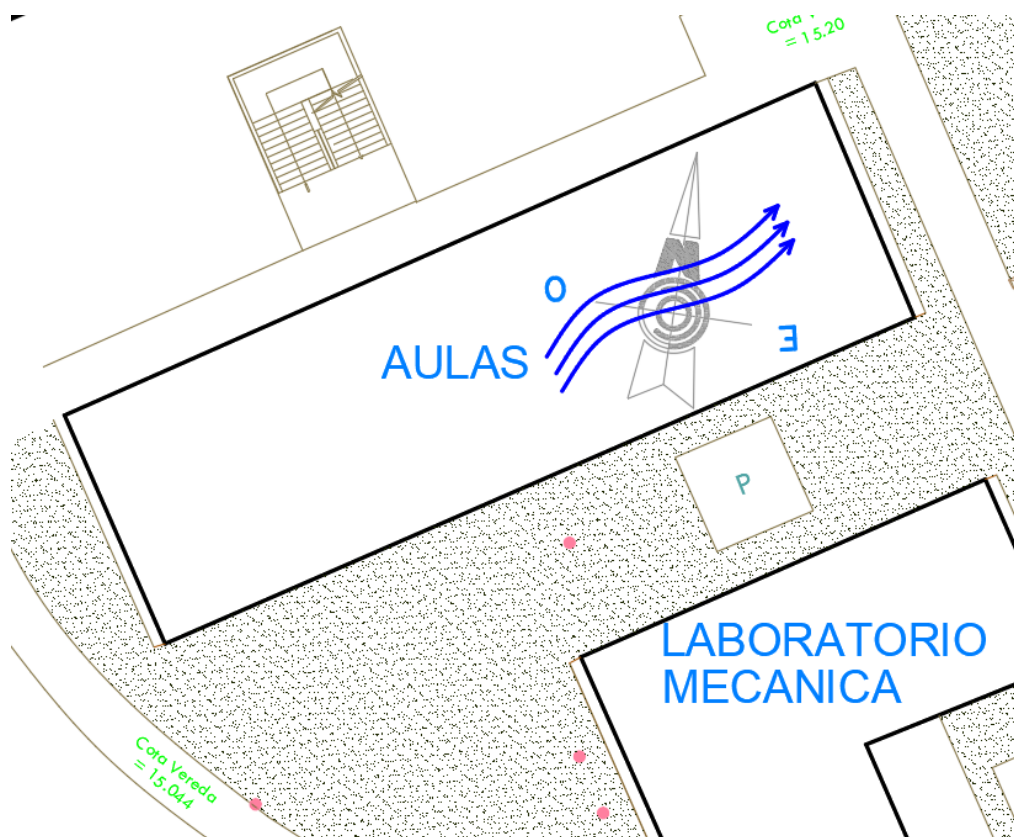
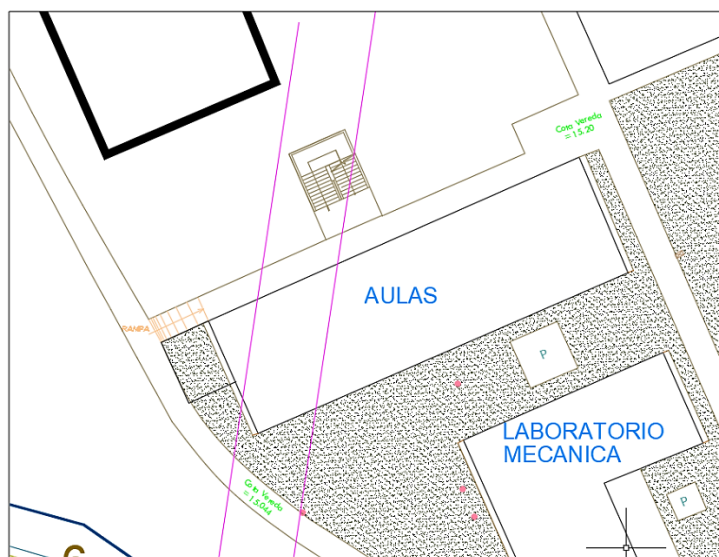


Figura 33: Orientación Norte en la azotea del edificio del laboratorio de cómputo FIME

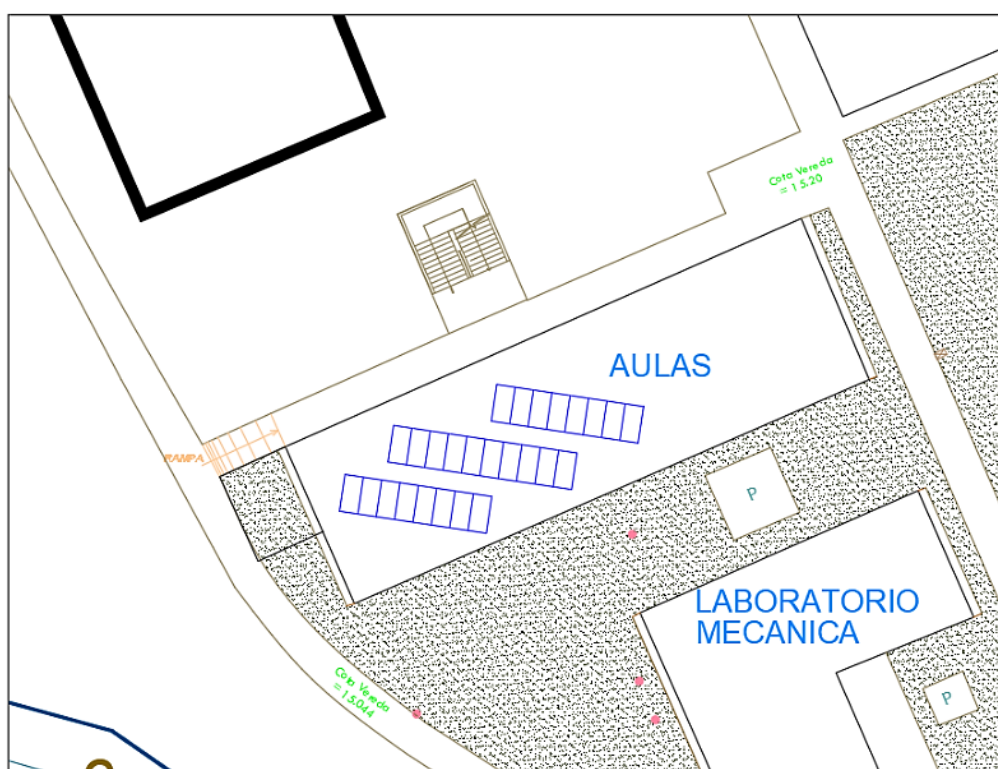
Fuente: Propia. Datos: UNPRG

Por la ubicación no hay ningún otro edificio cercano que podría producir sombras



*Figura 34:* Trazo de las líneas en dirección norte

Fuente: Propia. Datos: UNPRG



*Figura 35:* Ubicación de los 26 paneles fotovoltaicos en la azotea del edificio del laboratorio de cómputo- FIME

Fuente: elaboración propia



### 5.3.2. Estructuras de soporte para paneles fotovoltaicos

Con la distribución de paneles fotovoltaicos de la figura 37 y visitando la página del proveedor AUTOSOLAR se tienen estructuras de soporte para un ángulo de inclinación de 15°, tanto para 10 paneles fotovoltaicos como para 8 paneles fotovoltaicos tal como se muestra a continuación

#### ## Estructura Cubierta Plana 10 ud CVE915 15°



**s/.1.993,26** SIN IGV  
S/. 1.689,20

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalos el lunes 14 de septiembre en agencia Marvisur de provincias

Fabricante: Sunfer | Cod. Artículo: 1501620

Cantidad: - 1 +

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

Figura 36. Estructura de soporte para 10 paneles fotovoltaicos

Fuente: AUTOSOLAR

#### ## Estructura Cubierta Plana 8 ud CVE915 15°



**s/.1.676,01** SIN IGV  
S/. 1.420,35

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalos el lunes 14 de septiembre en agencia Marvisur de provincias

Fabricante: Sunfer | Cod. Artículo: 1501618

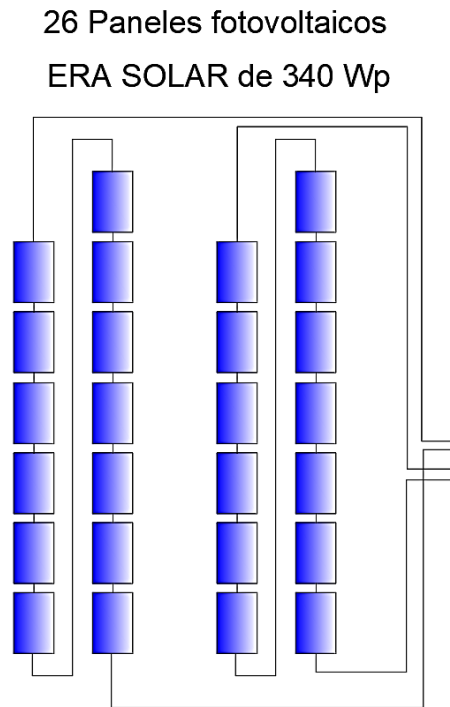
Cantidad: - 1 +

**AÑADIR AL CARRITO** **COMPRAR**

Figura 37. Estructura de soporte para 8 paneles fotovoltaicos

Fuente: AUTOSOLAR

Entonces se utilizará una estructura de soporte para 10 paneles fotovoltaicos y 02 estructuras de soporte para 08 paneles fotovoltaicos.



*Figura 38.* Configuración de los paneles fotovoltaicos

Fuente: elaboración propia

### 5.3.3. Cálculo y selección del inversor

Teniendo los datos de los paneles fotovoltaicos, así como la data de variación de temperatura procedemos a calcular la variación de los parámetros eléctricos del generador fotovoltaico.

