



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas**

**Carrera de Electricidad**

**DISEÑO DE UNA ESTACION DE CARGA PARA VEHICULOS  
ELECTRICOS DE DOS RUEDAS EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA  
DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE  
UTILIZANDO SISTEMA DE GENERACION SOLAR  
FOTOVOLTAICO.**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Autor:

Luis Patricio Umaquina Farinango

Director:

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

Ibarra – Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1753114428
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Umaquina Farinango Luis Patricio
<b>DIRECCIÓN:</b>	Cayambe
<b>EMAIL:</b>	lpumaquinaf@utn.edu.ec
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	0222360294
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0982322112

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos de dos ruedas en el edificio de la Carrera de Electricidad de la Universidad técnica del Norte utilizando sistema de generación solar fotovoltaico.
<b>AUTOR:</b>	Umaquina Farinango Luis Patricio
<b>FECHA:</b>	08/02/2024
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Eléctrico
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de febrero del 2024.

**EL AUTOR:**



---

Umaquina Farinango Luis Patricio

C.I. 1753114428



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

Yo, Olger Arellano en calidad de tutor del señor estudiante Luis Patricio Umaquina Farinango certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: “DISEÑO DE UNA ESTACION DE CARGA PARA VEHICULOS ELECTRCIOS DE DOS RUEDAS EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UTILIZANDO SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA”. Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, aprobando la defensa, impresión y empastado.

Ing. Olger Arellano MSc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

Ibarra, 08 de febrero del 2024

## **DEDICATORIA**

A todos mis hermanos, en especial a mi hermana María Esther Umaquina Farinango que ha sabido formarme con buenos hábitos y valores desde mi niñez, por darme la educación que necesitaba. Además, gracias a su apoyo incondicional me supo dar la fuerza necesaria para seguir y cumplir con mi objetivo planteado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios y a la vida por darme la salud y la fuerza necesaria para seguir en toda mi travesía estudiantil.

A mi familia en general por haberme brindado su apoyo de manera absoluta en todo momento.

Al Ing. Olger Arellano director de mi tesis, quién supo dirigirme y brindarme su conocimiento en todo el proceso de desarrollo hasta la culminación de mi proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	II
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
Introducción.....	XVII
Objetivo General.....	XXI
Objetivos Específicos.....	XXI
CAPITULO I.....	1
Descripción de los vehículos eléctricos de 2 ruedas y características de los sistemas de carga.....	1
1.1 Vehículos eléctricos de 2 ruedas.....	1
1.2.1 Motos eléctricas.....	1
1.2.2 Scooter eléctrico.....	2
1.2.3 Bicicletas eléctricas.....	2
1.3 Componentes de un vehículo eléctrico.....	3

1.3.1 La transmisión del vehículo eléctrico .....	3
1.3.2 Motor eléctrico.....	4
1.3.3 Inversor .....	4
1.3.4 Cargador.....	4
1.4 Acumuladores de energía (Baterías).....	5
1.4.1 Características técnicas de las baterías .....	5
1.4.1.1 Capacidad.....	5
1.4.1.3 Potencia Específica .....	6
1.4.2 Tipos de baterías más usados en los vehículos eléctricos de 2 ruedas .....	6
1.4.2.1 Batería de plomo ácido .....	6
1.4.2.2 Baterías de Ion Litio.....	7
1.5 Caracterización de los sistemas de carga .....	7
1.5.1 Modo de carga 1.....	7
1.5.2 Modo de carga 2.....	8
1.5.3 Modo de carga 3.....	8
1.5.4 Modo de carga 4.....	9
1.6 Caracterización de las estaciones de carga .....	10
1.7 Conectores habituales de los vehículos eléctricos de dos ruedas .....	10
1.7.1 Conector Schuko.....	10
1.7.2 Conector tipo 1 (Yasaki).....	10

1.7.3 Conector tipo 2 (Mennekes).....	11
1.8 Energía Fotovoltaica.....	11
1.8.1 Panel solar fotovoltaico.....	12
1.8.2 Almacenamiento de energía de sistemas fotovoltaicos .....	12
1.9 Protecciones y Sistema de puesta a tierra .....	13
1.10 Marco normativo para el diseño de las estaciones de carga .....	13
CAPITULO II.....	16
Diseño de la estación de carga para vehículos eléctricos de 2 ruedas .....	16
2.1 Metodología.....	16
2.2 Herramientas y equipos usados para el diseño .....	17
2.2.1 NSRDB .....	17
2.2.2 PVSYST.....	18
2.2.3 AutoCAD (Autodesk) .....	18
2.3 Parámetros para el diseño de la estación de carga y el sistema fotovoltaico.....	18
2.3.1 Demanda de consumo aproximado de la estación de carga.....	19
2.3.2 Potencia de consumo diario .....	19
2.3.3 Hora Solar Pico .....	19
2.3.4 Potencia fotovoltaica.....	20
2.3.4 Cantidad de paneles solares .....	20
2.3.5 Cantidad de paneles solares en paralelo.....	20

2.3.6 Cantidad de paneles solares en serie .....	21
2.3.7 Capacidad nominal de las baterías requeridas .....	21
2.3.8 Número de baterías requeridas.....	21
2.3.9 Coeficiente de inclinación del panel .....	22
2.4 Parámetros para el diseño de la estación de carga .....	22
2.4.1 Número de puntos de carga a establecer en la estación .....	22
2.5 Análisis de los modos de recarga.....	24
2.5.1 Selección del modo de carga a establecer en la estación .....	25
2.5.2 Análisis para la selección del cargador para la estación .....	26
2.5.3 Cargador Schuko LugPro 16 A.....	27
2.5.4 Cargador Wall box RVE-WBS-SMART 16 <sup>a</sup> 3.6KW Schuko .....	28
2.5.5 Selección del cargador para la estación .....	29
2.5.6 Conector a disponer en la estación.....	30
2.6 Diseño del sistema fotovoltaico .....	31
2.6.1 Estimación de la potencia instalada en la estación de carga.....	32
2.6.2 Estimación de consumo total de toda la estación.....	33
2.6.3 Estimación de consumo por cada punto de carga .....	34
2.7 Parámetros del sistema.....	34
2.7.1 Sitio de diseño.....	35
2.7.2 Cálculo de la hora solar pico (HSP).....	35

2.7.3 Cálculo de la potencia fotovoltaica.....	36
2.7.4 Cálculo del número de paneles fotovoltaicos .....	37
2.7.5 Emplazamiento del lugar .....	38
2.7.6 Arreglo o disposición de paneles fotovoltaicos .....	43
2.7.7 Selección del controlador/inversor .....	45
2.7.8 Selección y cálculo del número de las baterías.....	47
2.7.9 Grado de inclinación del panel .....	49
2.8 Resumen configuración del sistema .....	50
CAPITULO III.....	53
Modelado del sistema fotovoltaico para el suministro de energía a la estación de carga.	53
3.1 PVSYST.....	53
3.2 Parámetros para la simulación .....	53
3.3 Parámetros del sistema.....	56
3.3.1 Orientación.....	56
3.3.2 Necesidades del usuario .....	57
3.3.3 Sistema.....	58
3.4 Análisis de resultados .....	59
3.4.1 Resumen de la Configuración Final del sistema (Pvsyst).....	59
3.4.2 Energía incidente en el plano colector .....	61
3.4.3 Producciones Normalizadas del sistema .....	62

3.4.4 Proporción de rendimiento.....	64
3.4.5 Temperatura vs radiación efectiva.....	66
3.4.6 Energía diaria a la salida del conjunto.....	67
3.5 Conclusiones.....	69
3.6 Recomendación.....	70
Bibliografía.....	71
Anexo 1.....	77
Anexo 2.....	78
Anexo 3.....	79
Anexo 4.....	80
Anexo 5.....	81
Anexo 6.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Vehículos eléctricos tipo Motocicletas, Scooter y Bicicletas</i> .....	3
---	---

<b>Figura 2</b>	<i>Batería de Ion de litio y plomo ácido</i> .....	7
<b>Figura 3</b>	<i>Modos de carga de vehículos eléctricos</i> .....	9
<b>Figura 4</b>	<i>Diagrama de flujo del procedimiento efectuado en el proyecto</i> .....	17
<b>Figura 5</b>	<i>Conector vehículo eléctrico y datos de placa</i> .....	25
<b>Figura 6</b>	<i>Cargador Schuko LugPro 16A</i> .....	27
<b>Figura 7</b>	<i>Cargador Wall box RVE-WBS_Smart</i> .....	28
<b>Figura 8</b>	<i>Cable alimentación convencional (Schuko)</i> .....	30
<b>Figura 9</b>	<i>Conector/adaptador de Tipo2 (Mennekes) a Schuko</i> .....	31
<b>Figura 10</b>	<i>Radiación Mensual Ibarra año 2021</i> .....	35
<b>Figura 11</b>	<i>Área edificio Carrera de Electricidad</i> .....	38
<b>Figura 12</b>	<i>Proyectos existentes en el edificio de la Carrera de Electricidad</i> .....	39
<b>Figura 13</b>	<i>Área destinada para el punto de carga principal</i> .....	40
<b>Figura 14</b>	<i>Punto de carga principal (Edificio carrera de Electricidad)</i> .....	40
<b>Figura 15</b>	<i>Sitios provistos para los 4 puntos de carga adicionales en la Universidad</i>	
<i>Técnica del Norte</i> .....		41
<b>Figura 16</b>	<i>Sitios provistos para los 4 puntos de carga.</i> .....	42
<b>Figura 17</b>	<i>Estructura para los 4 puntos de carga</i> .....	43
<b>Figura 18</b>	<i>Configuración del String 1</i> .....	44
<b>Figura 19</b>	<i>Cantidad de Strings para el sistema fotovoltaico</i> .....	45
<b>Figura 20</b>	<i>Esquema detallado del sistema fotovoltaico</i> .....	52
<b>Figura 21</b>	<i>Selección sistema independiente</i> .....	54
<b>Figura 22</b>	<i>Ubicación de la zona para el sistema propuesto en PVsyst</i> .....	55
<b>Figura 23</b>	<i>Parámetros principales del sistema fotovoltaico</i> .....	56

<b>Figura 24</b> <i>Variante Orientación</i> .....	57
<b>Figura 25</b> <i>Necesidades del usuario</i> .....	58
<b>Figura 26</b> <i>Componentes del sistema</i> .....	58
<b>Figura 27</b> <i>Resultados configuración del sistema</i> .....	59
<b>Figura 28</b> <i>Resumen de resultados principales</i> .....	61
<b>Figura 29</b> <i>Energía incidente de referencia en el plano colector</i> .....	62
<b>Figura 30</b> <i>Producciones normalizadas</i> .....	64
<b>Figura 31</b> <i>Proporción de rendimiento</i> .....	65
<b>Figura 32</b> <i>Temperatura del conjunto vs irradiancia efectiva</i> .....	67
<b>Figura 33</b> <i>Energía diaria a la salida del conjunto</i> .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Número de vehículos eléctricos de 2 ruedas por día en la Universidad Técnica del Norte</i> .....	23
<b>Tabla 2</b> <i>Modos de carga de vehículos eléctricos</i> .....	25
<b>Tabla 3</b> <i>Comparación equipos de carga modo 2</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>Potencia estimada de los puntos de carga</i> .....	33

## RESUMEN

Uno de los problemas en la actualidad, es la contaminación producida por la emanación de gases nocivos provenientes de los vehículos que funcionan a base de combustibles fósiles, para intervenir en este tipo de problema es necesario fomentar la inclusión de vehículos eléctricos, ya que este tipo de movilidad es muy respetuosa con el medio ambiente, no obstante, estos requieren de puntos de carga exclusivos para el abastecimiento de energía a sus baterías y así moverse sin complicaciones. Según esto, el presente proyecto de titulación tiene como finalidad presentar el diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos de 2 ruedas la cual es alimentada con un sistema de generación solar fotovoltaico, para llevar a cabo lo planteado inicialmente se realizó el análisis sobre la afluencia de los vehículos mencionados en la Universidad Técnica del Norte, determinando de esa manera el requerimiento de 5 puntos de carga. A partir de ello se establecieron los parámetros requeridos para el diseño del mismo y a su vez para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, además se efectuó la selección de cada uno de los componentes y equipos requeridos para la estación de acuerdo a los parámetros del diseño teórico, posterior a ello se realizó la simulación del sistema propuesto a través del software PVsyst, con lo que se pudo verificar el correcto diseño del sistema en cuestión.

**Palabras Clave:** Estación de carga, vehículos eléctricos de 2 rueda, sistema fotovoltaico, conectores VE, recarga de VE.

## **ABSTRACT**

One of the problems today is the pollution caused by the emission of harmful gases from vehicles that run on fossil fuels, to intervene in this type of problem is necessary to promote the inclusion of electric vehicles, as this type of mobility is very friendly to the environment, however, these require exclusive charging points for the supply of energy to their batteries and thus mobilize without complications. Accordingly, this degree project aims to present the design of a charging station for 2-wheel electric vehicles which is powered with a photovoltaic solar generation system, to carry out the proposed initially was conducted an analysis on the influx of vehicles mentioned in the Technical University of the North, thereby determining the requirement of 5 charging points. From this, the parameters required for the design of the same were established and in turn for the sizing of the photovoltaic system, in addition to the selection of each of the components and equipment required for the station according to the parameters of the theoretical design, after which the simulation of the proposed system was performed in the PVsyst software, with which it was possible to verify the correct design of the system in question.

**Keywords:** Charging station, two wheel electric vehicles, photovoltaic system, EV connectors, EV charging.

## **Introducción**

### **Contextualización**

Mucho antes que los vehículos de combustión como son los motores que funcionan a diésel y gasolina, los vehículos eléctricos ya existían. Sin embargo, el problema que presentaban eran las baterías, debido a que no se podían realizar extensos trayectos por la poca capacidad de almacenamiento de energía que tenían, no obstante, debido a que dichos vehículos no emitían ningún gas contaminante, era una de las mejores opciones para reducir la contaminación ambiental. En la actualidad este tipo de movilidad es una de las alternativas más ventajosas, ya que la cantidad de petróleo existente es limitada y cada vez es más escasa. IEA (2022).

En la actualidad la micro movilidad eléctrica está haciendo tendencia, ya que se estima que aproximadamente del 25% de la movilidad con un vehículo de 2 ruedas que transitan en vías son eléctricos. China, India y los países de la Asociación de países del Sur Oeste Asiático, conocida como ASEAN, son los principales proveedores del mercado de estos vehículos eléctricos. La adopción por la movilidad eléctrica representa una alternativa viable ante un cambio significativo para el mundo en el aspecto de la contaminación. IEA (2022)

Además, en los países desarrollados se ha observado una creciente inclinación hacia el uso de los vehículos eléctricos como un reemplazo a los vehículos que funcionan con combustibles fósiles. Ya que dicha movilidad convencional es una preocupación global debido a que estos causan daños severos al medio ambiente y a la salud. El enfoque principal se centra en la necesidad de buscar nuevas alternativas que ayuden a reducir el impacto ambiental producida por la emanación de dióxido de carbono de los vehículos. Sanz Arnaiz ( 2015).

El Ecuador al ser un país rico en recursos naturales renovables tiene una gran ventaja para el uso de los vehículos eléctricos, ya que la mayoría de las fuentes de generación de energía eléctrica provienen de fuentes limpias, estos están alrededor de un 87%, lo que reduce la dependencia de combustibles fósiles para la generación de energía. CENACE (2022).

Durante estos últimos años se ha visto un incremento en el uso de vehículos eléctricos debido a la aprobación de la electro movilidad por parte de la ley de eficiencia energética, por tanto, se ha vuelto un tema de prioridad a nivel nacional. Además, sostienen que en un futuro corto se espera el masivo uso de los vehículos eléctricos; por lo tanto, es crucial tomar las acciones

necesarias para establecer puntos de carga para los vehículos eléctricos en sitios específicos, con el fin de garantizar una movilidad adecuada. P & D (2019).

Existen una gran variedad de alternativas que contribuyen a la movilidad eléctrica, pues el uso de medios de transporte con los llamados vehículos de dos ruedas (motocicletas, bicicletas eléctricas, Scooter) están contribuyendo significativamente a la reducción de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, se prevé que en los próximos años este tipo de movilidad tenga una gran aceptación. McKerracher (2020)

Los vehículos eléctricos son una de las mejores alternativas para la movilidad, debido a que estos no emanan gases contaminantes, a diferencia de los vehículos de combustión interna que para el funcionamiento del motor se utiliza combustibles fósiles. Es fundamental tener en cuenta que, para poder recargar la batería de los vehículos eléctricos, es necesario disponer de una infraestructura específica o una estación de carga que pueda estar ubicada en sitios públicos, privados, aparcamientos y otros lugares, manera que se pueda recargar las baterías y poder circular sin problemas. Alexa (2017)

La masiva adquisición de vehículos eléctricos ha traído consigo la falta de puntos de carga, por ello es sustancial realizar un estudio tanto de los tipos de vehículos eléctricos y estaciones de carga en el país, con la finalidad de poder desarrollar un diseño adecuado de la estación, de acuerdo a las necesidades del usuario. Además, el tiempo de carga completa de las baterías de los vehículos eléctricos es otro factor importante a considerar, ya que dependerá del tipo de carga que se lo realice y a su vez teniendo en cuenta la compatibilidad con el conector del vehículo y el cargador. Gomez , Mojica, Kaul, & Isla,( 2016)

## **Planteamiento del problema**

Por razones de contaminación medio ambiental a causa de la emisión de gases contaminantes por parte de los vehículos a combustión interna, es necesario buscar alternativas que contribuyan a la reducción de la contaminación, teniendo como una opción la adopción por la movilidad eléctrica.

Debido a la popularidad de los vehículos eléctricos de dos ruedas que se están volviendo más comunes en la actualidad, surge la problemática respecto a los sitios donde realizar la recarga de dichos vehículos y la accesibilidad que se tendrá a ello, ya que las personas que poseen este tipo de vehículo requerirán de puntos de carga disponibles.

En la actualidad el uso de vehículos eléctricos de 2 ruedas para la movilidad de las personas está en constante aumento, por lo que es crucial considerar el problema de los escasos puntos de recarga para este tipo de vehículo. Las estaciones de carga o electrolinerías se basan netamente en abastecer de electricidad a las baterías del vehículo eléctrico. Sin embargo, factores importantes a tener en cuenta incluyen las fuentes de generación de energía para alimentar la estación y los tiempos de carga de las baterías de los vehículos eléctricos.