Aplicando la ecuación 25

$$T_{temperatura\_celula\_fotovoltaica}(^{\circ}C) = T_{ambiente} + \frac{(45 - 20)}{800} \times 800 \dots (\text{Ec. 25})$$

Tabla 11

*Coefficientes de variación de los parámetros eléctricos del panel con la temperatura*

ELECTRICAL PERFORMANCE	
Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(I <sub>m</sub> )	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/M <sup>2</sup> ,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/°C
Temperature-Coefficient P <sub>mpp</sub>	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

*Fuente:* (ERA SOLAR, 2019)

- a) Coeficiente de temperatura de la tensión a circuito abierto del panel fotovoltaico

$$\alpha = \frac{\alpha(\%)}{100} \times V_{oc} = \frac{-0,29506}{100} \times 46,40 = -0,1369 \text{ V}/^{\circ}\text{C}$$

- b) Coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico

$$\beta = \frac{\beta(\%)}{100} \times I_{sc} = \frac{0,08558}{100} \times 9,45 = 0,008087 \text{ A/}^\circ\text{C}$$

c) Coeficiente de temperatura de la tensión  $V_{mppt}$

$$\beta = \frac{\beta(\%)}{100} \times V_{mppt} \quad \beta = \frac{-0,2906}{100} \times 38,50 = -0,1136 \text{ V/}^\circ\text{C}$$

### **Cálculo para verano T máx.= 36,4°C:**

Temperatura de la célula, aplicando la ecuación 25:

$$T_p = 36,40 + \frac{(45 - 20)}{800} \times 1000 = 67,65 \text{ }^\circ\text{C}$$

La tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito:

$$V_{OC(tmax)} = V_{OC(25^\circ\text{C})} + \alpha x (T - 25) \dots \textbf{(Ec. 26)}$$

$$V_{OC(tmax)} = 46,40 - 0,1369 x (67,65 - 25) = 40,56 \text{ V}$$

$$I_{SC(tmax)} = I_{SC(25^\circ\text{C})} + \beta x (T - 25) \dots \textbf{(Ec. 27)}$$

$$I_{SC(tmax)} = 9,45 + 0,008087 x (67,65 - 25) = 9,795 \text{ A}$$

$$V_{mmppt(tmax)} = V_{mmppt(25^\circ\text{C})} - 0,1136 x (T - 25) \dots \textbf{(Ec. 28)}$$

$$V_{mmppt(tmax)} = 38,50 - 0,1136 x (67,65 - 25) = 43,34 \text{ V}$$

### **Cálculo para invierno T = 9,2 °C:**

Temperatura de la célula:

$$T_p = 9,2 + \frac{(45 - 20)}{800} \times 1000 = 40,45 \text{ }^\circ\text{C}$$

La tensión de circuito abierto, aplicando la ecuación 26

$$V_{OC(tmin)} = 46,40 - 0,1369x(40,45 - 25) = 44,28 \text{ V}$$

la corriente de cortocircuito, aplicando la ecuación 27

$$I_{SC(tmin)} = 9,45 + 0,008087x(40,45 - 25) = 9,57 \text{ A}$$

Tensión a la máxima potencia, aplicando la ecuación 28

$$V_{mppt(tmin)} = 38,50 - 0,1136x(40,45 - 25) = 40,26 \text{ V}$$

Tabla 12  
*Configuración del sistema fotovoltaico*

N paneles/serie	Max		Tmin	
	Vmp	Voc	Vmp	Voc
13	563,48	527,29	523,32	575,70

Fuente: propia

Con los resultados obtenidos en la tabla 12 seleccionamos el inversor



*Figura 39. Inversor FRONIUS*

Fuente: AUTOSOLAR

### Verificación del inversor seleccionado

a) La tensión  $V_{mppt}$  del generador fotovoltaico debe estar entre: 270 V y 800 V (ver tabla 13), lo cual se corrobora pues se encuentra entre 523,32 V y 563,48 V.

b) La corriente eléctrica de entrada máxima de cortocircuito es de: 27 A (ver tabla 13), la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico es de:  $2 \times 9,795 \text{ A} =$

$$19,59 \text{ A} < 27 \text{ A}.$$

c) La máxima potencia del generador fotovoltaico que se puede conectar es de:

$$12,3 \text{ kWp (ver tabla 13)} > 26 \times (340 \text{ Wp}) = 8,84 \text{ kWp}.$$

Tabla 13  
*Datos del inversor seleccionado*

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\text{ máx. }1} / I_{dc\text{ máx. }2}$ )	12 A / 12 A	18 A / 18 A	
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV ( $MPP_1/MPP_2$ )	18 A / 18 A	27 A / 27 A	
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\text{ mín.}}$ )	80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\text{ arranque}}$ )	80 V		
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	710 V		
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\text{ máx.}}$ )	1.000 V		
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\text{ mín.}} - U_{mpp\text{ máx.}}$ )	240 - 800 V		270 - 800 V
Número de seguidores MPP	2		
Número de entradas CC	2 + 2		
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\text{ máx.}}$ )	7,5 kW <sub>pico</sub>	9,0 kW <sub>pico</sub>	12,3 kW <sub>pico</sub>
DATOS DE SALIDA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	5.000 W	6.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	8.200 VA
Corriente de salida CA ( $I_{ac\text{ nom.}}$ )	21,7 A	26,1 A	35,7 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	1 - NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)		
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Coefficiente de distorsión no lineal	< 5 %		
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,85 - 1 ind. / cap.		

fuelle: (Fronius, 2016, pág. 3)

### 5.3.4. Cálculo de conductores eléctricos

Para realizar el cálculo utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Seccion (mm^2) = \frac{2 \times Longitud \times I(corriente)}{56 \times \Delta V (caida de tension)} .... (Ec. 29)$$

#### Generador fotovoltaico al inversor

De acuerdo con Cornejo (2013) “la máxima caída de tensión debe ser 1,5 % y la máxima recomendada 1,0%” (pág. 62).

“La corriente máxima que va a circular por los conductores es la de cortocircuito de los paneles. Cada ramal suministrará una corriente máxima igual a la de cortocircuito de cada uno de los módulos que lo forman” (pág. 65).

Con se tiene 2 ramas en paralelo de 13 paneles fotovoltaicos cada uno entonces la corriente de cortocircuito será:

$$I = 2 \times 9,795 A = 19,59 A$$

De la característica del inversor observamos que tiene dos seguidores MPP, tiene dos entradas para ramas de panales de hasta 18 A por lo que estas dos ramas van a conectar al inversor

De acuerdo con Cornejo (2013) “En este tramo existirá una tensión igual a la tensión del punto de máxima potencia de cada panel, por el número de paneles en serie que forman cada ramal” (pág. 65).

De la tabla 12 tenemos 563,48 V, aplicando la ecuación 29:

$$S = \frac{2 \times 30 \times 8,84}{56 \times 563,48/100} = 1,68 mm^2$$



Tabla 14  
*Datos técnicos de conductores eléctricos NH-80*

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

Fuente: (Promelsa, 2010, pág. 2)

Se selecciona el conductor NH 80 de 2,5 mm<sup>2</sup>

### **Inversor al tablero de distribución**

De acuerdo con Cornejo (2013) “la máxima caída de tensión debe ser 2,0 %” (pág. 62).

En este caso consideraremos la potencia del inversor

$$S = \frac{2 \times L \times P}{56 \times V \times \Delta V} \dots (\text{Ec. 30})$$

Remplazando tenemos:

$$S = \frac{2 \times 6 \times 8 \times 200}{56 \times 220 \times 4,4} = 1,82 \text{ mm}^2$$

De la tabla 13, se selecciona conductor NH-80 de 10,0 mm<sup>2</sup>

### 5.3.5. Cálculo de protecciones

#### Protección con fusibles

Cada rama de paneles fotovoltaicos ira protegida con fusibles

La corriente eléctrica  $I_{mpp}$  del módulo es de 8,84 A, además sabemos que se va a utilizar el conductor NH-80 de 2,5 mm<sup>2</sup> que tiene una capacidad de 24 A en ducto y 30 A al aire libre.

El dispositivo de protección debe cumplir con la siguiente relación:

$$I_{utilizacion} \leq I_{Nominal \text{ de la proteccion}} \leq I_{condutor\_electrico} \dots (\text{Ec. 31})$$

$$8,84 \leq I_N \leq 24 \dots (\text{Ec. 32})$$

⚡ Fusible 10A



Figura 40. fusible para sistema fotovoltaico de 10 A

Fuente: (COPER Bussmann, 2010)

Seleccionamos fusibles de 10 A

$$I_C = 1,6 \times I_N = 1,6 \times 10 = 16 \text{ A}$$

$$I_C \leq 1,45 \times I_Z \dots (\text{Ec. 33})$$

$$16 \leq 1,45 \times 24 = 34.8 \text{ A} \dots \text{Ok}$$

### Interruptores magnetotérmicos

Según Cornejo (2013) “con la finalidad de realizar maniobras con corte al aire. Para sobre intensidades pequeñas y prolongadas actúa como protección térmica” (pág. 72).

En cada ramal se colocará un interruptor magnetotérmico, para este tramo el conductor es NH 80 de 2,5 mm<sup>2</sup>, con una capacidad de corriente de 24 A en ducto.

Aplicando la ecuación 31:

$$8,84 \leq I_N \leq 24$$

$$I_N = 10 \text{ A}$$

Se utilizará dos interruptores magnetotérmicos de 10 A, uno en cada rama del generador fotovoltaico



*Figura 41.* Interruptor magnetotérmico de 10 A

Fuente: (ABB, 2015, pág. 32)

### **Caja de conexión del generador fotovoltaico al inversor**

Según Cornejo (2013) “El interruptor seccionador tendrá la función de aislar el generador fotovoltaico para labores de mantenimiento como limpieza reparación de incidencias” (pág. 75).

$$V_{oc} = 580,36 \text{ V}$$

$$I_{sc} = 2 \times 8,84 = 17,68 \text{ A}$$

Se selecciona un interruptor seccionador de la marca ABB de 4 polos, tipo OTP32BA8MS, cuya tensión máxima es de 750 V DC y corriente eléctrica nominal de 32 A.



*Figura 42:* Interruptor seccionador OTP32BA8MS

Fuente: (ABB, 2011, pág. 32)

### **Protecciones desde el inversor hasta la baja tensión en corriente alterna**

#### **Interruptor magnetotérmico**

Con la potencia del inversor 8 200 W, monofásico y la tensión 220 V (tensión que suministra al laboratorio de cómputo)

$$I = \frac{8\,200}{220} = 37,28 \text{ A}$$

Entonces para el interruptor termomagnético la corriente nominal es de:

$$37,28 \text{ A} \leq I_N \leq 51 \text{ A}$$

La intensidad nominal del interruptor termomagnético es de 40 A.



*Figura 43:* Interruptor termomagnético de 40 A

Fuente: (Interruptor Termomagnético 2P 40A - Riel Din, 2019)

### **Interruptor diferencial:**

Se ha seleccionado un interruptor diferencial 2x 40 A.