## **Justificación**

Es importante destacar que debido a las estaciones de carga limitadas o a las dificultades de acceso que se tienen a ellas de alguna manera ha interferido en la decisión del usuario el optar por la movilidad eléctrica como fuente principal de transporte, es por ello que se planteó el diseño de una estación de carga alimentada por un sistema de generación solar fotovoltaica por lo que contribuirá también a la reducción de contaminación del medio ambiente al depender de una fuente de energía limpia y respetuosa con la naturaleza.

Al contar con puntos de recargas accesibles, se fomentará la confianza de que los usuarios puedan cargar la batería de su vehículo en un lugar específico y sentirse satisfecho de poder realizar su trayecto sin inconvenientes. Además, este punto será crucial para fomentar la adopción por la movilidad eléctrica.

El presente estudio para el diseño de una estación de carga en la Universidad Técnica del Norte se realizó con la finalidad de que toda la Comunidad Universitaria que cuente con un vehículo eléctrico de 2 ruedas tenga un punto de recarga accesible y disponible para realizar la carga de la batería de su vehículo de manera segura y sin costo alguno, esto servirá como un incentivo para que los estudiantes opten por la movilidad eléctrica, de igual manera será de gran aporte ya que el tiempo de estancia en la Universidad sería aprovechado para cargar la batería de su vehículo.

## **Objetivo General**

- Diseñar una estación de carga para vehículos eléctricos de dos ruedas en el edificio de la carrera de Electricidad de la Universidad Técnica del Norte alimentada mediante un sistema de generación solar fotovoltaica.

## **Objetivos Específicos**

- Describir los diferentes tipos de vehículos eléctricos de dos ruedas existentes en la actualidad, la caracterización de los sistemas de carga para los mismos y las normativas aplicables para el diseño de las estaciones de carga.
- Diseñar la estación de carga para los vehículos eléctricos de dos ruedas identificando a detalle cada uno de sus componentes.
- Modelar el sistema solar fotovoltaico del que dependerá sustancialmente la alimentación de la estación de carga para vehículos eléctricos de 2 ruedas.

## **CAPITULO I**

### **Descripción de los vehículos eléctricos de 2 ruedas y características de los sistemas de carga**

#### **1.1 Vehículos eléctricos de 2 ruedas**

Los vehículos eléctricos de 2 ruedas pertenecen a una categoría de transporte que incluyen las motocicletas, scooters, bicicletas eléctricas, patinetas, estos tipos de vehículos suele usar generalmente baterías de plomo ácido o de Ion de litio para el almacenamiento de energía. La ventaja de estos vehículos es que no contaminan al medio ambiente, no producen contaminación auditiva, siendo una alternativa al uso de vehículos de combustión interna, además presentan un gran ahorro económico en cuanto al mantenimiento del vehículo ya que estos no disponen de aceites, transmisión y filtros a diferencia de un vehículo convencional. RajaSelchar, Prudhvi Raju,(2021)

La adopción de la movilidad eléctrica intervendría en el ahorro de los combustibles fósiles para futuras generaciones, ya que es evidente que cada vez son más escasos, además contribuiría significativamente a la reducción de contaminación ambiental

##### **1.2.1 Motos eléctricas**

Según Kopinsky (2019) manifiesta que la motocicleta eléctrica es un vehículo de 2 ruedas que funciona con electricidad y que utiliza un motor eléctrico para su desplazamiento, estos vehículos están diseñados para su uso en sitios urbanos ya que las velocidades máximas que alcanzan son de 50 a 60 Km/h, no están diseñados para traslados en carreteras extensas debido a la autonomía de la batería, es decir si se conduce a su límite máximo el consumo de energía será mayor por ende su autonomía y durabilidad de la batería será menor.

Khade (2021) indica que las motocicletas eléctricas no requieren mantenimiento porque no tienen piezas de desgaste, es decir no poseen cadenas, carburadores, bujías, entre otros. Como el motor está completamente sellado, el mantenimiento de este tipo de vehículo generalmente se limita al ajuste de los frenos y la verificación de la presión de los neumáticos.

### **1.2.2 Scooter eléctrico**

De acuerdo con (Juárez, 2019) un scooter eléctrico es un vehículo de dos ruedas de movilidad personal que cuenta con una base en la cual se sube la persona y un manillar el cual permite controlar dicho vehículo. Su velocidad promedio oscila entre los 25 y 30 Km/h, por otra parte, el rendimiento y el buen funcionamiento del mismo dependerá del desplazamiento y de su independencia de movimiento.

La necesidad de un medio ambiente limpio permite elegir este tipo de movilidad ya que no emiten gases contaminantes, además son eficientes en términos de consumo de energía.

### **1.2.3 Bicicletas eléctricas**

Jajzyk & Slomczynski (2019) indica que las bicicletas eléctricas se presentan como una opción alternativa a las bicicletas convencionales, ya que permite realizar recorridos extensos sin la necesidad de hacer esfuerzo físico, este tipo de vehículo tiene una autonomía de alrededor de 30km y una velocidad máxima de 25km/h. Además, este tipo de movilidad emiten bajas emisiones sonoras. En la figura 1 se muestra los vehículos eléctricos tipo motocicletas, Scooters y bicicletas eléctricas.

## **Figura 1**

*Vehículos eléctricos tipo Motocicletas, Scooter y Bicicletas*



Nota: Fuente adaptada de Beelectric (2020)

### **1.3 Componentes de un vehículo eléctrico**

Los vehículos eléctricos poseen varios elementos que difieren a los vehículos de combustión interna, a continuación, se detallan sus componentes principales.

#### **1.3.1 La transmisión del vehículo eléctrico**

Deng (2022) explica que la transmisión del vehículo eléctrico está basada en transferir la potencia mecánica obtenida del motor hacia las ruedas, una de las ventajas más importantes a considerar de los vehículos eléctricos es que no poseen transmisiones de varias velocidades, estos suelen tener una sola velocidad lo que significa que no necesitan de una caja de cambios, la aceleración del vehículo eléctrico es suave y constante, su velocidad máxima dependerá de la capacidad del motor y de la batería.

### **1.3.2 Motor eléctrico**

Para Deng (2022), el motor eléctrico es la parte principal de un vehículo eléctrico porque convierte la energía eléctrica obtenida de una fuente de alimentación o de una batería, en energía cinética, lo que hace que giren las ruedas permitiendo el desplazamiento ya sea total o parcial del vehículo. Muchos de los motores que se implementan no requieren aceite y su vida útil dependerá de su uso y cuidado.

### **1.3.3 Inversor**

El inversor tiene como función transformar la corriente directa de las baterías en corriente alterna, de igual manera este transforma la corriente alterna generada durante el frenado regenerativo en corriente directa. Todo esto se hace con el objetivo de recargar la batería para su uso posterior. Plaza (2022)

### **1.3.4 Cargador**

Según González (2019) el cargador es el elemento que se utiliza para la recarga o abastecimiento de energía hacia las baterías del vehículo eléctrico, cabe resaltar que dichos cargadores difieren en su diseño y capacidad de entrega de corriente y potencia dependiendo del tipo de vehículo y de la fuente de alimentación disponible. Por otra parte, existen diferentes tipos de cargadores que a su vez están clasificados en función de la velocidad de carga. Entre los tipos de cargadores más comunes están el cargador de nivel 1 (carga lenta), nivel 2 (semirápida) y nivel 3 (rápida), por ello es crucial verificar las características técnicas del vehículo eléctrico y la compatibilidad con el cargador a utilizar.

## **1.4 Acumuladores de energía (Baterías)**

Sanguesa, Torres Sanz ( 2021) establecen que uno de los mayores desafíos presentes en la actualidad son las baterías de los vehículos eléctricos debido a su autonomía limitada, es decir, si se requiere realizar grandes trayectos necesariamente requerirán de electrolinerías para realizar su recarga. Por otra parte, las baterías poseen un número limitado de cargas esto dependerá del tipo de batería y del material que lo compone. No obstante, en estos últimos años se han producido mejoras respecto a la tecnología de las mismas, lo que ha permitido que tengan una autonomía prolongada, mejorando su capacidad de carga y rendimiento.

Durante los últimos años, la producción de las baterías ha aumentado progresivamente, esto a raíz de la gran acogida que ha surgido por la población al uso de los vehículos eléctricos, por lo cual se espera que la oferta y demanda de estos se emparejen, lo que conducirá a un aumento en el uso de la movilidad eléctrica.

### **1.4.1 Características técnicas de las baterías**

Es importante destacar que el almacenamiento de energía es un elemento crucial a tener en cuenta al hablar de vehículos eléctricos por que determinará su autonomía. Por lo tanto, es fundamental tratar acerca de este tema para comprender los parámetros y características que se deben tener en cuenta al seleccionar una batería adecuada para el vehículo eléctrico.

#### **1.4.1.1 Capacidad**

Sanguesa, Torres Sanz (2021) mencionan que actualmente existen entidades quienes trabajan en el desarrollo de nuevas tecnologías para el mejoramiento de la capacidad de almacenamiento de energía en las baterías, ya que es el principal factor ante la adopción de los vehículos eléctricos. La unidad en que se mide la capacidad de la batería es en A/h. Por otra parte,

al hablar de la capacidad, se refiere al límite máximo de energía admisible para su recarga según las especificaciones técnicas de su diseño, es decir dependiendo del tipo de batería tendrá una capacidad de almacenamiento diferente.

#### **1.4.1.3 Potencia Específica**

Según RajaSelchar, Prudhvi Raju, (2021) indican que la potencia específica hace referencia a la cantidad de energía que puede suministrar la batería en un determinado tiempo. En el caso de los vehículos eléctricos, esto indica su capacidad para proporcionar energía rápidamente cuando hay una aceleración brusca. La unidad en que se mide dicha potencia es en vatios por kilogramo (W/kg) o vatios por litro (W/l), respectivamente.

#### **1.4.2 Tipos de baterías más usados en los vehículos eléctricos de 2 ruedas**

Existen una amplia gama de baterías para los vehículos eléctricos de 2 ruedas, sin embargo, se mencionarán a continuación los más comunes en la actualidad.

##### **1.4.2.1 Batería de plomo ácido**

Según E & HIOKI H (2020) afirma que este tipo de baterías son conocidas como las más comunes y más utilizadas en la actualidad ya que son baterías recargables de gran capacidad y que pueden entregar altas corrientes durante cortos periodos de tiempo, siendo ideales para aplicaciones de arranque y parada, el costo de es relativamente bajo por la abundante existencia del material que lo compone. Las desventajas que presentan estas baterías es que son relativamente pesadas y su ciclo de vida útil es baja, además son consideradas como contaminantes al medio ambiente por estar compuesto de materiales químicos corrosivos.

### 1.4.2.2 Baterías de Ion Litio

Concordia (2020) indica que las baterías de Ion Litio poseen la peculiaridad de proporcionar una alta capacidad energética, una mayor densidad de energía, una mayor eficiencia y una alta resistencia a la descarga. En comparación con otras baterías, el ciclo de vida útil es más largo y su peso es relativamente menor y no producen gases contaminantes. Sin embargo, entre sus desventajas incluyen la posibilidad de ser inestables y su alto costo. En la figura 3 se muestra las baterías de ion de litio y baterías de plomo ácido.

**Figura 2**

*Batería de Ion de litio y plomo ácido*



Nota: Fuente adaptada de (JGC, 2023)

## 1.5 Caracterización de los sistemas de carga

Están subdivididas en carga lenta para los sistemas basados en modo 1 y 2, carga semi-rápida para el modo 3 y carga rápida para el modo 4.

### 1.5.1 Modo de carga 1

Para Embankment (2019), el modo de carga 1 utiliza corriente alterna de la red eléctrica de los hogares, para este modo de carga generalmente se requiere corrientes menores a 16 amperios

para redes monofásicas a 240 voltios. El conector característico de este modo de carga es el conector SCHUKO, conocida comúnmente como conector de uso doméstico o residencial, por lo tanto, no es recomendable para la carga de vehículos eléctricos de gran potencia ya que no garantizará protección contra sobrecargas y el tiempo de carga es sumamente largo.

### **1.5.2 Modo de carga 2**

E.M.S.D (2015) menciona que este modo de carga pertenece al grupo de carga lenta y su suministro de uso es a través de corriente alterna. La conexión al vehículo eléctrico no se lo realiza directamente como en el modo de carga 1, sino que se efectúa a través de un cargador específico donde el fabricante ha insertado un sistema de seguridad adecuado. En este modo de carga, el cargador incorpora un dispositivo llamado ICCB (in cable control Box) al final del circuito, es decir, un sistema de protección junto con el conductor piloto. Esto le permite tener el control entre el suministro de energía de la red eléctrica con el vehículo eléctrico. El conector Schuko (conector doméstico) es usado en este modo de carga y la potencia máxima indicada es de 3.7 kW con una corriente de 16 amperios.

### **1.5.3 Modo de carga 3**

Según Ahmad, Muhammad Khalid, Zahid Ullah, Naveed Ahmad, & Mohammad Aljaidi (2022) mencionan que el modo de carga 3 pertenece al grupo de carga semi-rápida, ya que se considera más rápido y seguro que el modo de carga 2. Además, para este tipo de carga es necesario de un punto externo específico para su ubicación, debido a que este ya incorpora en su sistema un cable conector y un cargador específico para el vehículo eléctrico.

El modo de carga 3 se utiliza comúnmente para la carga de vehículos eléctricos en entornos residenciales, comerciales, electrolinerías públicas y privadas. Tiene una capacidad de potencia de

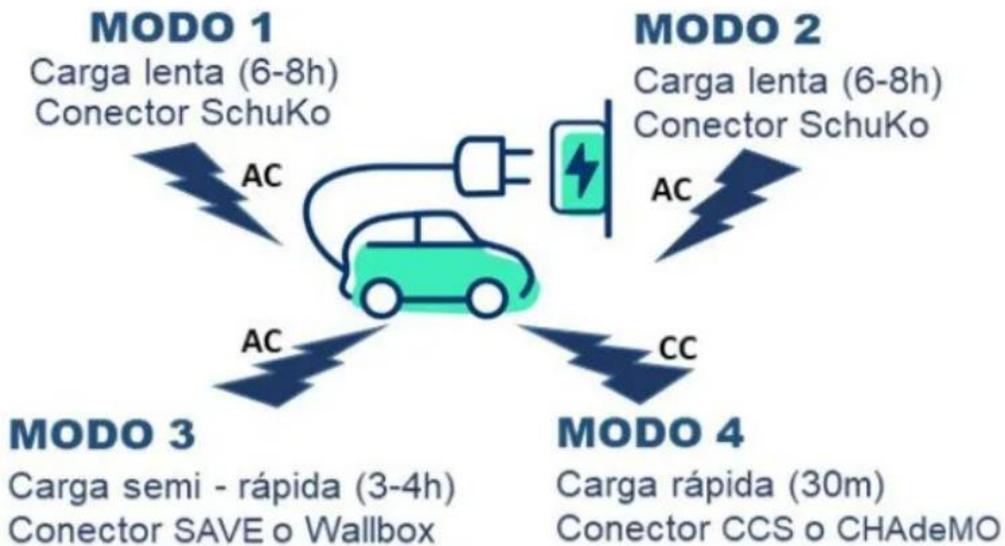
3.7 kW a una corriente de 16 amperios o 7.4kW a una corriente de 32 amperios, lo que permite la recarga de la batería del vehículo eléctrico en un periodo de tiempo más corto. BEHAMA E (2019)

#### 1.5.4 Modo de carga 4

Sanguesa, Torres Sanz,(2021) afirman que este modo de carga es diferente a los modos de carga 1 y 2, ya que en este sistema la recarga se realiza a través de suministro de energía en corriente continua, lo que resulta una mayor velocidad de carga. Este sistema de carga es considerado como un modo de carga ultrarrápida; por los elevados costos de implementación, estos sistemas de carga se ubican generalmente para cargas públicas y comerciales. La ventaja de este modo es que ofrece una amplia gama de capacidad de carga, hasta más de 100 kW, lo que permite obtener una carga completa de la batería en un tiempo menor. En la figura 3 se muestra los modos de carga con sus características correspondientes.

**Figura 3**

*Modos de carga de vehículos eléctricos*



Nota: fuente adaptada de (Sevilla, 2023)

## **1.6 Caracterización de las estaciones de carga**

Para Joshi, Somaiya, (2021) las estaciones de carga son lugares destinados para el suministro de energía ya sea en corriente continua o en corriente alterna a las baterías de los vehículos eléctricos. Dependiendo de las necesidades de uso se lo puede instalar en los hogares, parqueaderos, oficinas, sitios públicos o privados. Sin embargo, debido a sus características distintas, es necesario tener en cuenta la energía disponible para alimentar la estación, el modo de carga adecuado según las necesidades del vehículo eléctrico y los conectores admisibles requeridos.

## **1.7 Conectores habituales de los vehículos eléctricos de dos ruedas**

Los vehículos eléctricos de 2 ruedas por lo general usan los conectores estándares domésticos. Sin embargo, hay motocicletas que requieren conectores diferentes, como el conector tipo 1 (Yasaki) y el conector tipo 2 (Mennekes), a continuación, se describen sus características principales.

### **1.7.1 Conector Schuko**

Para Almeida (2018) se trata de un conector convencional doméstico normalizado para la conexión de dispositivos a baja tensión con corrientes monofásicas, es un conector útil para la carga de vehículos eléctricos de 2 ruedas, como motocicletas, patines, cuadríciclos, bicicletas y otros. Soporta corrientes de hasta 16 amperios, posee 2 terminales positiva y negativa. Está especialmente diseñado para el modo de carga lenta de vehículos eléctricos.

### **1.7.2 Conector tipo 1 (Yasaki)**

Cars (2021) afirma que es un conector americano indicado para la carga de todo tipo de vehículo eléctrico que posee dicho conector, este dispositivo posee dos terminales de corriente

monofásica, dos de comunicación entre el vehículo y la estación de carga y una terminal a tierra. Está diseñado para soportar distintos niveles de corriente alterna, desde una carga lenta de 16 amperios hasta una recarga rápida de hasta 80 amperios.

### **1.7.3 Conector tipo 2 (Mennekes)**

Según Enterprise (2019) indica que el conector tipo 2 conocido también como IEC 62196 de características Europeas, tiene siete terminales utilizados para la transmisión de señales y datos de control y detección de fallas a tierra. Además, es un conector que se puede ajustar a 2 niveles de carga, es decir para el modo de carga 3 semi-rápido en un sistema trifásico con corriente continua a 63 amperios y 44kW de potencia y para el modo de carga 1 lenta con corriente alterna a 16 amperios y 3.7kW.