*Figura 44:* Interruptor diferencial 2x 40 A

Fuente: (Schneider Electric, 2019)

#### 5.4. Costo del sistema propuesto

##### 5.4.1. Costo del sistema de bombeo fotovoltaico

Tabla 15

*Costo del sistema conectado a red*

DEFINICION				Costo/unitario (S/)	= Costo (S/)
26	módulos	fotovoltaicos	ERA	538,46	13 999,96
	SOLAR de 340 Wp				
01	inversor FRONIUS de 8,2 kW			9 924,70	
01	estructura	para 10	paneles	1 689,20	1 689,20
	fotovoltaicos (CVE915- 15°)				
02	estructura	para 08	paneles	1 420,35	2 840,70
	fotovoltaicos (CVE915- 15°)				
	Accesorios			500	500
	Costo del suministro				19 029,86
	Montaje				1 902,99
	Transporte				380,60
	<b>Costo sin IGV</b>				21 313,44
	IGV (18 %)				3 836,42
	<b>Costo total incluido IGV</b>				25 149,86

Fuente: elaboración propia

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- a) Se obtuvo los datos de irradiación solar de NASTEC, del software METEONORM y de SOLARIUS PLUS, obteniéndose que los valores promedios anuales de irradiación solar son de: 5,47 kWh/m<sup>2</sup>/día; 5,86 kWh/m<sup>2</sup>/día; 5,75 kWh/m<sup>2</sup>/día; por lo que el recurso solar si es aprovechable para generar energía eléctrica. Con respecto de la velocidad del viento se obtuvo de la NASA y se obtuvo que para una altura de 20 m la velocidad medio es de 3 m/s y de acuerdo con (Alvaro, 1997, pág. 20) la velocidad del viento debe ser mayor a 5 m/s; por lo que este recurso no se ha considerado para como parte del sistema de generación eléctrica.
- b) El Laboratorio de cómputo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y eléctrica esta implementado con 25 computadores de 300 W, y que tiene 4 h de uso promedio diario; en base a ello la energía promedio diaria es de 30 kW.h con una máxima demanda de 7,5 kW.
- c) El sistema conectado a red estará conformado por 26 paneles fotovoltaicos ERA SOLAR de 340 Wp, 01 Inversor FRONIUS de 8,2 k W, además se calculó y seleccionó los conductores eléctricos, así como las protecciones.
- d) El costo total es de S/. 25 146,89.

## **6.2. Recomendaciones**

- a) Actualizar los precios de los equipos para el año en que se desea realizar la implementación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Cabello, S. (2018). Reconfiguración dinámica del campo solar de una planta fotovoltaica para maximizar la producción de energía. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/87356/TFG-CABELLO%20GARCIA.pdf;jsessionid=8BC6A1C57549D429F8C597FF8427B0BF?sequence=1&isAllowed=y>
- 2) ABB. (2011). *Enclosed switches and fusegear*. Obtenido de <https://cdn.kempstoncontrols.com/files/0793bab1389cc6de5f8b55b0e769873e/OTP32BA8MS.pdf>
- 3) ABB. (2015). *Productos de baja tensión Soluciones para energía solar*. Obtenido de <https://search.abb.com/library/download.aspx?documentid=1sdc007350b0701&languagecode=es&documentpartid=&action=launch>
- 4) Aguirre, N. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica pública para la I.E. N° 16531, puerto Chinchipe – San Ignacio. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre\\_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/185/Aguirre_PNE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 5) Agustin Castejon, G. S. (2010). *instalaciones solares fotovoltaicas*. España.
- 6) Ahumada, R. (2017). DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO AUTOMATIZADO CON ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE VILAVILA. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [http://181.176.163.136/bitstream/handle/UNAP/5285/Ahumada\\_Valdez\\_Ramiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://181.176.163.136/bitstream/handle/UNAP/5285/Ahumada_Valdez_Ramiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 7) Alvaro, S. (1997). *MANUAL DE APLICACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA*. Obtenido de <http://bva.colech.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/HASH6be8e1631f042393fa4b1f/en002.pdf?sequence=3>
- 8) Ariza, J., & Ospino, R. (2015). Investigación Aplicada para Desarrollo Tecnológico e Innovación en el área de Planeamiento Energético. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/921/72004882%20y%201048289911.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 9) Arroyo, C. (2011). Análisis del Comportamiento y de la Evolución Temporal de los Parámetros de un Inversor Fotovoltaico. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13584/PFC\\_Carlos\\_Arroyo\\_Martinez.pdf?sequence=1](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13584/PFC_Carlos_Arroyo_Martinez.pdf?sequence=1)

- 10) Asmat, C. (2018). DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO EN EL DISTRITO DE YAURISQUE – CUSCO. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3141/asmat-caceres-cindy-pierne.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 11) Auto Solar Perú. (2019). *Estructura Cubierta Plana 10 ud CVE915 15°*. Obtenido de <https://autosolar.pe/soportes-suelo/estructura-cubierta-plana-10-ud-cve915-15o>
- 12) Auto Solar Perú. (2019). *Estructura Cubierta Plana 8 ud CVE915 15°*. Obtenido de <https://autosolar.pe/soportes-suelo/estructura-cubierta-plana-8-ud-cve915-15o>
- 13) Barboza C., L. A. (2019). Análisis para la dotación de energía fotovoltaica para autoconsumo de la Institución Educativa Cristo Rey-Chiclayo. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8026/BC-4425%20BARBOZA%20CUEVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 14) Barreto, P. (2017). “SUMINISTRO ALTERNATIVO DE ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES, PARA AUTOCONSUMO DOMICILIARIO EN EL SECTOR URBANO DE CHIMBOTE”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5677/Tesis\\_57078.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5677/Tesis_57078.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 15) Buitrón, R., & Burbano, G. (2010). ELABORACIÓN DE UNA NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS RESIDENCIALES AUTÓNOMOS PARA EL ECUADOR. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>
- 16) Calvo, F. (2009). "ANALISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN ELECTRICA USANDO ENERGIA SOLAR PARA USO RESIDENCIAL". (*Tesis de Pregrado*). UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, Medellín, Colombia. Obtenido de [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/319/1/Analisis\\_Viabilidad\\_Implementacion\\_Calvo\\_2009.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/319/1/Analisis_Viabilidad_Implementacion_Calvo_2009.pdf)
- 17) Chávez, J. (2015). DISEÑO DE UN GENERADOR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR-OCCIDENTE (CUNOROC), UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, BAJO LA NORMATIVA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1125/1/Jos%C3%A9%20Fernando%20Ch%C3%A1vez%20Villatoro.pdf>
- 18) Chercca, J. (2014). APROVECHAMIENTO DEL RECURSO EÓLICO Y SOLAR EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2 EN EL POBLADO RURAL LA GRAMITA DE CASMA. (*Tesis de maestría*). Obtenido de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1694/1/chercca\\_rj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1694/1/chercca_rj.pdf)
- 19) Chou, T. (2019). Sistemas Fotovoltaicos Para Electrificación Rural: Su Potencial Para Modificar El Mix Eléctrico En La República Dominicana. (*Tesis de Maestría*).

- Obtenido de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8204/tfm-cho-sis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 20) Cinquantini, M. A., Bertolino, R., Ayala, E., & Amanquez, C. (2016). Obtenido de Modelo de Inventario de Gases de Efecto Invernadero para Ciudades y Gobiernos Locales: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/argentinien/12675.pdf>
  - 21) Cochancela, J., & Astudillo, P. (2012). Análisis eólico previo a la instalación de una central eólica utilizando las distribuciones de Weibull y Rayleigh. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/699/1/te330.pdf>
  - 22) conexionesan. (2019). *El consumo energético: ¿cuál es su impacto ambiental a nivel mundial?* Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/02/el-consumo-energetico-cual-es-su-impacto-ambiental-a-nivel-mundial/>
  - 23) COPER Bussmann. (2010). *Máxima protección en aplicaciones de energía solar*. Obtenido de <http://www1.cooperbussmann.com/pdf/ac081fe4-0e32-4885-a3ee-2642c41d1584.pdf>
  - 24) Cornejo, H. (2013). SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXION A RED DEL CENTRO MATERNO INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA. (*Tesis de pregrado*). Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME\\_172.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf)
  - 25) Cushicondor, S. (2019). ESTIMACIÓN DE IRRADIANCIA SOLAR BASADA EN MODELOS MATEMÁTICOS Y MEDICIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20171/1/CD%209640.pdf>
  - 26) Dankoff Solar Products. (2008). *Guía de Traducción y Glosario de Términos Técnicos Relativos a Bombas de Agua Movidas por Energía Solar*. Obtenido de <https://www.aice-interpretes.com/noticias/pdfnoticias1590.pdf>
  - 27) ERA SOLAR. (2019). *POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES*. Obtenido de <https://autosolar.es/pdf/ERA-340w.pdf>
  - 28) Flores, J. (2018). “METODO PARA LA MEJORA DEL SUMINISTRO SOSTENIBLE DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE CON CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS ZONAS RURALES DE LA REGIÓN AREQUIPA, 2018. (*Tesis de Maestría*). UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA. Obtenido de Metodo para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la Región Arequipa, 2018: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7214/ELMfllaja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  - 29) Flores, N., & Domínguez, M. (2016). Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/791/1/Norma%20Rosario%20flores%20Rivera%2C%20Miguel%20%20C3%81ngel%20Dom%20%20C3%ADnguez>

%20Ram%C3%ADrez%20Maestr%C3%ADa%20en%20Energ%C3%ADas%20Renovables.pdf

- 30) france24. (27 de 05 de 2020). *El descenso de las emisiones durante la pandemia de Covid-19 será solo temporal*. Obtenido de <https://www.france24.com/es/medio-ambiente/20200527-medio-ambiente-emisiones-co2-covid19-descenso>
- 31) Fronius. (2016). *PFRONIUS PRIMO*. Obtenido de <https://autosolar.pe/pdf/Fronius-Primo.pdf>
- 32) Galeano, S. (2014). *Beneficios de la utilización de energía solar en la Escuela Básica N°4765 de la comunidad indígena La Promesa en el departamento de Presidente Hayes*. Obtenido de [http://www.solartronic.com/download/Energia\\_Solar\\_Conceptos\\_Basicos.pdf](http://www.solartronic.com/download/Energia_Solar_Conceptos_Basicos.pdf)
- 33) García, R. (2016). Diseño de un proyecto tipo de instalación fotovoltaica aislada y automatizada para un rótulo luminoso basado en tubos de descarga. (*Tesis de Pregrado*).
- 34) Google Maps. (2019). *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Nacional+Pedro+Ruiz+Gallo/@-6.7077714,-79.9043896,111m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x904ced9307db00dd:0xd82bb63ce69b1c52!8m2!3d-6.7077407!4d-79.9042231>
- 35) Guierrez, H., & Olaya, B. (2016). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico sin baterías conectado a una red de distribución secundaria. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=ing_electrica)
- 36) IICA. (2015). Obtenido de Uso y acceso a las energías renovables en territorios rurales: <http://repiica.iica.int/B3661e/B3661e.pdf>
- 37) ikSol. (2018). Obtenido de Energía Renovable: ¿Qué es y para qué sirve?: <https://iksol.com.mx/energia-renovable-que-es-y-para-que-sirve>
- 38) Interruptor Termomagnético 2P 40A - Riel Din. (2019). *Interruptor Termomagnético 2P 40A - Riel Din*. Obtenido de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/225657/interruptor-termomagnetico-2p-40a-riel-din>
- 39) Jácome, B. (2017). PROPUESTA DE SISTEMA DE BOMBEO UTILIZANDO PANELES FOTOVOLTAICOS. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9091/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-122.pdf>
- 40) Jeri, J., & Sacha, G. (2017). Obtenido de PROYECTO DE FACTIBILIDAD EN EL USO DE PANELES SOLARES COMO GENERACIÓN FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD EN AMBIENTES ENAMM: <http://repositorio.enamm.edu.pe/bitstream/ENAMM/73/1/TESIS%2064%20-%20JERI%20-%20SACHA.pdf>