## **1.8 Energía Fotovoltaica**

La energía fotovoltaica consiste en un sistema que convierte la radiación solar en forma de energía eléctrica mediante células fotovoltaicas a través de un proceso llamado efecto fotovoltaico. Además, este tipo de energía renovable actualmente presenta una gran acogida a nivel mundial debido a que es una forma de energía limpia y no producen gases contaminantes durante el proceso de transformación de la electricidad: Además, presenta varias ventajas tales como energía silenciosa, diseño e instalación no muy compleja, poco mantenimiento y larga vida útil. Malinowski, Leon, & Abu-Rub (2018).

Es una fuente de energía que además de ser amigable con la naturaleza aporta a la reducción de contaminación del medio ambiente, la aplicación de este sistema se lo realiza en lugares donde no llega la interconexión eléctrica o también como fuente de generación eléctrica propia para hogares, industrias, estaciones de carga, entre otros.

### **1.8.1 Panel solar fotovoltaico**

Salah (2019) manifiesta que el panel solar fotovoltaico es un elemento que tiene como función aprovechar la energía solar para generar electricidad, dichos paneles están compuesto por células solares fotovoltaicas hechas de materiales semiconductores generalmente el silicio. Los rendimientos de las células variarán de acuerdo a su diseño y material compuesto, para ello se menciona las 2 categorías más comunes.

- Células de silicio monocristalino: La característica principal de esta célula es que están fabricadas de un solo cristal de silicio, lo que las hacen ser más eficientes, pero a su vez más costosas. Por otra parte, los paneles monocristalinos son de color oscuro, el rendimiento que presenta es de 220W/m y su eficiencia es un 20% mayor a las células policristalinas.

- Células de silicio policristalino: Estas células están fabricadas por múltiples cristales de silicio por lo que las hacen ser menos eficientes. El panel de silicio poli cristalino se caracteriza por su color azulado, presenta la ventaja de su costo económico. Sin embargo, su rendimiento presenta un 20% menor en comparación al anterior, su capacidad de generación oscila alrededor de 170W/m que es mucho menor en comparación a las celdas monocristalinas.

### **1.8.2 Almacenamiento de energía de sistemas fotovoltaicos**

Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad dependiendo de la cantidad de radiación solar presente, no obstante, para su uso en días nublados o con poca radiación, necesitan sistemas de almacenamiento. Por lo tanto, Araoz (2021) sugiere que las baterías de litio son una de las mejores alternativas para el uso de almacenamiento de energía debido a que poseen alta densidad energética, lo que significa que acumulan más energía con menos peso, no requieren mucho mantenimiento y soporta altas corrientes de carga y de descarga sin afectar su vida útil, una de las desventajas es su elevado costo para su adquisición.

## **1.9 Protecciones y Sistema de puesta a tierra**

Los sistemas de puesta a tierra deben estar instaladas con obligatoriedad en instalaciones donde los voltajes nominales superen los 48 voltios. Estos sistemas deben estar como mínimo conectadas a la parte estructural del sistema fotovoltaico, estas protecciones ayudan a garantizar la protección contra cortocircuitos, sobretensiones y otros problemas. Además, actúan en el cuidado de las personas contra contactos directos o indirectos. (Agraso, 2019)

## **1.10 Marco normativo para el diseño de las estaciones de carga**

La acogida de vehículos eléctricos en el Ecuador cada vez es mayor y se espera en un futuro cercano masificar el uso de estos, la ley orgánica de Eficiencia Energética manifiesta que está cada vez más cerca en cumplir con uno de sus objetivos planteados, donde señala que a partir del año 2025 los vehículos de transporte público en el Ecuador deberán ser de medio motriz eléctrico, esto a su vez representa significativamente un desarrollo del país y también con el cuidado del medio ambiente apostando a las energías renovables y a su vez la electro movilidad. Energética (2019)

A pesar de que el Ecuador no cuente con normativas técnicas específicas para el diseño de estaciones de carga, se acogerá las normativas internacionales IEC (International Electrotechnical Comisión), que son estándares normativos que tratan acerca de los sistemas conductivos de los vehículos eléctricos y de los componentes que conforman las estaciones de carga. Para conocer los requerimientos y especificaciones, se debe tener en cuenta las siguientes normas.

Según la norma técnica establecida por EPM (2019) indica los lineamientos a considerar para la instalación de estaciones de carga de vehículos eléctricos del modo 3 y modo 4 conforme a la norma IEC 61851.- Part 1- Electric Vehicle conductive charging system, el cual cubre las

especificaciones generales para los sistemas conductivos de carga, además especifica los requisitos de seguridad y la compatibilidad según el modo de carga requerido.

IEC 61851-21.- Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply. En esta norma menciona acerca de los requisitos de carga para el vehículo eléctrico, para establecer una conexión de suministro de corriente alterna a continua, de acuerdo al cargador externo requerido por el vehículo eléctrico. UNE (2021)

IEC 61851-22.- AC- Electric vehicle charging station. Esta norma hace referencia a las estaciones de carga en corriente alterna, el cual establece los requisitos previos de diseño y además indica los aspectos técnicos para la interoperabilidad de la estación de carga. UNE (2021)

IEC 61851-23.- DC- Electric vehicle charging station. Esta norma trata acerca del sistema de carga en corriente continua para los vehículos eléctricos, donde establecen los parámetros de diseño, la seguridad, operabilidad y señalización de la carga en corriente continua. UNE (2021)

IEC 62752: 2018 In cable control and protection advice for mode 2 charging of electric vehicle. Establece los métodos y requisitos para dispositivos de control y protección integrados en el cable para el modo de carga 2 de vehículos eléctricos, teniendo como objeto garantizar la seguridad y protección, tanto de la persona como también del vehículo. Webstore-IEC (2018)

Las normativas mencionadas tienen como objetivo principal establecer un marco de seguridad y eficacia para la recarga de vehículos eléctricos, estableciendo normas y estándares que permitan realizar una carga segura, además permita mantener un margen alto de confiabilidad tanto para el vehículo como para el usuario.

El código Orgánico del ambiente y la ley de eficiencia energética son pilares fundamentales que motivan al estado a tomar acciones a favor de la movilidad eléctrica. Reconociendo que la población tiene derecho a vivir en un ambiente ecológicamente sano, dictaminando a la movilidad eléctrica como base fundamental, así como el uso de tecnologías y energías alternativas de contaminantes de bajo impacto contaminante. Es por ello que en el año 2017 se aprobó el Código Orgánico del ambiente con el fin de promover el uso de la electromovilidad, las cuales contribuyen a disminuir la contaminación ambiental.

Este capítulo ha recopilado de manera general toda la información y fundamentación necesaria para el desarrollo del presente proyecto, es por ello que se ha mencionado los aspectos más relevantes de los vehículos eléctricos de 2 ruedas, sus componentes principales, tipos de baterías, entre otros. Además, se mencionó las características de los diferentes modos de carga existentes de acuerdo a las necesidades del usuario. Por otra parte, se abordó información acerca de los sistemas fotovoltaicos y sistemas de protección. De igual forma se estableció en utilizar una normativa internacional para el diseño de la estación de carga con un enfoque al desarrollo de un diseño adecuado de la estación. De acuerdo a ello en el siguiente capítulo se realiza el diseño de la estación de carga que es el principal objeto de estudio.

## CAPITULO II

### **Diseño de la estación de carga para vehículos eléctricos de 2 ruedas**

Este capítulo tiene como objetivo principal presentar el diseño la estación de carga. En este proceso, se identificarán los componentes necesarios de la estación y se analizará la demanda de consumo en toda la instalación. Además, se llevará a cabo el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico que proporcionará la energía eléctrica necesaria para cada punto de carga.

#### **2.1 Metodología.**

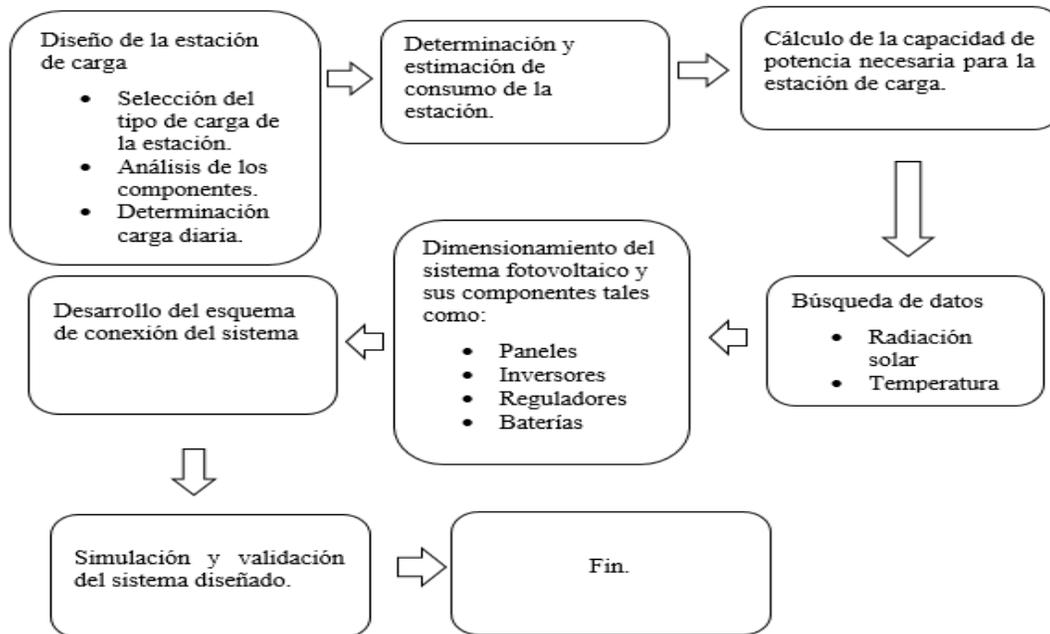
Para llevar a cabo el siguiente proyecto de tesis, se siguió un procedimiento riguroso con el fin de recopilar todos los datos e información esenciales para alcanzar con éxito el segundo objetivo del proyecto. Para ello, se realizó una exhaustiva búsqueda en diversas bases de datos, como Science Direct, Google Académico y Scopus, lo que proporcionó el fundamento necesario para el desarrollo del proyecto. Este enfoque sistemático permitió el diseño ordenado de la estación de carga, así como el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

En este proceso, se efectuó un análisis detallado de los componentes que conforman una estación de carga de vehículos eléctricos y a su vez la demanda de energía requerida para los mismos. A partir de esta evaluación, se seleccionaron cuidadosamente los equipos a utilizar. Posteriormente, se llevó a cabo el dimensionamiento del sistema fotovoltaico y la selección de cada uno de los componentes que lo conforman.

Finalmente, para evaluar el sistema diseñado, se realizó un esquema detallado del sistema planteado, y la simulación correspondiente a través del software PVsyst. El proceso completo se describe en la Figura 4, que ilustra de manera visual los pasos que conforman este proyecto y el procedimiento que se empleará para su desarrollo.

**Figura 4**

*Diagrama de flujo del procedimiento efectuado en el proyecto*



## **2.2 Herramientas y equipos usados para el diseño**

En la realización de este trabajo, se emplearon diversas herramientas esenciales, entre las cuales se incluyen Pvsyst, Nasa Power y AutoCAD. Estas herramientas desempeñaron un papel fundamental en la extracción de datos y en la ejecución de simulaciones relevantes. Además, se hizo uso de distintas ecuaciones cruciales para llevar a cabo el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. A continuación, se detallan estas herramientas y recursos utilizados en el desarrollo del proyecto.

### **2.2.1 NSRDB**

La NSRDB (Base de Datos Nacional de Radiación Solar) es una plataforma que alberga una rica fuente de información relacionada con la radiación solar. Estos datos poseen una gran utilidad en investigaciones, estudios y análisis, tal como los mencionados anteriormente. En este

contexto, se utilizó la página NSRDB para acceder a la base de datos de radiación solar correspondiente al año 2021. A partir de esta base, se extrajeron los datos diarios mensuales, lo que permitió realizar un análisis detallado y determinar el mes más crítico en términos de radiación solar. Esta información sirvió de criterio fundamental para llevar a cabo el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

### **2.2.2 PVSYST**

PVsystem es una herramienta de software especializada en la simulación de sistemas fotovoltaicos, tanto aquellos conectados a la red eléctrica como sistemas independientes. En este caso, se enfocó en utilizar PVsystem para simular el sistema autónomo que proporcionará energía a la estación de carga. Esta simulación permitirá no solo verificar la adecuada dimensión y diseño del sistema, sino también asegurar una producción de energía suficiente para el sistema.

### **2.2.3 AutoCAD (Autodesk)**

Autodesk es un software versátil que abarca múltiples facetas del diseño, la creación de circuitos, la elaboración de planos, la construcción y el desarrollo de programas de ingeniería, así como la gestión de infraestructuras, entre otros aspectos. En este contexto, desempeña un papel fundamental al ser empleado para la elaboración del esquema detallado del sistema planteado.

## **2.3 Parámetros para el diseño de la estación de carga y el sistema fotovoltaico**

Para llevar a cabo el diseño de la estación de carga y el sistema fotovoltaico, resulta esencial comenzar por la determinación de todos los parámetros requeridos para ambos elementos. Esto implica identificar tanto los componentes necesarios para la estación de carga como los cálculos de dimensionamiento específicos para el sistema fotovoltaico.

### 2.3.1 Demanda de consumo aproximado de la estación de carga

El cálculo de la demanda de energía de una estación de carga depende de la potencia y la carga de un cierto número de vehículos eléctricos. Para determinar esta potencia, se aplica la ecuación 1, propuesto por Arias (2019).

$$P_{cargadores} = n * P_{consumida} \quad (1)$$

Donde  $n$  es el número de cargadores para la estación,  $P_{consumida}$ = Potencia consumida por cada cargador.

### 2.3.2 Potencia de consumo diario

Para determinar la potencia de consumo diario se establece la ecuación (2) propuesta por Cucó (2020)

$$P_{cd} = \frac{P_{pm}}{N_{dm}} \quad (2)$$

Donde  $P_{cd}$  es la potencia de consumo diario,  $N_{dm}$  es el número de días en el mes y  $P_{pm}$  es la potencia promedio mensual de la estación.

### 2.3.3 Hora Solar Pico

Según (Macías, 2022) para el cálculo de la hora solar pico de un sitio específico, se realiza aplicando la ecuación (3).

$$HSP = \frac{Radiacion\ Global}{1KW/m^2} \quad (3)$$

Donde  $HSP$  es la hora solar pico,  $RG$  es la radiación global

### 2.3.4 Potencia fotovoltaica

Según Ladrón (2018) para el cálculo de la potencia fotovoltaica necesaria para alimentar una carga eléctrica se emplea la siguiente ecuación (4).

$$Pfv = \frac{Pcd}{Hsp} \quad (4)$$

Donde  $Pfv$  es la potencia fotovoltaica que se requiere,  $Pcd$  es la potencia de consumo diario de la estación,  $Hsp$  es la hora solar pico del sitio estudiado.

### 2.3.4 Cantidad de paneles solares

Para determinar el número de paneles solares a utilizar en el sistema se debe aplicar la ecuación (5) propuesta por Tobajas (2018)

$$Npf = \frac{Pfv}{PmaxPV} \quad (5)$$

Donde  $Npf$  es la cantidad de paneles solares a usar,  $Pfv$  es la potencia fotovoltaica requerida y  $PmaxPV$  es la potencia máxima del panel solar.

### 2.3.5 Cantidad de paneles solares en paralelo

Para el cálculo del número de paneles solares conectados en paralelo se obtiene mediante la ecuación (6).

$$Npfp = \frac{ImaxIn}{ImaxPV} \quad (6)$$

Donde  $Npfp$  es el número de paneles solares en paralelo,  $ImaxIn$  es la corriente máxima del inversor y  $ImaxPV$  es la corriente máxima del panel fotovoltaico.

### 2.3.6 Cantidad de paneles solares en serie

Según Peñafiel & Gomez Bravo (2022) el cálculo del número de paneles solares conectados en serie se obtiene aplicando la siguiente ecuación (7).

$$Npfs = \frac{VmaxIn}{Vpv} \quad (7)$$

Donde  $Npfs$  es el número de paneles solares en serie,  $VmaxIn$  es el voltaje máximo de entrada del inversor y  $Vpv$  es el voltaje del panel fotovoltaico.

### 2.3.7 Capacidad nominal de las baterías requeridas

Para realizar el cálculo de la capacidad nominal de las baterías para un sistema fotovoltaico se determina aplicando la ecuación (8) indicada por (Garcia, 2022)

$$Cnb = \frac{Cd * N}{Pd * Vbt} \quad (8)$$

Donde  $Cnb$  es la capacidad nominal de las baterías,  $Cd$  es el consumo de energía,  $N$  es el número de días de autonomía,  $Pd$  es la profundidad de descarga de la batería y  $Vbt$  es el voltaje de la batería propuesta.

### 2.3.8 Número de baterías requeridas

El número de baterías se calcula en función de la capacidad total de las baterías elegidas y la corriente máxima que estas pueden proporcionar. Para determinar este número, se aplica la ecuación (9), tal como se establece en (Garcia, 2022)

$$Nb = \frac{Cnb}{Cbat} \quad (9)$$

Donde  $Cnb$  es la Capacidad nominal total requerida y  $Cbat$  es la capacidad de la batería seleccionada.

### **2.3.9 Coeficiente de inclinación del panel**

Para el cálculo del coeficiente de inclinación del panel para obtener una mejor captación de radiación solar, se aplica la ecuación (10), establecida por (Burdick & Schmidt, 2017)

$$\beta_{opt} = \pm 10 + \phi \quad (10)$$

Donde  $\beta_{opt}$  es el coeficiente de inclinación,  $\pm 10$  es el porcentaje de uso dependiendo la estación del año y  $\phi$  es la latitud del lugar donde se plantea el diseño.

## **2.4 Parámetros para el diseño de la estación de carga**

A continuación, se definen los parámetros y las especificaciones esenciales para el diseño de la estación de carga destinada a vehículos eléctricos de dos ruedas. En este proceso, la primera etapa implicó la proposición del número de puntos de carga. A partir de esta cifra, se determina la energía total requerida para el funcionamiento integral de la estación. Este valor es fundamental para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, que será la fuente principal de suministro de energía para la estación de carga.

### **2.4.1 Número de puntos de carga a establecer en la estación**

La determinación del número de puntos de carga para la estación implicó un proceso de análisis y verificación en campo, con el propósito de evaluar la afluencia de vehículos eléctricos de dos ruedas. Es por ello que, durante aproximadamente 15 días consecutivos, se llevó a cabo un sondeo en los parqueaderos de la Universidad Técnica del Norte. Este sondeo se centró en identificar el flujo de vehículos eléctricos de dos ruedas, como motocicletas y scooters, que frecuentaban en la institución, este parámetro fue crucial para determinar el número de puntos de carga a establecer en la estación.

La tabla 1 muestra los datos diarios recopilados sobre la afluencia de motocicletas y scooters eléctricos en la Universidad. Además, se proporciona información sobre la potencia de motor y el conector utilizada por estos vehículos; estos datos son cruciales para establecer el número de puntos de carga y para el diseño del sistema fotovoltaico.

**Tabla 1**

*Número de vehículos eléctricos de 2 ruedas por día en la Universidad Técnica del Norte*

Datos por día	Fechas	Hora	Motocicletas	Potencia Motocicleta	Scooters	Potencia Scooter	Tipo conector
Día 1	10/4/2023	12:00 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 2	11/4/2023	11:00 am	4	2.5kW	2	1kW	Schuko
Día 3	12/4/2023	15:00 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 4	13/4/2023	16:00 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 5	14/4/2023	12:30 pm	5	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 6	17/4/2023	15.30 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 7	18/4/2023	15:00 pm	4	2.5kW	2	1kW	Schuko
Día 8	19/4/2023	16:00 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 9	20/4/2023	11:00 am	5	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 10	21/4/2023	13.00 pm	5	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 11	24/4/2023	14:00 pm	3	2.5kW	2	1kW	Schuko
Día 12	25/4/2023	14:30 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 13	26/4/2023	11:00 am	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 14	27/4/2023	12:00 pm	4	2.5kW	1	1kW	Schuko
Día 15	28/4/2023	13:00 pm	3	2.5kW	2	1kW	Schuko
<b>Promedio</b>			4.06		1.2		

*Nota.* La tabla 1 indica el número de motocicletas eléctricas y scooters eléctricos que frecuentan en la Universidad Técnica del Norte.

A partir de los datos de la Tabla 1, se obtuvo el promedio total de afluencia de motocicletas y scooters, es decir sumando los promedios correspondientes de cada uno. Como resultado, la cantidad promedio de dichos vehículos en la Universidad es de 5.2 por día. Por lo tanto, para evitar

esperar en el caso que solo haya un punto de carga; se plantea el diseño de la estación para abastecer de energía a 5 vehículos de forma integral, lo que cubriría la demanda promedio de la afluencia de vehículos mencionados; es decir considerando un factor de simultaneidad de carga del 100%; debido a que existirá situaciones donde se requiera cargar 5 vehículos a la vez. Además, se considera un suministro de energía del sistema fotovoltaico de 8 horas al día, debido a que será las horas donde los paneles solares aprovecharán al máximo la radiación solar.

En este sentido, la estación de carga contará con 5 puntos disponibles, lo que permitirá recargar aproximadamente 2 vehículos por punto en un día, ya que cada vehículo requiere entre 4 y 5 horas para recargar su batería Reciclatuspilas (2021). Esto significa que la estación estará preparada para atender a 10 vehículos al día, lo que asegura su capacidad frente a un incremento en la demanda de estos vehículos. Además, este enfoque se alinea con una visión a largo plazo, permitiendo la adaptación o mejora del proyecto en función de su desarrollo futuro.

## **2.5 Análisis de los modos de recarga**

Como se detalló en la parte teórica del primer capítulo, existen 4 modos de carga distintos para los vehículos eléctricos. Estos modos varían en función del tipo de conector, el tipo de carga, el nivel de potencia suministrada, entre otros. En este contexto, fue esencial conocer las características de cada modo de carga para determinar cuál sería el más adecuado para la estación. La Tabla 2 proporciona información relevante sobre ello.

**Tabla 2**

*Modos de carga de vehículos eléctricos*

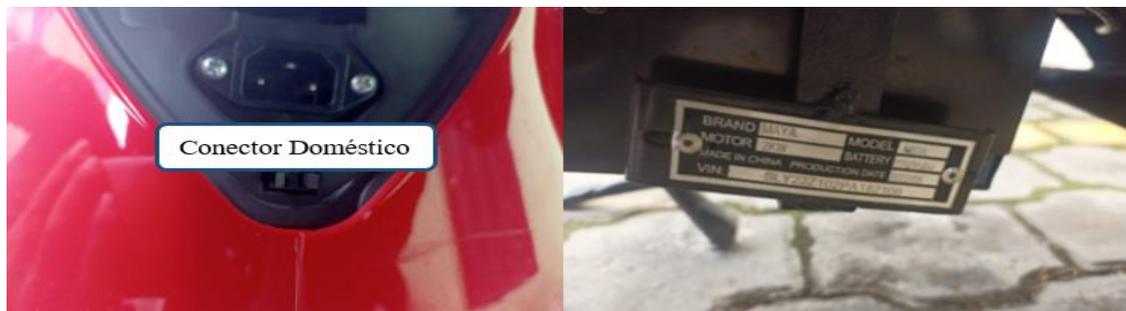
	<b>Tipo de carga</b>	<b>Conector</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>Corriente máxima</b>	<b>Voltaje máximo</b>	<b>Potencia máxima</b>	<b>Vehículos Eléctricos admisibles</b>
<b>Modo 1</b>	Lenta en CA	Schuko	4-6 h	16 Amperios	240 Vca	3.7kW	Autos, motocicletas, scooters
<b>Modo 2</b>	Lenta en CA	Schuko/Incorpora un sistema de protección.	4-6h	16- 32 Amperios	240 Vca	3.7kW	Autos, motocicletas, scooters
<b>Modo 3</b>	Semi-rápida en CA	Conector específico en pared	3-4h	63 Amperios	440 Vca	50kW	VE de gran potencia
<b>Modo 4</b>	Rápida en CC	Chademo	30min	400 Amperios	440 Vcc	125kW	VE de gran potencia

**Nota.** En la tabla 2 se puede apreciar las características que posee cada modo de carga y los tipos de vehículos eléctricos admisibles.

### 2.5.1 Selección del modo de carga a establecer en la estación

La selección del modo de carga se basó principalmente en la revisión de la literatura presentada en el primer capítulo, respaldada por los datos proporcionados en la Tabla 2 y, también en base a las características de los vehículos eléctricos de 2 ruedas que circulan en la Universidad; en la figura 5 se muestra el conector admisible para realizar la recarga y la potencia de motor, características cruciales para definir el modo de carga a establecer en la estación.

**Figura 5** Conector vehículo eléctrico y datos de placa



A través de este análisis, se llegó a la conclusión de que la mejor opción para el tipo de cargador a utilizar es el modo 2; ya que este modo de carga es usado comúnmente para la recarga de vehículos eléctricos de baja potencia que disponen de un conector Schuko (conector doméstico) para su alimentación. Es decir, debido a que las motocicletas y scooters eléctricos que transitan en la Universidad poseen el tipo de conector doméstico, y su potencia de motor ronda entre los 2 kW a 2.5 kW, por estas condiciones lo hace idóneo para el modo de carga establecido.

Además, el modo de carga 2 se destaca por incorporar un sistema de seguridad y comunicación entre el punto de carga y el vehículo eléctrico; esto permite prevenir sobrecalentamientos de conductores y, en casos extremos posibles incendios, de tal forma garantizará la seguridad del usuario al recargar su vehículo.

### **2.5.2 Análisis para la selección del cargador para la estación**

Una vez que se definió el modo de carga que se implementará en la estación, el siguiente paso fue seleccionar el cargador que se utilizará. En este punto, resultaba esencial tener en cuenta que en el mercado existe una amplia variedad de tomas y cargadores disponibles para el modo 2 de carga. Sin embargo, estos difieren en ciertos aspectos, lo que hizo necesario realizar un análisis comparativo entre dos opciones disponibles para el modo elegido. Esto permitió obtener una comprensión detallada de las características principales de estos equipos, incluyendo sus costos, la marca y otros aspectos relevantes.

En la siguiente sección, se presenta una breve descripción entre dos cargadores diseñados para la recarga de vehículos eléctricos en el modo de carga 2. Estos cargadores están equipados con la toma convencional Schuko como conector de salida.

### 2.5.3 Cargador Schuko LugPro 16 A

El cargador Lug Pro 16A está específicamente diseñado para proporcionar energía a vehículos eléctricos de baja potencia que cuentan con un conector de salida tipo Schuko. Se trata de una toma de recarga sencilla y, al mismo tiempo económica, que incorpora un dispositivo de protección básico destinado a prevenir sobrecalentamientos, tal como se detalla en la referencia de LugEnergy (2023). La figura 6 muestra de manera visual la apariencia del cargador mencionado.

#### Figura 6

*Cargador Schuko LugPro 16A*



*Nota.* Cargador Schuko Lug Pro 16A generalmente es usado para la carga de vehículos eléctricos de baja potencia. Adaptada de (LugEnergy, 2023)

Para comprender de mejor manera y establecer un criterio acerca de la toma de carga de la figura 6, se establece las siguientes características.

- Tipo conector Schuko - Modo de carga 2
- Tipo de línea - Monofásica
- Potencia máxima - 3.7kW
- Intensidad máxima - 16A

- Frecuencia - 50/60 Hz
- Protecciones básicas de seguridad incluido

#### **2.5.4 Cargador Wall box RVE-WBS-SMART 16<sup>a</sup> 3.6KW Schuko**

Este dispositivo ha sido diseñado para la recarga de una variedad de vehículos eléctricos, incluyendo automóviles, motocicletas, bicicletas eléctricas, entre otros. Estos equipos son fabricados cumpliendo con rigurosas normativas relacionadas con la seguridad eléctrica, la gestión eficiente del consumo de energía y la seguridad en el acceso. Esto garantiza que los clientes queden satisfechos con su elección al adquirir este equipo, como se detalla en la referencia de Store (2023).

En la figura 7, se presenta una imagen del equipo mencionado.

#### **Figura**

*7 Cargador Wall box RVE-WBS\_Smart*



*Nota:* Dispositivo utilizado para el suministro de energía para la carga de vehículos eléctricos de baja potencia, con toma de salida tipo Schuko. Adaptado de Store (2023)

Se indica a continuación las características y aspectos más relevantes del cargador de la figura 7.

- Tipo conector Schuko
- Tipo de línea Monofásica
- Modo de carga 2
- Comunicación: lector RFID, Ethernet, display LCD.
- Potencia máxima 3.6kW. Intensidad 16-32 Amperios
- Frecuencia 50/60 Hz
- Protecciones IP54. Cumple normas IEC y EN 62851-1

### 2.5.5 Selección del cargador para la estación

Después de una exhaustiva revisión de las especificaciones técnicas de cada cargador, se procedió a la selección del equipo más adecuado. En la Tabla 3, se proporciona una comparativa detallada entre los dos cargadores, destacando sus características distintivas, costos y aspectos más relevantes. Además, en el Anexo 3 se adjunta la información técnica correspondiente. Esta información fue crucial para tomar una decisión encaminada a la elección del cargador.

**Tabla 3**

*Comparativa equipos de carga modo 2*

	<b>Schuko LugPro 16 A</b>	<b>Wall box RVE-WBS- SMART 16<sup>a</sup> 3.6KW Schuko</b>
<b>Proveedor</b>	The Wallbox Store	Efimarket
<b>Marca</b>	Lug Energy	Circutor
<b>V.Nominal</b>	240V	240V
<b>Potencia</b>	3.7kW	3.6kW
<b>Imax</b>	16A	16-32A
<b>Monitoreo</b>	Sin indicador.	Display indicador
<b>Sistema Protección</b>	No	Si
<b>Comunicación ethernet</b>	No	Si
<b>Costo</b>	\$193.78	\$1187.98

---

Tras analizar detenidamente los datos presentados en la Tabla 3, se determinó que la elección más adecuada sería el equipo Wall box RVE-WBS\_SMART 16A 3,6kW. Este cargador encaja de manera óptima con los requisitos específicos necesarios para el modo 2 de carga, al contar con un conector Schuko y un sistema de protección incorporado. A pesar de que su costo es relativamente superior en comparación con el dispositivo Schuko LugPro 16A, el equipo Wall box RVE-WBS\_SMART 16A se destaca por su sistema de seguridad interno, lo que lo convierte en una opción más segura. Además, la elección de este equipo se basó en el hecho de que los vehículos eléctricos de 2 ruedas destinados a la recarga son de baja potencia. Por lo tanto, el cargador seleccionado se ajusta de manera ideal a las necesidades de la estación de carga.

### **2.5.6 Conector a disponer en la estación**

Debido a que las motocicletas y los scooters eléctricos que circulan en la institución están equipadas con una toma de salida de tipo Convencional (Schuko). Se optó por un cargador que disponga este tipo de conector; el cable conector seleccionado para la estación es el que se muestra en la Figura 8.

### **Figura 8**

*Cable alimentación convencional (Schuko)*



*Nota:* Cable conector convencional (Schuko). Adaptada de Aliexpress (2022)

Por otra parte, a pesar que en el sondeo llevado a cabo no se obtuvo datos de vehículos que poseen otro tipo de conector, es importante tener en cuenta que existen en el mercado motocicletas eléctricas que están equipadas con conectores de salida tipo 2 (Mennekes) y en caso de que alguien cuente con una de ellas en el futuro, se requerirá un conector/adaptador específico, es decir, un adaptador Mennekes a Schuko, para poder conectarse a la estación y llevar a cabo la recarga de la batería. Por lo tanto, la estación de carga contará con el conector mencionado para garantizar la compatibilidad con este tipo de vehículo. Se puede observar este conector en la Figura 9.

### **Figura 9**

*Conector/adaptador de Tipo2 (Mennekes) a Schuko*



*Nota:* Equipo usado para la carga de vehículos eléctricos de 2 ruedas que cuenta con el conector tipo 1(Mennekes). Adaptada de Aliexpress (2022)

### **2.6 Diseño del sistema fotovoltaico**

Una vez establecido los componentes para el sistema de carga, lo siguiente concierne a determinar los parámetros para el sistema fotovoltaico.

### 2.6.1 Estimación de la potencia instalada en la estación de carga

Una vez definidos los componentes de la estación de carga, el siguiente paso fue realizar una estimación del consumo individual para cada punto de carga. Posterior a ello, se determina el consumo total de energía requerida para la estación. A partir de este enfoque, se procedió con el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico.

Para calcular una estimación de la potencia necesaria para la estación, se revisó los datos de placa que indican la potencia del motor de las motocicletas y scooters eléctricos que transitan por la Universidad; este dato fue fundamental para dimensionamiento del sistema. Se obtuvo que las potencias de estos vehículos varían entre 2 kW y 2.5 kW para las motocicletas eléctricas, y de 500 W a 1000 W para los scooters eléctricos. Como punto de referencia, se tomó una potencia de 2.5 kW por cada punto de carga debido a que es la demanda máxima del sistema. A partir de esta información, se determinó la potencia instalada de la estación.

Utilizando la ecuación (1), se calculó la potencia instalada para cada punto de carga. Además, se tiene en cuenta que la estación estará diseñada para albergar 5 puntos de recarga por lo que posteriormente se determina la potencia instalada total de la estación. Con esta información en mente, se procedió de la siguiente manera:

$$P_{cargador} = n * P_{consumida} \quad (1)$$

$$P_{cargador} = 1 * 2.5kW$$

$$P_{cargador} = 2.5 kW$$

Por lo tanto, la potencia instalada por cada punto de carga es de 2.5 kW; y el valor de la potencia instalada total de los 5 puntos se presenta en la Tabla 4, dato crucial para el dimensionamiento del sistema.

**Tabla 4**

*Potencia instalada de los puntos de carga*

<b>Punto de carga</b>	<b>Potencia instalada (kW)</b>
1	2.5
2	2.5
3	2.5
4	2.5
5	2.5
Total	12.5 kW

*Nota.* En la tabla 5 se muestra que la potencia total estimada para los 5 puntos de carga es de 12.5 kW.

### **2.6.2 Estimación de consumo total de toda la estación**

El requerimiento de la estación de carga se centra en la provisión de energía para la carga de vehículos eléctricos de 2 ruedas, como motocicletas y scooters. Esta estación estará equipada con 5 puntos de carga, cada uno con una potencia de motor de 2.5 kW. Con base en la información proporcionada en la Tabla 4, se tiene que la potencia total instalada en la estación de carga es de 12.5 kW.

A partir del dato calculado, se procedió a determinar el consumo diario total de energía de la estación, por lo que para ello se considera el escenario más desfavorable, en el cual el 100% de todos los puntos de carga está en uso y el tiempo de demanda de esa potencia es de aproximadamente 8 horas al día, en base a ello se tiene lo siguiente:

$$\text{ConsumoEnergía} = P_{\text{consumida}} * \text{Horas consumo}$$

$$\text{ConsumoEnergía} = 12kW * 8h/día = 100kW/hdía$$

De tal forma se tiene un consumo de energía total de 100 kWh/día, lo que se establece que está en un perfil de consumo alto para un sistema fotovoltaico.

Al determinar que el consumo de energía total de la estación de carga es alto, se estableció realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para cada punto de carga con el fin de determinar el área requerida de manera individual y posteriormente determinar el área total para la estación.

### **2.6.3 Estimación de consumo por cada punto de carga**

Al analizar la estimación de consumo para cada punto de carga, se obtienen los siguientes datos: la potencia instalada para cada punto de carga es de 2.5 kW y el tiempo durante el cual se estará suministrando energía del sistema fotovoltaico es de aproximadamente 8 horas al día. Por lo tanto, se obtiene el siguiente resultado.

$$\text{ConsumoEnergia} = P_{\text{consumida}} * \text{Horas consumo}$$

$$\text{ConsumoEnergia} = 2.5kW * 8h/día = 20kWh/día$$

En base al dato calculado, el consumo de energía total a considerar por cada punto de carga es de 20 kWh/día. Además, es fundamental aplicar un margen de seguridad recomendado del 20% como lo establece Ladrón (2018). Por lo tanto, el consumo diario de energía por cada punto de carga a tener en cuenta en el diseño es de 24 kWh/día.

## **2.7 Parámetros del sistema**

Una vez que se ha establecido la potencia necesaria y se ha calculado la energía total requerida para abastecer cada punto de carga, se determina los siguientes parámetros.