- 41) Leon, L. (2020). Generación distribuida mediante el diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución en el Instituto ISA- Chiclayo. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG\\_85681d4f6475589a0b1bbfe5c62ab2ef](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_85681d4f6475589a0b1bbfe5c62ab2ef)
- 42) Macancela, L. (2012). DIAGNÓSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO YANTSA ii ETSARI. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/689/1/te321.pdf>
- 43) Martínez, J. (2013). IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN CASA HABITACIÓN. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/13782/1/IMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20PANELES%20SOLARES%20EN%20CASA.pdf>
- 44) Mendoza, J., & Estrada, O. (2010). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERADORES FOTOVOLTAICOS CON CONEXIÓN A LA RED EN LA UNIVERSIDAD DON BOSCO. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/1210/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION.pdf>
- 45) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable - Argentina. (2017). Obtenido de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero - Argentina: <https://www.undp.org/content/dam/rblac/docs/Research%20and%20Publications/Repository/Argentina/UNDP-RBLAC-EfectoInvernaderoAR.pdf>
- 46) Monsolar. (2015). *Calculadora separación entre paneles para evitar sombras*. Obtenido de <https://www.monsolar.com/separacion-paneles-solares>
- 47) Montaña, J. (2015). *EVALUACION TECNICA PARA MINIGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA CON SISTEMAS HIBRIDOS EÓLICOS/FOTO-VOLTAICOS (E/F-V) EN CENTROS URBANOS DE COLOMBIA*. Obtenido de <https://docplayer.es/1150091-Evaluacion-tecnica-para-minigeneracion-de-energia-electrica-con-sistemas-hibridos-eolicos-foto-voltaicos-e-f-v-en-centros-urbanos-de-colombia.html>
- 48) Murillo, J. (2012). *DISEÑO DE UN ALTERNADOR DE FLUJO AXIAL CON IMANES PERMANENTES*. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/6997/files/TAZ-PFC-2012-151.pdf>
- 49) NASA. (2019). *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/>
- 50) NASTEC. (2020). *NASTEC*. Obtenido de <https://solar.nastec.eu/Systems/Edit/15315/>
- 51) Ordóñez, J. (2017). Obtenido de ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE SISTEMAS CON ENERGÍAS RENOVABLES A PEQUEÑA ESCALA CON NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ALMACENAMIENTO: [https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3166/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Jorge\\_Luis\\_Ordo%C3%B1ez\\_Dominguez\\_2152198.pdf](https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3166/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Jorge_Luis_Ordo%C3%B1ez_Dominguez_2152198.pdf)

- 52) Pino, A. (2015). *Red de estaciones solarimétricas*. Obtenido de [https://www.fraunhofer.cl/content/dam/chile/es/documents/150814\\_Red%20de%20estaciones%20solarim%c3%a9tricas%20PUC-DICTUC-FCR\\_APino.pdf](https://www.fraunhofer.cl/content/dam/chile/es/documents/150814_Red%20de%20estaciones%20solarim%c3%a9tricas%20PUC-DICTUC-FCR_APino.pdf)
- 53) Pons, J. (2020). *Diseño de una instalación de autoconsumo fotovoltaico con excedentes para un espacio gastronómico en Mallorca*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/185215/TFG%20JOAN%20PONS%20LLOBERA.pdf>
- 54) Promelsa. (2010). *FREETOX NH-80*. Obtenido de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000418.pdf>
- 55) PUCP. (2015). *ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA*. Obtenido de [http://files.pucp.edu.pe/agenda/wp-content/uploads/2015/06/cca\\_contenido\\_energia\\_eolica\\_new.pdf](http://files.pucp.edu.pe/agenda/wp-content/uploads/2015/06/cca_contenido_energia_eolica_new.pdf)
- 56) Ramos, L., & Luna, P. (2014). “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL AREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA”. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/521/1/Tesis%20Rafael%20Luna%20Puente%2C%20Humberto%20Ramos%20L%C3%B3pez.pdf>
- 57) Reyes, A. (2019). Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN. (*Tesis de Doctorado*). Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1668>
- 58) Román, J., & Villacrés, K. (2019). *Metodología para la Evaluación del Recurso Eólico*. Obtenido de <http://revistaenergia.cenace.org.ec/index.php/cenace/article/download/212/203/>
- 59) Romero, P. (2018). ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN ILLORA (GRANADA). (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14855/PRG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 60) Ruíz, J., Peña, J., & Fernández, A. (2013). Reinstalación del Generador Eólico y Evaluación Técnica del Sistema Híbrido para Producción de Energía Eléctrica en el Laboratorio de Fuentes Renovables de Energía – ESPOL. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30938/D-79790.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- 61) Sanchez, M. (2019). Sistema fotovoltaico conectado a la red para el centro de salud “El Arenal” en el centro poblado El Arenal, distrito El Arenal, Paita – Piura. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/8040/BC-4442%20SANCHEZ%20MIRANDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- 62) Schneider Electric. (2019). *Interruptor diferencial*. Obtenido de <https://www.se.com/pe/es/product/A9R91240/acti-9-iid---rccb---2p---40a---30ma---type-a-si/>
- 63) SENAMHI. (2019). *Datos hidrometeorologicos a nivel nacional*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- 64) (2013). SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE CONEXIÓN A RED EN EL CENTRO MATERNO INFANTIL DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME\\_172.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf)
- 65) statista. (28 de Noviembre de 2019). *Los países que más contaminan el aire*. Obtenido de <https://es.statista.com/grafico/9662/emisiones-de-dioxido-de-carbono-por-paises-en-2018/>
- 66) Torrecilla Arroyo, G. (2014). PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECARGA DE MOTOS ELÉCTRICAS CON PLACAS FOTOVOLTAICAS Y PIEZOELÉCTRICOS. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22779/gabriel.torrecilla\\_94304.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22779/gabriel.torrecilla_94304.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 67) UDLAP. (2006). Obtenido de CONTROL DIGITAL PARA CONVERTIDOR MULTINIVEL ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meie/martinez\\_h\\_d/capitulo6.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/martinez_h_d/capitulo6.pdf)
- 68) Ujaen. (2015). *sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Obtenido de [http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/08\\_lecciones/02\\_leccion/www/Sist\\_fotovol\\_conectados\\_red.htm#:~:text=Un%20Sistema%20Fotovoltaico%20Conectado%20a,con%20la%20red%20el%C3%A9ctrica%20convencional.](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/08_lecciones/02_leccion/www/Sist_fotovol_conectados_red.htm#:~:text=Un%20Sistema%20Fotovoltaico%20Conectado%20a,con%20la%20red%20el%C3%A9ctrica%20convencional.)
- 69) Valencia, H. (2013). *FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/74/Fundamentos%20de%20Electr%C3%B3nica%20Industrial%20-%20Hern%C3%A1n%20Valencia%20Gall%C3%B3n.pdf?sequence=1>
- 70) Vasquez, D. (2019). Microgeneración distribuida con sistema fotovoltaico para autoconsumo en la Municipalidad de Picsi en el departamento de Lambayeque. (*Tesis de pregrado*). Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG\\_dab1360bc926fee3633ee35b05d98ab7](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_dab1360bc926fee3633ee35b05d98ab7)
- 71) Vásquez, R. (2019). Obtenido de Evaluación de la implementación de energías renovables con electrificación fotovoltaica para mejorar la calidad de vida del poblador del Distrito de San Rafael, Provincia de Ambo, Región Huánuco - 2018: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/989/1/T026\\_71380851\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/989/1/T026_71380851_T.pdf)
- 72) Von, H. (2001). *CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO - UNFCCC*. Obtenido de

[https://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/IAvH\\_-\\_Analisis\\_a\\_la\\_luz\\_de\\_la\\_CMNUCC\\_sobre\\_diversidad\\_biologica.pdf](https://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/IAvH_-_Analisis_a_la_luz_de_la_CMNUCC_sobre_diversidad_biologica.pdf)

- 73) Wilmer, L. (2020). Propuesta de Diseño de un Sistema de Energía Solar Fotovoltaica. Caso de Aplicación en Casa Comunal de Cooperativa Los Paracaidistas en la Ciudad de Guayaquil. (*Tesis de Pregrado*). Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14365/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-248.pdf>