### 2.7.1 Sitio de diseño

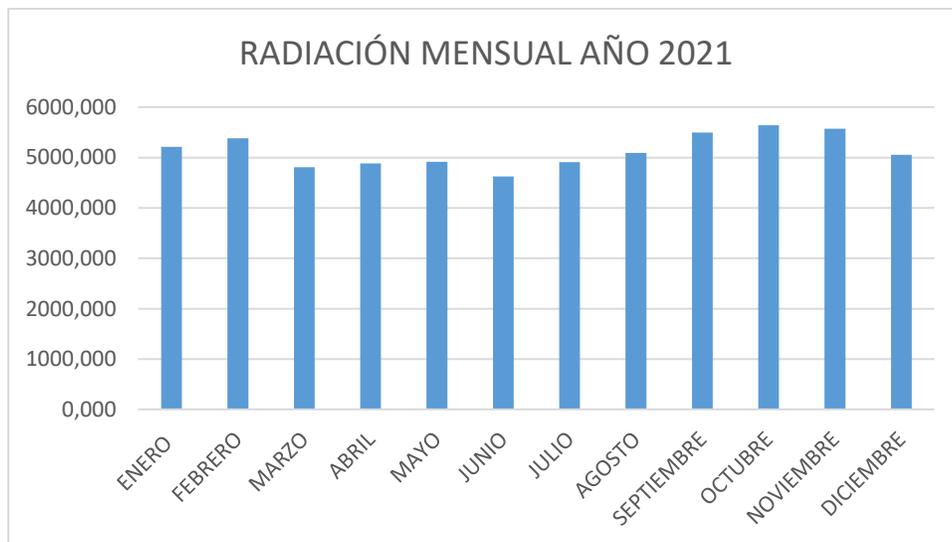
Este criterio es de suma importancia para determinar el parámetro relacionado con la radiación solar del sitio, considerando una posible implementación del proyecto propuesto. Para ello, se eligió la ciudad de Ibarra como el punto de diseño, específicamente en la Universidad Técnica del Norte, ubicada en las coordenadas geográficas de 0°21'28.4"N y una longitud de 78°06'41.5"W.

### 2.7.2 Cálculo de la hora solar pico (HSP)

Para calcular la HSP (Horas de Sol Pico), fue fundamental conocer la radiación solar mensual de un año; esto para determinar los meses con mayor y menor cantidad de radiación, estos datos son cruciales para proceder al diseño del sistema. En la Figura 10 se presentan los datos de radiación solar mensual del año 2021 de la ciudad de Ibarra. Estos datos fueron obtenidos de la página NSRDB (National Solar Radiation Database).

**Figura 10**

*Radiación Mensual Ibarra año 2021*



Nota: Datos de radiación mensual del año 2021. Adaptada de NSRDB (2023)

Los datos de la figura 10 se usan para determinar la hora solar pico del sitio de diseño con el objetivo de conocer las horas en las que los paneles puedan aprovechar la mayor cantidad de radiación solar.

Se aplica la ecuación (3) para determinar la hora solar pico, y se toma en cuenta la radiación solar del mes más crítico del año considerando como base el mínimo valor que se podría presentar, esto con el fin de poder establecer un diseño adecuado. De acuerdo a la figura 6 se tiene que el valor mínimo de radiación es en el mes de Junio con un valor de  $4623,433 \text{ Wh/m}^2$ .

De acuerdo a ello se tiene la HSP de la siguiente manera:

$$HSP = \frac{4623,433}{\frac{1KW}{m^2}} \quad (3)$$

$$HSP = 4.6234 \text{ HSP}$$

Bajo este criterio se tiene que durante 4.62 horas se obtendrá la mayor potencia de las celdas fotovoltaicas.

### **2.7.3 Cálculo de la potencia fotovoltaica**

La potencia fotovoltaica se determina utilizando la ecuación (4), la cual relaciona la energía consumida diariamente y la hora solar pico del sitio, de tal forma se tiene lo siguiente.

$$Pfv = \frac{24kW/h}{4,6h} = 5,194kW \quad (4)$$

Por lo tanto, se tiene que el tamaño del sistema fotovoltaico es de 5.19kW por cada punto de carga.

## 2.7.4 Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Para ello es fundamental verificar las características principales del panel solar y realizar su elección de acuerdo a las necesidades del sistema. Después de investigar diversas opciones de paneles solares, se decidió realizar una comparativa entre 2 paneles más usuales en el mercado. En la Tabla 5, se proporcionan las especificaciones técnicas detalladas de los componentes.

**Tabla 5**

*Especificaciones Técnicas modulo fotovoltaico YS700M-66*

Características	Panel solar Yangtze 700W	Panel GSM-685W
Modelo	YS700M-66	GSM 66M-685W
Proveedor	Hefei Yangtze Sola	Greesun Solar
Potencia máxima	700 [W]	685[W]
Voltaje de potencia máxima	39.58 [V]	39.13[V]
Corriente de potencia máxima	17.69 [A]	17.5 [A]
Tensión de circuito abierto	46.75 [V]	46.35 [V]
Corriente de cortocircuito	18.92 [A]	19.01 [V]
Eficiencia del módulo	22,3 %	22.1 %
STC	Irradiancia 1000W/m <sup>2</sup> , Temperatura Ambiente 25°C	Irradiancia 1000W/m <sup>2</sup> , Temperatura Ambiente 25°C
Tamaño	2400*1303*35 [mm]	2400*1300*30

Una vez realizado un análisis comparativo de los paneles, se decidió utilizar el panel YS700M-66 de la empresa Yangtze Solar por su eficiencia, rendimiento y por tener una mayor potencia de entrega. Las especificaciones técnicas detalladas se encuentran en el anexo 4. Con esta información se procedió a determinar el número de paneles necesarios para el sistema.

Utilizando la ecuación (5) se determina la cantidad de paneles fotovoltaicos para satisfacer con los requisitos de carga del sistema. A partir de la potencia fotovoltaica calculada en el apartado

anterior y el valor de la potencia del panel indicada en las especificaciones técnicas, se obtiene el siguiente resultado.

$$N_{pf} = \frac{5,19kW}{700W} = 7.42 \sim 8 \text{ paneles} \quad (5)$$

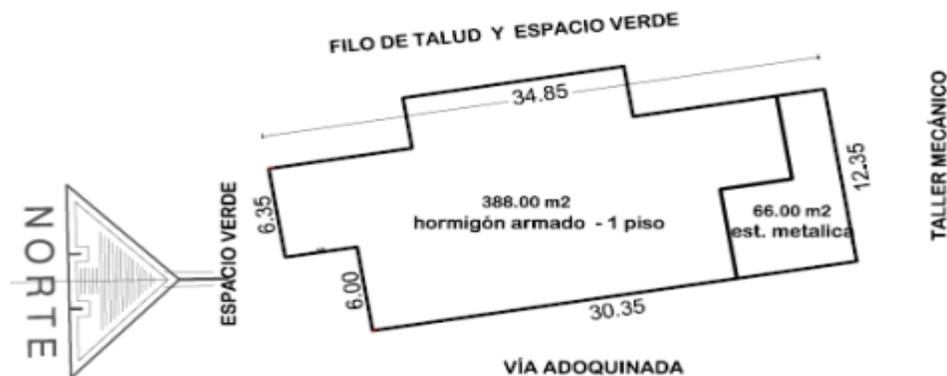
Por lo tanto, para proporcionar energía suficiente a cada punto de carga, se requieren 8 paneles solares con una potencia de 700 W cada uno. Además, el área necesaria para acomodar este número de paneles solares se obtiene multiplicando la longitud por el ancho del panel (datos de la tabla 5) y para el área total se obtiene multiplicando el valor obtenido con el número de paneles, en este caso 8; de tal forma como resultado se tiene un área de 24.96 m<sup>2</sup> por cada punto de carga. Es decir que, para los 5 puntos de carga el área total necesaria será de 124.80 m<sup>2</sup> aproximadamente.

### 2.7.5 Emplazamiento del lugar

El área donde se planteó realizar el diseño de la estación de carga es en el edificio de la Carrera de Electricidad, dicha área cuenta con aproximadamente 388.00 m<sup>2</sup> de hormigón armado y 66 m<sup>2</sup> de estructura metálica Nuñez (2015) como se muestra en la figura 11.

**Figura 11**

*Área edificio Carrera de Electricidad*



Nota: Área del taller eléctrico. Adaptada de Nuñez (2015)

Inicialmente, se planteó el dimensionamiento del sistema fotovoltaico con el objetivo de cubrir toda la demanda de energía de la estación de carga. Sin embargo, dado que la energía requerida para cubrir toda la demanda del sistema es alta y considerando que el área disponible en el edificio de la Carrera de Electricidad no es suficientemente grande para la ubicación de los paneles fotovoltaicos, debido a los proyectos de energías sustentables y renovables presentes en el sitio reduce el espacio para la ubicación de 5 puntos de carga de forma integral. En la Figura 12 se muestra los proyectos existentes en el edificio mencionado.

### **Figura 12**

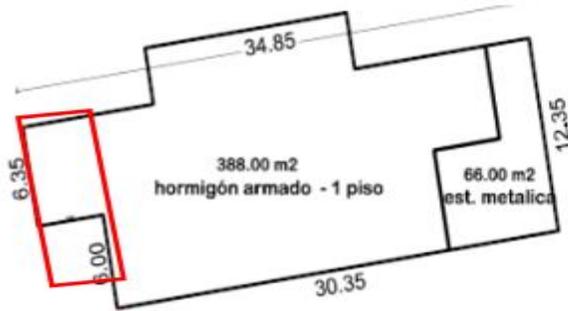
*Proyectos existentes en el edificio de la Carrera de Electricidad*



Por ello se planteó la idea de distribuir los mismos 5 puntos de carga, pero en sistemas unitarios los cuales estarán ubicados en diferentes sitios dentro de la Universidad. A partir de este análisis se establece que, el 1 punto de carga principal estará ubicado en el edificio de la Carrera de Electricidad específicamente en el área que se indica en la figura 13 el cual cuenta con 35m<sup>2</sup> aproximadamente y los 4 puntos emergentes estarán distribuidos específicamente en las áreas de estacionamiento de la institución.

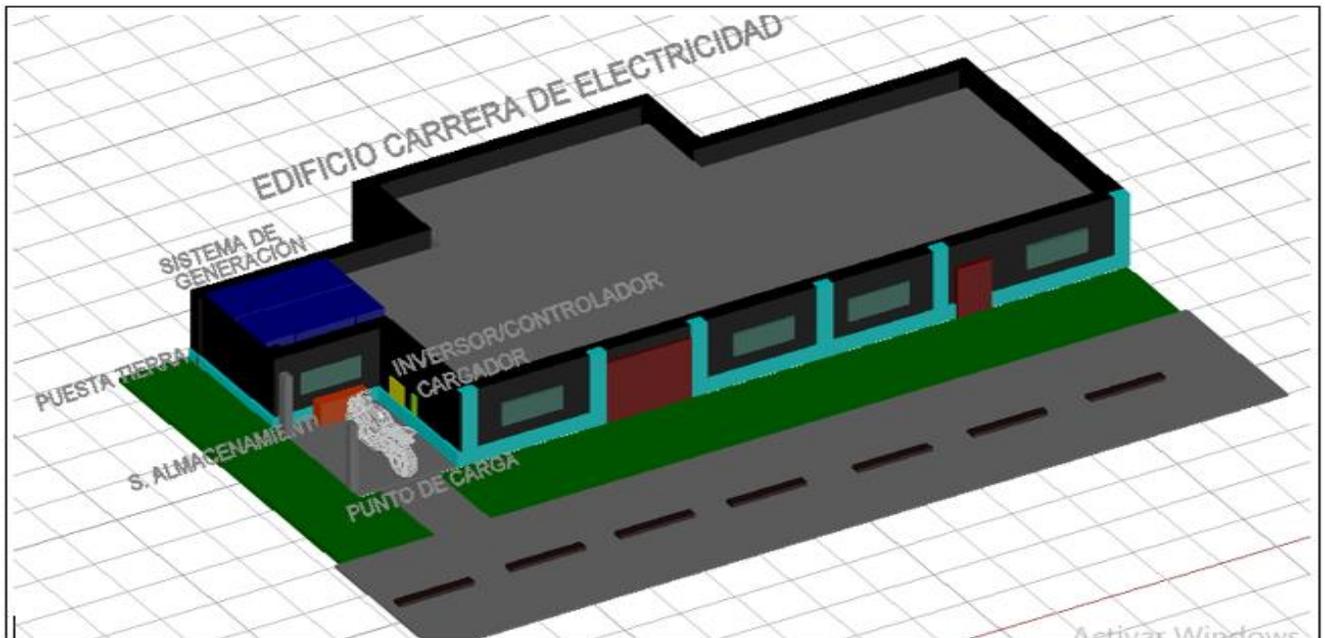
**Figura 13**

*Área destinada para el punto de carga principal*



El punto de carga principal hará uso de la azotea situada en la parte sur del edificio de la Carrera de Electricidad para la ubicación de los paneles solares y de los componentes correspondientes. En la Figura 14 se puede observar el diseño del punto de carga principal.

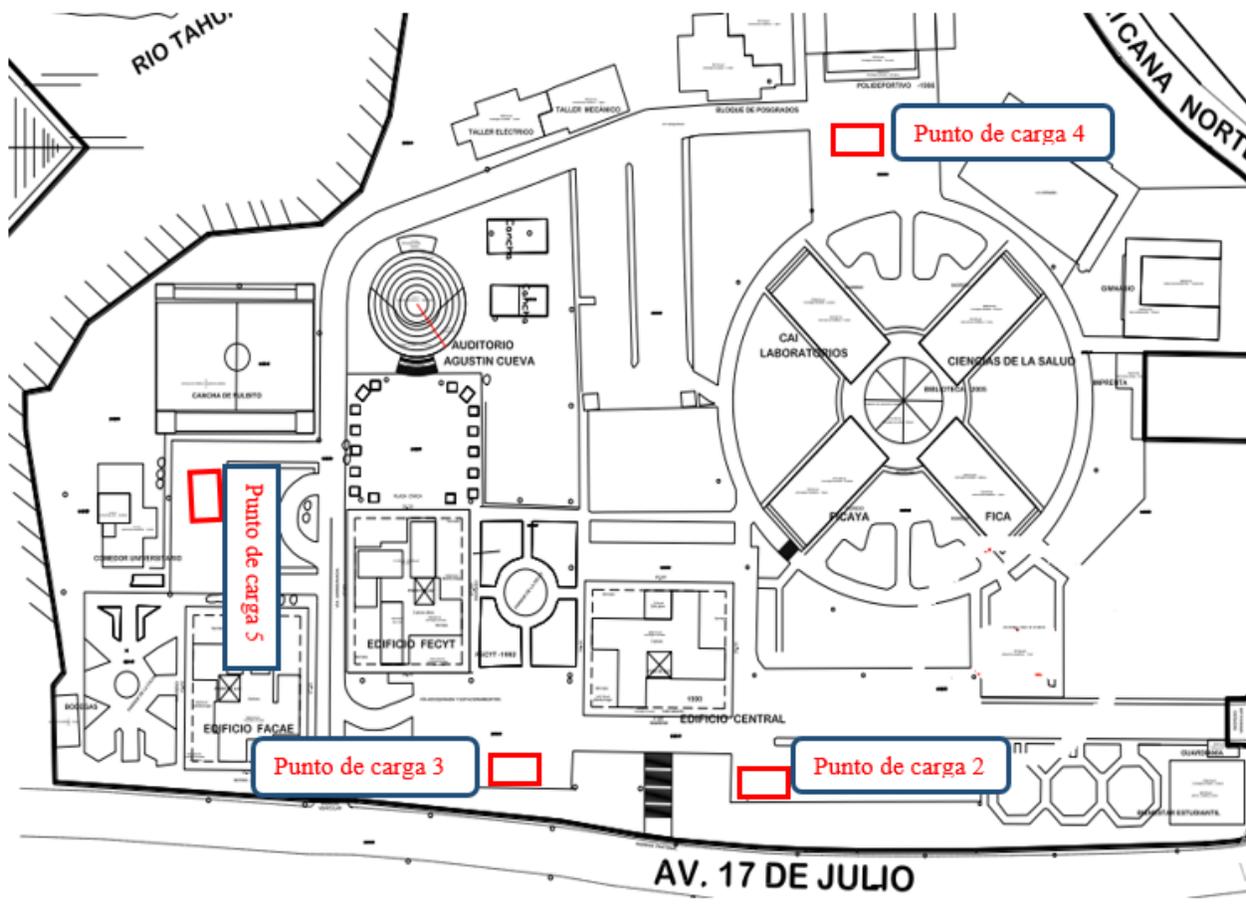
**Figura 14** *Punto de carga principal (Edificio carrera de Electricidad)*



Por otra parte, la figura 15 muestra los 4 lugares adicionales definidos para los puntos de carga, estas áreas se seleccionaron cuidadosamente para asegurar la ausencia de obstáculos y aprovechar al máximo la radiación solar disponible.

**Figura 15**

*Sitios provistos para los 4 puntos de carga adicionales en la Universidad Técnica del Norte*



Nota: Sitios para los 4 puntos de carga. adaptada de Nuñez, 2015

De tal forma, el punto de carga 2 estará ubicado en el parqueadero de motocicletas frente del Edificio Central, el punto 3 en el parqueadero ubicado frente a la oficina del estudiante, el punto 4 en el parqueadero al frente al Polideportivo y el punto 5 en el parqueadero frente al Bar (comedor

de la Universidad) “Lounge Bar UTN”. En la figura 16 se muestra los lugares destinados para los puntos de carga mencionados.

### Figura 16

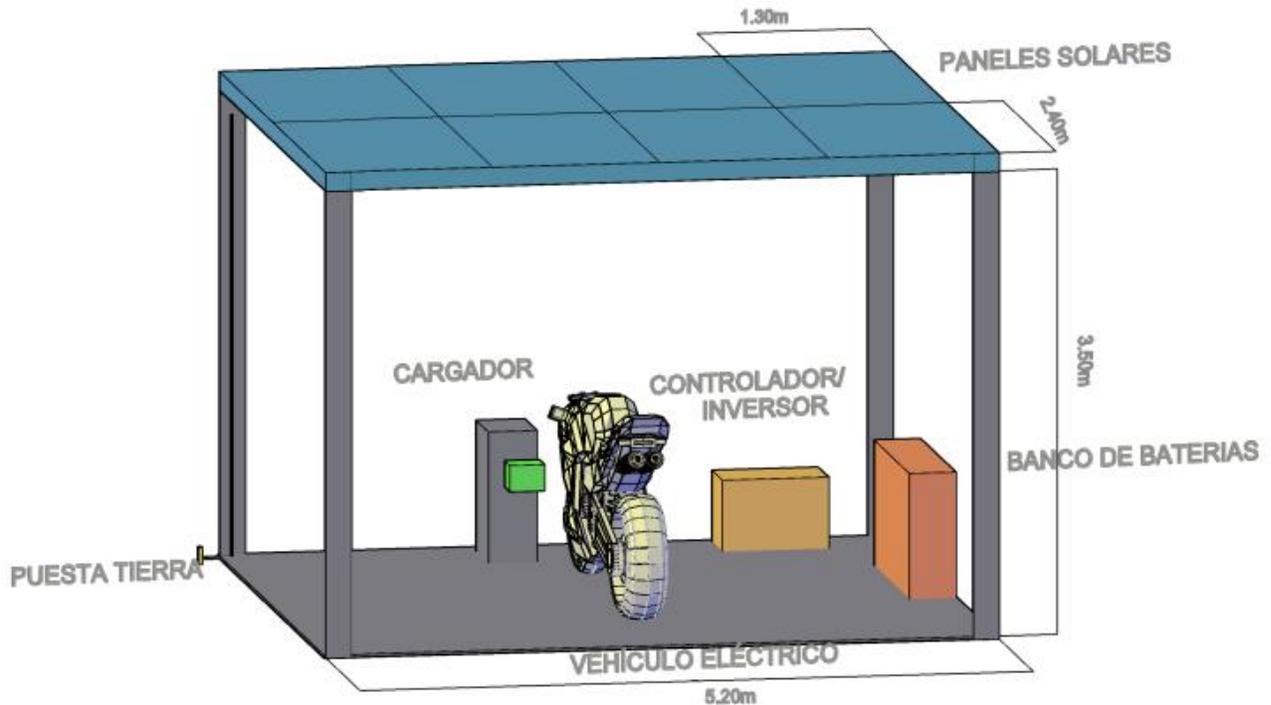
*Sitios provistos para los 4 puntos de carga.*



Los 4 puntos de carga estarán distribuidos en los parqueaderos de la Universidad, por lo tanto requerirán de una estructura para la ubicación de los componentes, como el cargador, paneles solares, controlador/inversor, y el banco de baterías, en la figura 17 se muestra el diseño de una estructura para los puntos carga. Es decir los 4 puntos adicionales van a tener la siguiente estructura.

**Figura 17**

*Estructura para los 4 puntos de carga*



Posterior a ello se procedió a determinar los siguientes parámetros y componentes del sistema fotovoltaico.

### **2.7.6 Arreglo o disposición de paneles fotovoltaicos**

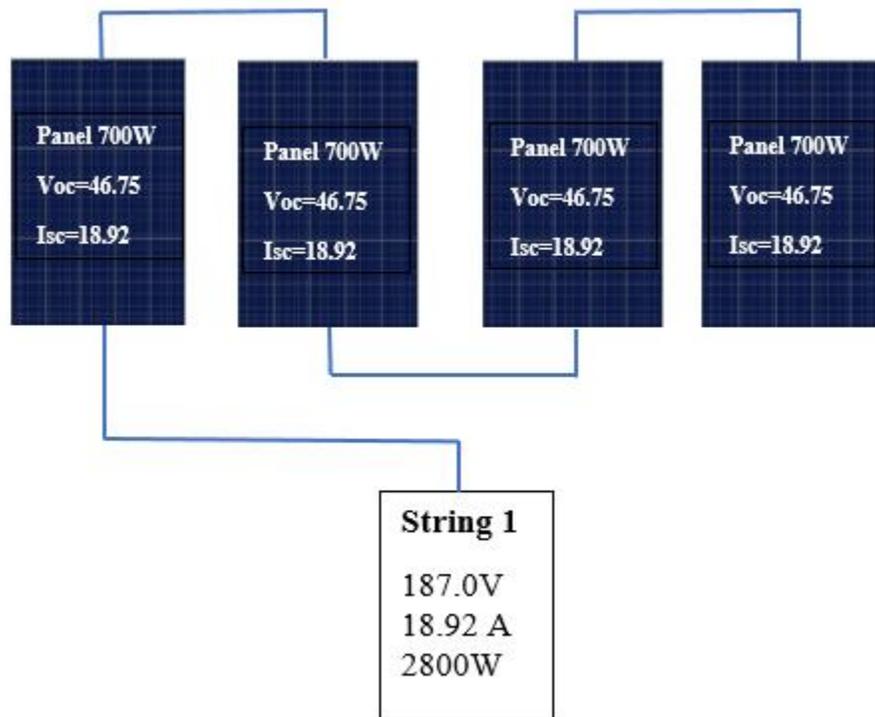
Una vez que se ha determinado el número de paneles fotovoltaicos a utilizar e identificado el área requerida, es fundamental calcular la carga generada por los módulos. Además, ya sea mediante un arreglo en serie o en paralelo, las cargas deben equilibrarse para garantizar que su configuración cubra la potencia fotovoltaica del sistema.

En este caso, se optó por utilizar 2 strings o arreglos, cada uno compuesto por 4 módulos fotovoltaicos interconectados en serie. Para determinar los valores de este arreglo se utilizó el voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ ) y la corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) del panel solar como indica

Macías (2022). Siendo el  $V_{oc}= 46.75V$  y la  $I_{sc}= 18.92A$  datos de usados de la tabla 5. Para una mejor compresion de la configuracion realizada en la figura 18 se muestra el arreglo correspondiente.

**Figura 18**

*Configuración del String 1*



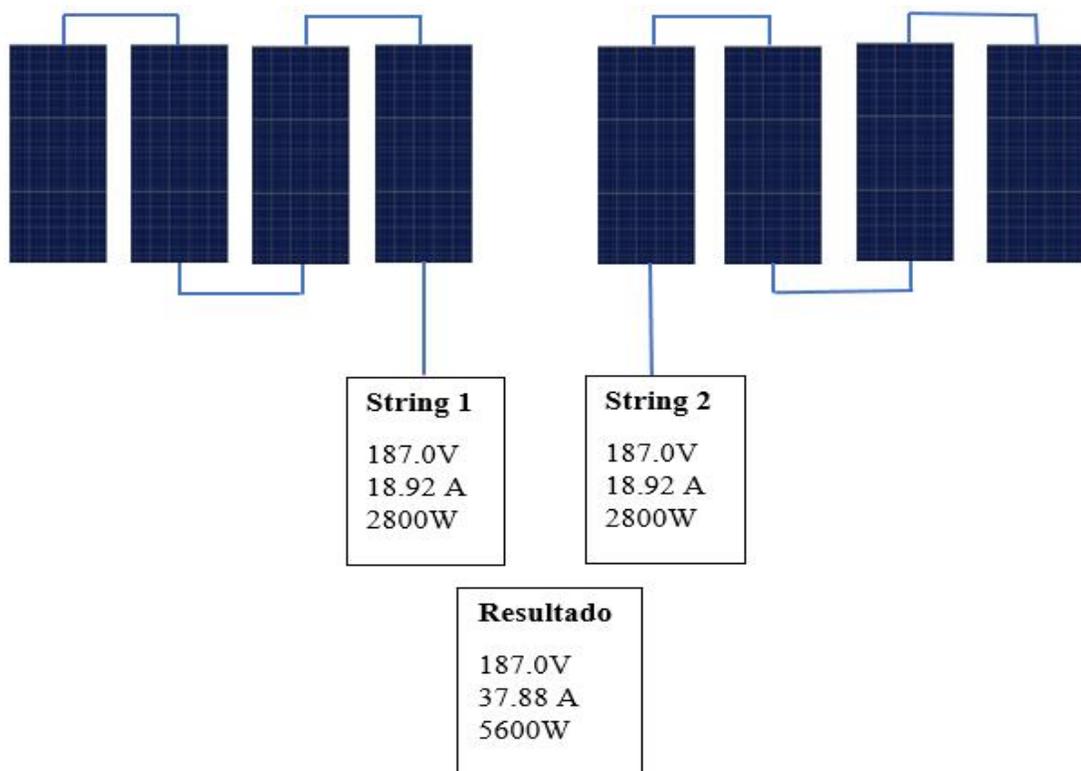
De acuerdo a ello se tiene que, al interconectar de manera serial los 4 módulos fotovoltaicos como resultado, se generará un voltaje de 187 V, una corriente de 18.92 A y una potencia de 2800 kWp por cada String, tal como se muestra en la Figura 18.

En consecuencia, al interconectar los 2 strings en paralelo, se obtiene una potencia total de los módulos de 5600 KWp, una corriente de 37.88 A y un voltaje de 187V ya que al conectarse estos strings en paralelo las corrientes se suman y el voltaje permanece constante. Esta

configuración se la puede apreciar de mejor manera en la figura 19. Con estos valores determinados se procedió a la selección del controlador adecuado para el sistema.

**Figura 19**

*Cantidad de Strings para el sistema fotovoltaico*



### 2.7.7 Selección del controlador/inversor

En el mercado se puede encontrar una variedad de controladores de carga e inversores que cumplen con los requisitos necesarios. Aunque es común trabajar con estos equipos de forma independiente, para este diseño se optó por utilizar un equipo que integra tanto el controlador de carga y el inversor, ya que este componente puede adaptarse a diversos requerimientos y presenta una mayor eficiencia en el control de carga de la batería.

La selección del equipo se basó en factores como la capacidad fotovoltaica, la corriente máxima de carga, el voltaje máximo de entrada, entre otros aspectos clave. De acuerdo a ello el criterio de búsqueda va de acuerdo a la configuración de los paneles, en este caso un voltaje máximo de 187V y una corriente de 37.84 A y una potencia generada por los módulos de 5600W.

Una vez realizado la búsqueda bajo los parámetros requeridos se realiza una comparativa entre dos inversores híbridos. Para llevar a cabo esta selección, es esencial conocer las especificaciones técnicas de los equipos y realizar su selección correspondiente. La Tabla 6 presenta las características más importantes del equipo. Además, la información técnica más detallada se muestra en el anexo 5.

**Tabla 6**

*Especificaciones Técnicas inversores híbridos*

	<b>Inversor Growatt SPH3000- 6000 PV</b>	<b>Nat Power MPS-H48V 6000wPV</b>
<b>Proveedor</b>	Auto solar	Natura Energy
<b>Marca</b>	Growatt	Nat Power
<b>Regulación de voltaje</b>	230V	230V +5%
<b>Potencia sobretensión</b>	10000VA	11000VA
<b>eficiencia</b>	96%	97%
<b>Cargador solar</b>		
<b>V rango MPPT</b>	120V-550V	120-450VDC
<b>Corriente de carga max</b>	66A	110A
<b>Potencia máxima</b>	6600W	6000W
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz	50/60Hz
<b>costo</b>	\$1656,70	\$561.00

En base a la comparativa realizada se obtuvo que ambos equipos que se ajustan a los requerimientos del sistema, sin embargo, se seleccionó el equipo Nat Power MPS-H48V-6000W-

PV por su relación costo/beneficio. Una vez establecida la elección del inversor se procedió al cálculo de baterías necesarias para el sistema.

### **2.7.8 Selección y cálculo del número de las baterías**

De acuerdo a las investigaciones, se encontraron varios tipos de baterías disponibles en el mercado. Sin embargo, para este diseño se optó por utilizar baterías de litio debido a sus ventajas tecnológicas, como un mayor número de ciclos de carga y descarga, una vida útil más prolongada. Aunque es importante destacar que las baterías de litio tienden a ser más costosas en comparación con otras opciones, sin embargo, son una de las mejores opciones.

Para calcular la capacidad requerida de las baterías, es esencial tener en cuenta el consumo diario y el voltaje del sistema. En este caso, el consumo diario se determinó que fueron 24kWh/día, considerando un día de autonomía para afrontar situaciones como un día completamente nublado y además al trabajar con demanda de energía alta se adapta un voltaje de sistema de 48V, ya que proporcionan una eficiencia mejorada y presentan menores pérdidas Powmr (2023). También, se eligió una profundidad de descarga del 70%, un valor típico usado en el cálculo de la batería como indica Agraso (2019), ya que ayuda a prolongar el número de ciclos de carga y tiende a aumentar su vida útil. La capacidad total para las baterías se calcula aplicando la ecuación (8).

Por lo tanto:

$$C_{nb} = \frac{24kWh * 1}{0.7 * 48V} = 714.28 A/h \quad (8)$$

De tal forma se obtiene una capacidad total requerida de 714.28 A/h, de acuerdo a ello se establece la adopción de una batería adecuada y además al cálculo del número de baterías requeridas para el sistema y su configuración respectiva. Para llevar a cabo esto, fue crucial conocer las especificaciones técnicas del equipo, ya que estos datos son fundamentales para

determinar la cantidad de baterías necesarias para cubrir la capacidad del sistema. En la Tabla 7 se presentan los datos técnicos del equipo, que servirán como base para este cálculo, y la información técnica completa se encuentra en el anexo 6.

**Tabla 7**

*Especificaciones Técnicas batería de litio (LifePO4)*

Características	Valores Nominales
Modelo	BATERIA DE LITIO (LifePO4)
Voltaje	24V
Capacidad Nominal	200 [AH]
Ciclos de descarga	5000 C a 70% de descarga
Potencia	5.1kW
Peso	56KG
Tamaño	317*631*208 [mm]

Es esencial tener en cuenta que las baterías al igual que los paneles solares, se pueden configurar mediante conexiones en serie o en paralelo según las necesidades del sistema. En vista de ello una vez determinado la capacidad nominal y además conociendo las características de la batería, se procedió a calcular el número de baterías en paralelo utilizando la ecuación (9). Esta ecuación relaciona el dato calculado de la capacidad nominal de la batería con la capacidad de la batería seleccionada, este valor se encuentra en la tabla 7. En otras palabras, se determina el número de baterías en paralelo de la siguiente manera:

$$N_{btp} = \frac{714.28A/h}{200A/h} = 3.57 \text{ baterías} \quad (9)$$

$$N_{btp} = 4 \text{ baterías}$$

Según el cálculo, se requiere un arreglo de aproximadamente 4 baterías en paralelo para cubrir la capacidad total del sistema que es de 714.8 A/h.

Posterior a ello se procedió a calcular el número de baterías en serie, para lo cual es fundamental conocer el voltaje del sistema y de la batería seleccionada. En este caso, un voltaje del sistema de 48V, mientras que el voltaje de la batería es de 24V. Por lo tanto, es necesario realizar una configuración para equilibrar al voltaje del sistema en cuestión. De acuerdo a ello, al aplicar la ecuación (9), se obtiene la siguiente información:

$$Nbts = \frac{48}{24} = 2 \text{ baterias}$$

En términos generales se requieren 4 conjuntos de baterías en paralelo, cada uno de los cuales consta de 2 baterías conectadas en serie. Es decir, el banco de baterías de acuerdo a la configuración establecida tendrá una capacidad de 800 A/h y un voltaje de operación de 48V. Esta configuración permitirá satisfacer las necesidades de energía de la estación de carga de manera eficiente.

### **2.7.9 Grado de inclinación del panel**

En base a la ecuación (10) se procedió a calcular el valor óptimo de inclinación del panel solar, para ello fue necesario conocer el valor de la latitud del sitio de diseño, en este caso una latitud de  $0,3578925^\circ$  de la Universidad Técnica del Norte, más  $10^\circ$  que es la constante de la ecuación. De acuerdo a ello se obtiene el siguiente resultado.

$$\beta_{opt} = 10^\circ + 0,3578925^\circ \quad (10)$$

$$\beta_{opt} = 10,357892^\circ$$

De tal forma se tiene que el coeficiente de inclinación para el panel es de  $10,357^\circ$ ; por lo que se establece un valor de  $15^\circ$  de inclinación, de manera que permita el deslizamiento del agua y además esté libre de obstrucciones como polvo y hojas.

## **2.8 Resumen configuración del sistema**

**Número de Paneles Fotovoltaicos:** Se determinó que para cumplir con los requerimientos del sistema, para cada punto de carga se necesitan aproximadamente 8 paneles fotovoltaicos YS700M-66 Yangtze Solar, cada uno con una potencia máxima de 700 W. Esto proporcionará una potencia total de 5600 Wp (vatios-pico) para la instalación, lo que es adecuado para la demanda prevista. El área necesaria para estos paneles será de aproximadamente 24.96 m<sup>2</sup>.

**Arreglo o Disposición de Paneles Fotovoltaicos:** Se optó por configurar los paneles en dos Strings, cada uno compuesto por 4 módulos fotovoltaicos interconectados en serie. Esto resulta en un voltaje generado de 187 V y una corriente de 37.84 A para cada String, lo que proporciona una potencia total de 5600 KWp para el sistema.

**Selección del Controlador/Inversor:** Se eligió un inversor/controlador Híbrido MPS-C-5.5kW que cumple con los requerimientos del sistema. El inversor trabaja a una potencia máxima de 6000 W y puede manejar un voltaje de entrada de hasta 450 Vdc y una corriente de carga de 100 A. Esto es adecuado para el sistema fotovoltaico, que genera una potencia de 5600 W.

**Selección y Cálculo del Número de Baterías:** Se optó por utilizar baterías de litio debido a su mayor número de ciclos de carga y descarga, vida útil prolongada y profundidad de descarga de aproximadamente el 70%. Para satisfacer la demanda diaria de 24 kWh considerando un día de autonomía, se calculó que se requieren aproximadamente 714.28 A/h de capacidad nominal total. Se eligieron baterías de litio de 24 V y 200 Ah, y se calculó que se necesitan alrededor de 4 baterías

en paralelo para cumplir con este requisito. Además, se determinó que se requieren 2 baterías en serie para obtener el voltaje total de 48 V necesario para el sistema.

Este diseño es capaz de satisfacer la demanda de energía de la estación de carga, incluso en condiciones de días nublados o con poca luz solar, gracias al sistema de almacenamiento de energía proporcionado por las baterías de litio. Además, el controlador/inversor MPPT seleccionado es adecuado para gestionar la generación de energía solar y la carga de las baterías de manera eficiente. La comparativa respecto a la configuración de los componentes y la evaluación de la producción de energía se realiza en el siguiente capítulo. En la figura 13 se puede observar el esquema detallado del sistema fotovoltaico.