## ANEXOS



**ANEXO N°01. DATA DE LA TEMPERATURA DE LA ESTACIÓN  
METEOROLÓGICA LAMBAYEQUE-SENAMHI**



Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código : 106108		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/01/2019	28.6	20.3	79.4	0
02/01/2019	27.8	20.5	79.1	0
03/01/2019	28.4	21.1	80.9	0
04/01/2019	29.4	20.3	79.8	0
05/01/2019	29.5	21.3	81.5	0
06/01/2019	28.8	22.1	S/D	0
07/01/2019	30.1	22.3	76.6	0
08/01/2019	28.2	23.2	76.7	0
09/01/2019	30.3	22.8	75.1	0
10/01/2019	30.8	23.2	74.7	0
11/01/2019	31.6	23.3	76.7	0
12/01/2019	30.2	21.7	S/D	0
13/01/2019	30.2	21.2	79.1	0
14/01/2019	27.4	21.2	77.5	0
15/01/2019	29.4	21.8	74.1	0
16/01/2019	29.7	21.2	78.6	0
17/01/2019	29	21.4	74.6	0
18/01/2019	29.6	21.7	71.9	0
19/01/2019	30.6	21.5	75.2	0
20/01/2019	29.5	20.6	77.4	0
21/01/2019	31.1	21.1	75.4	0
22/01/2019	29.6	21.5	72.1	0
23/01/2019	30.4	21.5	72.2	0
24/01/2019	29.1	21.8	78.6	0
25/01/2019	30.6	21.9	76	0
26/01/2019	30.2	21.5	79.7	0
27/01/2019	30	22	82.7	0
28/01/2019	31.5	23.3	75.9	0
29/01/2019	33	23.8	78	0
30/01/2019	31.3	23.3	78.3	0
31/01/2019	30.8	22.7	77.4	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código :		106108
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/05/2019	25.5	20	86.8	0
02/05/2019	26.2	19.1	85.9	0
03/05/2019	27.2	19.1	83.4	0
04/05/2019	28.8	19.6	79.6	0
05/05/2019	27.4	20.4	85.2	0
06/05/2019	27.4	20.7	87.1	0
07/05/2019	26.4	20.4	86	0
08/05/2019	27.1	18.9	85.1	0
09/05/2019	26.4	19.9	87	0
10/05/2019	27.2	19.8	77.9	0
11/05/2019	26.6	19.4	77.5	0
12/05/2019	29.1	19.5	78.1	0
13/05/2019	26.7	20	83.1	0
14/05/2019	27.4	20.5	83.5	0
15/05/2019	26.4	20	83.7	0
16/05/2019	26	19.6	81	0
17/05/2019	26.7	18.6	80.4	0
18/05/2019	27.2	17.8	78.5	0
19/05/2019	27	18.3	78	0
20/05/2019	25.2	19.1	78.4	0
21/05/2019	25.9	18.6	81.4	0.1
22/05/2019	26.4	19.1	81.7	0
23/05/2019	25.7	18	79.3	0
24/05/2019	27.3	18.6	79.4	0
25/05/2019	27.4	19.2	76.5	0
26/05/2019	26.5	18.3	S/D	0
27/05/2019	26.1	18.1	77.9	0
28/05/2019	26.6	18.6	74.1	0
29/05/2019	27	18	79.6	0
30/05/2019	27.6	17.2	79.2	0
31/05/2019	29.8	18.6	76.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código : 100108		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/06/2019	24.8	18	84.5	0
02/06/2019	25.1	18.2	78.3	0
03/06/2019	24.8	17.7	82.2	0
04/06/2019	25.8	17.1	79.2	0
05/06/2019	25.6	17.1	77.4	0
06/06/2019	26.6	16.2	80.8	0
07/06/2019	27.5	16.4	76.6	0
08/06/2019	25.4	17	80.5	0
09/06/2019	24.6	18	83	0
10/06/2019	24.8	17.3	83.7	0
11/06/2019	25.5	18.4	82.8	0
12/06/2019	24.3	17.9	80.2	0
13/06/2019	24.7	17.5	76.4	0
14/06/2019	24.4	17.4	76.9	0
15/06/2019	25.8	17.9	77	0
16/06/2019	24.4	18.1	80.4	0
17/06/2019	24.1	17.5	80.9	0
18/06/2019	23.2	17.6	81.5	0
19/06/2019	24.6	17	80.1	0
20/06/2019	22.8	15.5	84.6	0
21/06/2019	21.9	16.6	85.2	0
22/06/2019	24.1	15.1	80.4	0
23/06/2019	23.5	15.8	82.1	0
24/06/2019	24.5	15.9	78.6	0
25/06/2019	24.8	16.7	79.2	0
26/06/2019	24	16.7	80.2	0
27/06/2019	24	16.5	79.6	0
28/06/2019	23.8	16.6	80.6	0
29/06/2019	22.4	17.5	85.6	0
30/06/2019	24.3	16.8	80.6	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación  $\leq 0.1$  mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código : 106108		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/07/2019	23.9	17	82.5	0
02/07/2019	23.2	17.2	S/D	0
03/07/2019	23.3	16.6	81.2	0
04/07/2019	24	16.1	79.1	0
05/07/2019	24.7	17	79.6	0
06/07/2019	25.2	17.1	79.8	0
07/07/2019	24.1	16.9	84.4	0.3
08/07/2019	22.9	16.3	85.1	0
09/07/2019	23.2	16.9	79.8	0
10/07/2019	23.1	15.5	81.7	0
11/07/2019	22.9	14.5	82.6	0
12/07/2019	22.8	16	87.7	0
13/07/2019	21.6	17.2	86.5	0
14/07/2019	21.3	16.6	81.4	0
15/07/2019	23.2	16.5	83.6	0
16/07/2019	22.4	16	86.2	0
17/07/2019	22.1	16.3	84	0
18/07/2019	19.6	16.8	85.8	0
19/07/2019	21.6	15.4	78.4	0
20/07/2019	23.2	14.2	80.8	0
21/07/2019	22.2	15.4	82.5	0
22/07/2019	23.2	16.5	81.7	0
23/07/2019	22.4	16.3	81.8	0
24/07/2019	22.6	16.3	83.6	0
25/07/2019	21.2	16.1	83.4	0
26/07/2019	21	15.5	84.1	0
27/07/2019	20.9	15.5	83.8	0
28/07/2019	19.8	15.3	89	0
29/07/2019	18.8	15.1	85.4	0
30/07/2019	19.7	14.3	81.2	0
31/07/2019	21.6	10.9	81	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE

Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : LAMBAYEQUE

Distrito : LAMBAYEQUE

Latitud : 0°44'3.75"

Longitud : 79°54'35.4"

Altitud : 18 msnm.

Tipo : CP - Meteorológica

Código :

106108

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/08/2019	22.1	12.2	81.3	0
02/08/2019	23.5	14.1	80.8	0
03/08/2019	22.6	15.2	84.4	0
04/08/2019	21.4	15	86	0
05/08/2019	22.3	15.6	82.7	0
06/08/2019	20.5	15.8	81.1	0
07/08/2019	20.5	14.9	81.2	0
08/08/2019	20.8	15.8	78.4	0
09/08/2019	21.5	15.5	82.1	0
10/08/2019	20.8	14.5	82	0
11/08/2019	21.7	14.4	78.2	0
12/08/2019	21.5	14.7	79.8	0
13/08/2019	21.6	14.2	83.6	0
14/08/2019	21.6	15.5	85.9	0
15/08/2019	22	15	85.8	0
16/08/2019	20.2	16	88	0
17/08/2019	20.4	15.8	88	0
18/08/2019	21.1	16.2	85	0
19/08/2019	21.3	16.1	87.1	0
20/08/2019	21.7	15.3	83.9	0
21/08/2019	22.3	15.2	84.7	0
22/08/2019	21.4	15.7	85.8	0
23/08/2019	20.8	15.8	87.8	0
24/08/2019	20.6	15.7	87.8	0
25/08/2019	21.5	16	83	0
26/08/2019	21.6	15.2	83.4	0
27/08/2019	21.3	15.5	86.1	0
28/08/2019	21	15.7	87.9	0
29/08/2019	21.9	12.1	81.4	0
30/08/2019	22.4	16.7	82.4	0
31/08/2019	22.4	16.3	84.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código :		106108
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/09/2019	22.3	15.2	85.4	0
02/09/2019	22.3	16.4	81.6	0
03/09/2019	22.4	16.6	80.8	0
04/09/2019	23.4	16.8	78.2	0
05/09/2019	23.2	15.5	80.3	0
06/09/2019	22.9	15.1	78.3	0
07/09/2019	22.4	15.6	80.2	0
08/09/2019	22	15.3	79	0
09/09/2019	22.2	15.2	81.7	0
10/09/2019	22.5	14.3	79.5	0
11/09/2019	22.6	15.7	S/D	0
12/09/2019	22.4	16	77.9	0
13/09/2019	22.5	15.6	79.2	0
14/09/2019	22.4	15.9	78	0
15/09/2019	22.5	14.8	80.8	0
16/09/2019	22.8	15.5	80.8	0
17/09/2019	23.2	15.6	79.5	0
18/09/2019	21.3	15.1	81.9	0
19/09/2019	22.6	15.7	79.5	0
20/09/2019	21.8	15.6	84.4	0
21/09/2019	21.6	15.9	80.6	0
22/09/2019	22.5	15.8	79.7	0
23/09/2019	21.7	15.7	85.4	0
24/09/2019	21.8	15.9	85.2	0
25/09/2019	22.1	15.4	80.7	0
26/09/2019	22.2	15.3	81.4	0
27/09/2019	22.1	15.6	82.9	0
28/09/2019	22.5	15.6	84.1	0
29/09/2019	22.6	15.3	86.4	0
30/09/2019	21.8	15.8	85	0



Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código : 106108		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/10/2019	21.9	15.5	85.6	0
02/10/2019	23.4	15.9	S/D	0
03/10/2019	23.8	16.1	84.4	0
04/10/2019	21.4	16	79.6	0
05/10/2019	21.2	16.1	83.1	0
06/10/2019	22.6	16	79.4	0
07/10/2019	22.6	15.9	81.4	0
08/10/2019	22.5	15.2	80.6	0
09/10/2019	22.9	15.6	78.5	0
10/10/2019	23.1	16.3	81	0
11/10/2019	21.8	13.8	83	0
12/10/2019	22.8	14.6	79.2	0
13/10/2019	23.8	15.8	78.7	0
14/10/2019	23.8	15.7	76.9	0
15/10/2019	24.7	16.1	78.7	0
16/10/2019	23.8	16.8	80.4	0.5
17/10/2019	23.6	16.8	80.6	0
18/10/2019	23.6	17.1	81.4	0
19/10/2019	24.4	17.2	80.1	0
20/10/2019	22.8	16.9	79.7	0
21/10/2019	23.2	15.6	75.8	0.4
22/10/2019	23.3	16.3	78.7	0
23/10/2019	24.5	16.7	80.7	0
24/10/2019	23.2	15.8	80.6	0
25/10/2019	23	15.7	81.4	0
26/10/2019	23.5	15.5	76.6	0
27/10/2019	23.7	15.6	75.9	0
28/10/2019	23.2	16.3	79.5	0
29/10/2019	23.1	15.7	80.5	0
30/10/2019	23.9	16.5	79	0
31/10/2019	25	17.5	80.9	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código :		106108
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/11/2019	23.3	17.1	81.4	0
02/11/2019	24.2	17.2	80.9	0
03/11/2019	24.4	17.3	79.5	0
04/11/2019	23.6	16.5	77.6	0
05/11/2019	24.2	17.2	79.3	0
06/11/2019	24	17.3	78.6	0
07/11/2019	24.2	17.1	81.2	0
08/11/2019	24.8	16.5	79	0
09/11/2019	24.2	17.6	81	0
10/11/2019	24.7	17.7	80.6	0
11/11/2019	24.8	17.4	83.3	0
12/11/2019	24.6	18.1	81.8	0
13/11/2019	24.7	17	81.1	0
14/11/2019	24.8	16.9	80.2	0
15/11/2019	24.9	16.7	83.8	0
16/11/2019	24.3	17.5	81.1	0
17/11/2019	24.2	17.5	83.6	0
18/11/2019	21.8	17.6	84.5	0
19/11/2019	22.5	18.3	83.5	0
20/11/2019	25.5	15.3	81.5	0
21/11/2019	25.2	17.7	77.5	0
22/11/2019	24.1	19.4	82.4	0
23/11/2019	23.6	17.2	81.8	0
24/11/2019	25.4	18.9	79.9	0
25/11/2019	24.4	19.5	84.3	0
26/11/2019	24.4	18.9	83	0
27/11/2019	26.8	17.9	81.3	0
28/11/2019	26.4	19.8	82.4	0
29/11/2019	25.4	18.6	83.8	0
30/11/2019	25.5	18.5	84.2	0

Fuente: SENAMHI / DRD

\* Datos sin control de calidad.

\* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

\* S/D = Sin Datos.

\* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : LAMBAYEQUE				
Departamento : LAMBAYEQUE		Provincia : LAMBAYEQUE		Distrito : LAMBAYEQUE
Latitud : 6°44'3.75"		Longitud : 79°54'35.4"		Altitud : 18 msnm.
Tipo : CP - Meteorológica		Código : 106108		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/12/2019	26	19.4	79	0
02/12/2019	25.1	19.5	83.4	0
03/12/2019	26.6	19.3	82.9	0
04/12/2019	26.8	19.7	S/D	0
05/12/2019	27.2	19.9	77.2	0
06/12/2019	26.3	20	82.4	0
07/12/2019	26.8	19.7	80.4	0
08/12/2019	27.2	19.4	78.8	0
09/12/2019	26.5	19.6	81	0
10/12/2019	26.8	19.6	80.4	0
11/12/2019	26.1	19.9	80.6	0
12/12/2019	27.1	20.3	78.7	0
13/12/2019	27.3	19.5	76.8	0
14/12/2019	25.6	19.2	82.1	0
15/12/2019	28.5	18.4	S/D	0
16/12/2019	26.4	18.7	81.1	0
17/12/2019	26.6	18.5	75.7	0
18/12/2019	28.5	20.3	77.9	0
19/12/2019	26.6	20.3	81.2	0
20/12/2019	26.8	20.2	81.9	0
21/12/2019	27	20.4	79.4	0
22/12/2019	27.4	20.7	79.5	0
23/12/2019	27	20	82.6	0
24/12/2019	26.2	20.1	80.6	0
25/12/2019	26.7	19.6	77.6	0
26/12/2019	27.5	19.8	77.7	0
27/12/2019	27.6	20.2	80.2	0
28/12/2019	27.5	21.1	75.6	1
29/12/2019	28.9	20.1	80.3	1.1
30/12/2019	26.2	20	89.1	0
31/12/2019	28.5	20.9	82.6	0

**ANEXO N°02. FICHA TÉCNICA DEL  
PANEL ERA SOLAR 340 Wp**



## ESPMC

Polycrystalline Solar Module

### KEY FEATURES



#### 5 Busbar Solar Cell:

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



#### High Power Output:

Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.



#### Low-light Performance:

Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.



#### Reliability Warranty:

10 years' product warranty.  
Power warranty of 90% up to 10 years and 80% up to 25 years.



WATTS  
POSITIVE  
TOLERANCE



12 YEARS  
PRODUCT  
WARRANTY



10 YEARS  
PERFORMANCE  
GUARANTEE 90%



25 YEARS  
PERFORMANCE  
GUARANTEE 80%

### POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

#### ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	35.5V
Maximum Power Current(Imp)	9.64A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.055%/°C
Temperature-Coefficient Voc	-0.2950%/°C
Temperature-Coefficient Pmp	-0.36001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+55°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE, ROHS, PID Resistant, INMETRO
Company Certificate	ISO9001, ISO14001, ISO18001

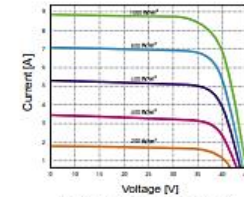
#### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Backsheet (color)	TPT in white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / Polycrystalline silicon / 156.75x156.75mm
Frame (material / color)	aluminum hollow-chamber frame on each side anodized aluminum alloy / silver
Junction box (protection degree)	> IP65
Cables & Plug connectors	2x900mm / 4mm <sup>2</sup> & MC4 compatible
Module Dimensions (L / W / H)	1936x992x40mm
Module Weight	20.9kg
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C

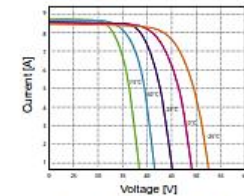
#### PACKING

Container Size	Units/Pallet (PCS)	Weight/Pallet (KG)	Pallet Measurement (mm)	Units/Container (PCS)
20GP	26	570	2000x1130x1120	260
40HQ	26	570	2000x1130x1120	627
	31	676	2000x1130x1340	

#### CURRENT-VOLTAGE CURVES:

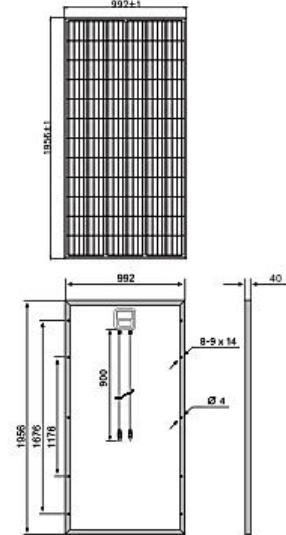


Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m<sup>2</sup>).

#### MODULE DIMENSION:



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



**ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA  
DE LAS ESTRCUTURAS DE SOPORTE**



# SUNFER ENERGY STRUCTURES

## Instalación en cubierta o suelo

### Instalación 1 línea

Artículo nº CVE915

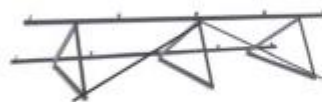
Soporte diseñado para instalar 1 fila de módulos fotovoltaicos en vertical sobre cubiertas modificando la inclinación.  
Inclinación 30°.

Artículo	Capacidad	Tamaño de módulo	Materiales
CVE915 [1x4]	4 Módulos Fotovoltaicos Disponibles de 1 a 20 módulos.	1650x1000x[35,40,45,50]	Aluminio EN AW 6005A T6



#### Montaje:

Estructura atornillada,  
regulable..



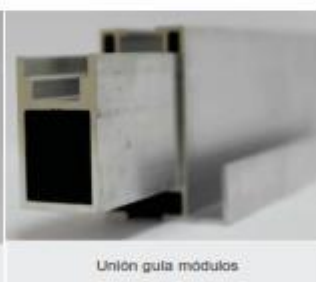
Gula módulos



Presor lateral



Presor intermedio



Unión gula módulos

Este soporte está disponible en dos versiones:

CVE915. 15 °

CVE915. 30 °

#### Condiciones de diseño:

UNE-EN 1991-1-3:2004 Cargas de nieve. 200 N/m<sup>2</sup>

UNE-EN 1991-1-4:2007 Cargas de viento. V<sub>s</sub>: 29 m/s

Consultar la normativa vigente en el punto de instalación.

#### Nota:

Previamente, se tiene que comprobar que la subestructura de la cubierta es suficientemente rígida para soportar los paneles fotovoltaicos.

**ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA**  
**DEL INVERSOR FRONIUS DE 8,2 kW**



/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



SHIFTING THE LIMITS

## FRONIUS PRIMO

/ El inversor comunicativo para la optimización de la gestión de energía



/ Tecnología SnapInverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Diseño SuperFlex



/ Seguimiento inteligente GMPT



/ Smart Grid Ready



/ Inyección cero

/ Dentro de la gama SnapInverter y con un rango de potencia entre 3,0 y 8,2 kW, el inversor monofásico Fronius Primo es el equipo perfecto para cubrir las necesidades de cualquier hogar. Gracias a su doble MPPT y su innovador diseño SuperFlex, es capaz de sacar el máximo rendimiento de las instalaciones en tejado. Con el sistema de montaje SnapInverter, la instalación y mantenimiento son más fáciles que nunca. El inversor Fronius Primo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además que el inversor no inyecte energía a la red eléctrica.

### DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máxima corriente de entrada ( $I_{d,max1} / I_{d,max2}$ )	12 A / 12 A				
Máxima corriente de cortocircuito por serie PV ( $MPP_1/MPP_2$ )	18 A / 18 A				
Mínima tensión de entrada ( $U_{d,min}$ )	80 V				
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{d,service}$ )	80 V				
Tensión de entrada nominal ( $U_{d,n}$ )	710 V				
Máxima tensión de entrada ( $U_{d,max}$ )	1.000 V				
Rango de tensión MPPT ( $U_{mppt,min} - U_{mppt,max}$ )	200 - 800 V			210 - 800 V	240 - 800 V
Número de seguidores MPPT	2				
Número de entradas CC	2 + 2				
Máxima salida del generador PV ( $P_{d,max}$ )	4,3 kW <sub>pv</sub>	5,3 kW <sub>pv</sub>	5,3 kW <sub>pv</sub>	6,0 kW <sub>pv</sub>	6,0 kW <sub>pv</sub>
DATOS DE SALIDA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Potencia nominal CA ( $P_{n,ca}$ )	3.000 W	3.500 W	3.680 W	4.000 W	4.600 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.500 VA	3.680 VA	4.000 VA	4.600 VA
Corriente de salida CA ( $I_{n,ca}$ )	13,0 A	13,2 A	16,0 A	17,4 A	20,0 A
Adecuamiento a la red (rango de tensión)	1 - 575/230 V / 230 V (180 V - 270 V)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión en línea	< 3 %				
Factor de potencia (cos $\phi_{min}$ )	0,95 - 1 ind. / cap.				

### DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS GENERALES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm				
Peso	21,5 kg				
Tipo de protección	IP 63				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>	2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire forzada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +55 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	4.000 m				
Tecnología de conexión CC	Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, GB 312, G39/3, CEI 0-21, VDE AR N 4103				

RENDIMIENTO	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máximo rendimiento	97,9 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %
Rendimiento europeo ( $\eta_{11}$ )	96,1 %	96,8 %	96,8 %	97,0 %	97,0 %
$\eta$ con 5 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %
$\eta$ con 10 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	84,1 / 86,3 / 86,1 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,6 / 93,9 / 92,2 %	88,9 / 94,4 / 92,9 %
$\eta$ con 20 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	90,3 / 93,5 / 94,8 %	91,6 / 96,2 / 93,2 %	91,6 / 96,2 / 93,2 %	92,2 / 96,7 / 93,6 %	93,0 / 97,0 / 93,9 %
$\eta$ con 25 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	91,8 / 96,4 / 93,1 %	92,7 / 96,9 / 93,8 %	92,7 / 96,9 / 93,8 %	93,2 / 97,2 / 96,1 %	93,9 / 97,2 / 96,6 %
$\eta$ con 30 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	92,7 / 96,9 / 96,0 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,3 / 97,3 / 96,9 %
$\eta$ con 50 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	94,3 / 97,4 / 97,0 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,2 / 97,8 / 97,4 %	95,6 / 97,9 / 97,6 %
$\eta$ con 75 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	95,4 / 97,9 / 97,7 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,8 / 97,9 / 97,8 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %
$\eta$ con 100 % $P_{max}$ <sup>2)</sup>	95,7 / 97,9 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,9 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 97,9 / 98,0 %
Rendimiento de adaptación MPPT	> 99,9 %				