## **CAPITULO III**

### **Modelado del sistema fotovoltaico para el suministro de energía a la estación de carga**

En el presente capítulo se realiza el modelado del sistema fotovoltaico que alimentará a los puntos de carga de la estación, para ello se ha seleccionado un programa muy usado para estudios y diseños fotovoltaicos, el software PVsyst, lo que permitirá verificar el desarrollo y cálculos realizados respecto al dimensionamiento teórico del sistema.

#### **3.1 PVSYST**

PVsyst es un software de diseño y simulación para estudios de fuentes de energía fotovoltaicas. Además, este programa permite realizar diseños tanto sistemas conectados a la red como también independientes, es un programa abundante en funciones que permite al usuario adaptarse rápidamente. También presenta datos actualizados de radiación solar según la ubicación del sistema. En este caso se utilizó para el modelado del sistema fotovoltaico que suministrará energía a la estación de carga.

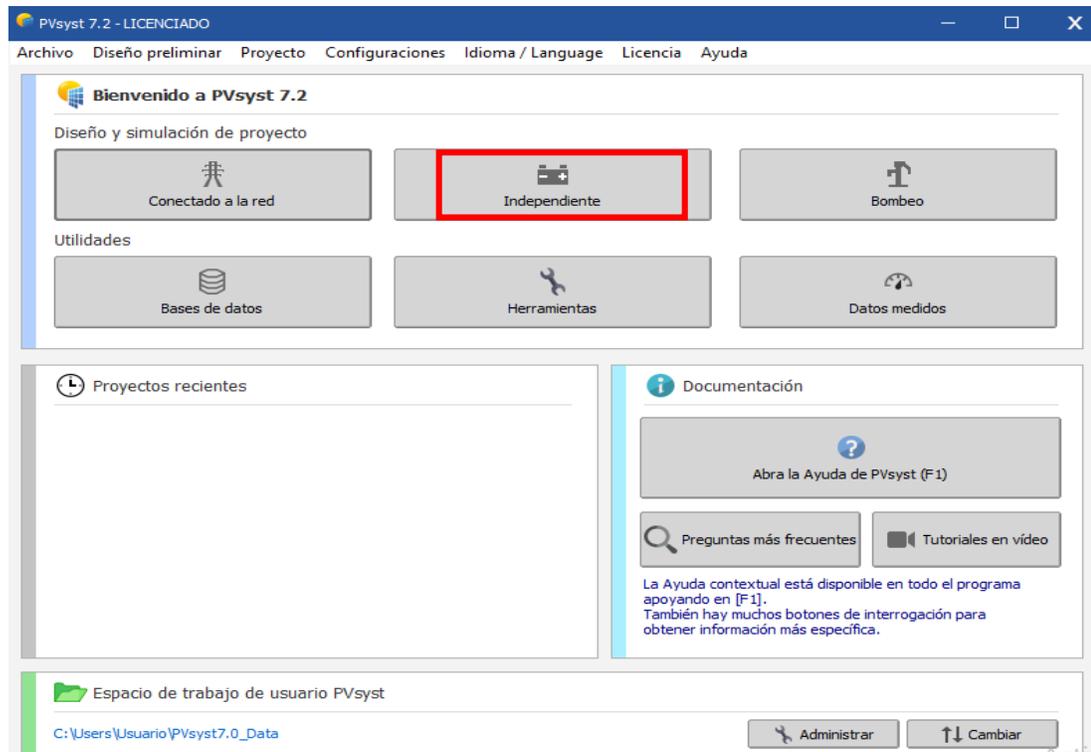
#### **3.2 Parámetros para la simulación**

Para realizar la simulación en el programa es fundamental conocer los parámetros de diseño; como por ejemplo las cargas a ser alimentadas, la radiación solar pico disponible, la ubicación geográfica del sistema, entre otros. Además, especificar si el sistema va conectado a la red, autónomo o de bombeo solar, esto se adapta según el diseño teórico realizado.

En la figura 21 se observa los diferentes tipos de sistemas con las que cuenta el programa mencionado, en este caso se usa un sistema autónomo o independiente, dado que es, con el que se trabajó en el proyecto.

**Figura 21**

*Selección sistema independiente*

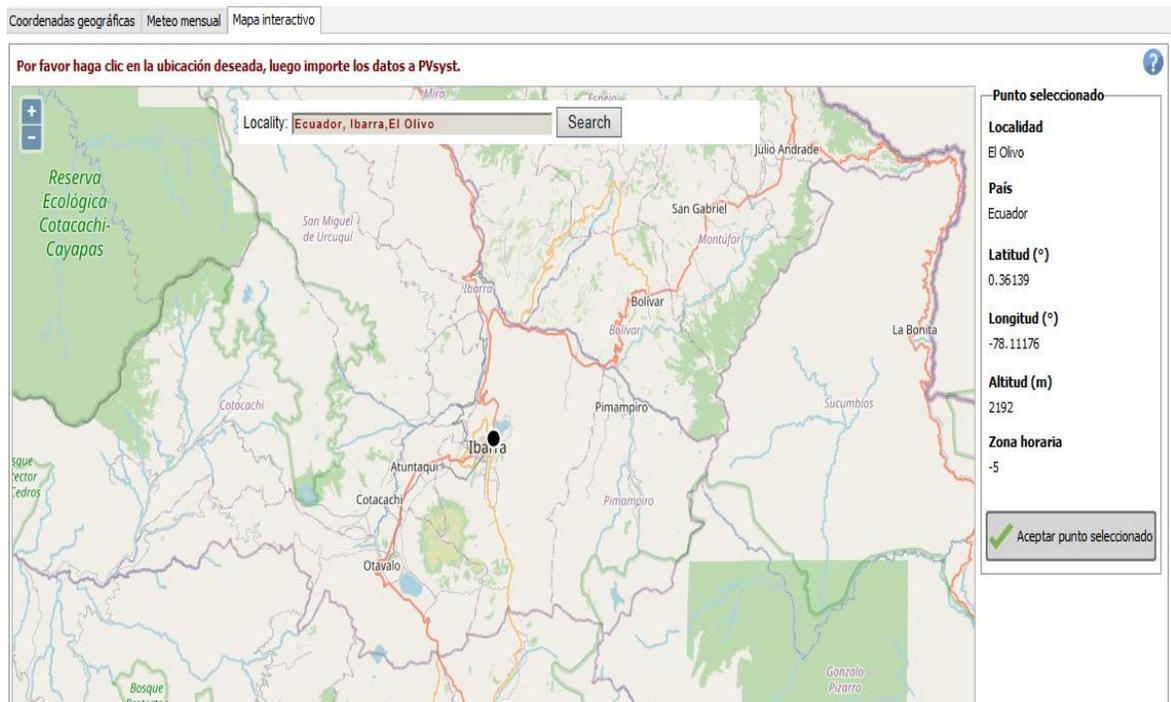


Nota. Fuente adaptada de Pvsyst 7.2.8 (2023)

Seguidamente se procedió a buscar la ubicación para el emplazamiento del diseño del sistema propuesto, en este caso en Ecuador, Imbabura, ciudad de Ibarra/El Olivo, específicamente en la Universidad Técnica del Norte, de acuerdo a ello el software PVsyst se enlaza con los datos meteorológicos del sitio en cuestión, de tal forma a partir de la simulación permita obtener los resultados esperados y no difieran con el diseño teórico. En la figura 22 se observa la selección del punto de emplazamiento para el sistema propuesto.

## Figura 22

*Ubicación de la zona para el sistema propuesto en PVsyst*



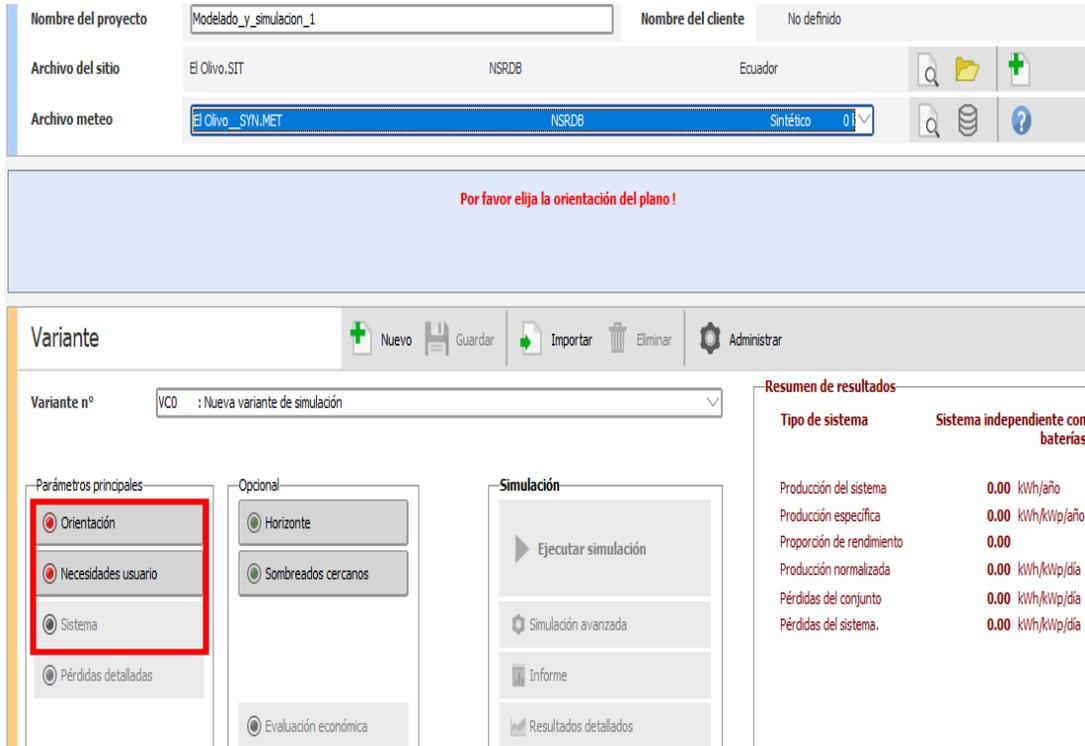
Nota. Fuente adaptada de Pvsyst 7.2.8 (2023)

Una vez seleccionado el sitio e importado los datos meteorológicos del lugar, se procedió a la inserción de los parámetros del sistema fotovoltaico, esto con la ayuda de los valores y cálculos determinados en la parte teórica, se selecciona los equipos de acuerdo al diseño establecido y además se incorpora ciertas variantes que sugiere el software.

En la figura 23 se observa los parámetros necesarios a ser insertados para la simulación del sistema.

**Figura 23**

*Parámetros principales del sistema fotovoltaico*



Posteriormente se procedió a identificar e insertar los parámetros principales del sistema requerido para la simulación, tales como la orientación, las necesidades del usuario y los requerimientos de los componentes del sistema.

### 3.3 Parámetros del sistema

En esta sección se configura las disposiciones del sistema fotovoltaico como se mencionó en el apartado anterior.

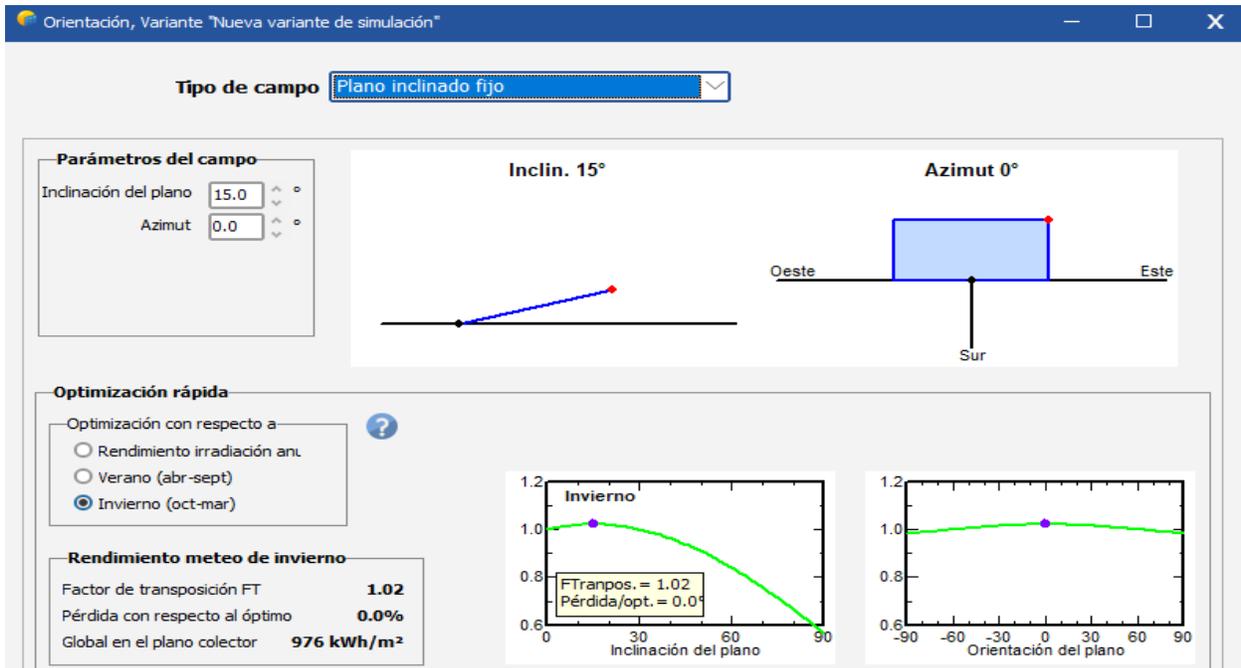
#### 3.3.1 Orientación

El programa PVsyst, permite seleccionar la posición de los paneles solares, es decir el grado de inclinación. Para el diseño propuesto se estableció un ángulo de 15° de inclinación, como

se estableció en el capítulo 2 en el apartado 2.7.6. En la Figura 24 se muestra la inclusión del parámetro mencionado.

**Figura 24**

*Variante Orientación*



### 3.3.2 Necesidades del usuario

Seguidamente se procedió a seleccionar el tipo de carga o artefactos de consumo que alimentará el sistema fotovoltaico, en este caso un punto de carga con una potencia instalada de 2500W y el tiempo de demanda de dicha potencia será 8 horas al día, como se indicó en el diseño teórico en el apartado 2.6.1. Es importante conocer esto para determinar el consumo diario y el consumo total del sistema, en la figura 25 se muestra la inserción del parámetro mencionado.

**Figura 25**

*Necesidades del usuario*

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
0	Lámparas (LED o fluo)	0 W/lámpara	0.0 h/día		0 Wh
0	TV / PC / móvil	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Electrodomésticos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	0.0 h/día		0 Wh
1	Punto de carga	2500 W/apar.	8.0 h/día	OK	20000 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh
<b>Energía diaria total</b>					<b>20000 Wh/día</b>
<b>Energía mensual</b>					<b>600.0 kWh/mes</b>

### 3.3.3 Sistema

En la Figura 26 se puede apreciar los datos importantes a introducir de cada componente, es decir los equipos que se seleccionaron en el diseño, como el panel, controlador, inversor y batería. De acuerdo a ello el software efectúa la disposición y configuración de los componentes ya sea el arreglo en serie o en paralelo; y en base a los resultados obtenidos se realiza una comparativa con el diseño llevado a cabo en la parte teórica.

**Figura 26** *Componentes del sistema*

Almacenamiento | Conjunto FV | Respaldo | Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto  
Nombre:  Orden:   
Orientación:  Inclinación:   
Azimut:

**Ayuda de pre-dimensionamiento**  
 Sin dimensionamiento  Ingrese potencia planeada  Wp  
 Redimens.  ... o área disponible  m<sup>2</sup>

**Seleccione el módulo FV**  
Todos los módulos:

Ordenar módulos:  Potencia  Tecnología

Módulos necesarios aprox. Voltajes de dimensionamiento: V<sub>mpp</sub> (60°C)  V  
V<sub>oc</sub> (-10°C)  V

**Seleccione el modo de control y el controlador**  
 Controlador universal

Modo operativo:  
 Acoplamiento directo  
 Convertidor MPPT  
 Convertidor CC-CC

Modo de funcionamiento del controlador  
Corriente máx. de carga-descarga:

Voltaje de operación MPP:  V Potencia controlador:  kW  
Voltaje máximo de entrada:  V Batería asociada:  V

**Diseño del conjunto FV**  
Número de módulos y cadenas debe ser/estar:  
Mód. en serie:    
Núm. de cadenas:    
Perdida sobrecarga:  %  
Proporción P<sub>nom</sub>:   
Núm. de módulos:  Área:  m<sup>2</sup>

Condiciones de operación:  
V<sub>mpp</sub>:  V  
V<sub>mpc</sub>:  V  
V<sub>oc</sub>:  V  
Irrad. plano:  W/m<sup>2</sup>  
I<sub>mpp</sub>:  A  
I<sub>sc</sub>:  A  
I<sub>sc</sub> (en STC):  A

Por favor elija un modelo de batería ! (Storage Tab)

Potencia de funcionamiento máx. (a irrad. máx. y 50°C):  kW  
Potencia nom. conjunto (STC):  kW

### 3.4 Análisis de resultados

Una vez insertado los datos de los componentes del panel fotovoltaico, controlador/inversor y batería que fueron seleccionados en la sección de diseño, el resultado relacionado con la configuración de estos componentes se visualiza en la figura 27, que se obtiene al modelar el sistema en el software Pvsyst.

**Figura 27**

*Resultados configuración del sistema*

Almacenamiento Generador FV Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto  
Nombre: Generador FV  
Oriente: Plano inclinado fijo  
Inclinación: 15°  
Azimut: 0°

**Ayuda de pre-dimensionamiento**  
 Sin dimensionamiento Ingrese potencia planeada: 5.9 kWp  
 ... o área disponible: 28 m²

**Selección del módulo FV**  
Todos los módulos  
Ordenar módulos:  Potencia  Tecnología  
AE Solar 700 Wp 35V HIT AE 700TME-132BDS Desde 202  
Dimensiona. voltaje: Vmpp (60°C) 38.2 V  
Voc (-10°C) 55.7 V

**Selección del modo de control y el controlador**  
 Controlador universal Victron  
Convertidor de potencia MPPT  
Modo operativo:  
 Acoplamiento directo  
 Convertidor MPPT  
 Convertidor CC-CC  
Número de controladores: 1  
MPPT 5800 W 48 V 100 A 100 A SmartSolar MPPT 250/100 48V D  
Voltaje de operación MPP: 53-245 V Potencia controlador: 5.80 kW  
Voltaje máximo de entrada: 250 V Batería asociada: 48 V

**Diseño generador FV**

<b>Número de módulos y cadenas</b> Mód. en serie: 4 (debe ser/estar: entre 2 y 4) Núm. cadenas: 2 (entre 2 y 3) Perdida sobrecarga: 0.0% Proporción Pnom: 0.97 Núm. de módulos: 8 Área: 25 m²	<b>Lithium-ion</b> La batería seleccionada es una módulo 2 módulos en series 4 módulos en paralelo Número de módulos: 8 Irradia. plano: 1000 W/m² Imp (60°C): 33.3 A Isc (60°C): 35.3 A Isc (en STC): 35.2 A Potencia de funcionamiento máx. (a irrad. máx. y 50°C): 5.2 kW Potencia nom. conjunto (STC): 5.6 kWp
---	---

#### 3.4.1 Resumen de la Configuración Final del sistema (Pvsyst)

- Número de Paneles Fotovoltaicos: 8 paneles YS700M-66 de 700 W cada uno.
- Configuración de Paneles: 2 Strings, cada uno con 4 paneles interconectados en serie.
- Inversor/Controlador: MPPT-S-C-5.8kW.