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Medición del aislamiento CC	Sí				
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				

INTERFACES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solarweb, Modbus TCF SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) <sup>3)</sup>	Data logging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>3)</sup>	Fronius Solar Net				
Salida de aviso <sup>3)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo <sup>3)</sup>	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

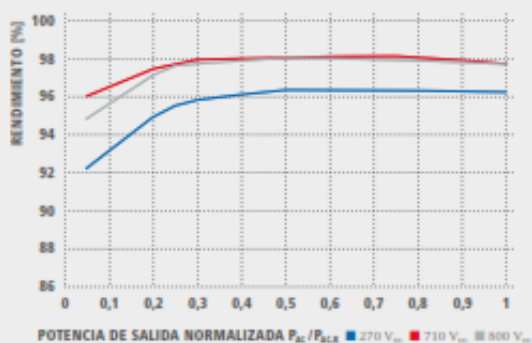
<sup>1)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>2)</sup> Y con  $U_{mpp\ min.} / U_{dc,r} / U_{mpp\ max.}$

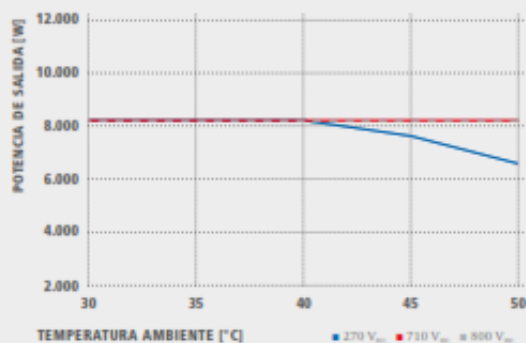
<sup>3)</sup> También disponible en la versión light.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es)

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS PRIMO 8.2-1



## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS PRIMO 8.2-1



## DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (5.0-1, 6.0-1, 8.2-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máxima corriente de entrada ( $I_{d, \text{máx}} / I_{d, \text{máx},2}$ )	12 A / 12 A	18 A / 18 A	
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> )	18 A / 18 A	27 A / 27 A	
Mínima tensión de entrada ( $U_{d, \text{mín}}$ )	80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{d, \text{servicio}}$ )	80 V		
Tensión de entrada nominal ( $U_{d,n}$ )	710 V		
Máxima tensión de entrada ( $U_{d, \text{máx}}$ )	1.000 V		
Rango de tensión MPP ( $U_{\text{mpp}, \text{máx}} - U_{\text{mpp}, \text{mín}}$ )	240 - 800 V		270 - 800 V
Número de seguidores MPP	2		
Número de entradas CC	2 + 2		
Máxima salida del generador FV ( $P_{d, \text{máx}}$ )	7,3 kW <sub>gen</sub>	9,0 kW <sub>gen</sub>	12,3 kW <sub>gen</sub>

DATOS DE SALIDA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Potencia nominal CA ( $P_{a,n}$ )	3.000 W	6.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	6.000 VA	8.200 VA
Corriente de salida CA ( $I_{a, \text{máx}}$ )	21,7 A	26,1 A	33,7 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	1 - NFE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)		
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %		
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{a,n}$ )	0,93 - 1 ind. / cap.		

DATOS GENERALES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm		
Peso	21,5 kg		
Tipo de protección	IP 65		
Clase de protección	I		
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>	2 / 3		
Consumo nocturno	< 1 W		
Concepto de inversor	Sin transformador		
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada		
Instalación	Instalación interior y exterior		
Margen de temperatura ambiente	-40 - +53 °C		
Humedad de aire admisible	0 - 100 %		
Máxima altitud	4.000 m		
Tecnología de conexión CC	Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscaados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>		
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes roscaados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>		
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G39/3, CEI 0-21, VDE AR N 4103		

<sup>1)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es)



**ANEXO N°05. FICHA TÉCNICA**  
**DEL CONDUCTOR NH-80**

## FREETOX NH-80

### Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc.

En caso de incendio aumenta la posibilidad de sobre vivencia de las posibles víctimas al no respirar gases tóxicos y tener una buena visibilidad para el salvamento y escape del lugar. Generalmente se instalan en tubos conduit.

### Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.

### Características

Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

### Marca

INDECO S.A. FREETOX NH-80 450/750 V <Sección> <Año> <Medido Secuencial>

### Calibres

1.5 mm<sup>2</sup> - 300 mm<sup>2</sup>

### Embalaje

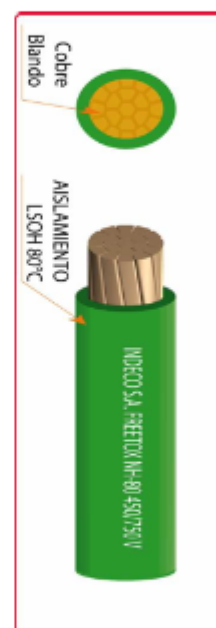
De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>, en rollos estándar de 100 metros.

De 16 a 300 mm<sup>2</sup>, en carretes de madera.

### Colores

De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>: blanco, negro, rojo, azul, amarillo, verde y verde / amarillo.

Mayores de 10 mm<sup>2</sup> sólo en color negro <sup>(1)</sup>.



**Norma(s) de Fabricación**  
NTP 370.252  
**Tensión de servicio**  
450/750 V  
**Temperatura de operación**  
80°C

<sup>(1)</sup> A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

**TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80**

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

(\*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.

## **ANEXO N°06. FICHA TÉCNICA DE FUSIBLES**




**Bussmann**

## Máxima protección en aplicaciones de energía solar

**Los nuevos fusibles PV de Cooper Bussmann® ofrecen gran protección a sistemas fotovoltaicos de hasta 1,000 V<sub>CD</sub>**

La necesidad de energías alternativas ha dado lugar a otra innovación en Cooper Bussmann®, líder en protección de circuitos. El desarrollo de avanzados sistemas de fotoceldas solares ha acelerado la demanda de fusibles de alto desempeño. Las condiciones de cortocircuito relacionadas con las fotoceldas solares no permiten niveles de corriente suficientes para interrumpir un fusible tradicional, de manera que se aislen eficazmente las cadenas fotovoltaicas (PV) con falla. La nueva línea de fusibles PV de Cooper Bussmann® ofrece un rango completo de protección, que los fusibles tradicionales no pueden proporcionar.

### Protección contra fallas de bajo nivel

- Los fusibles PV son fusibles de rango completo y pueden proteger al sistema contra fallas tan bajas como 1.3 veces la capacidad nominal ( $I_n$ ) del fusible a 1,000 V<sub>CD</sub>. Están diseñados específicamente para celdas de película delgada y fotoceldas de silicio cristalino de 4", 5" y 6".

### Mayor resistencia a condiciones climáticas

- Los fusibles PV se prueban bajo condiciones climáticas extremas, lo que les permite soportar las condiciones climáticas asociadas con la operación de sistemas de fotoceldas solares y el medio ambiente.

### Capacidad de hasta 1,000 V<sub>CD</sub>

- Los fusibles PV están diseñados para un voltaje de operación máximo de 1,000 V<sub>CD</sub>, con base en sistemas típicos de fotoceldas solares con L/R de 1 ms o menor.

### Dimensiones aceptadas mundialmente:

10 mm x 38 mm

- Los fusibles PV, en todas sus clasificaciones de corriente, están disponibles con casquillo estándar, montaje con tornillo o montaje de Circuito Impreso.



## Especificaciones

### Clasificaciones

Voltaje:	1,000 V <sub>CD</sub>
Amperaje:	1-15 A
Capacidad de interrupción:	33 kA CD
Interrupción mínima:	1.3 veces la I <sub>n</sub>
Coordinación de fusibles PV:	con celdas de película delgada y celdas de silicio cristalino de 4", 5" y 6"
Constante de Tiempo (L/R):	Menor a 1 ms

### Especificaciones técnicas

Número de parte	Capacidad Nominal (Amperes)	Integridad de energía (A <sup>2</sup> s/I <sup>2</sup> t)		Pérdida de energía (watts)	
		Prearqueo	Total a 1,000 V <sub>CD</sub>	0.6 I <sub>n</sub>	I <sub>n</sub>
PV-1A10F	1 A	0.15	0.4	0.2	1.5
PV-2A10F	2 A	1.2	3.4	0.2	1.0
PV-3A10F	3 A	4	11	0.3	1.3
PV-4A10F	4 A	9.5	26	0.4	1.3
PV-5A10F	5 A	19	50	0.4	1.6
PV-6A10F	6 A	30	90	0.4	1.8
PV-8A10F	8 A	3	32	1.2	2.1
PV-10A10F	10 A	7	70	1.2	2.3
PV-12A10F	12 A	12	120	1.5	2.7
PV-15A10F	15 A	22	220	1.7	2.9

### Bases y Bloques Portafusibles\* Cooper Bussmann® recomendados

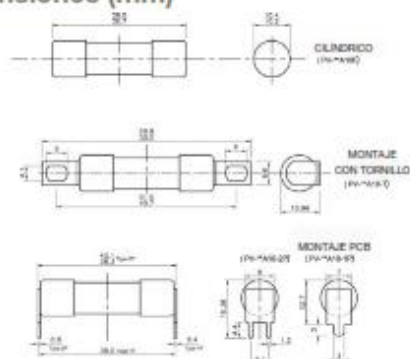
Número de catálogo	Tipo	Amps. máx.	Polos
BM6031PQ	Base portafusible**	30	1
BM6032PQ	Base portafusible**	30	2
BM6033PQ	Base portafusible**	30	3
CHM1	Portafusible seguro para los dedos***	30	1
CHM2	Portafusible seguro para los dedos***	30	2
CHM3	Portafusible seguro para los dedos***	30	3

\* Certificado para 1,000 V<sub>CD</sub>

\*\* Consultar Hoja de datos de producto 1104 para información más detallada.

\*\*\* Consultar Hoja de datos de producto 2143 para información más detallada.

### Dimensiones (mm)



Los fusibles PV están diseñados específicamente para trabajar en sistemas de fotoceldas solares formados por celdas de 4", 5" y 6".

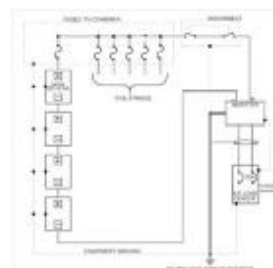


Diagrama típico del cableado de fotoceldas solares



Base portafusibles BM6033PQ y portafusible CHM1D



Los fusibles PV con casquillo se montan fácilmente en bases portafusibles convencionales BM6031.

©2009 Cooper Bussmann  
St. Louis, MO 63178  
636-384-2077  
www.cooperbussmann.com

Pedir con el # 3142 0509 10M

Impreso en USA

**COOPER** Bussmann

**ANEXO N°07. FICHA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR  
TERMOMAGNÉTICO**

## Ficha técnica del producto

### Características

A9F74240

INT. TERMOMAGNETICO IC60N 2X40A CURVA C



### Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Corriente nominal (In)	40 A
Tipo de red	DC CA
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Poder de corte	6000 A Icn 400 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60898-1 36 kA Icu 12...60 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60947-2 10 kA Icu ≤ 125 V DC EN/IEC 60947-2 10 kA Icu 380...415 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60947-2 20 kA Icu 220...240 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60947-2 6 kA Icu 440 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60947-2 36 kA Icu 100...133 V CA 50/60 Hz EN/IEC 60947-2
Categoría de utilización	Categoría A EN 60947-2 Categoría A IEC 60947-2
Apto para seccionamiento	Si EN 60898-1 Si EN 60947-2 Si IEC 60898-1 Si IEC 60947-2
Normas	EN 60898-1 EN 60947-2 IEC 60898-1 IEC 60947-2

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

## Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % EN 60947-2 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % EN 60947-2 380...415 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % EN 60947-2 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % IEC 60947-2 220...240 V CA 50/60 Hz 7.5 kA 75 % IEC 60947-2 380...415 V CA 50/60 Hz 4.5 kA 75 % IEC 60947-2 440 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % IEC 60947-2 12...133 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % EN 60947-2 12...133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % EN 60898-1 400 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % IEC 60898-1 400 V CA 50/60 Hz 10 kA 100 % IEC 60947-2 72...125 V DC 10 kA 100 % EN 60947-2 72...125 V DC
Clase de limitación	3 EN 60898-1 3 IEC 60898-1
[Ui] tensión asignada de aislamiento	CA 50/60 Hz EN 60947-2 CA 50/60 Hz IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV EN 60947-2 6 kV IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Si
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Tipo de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución de embarrado tipo peine	Arriba o abajo Si
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78.5 mm
Peso del producto	0.25 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo 1...35 mm² rígido Terminal simple arriba o abajo 1...25 mm² Flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm arriba o abajo
Par de apriete	3.5 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

## Entorno

Grado de protección IP	IP20 IEC 60529 IP20 EN 60529
Grado de contaminación	3 EN 60947-2 3 IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

### Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	238 g
Paquete 1 Altura	3.5 cm
Paquete 1 ancho	7.5 cm
Paquete 1 Largo	9.5 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	BB1
Número de Unidades en el Paquete 2	6
Paquete 2 Peso	1.498 kg
Paquete 2 Altura	8 cm
Paquete 2 Ancho	9.6 cm
Paquete 2 Largo	22.5 cm
Tipo de Unidad de Paquete 3	S03
Número de Unidades en el Paquete 3	66
Paquete 3 Peso	16.965 kg
Paquete 3 Altura	30 cm
Paquete 3 Ancho	30 cm
Paquete 3 Largo	40 cm

### Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Conforme con REACH sin SVHC	Si
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin metales pesados tóxicos	Si
Sin mercurio	Si
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">Si</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

### Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

**ANEXO N°08. FICHA TÉCNICA  
DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL**



Ficha técnica del producto

Características

A9R91240

Acti 9 iID - RCCB - 2P - 40A - 30mA - type A-SI



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	iID
Número de polos	2P
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	40 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad ante fugas a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo A-SI

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] tensión asignada de empleo	220...240 V CA 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de corte y de cierre nominal	Idm 1500 A Im 1500 A
Intensidad de cortocircuito condicional	10 kA
[Ui] tensión asignada de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV
Indicador de posición del contacto	SI
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Ajustable en clip

11/09/2020

Libra to On Schneider

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.



Tipo de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	4
Altura	91 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73.5 mm
Peso del producto	0.21 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 15000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm² Flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3.5 N.m arriba o abajo

### Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 3000 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

### Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	230 g
Paquete 1 Altura	4 cm
Paquete 1 ancho	8.5 cm
Paquete 1 Largo	9.6 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	BB1
Número de Unidades en el Paquete 2	6
Paquete 2 Peso	1.432 kg
Paquete 2 Altura	9 cm
Paquete 2 Ancho	10 cm
Paquete 2 Largo	26 cm
Tipo de Unidad de Paquete 3	S03
Número de Unidades en el Paquete 3	54
Paquete 3 Peso	13.375 kg
Paquete 3 Altura	30 cm
Paquete 3 Ancho	30 cm
Paquete 3 Largo	40 cm

### Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin mercurio	Sí

Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">SI</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
<b>Garantía contractual</b>	
Periodo de garantía	18 months

**ANEXO N°09. COTIZACIONES**



## Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C  
Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin  
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU  
Teléfono: 017154357 Móvil: 993943927  
autosolar@autosolar.pe  
R.U.C: 20602492118

JULIO RAMÍREZ

JULIO RAMÍREZ

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 009289	1	15/09/2020

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	FORMA DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
11167		17 Jean Gómez		1 Mes, salvo cambio de tarifa

### GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
1002120	Panel Solar ERA 340W 24V ESPMC-340 Policristalino	26	480,00	12.480,00		12.480,00
1501020	Estructura Cubierta Plana 15° 10 Panel CVE915	1	1.463,97	1.463,97		1.463,97
1501018	Estructura Cubierta Plana 15° 8 Panel CVE915	2	1.230,97	2.461,94		2.461,94
3208044	Inversor C/Red FRONIUS Primo 8.2.0-1 8.2kW	1	8.701,11	8.701,11		8.701,11

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	25.107,02					25.107,02	4.519,26	

Firmado Autosolar

**TOTAL: 29.626,28 S/.**



**TIPO DE MONEDA: SOLES**  
**PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO S/. 3,33**  
**NO INCLUYE ENVÍO NI INSTALACION, SALVO SE ESPECIFIQUE EN LA COTIZACIÓN**  
EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CONFIANZA PARA ENVÍO A PROVINCIAS:  
**MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER - SPC COURIER - TRANSZAVALA**

#### DATOS BANCARIOS EN SOLES

INTERBANK: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563  
BCP: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298  
BBVA: 001103970100013290 / CCI: 011397000100013290-70

#### DATOS BANCARIOS EN DÓLARES

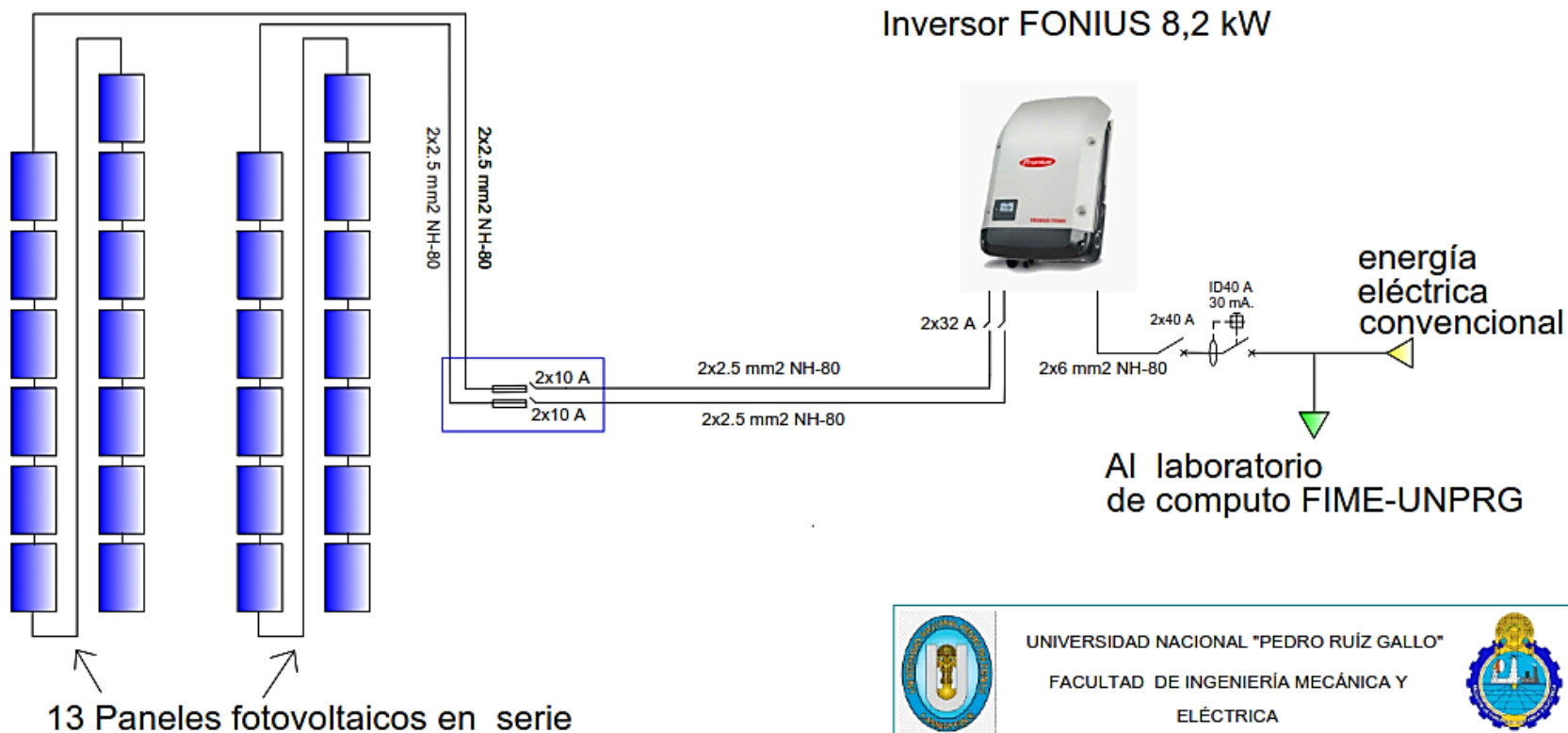
INTERBANK: 2003108749061 / CCI: 00320001310874906134  
BCP: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390  
BBVA: 001103970100013304 / CCI: 011397000100013304-79

#### BANCO DE LA NACION

Cuenta Corriente Soles: 00-018-045354 / CCI: 018-018-000018045354-20

**ANEXO N°10. PLANO DEL SISTEMA CONETADO A RED**

26 Paneles fotovoltaicos  
ERA SOLAR de 340 Wp



 UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUÍZ GALLO" FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA		
TÍTULO: "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA CON ENERGÍAS RENOVABLES CONECTADO A LA RED PARA EL LABORATORIO DE COMPUTO FIME DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO"		
PLANO: SISTEMA FOTOVOLTAICO		LÁMINA: S.F.C.R.
DIBUJADO POR: J.C.R.R.	ESCALA : S/E	FECHA: SEPTIEMBRE 2020

**ANEXO N°11. PLANO DE UBICACIÓN DE PANELES**