- Número de Baterías: 4 baterías de litio en paralelo y 2 baterías en serie (un total de 8 baterías).

Por lo tanto, realizando una comparativa con los cálculos de diseño teóricos se puede concluir que el número y la configuración tanto de los paneles fotovoltaicos y baterías concuerdan entre sí, además para verificar si el sistema diseñado resulta factible y que pueda cubrir la demanda energética requerida, se procedió a verificar la producción de energía del sistema. Valor de energía requerida: 24 kWh/día, este es un valor teórico esperado de producción de energía para el sistema en un día perfecto, sin pérdidas, ni otros factores que afecten al rendimiento. Al simular el sistema en PVsyst se obtuvieron los siguientes resultados principales:

En la Figura 28 se puede apreciar que el sistema va proporcionar una producción de 6859 kWh al año, lo que resulta un valor de 571.58 kWh mensual; esto se obtiene dividiendo para 12 los meses del año, y esto equivale una producción de energía de 19.052 kWh al día; dicho valor se obtiene dividiendo para las 24 horas del día. Sin embargo, dado que el software no considera el margen de seguridad del 20% adicional de la energía requerida, por lo que se obtiene un valor de 22.86kWh/día al aplicar dicho margen de seguridad al resultado de la energía obtenida en la simulación. De tal modo se concluye que el sistema diseñado es factible ya que presenta una producción muy cercana a lo requerido, es decir respecto a la energía demandada, el sistema genera el 95% para alimentar el punto de carga, este valor se obtiene de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} 24 \text{ kWh} & & 100\% \\ & & \\ 22.86 \text{ kWh} & & x = 95\% \end{array}$$

Algunas posibles causas que evita obtener una generación al 100% podría incluir pérdidas en la recolección de energía ya sea por poca radiación solar, días nublados, sombreado, pérdidas

en el proceso de carga de las baterías, entre otros. Sin embargo, es importante destacar que, el sistema es funcional ya que la energía generada es suficiente para alimentar el punto de carga. Cualquier necesidad adicional de energía se podría suplir mediante el uso de baterías.

**Figura 28**

*Resumen de resultados principales*

Resumen de resultados	Sistema independiente con baterías
Tipo de sistema	
Producción del sistema	6859 kWh/año
Producción normalizada	3.36 kWh/kWp/día
Pérdidas del conjunto	1.09 kWh/kWp/día
Pérdidas del sistema.	0.25 kWh/kWp/día

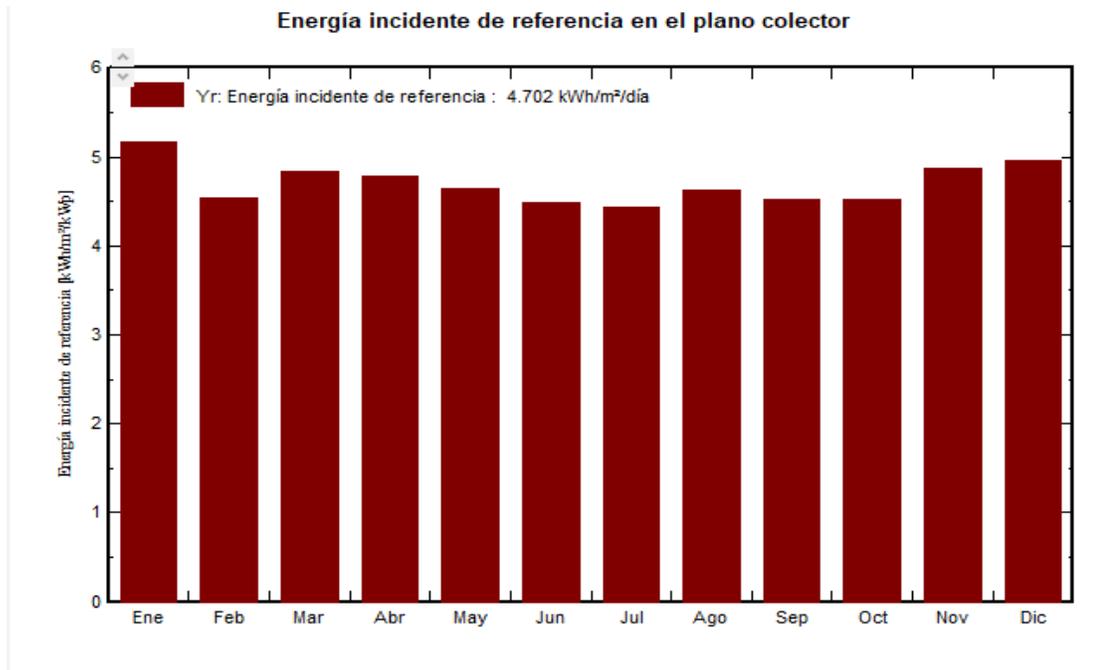
Además, el sistema tiene una producción normalizada de 3.36 kWh por kWp instalado al día, siendo 2.5kWp la potencia instalada, por lo tanto, se denota que la producción de energía satisface la necesidad requerida. Por otra parte, los siguientes resultados adicionales obtenidos se describirán en las siguientes secciones.

**3.4.2 Energía incidente en el plano colector**

En la Figura 29 se aprecia la energía incidente de referencia en el plano colector, es una representación visual de la cantidad de energía solar que llega y es absorbida por el conjunto de paneles fotovoltaicos durante un período de tiempo específico. Esta energía incidente se refiere a la radiación solar incidente en el plano de los paneles solares, es decir, la cantidad de energía solar que incide directamente sobre la superficie de los paneles.

**Figura 29**

*Energía incidente de referencia en el plano colector*



### 3.4.3 Producciones Normalizadas del sistema

En la Figura 30 se aprecia las producciones normalizadas por kWp instalado; es una representación visual que muestra la producción de energía de un sistema fotovoltaico en relación con su potencia nominal instalada. Esta representación es útil para evaluar el rendimiento relativo del sistema en función de su capacidad instalada.

**Lu (Energía no utilizada - Batería llena):** Este valor representa la cantidad de energía que no se ha utilizado debido a que las baterías están completamente cargadas. En este sistema, se está produciendo un excedente de 0.5 kWh de energía por kWp instalado por día que no se está utilizando. Esto indica que el sistema está generando más energía de la necesaria en algunos momentos, y es importante tener en cuenta la gestión de esta energía excedente.

**Lc (Pérdidas de colección - Pérdidas del conjunto PV):** Estas son las pérdidas de energía que ocurren debido a factores como la suciedad en los paneles solares, sombreado parcial y otras ineficiencias en la recolección de energía solar. En este sistema, se están experimentando pérdidas de 0.59kWh por kWp instalado por día, lo que indica que puede haber oportunidades para mejorar la eficiencia del conjunto de paneles solares.

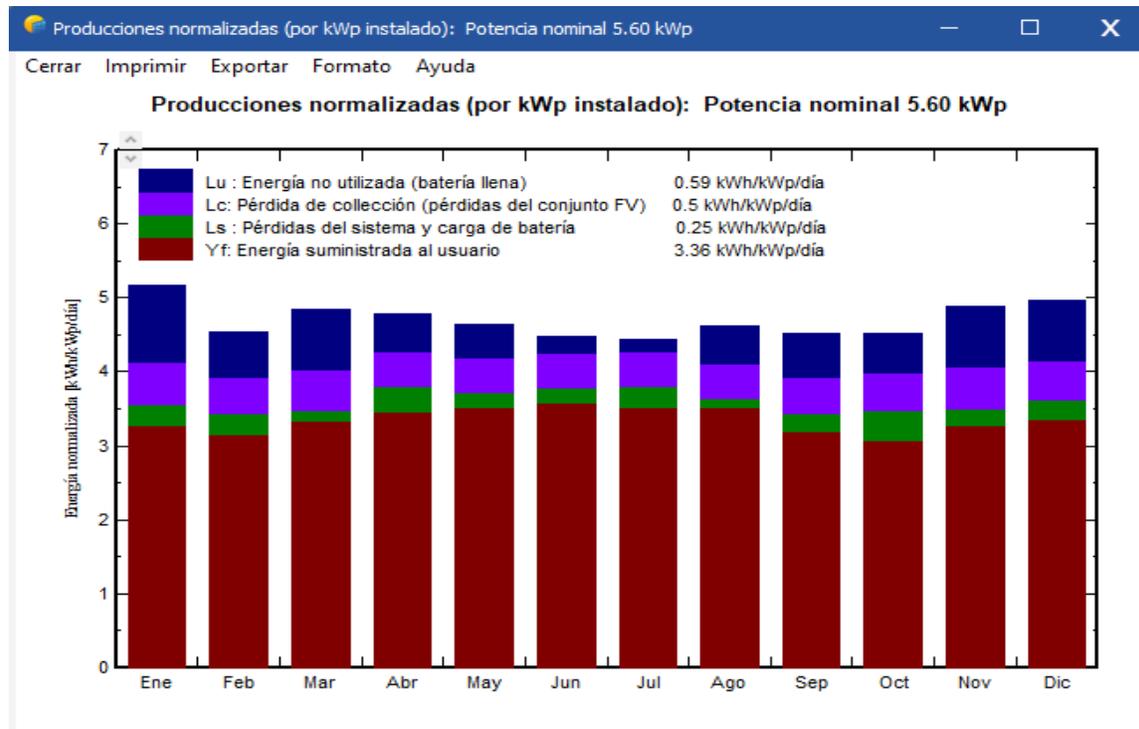
**Ls (Pérdidas del sistema y carga de batería):** Estas pérdidas se refieren a cualquier energía que se pierda durante la conversión, almacenamiento y distribución de la energía generada. En este caso, las pérdidas son de 0.25 kWh por kWp instalado por día, lo que sugiere que puede haber oportunidades para mejorar la eficiencia del sistema de almacenamiento y distribución de energía.

**Yf (Energía suministrada al usuario):** Este valor representa la cantidad de energía que finalmente se suministra al usuario después de tener en cuenta todas las pérdidas y la energía no utilizada. En este sistema, se suministran 3.36 kWh de energía por kWp instalado por día al punto de carga.

En síntesis, la Figura 30 muestra que el sistema fotovoltaico está generando más energía de la necesaria en algunos momentos, lo que resulta en energía no utilizada, lo que indica que puede ser usada para incorporar pequeñas cargas como la iluminación de la estación. Por lo tanto, se puede deducir que la producción del sistema puede cubrir la demanda de consumo del punto de carga.

**Figura 30**

*Producciones normalizadas*



### 3.4.4 Proporción de rendimiento

En la figura 31 se aprecia la proporción de rendimiento que se utiliza para evaluar la eficiencia y el rendimiento del sistema fotovoltaico en función de la proporción de la energía generada con respecto a la energía consumida o requerida. En este caso, se han proporcionado dos resultados clave:

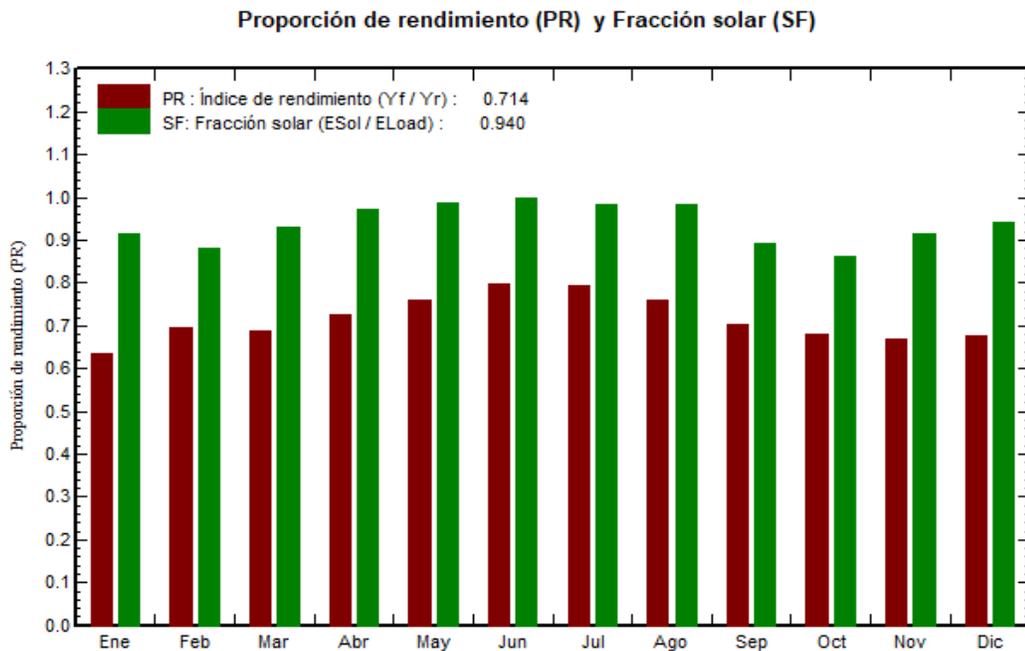
**PR (Índice de Rendimiento):** En este sistema, el PR es de 0.718. Un valor de PR cercano a 1 (o 100%) indicaría un rendimiento óptimo en el que el sistema cubre completamente las necesidades de energía del usuario, sin embargo, es importante tener en cuenta que los sistemas fotovoltaicos o cualquier otro sistema que requiere de un proceso de transformación no llegan a ese valor óptimo; dado que existen pérdidas ya sea en recolección, en el sistema y otros.

**Sf (Fracción Solar):** En este caso, el Sf es de 0.940, lo que significa que aproximadamente el 94% de la energía consumida o cargada por el sistema proviene de fuentes solares. Este valor es importante para evaluar el grado de autosuficiencia del sistema a partir de energía solar en relación con la carga total.

En síntesis, la Figura 31 de proporción de rendimiento sugiere que el sistema fotovoltaico está funcionando de manera eficiente al proporcionar de energía suficiente requerida para el punto de carga. El índice de rendimiento (PR) indica que se está satisfaciendo una parte sustancial de las necesidades energéticas del usuario, y la fracción solar (Sf) muestra cuánto de esa energía proviene de fuentes solares. Este análisis es útil para comprender la contribución de la energía solar en el rendimiento global del sistema y su capacidad para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales.

**Figura 31**

*Proporción de rendimiento*



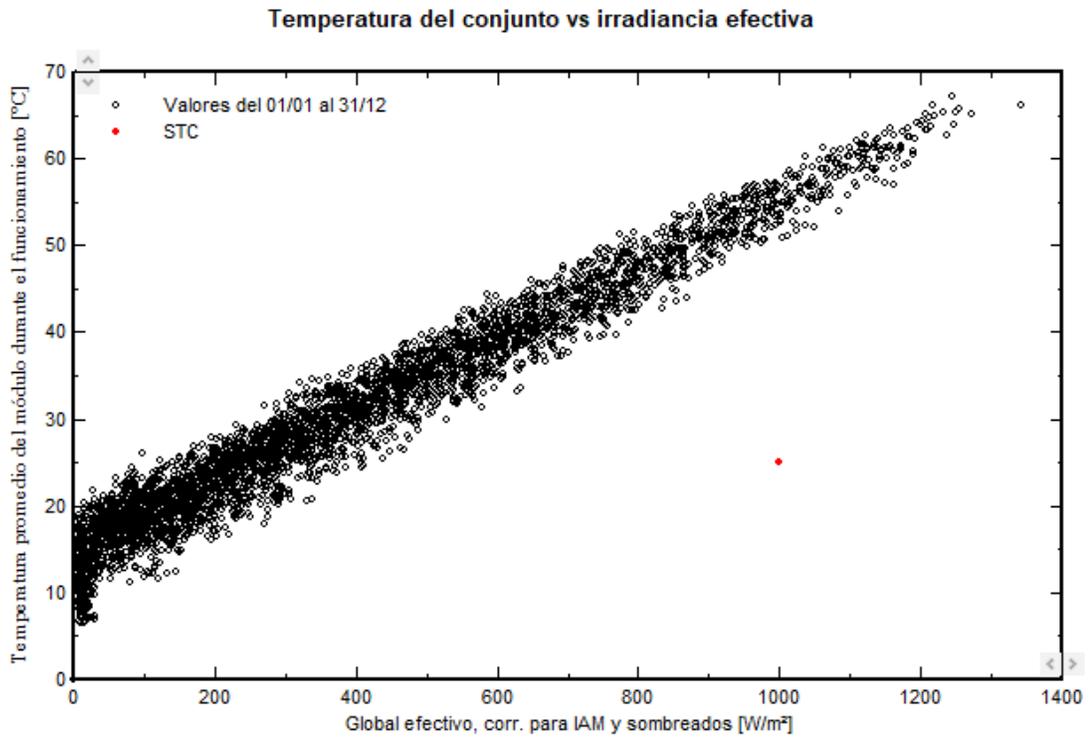
### **3.4.5 Temperatura vs radiación efectiva**

En la Figura 32 se aprecia la métrica de temperatura del conjunto frente a la irradiación efectiva, se analiza cómo la temperatura ambiente afecta la eficiencia de un conjunto de paneles fotovoltaicos en relación con la cantidad de radiación solar que llega a la superficie de los paneles. En el eje vertical de la gráfica, se representa la temperatura del conjunto de paneles solares. Esta temperatura puede variar según la ubicación, la hora del día, la estación del año y otros factores. A medida que la temperatura del conjunto de paneles solares aumenta, su eficiencia tiende a disminuir. Esto se debe a que la mayoría de los paneles fotovoltaicos funcionan de manera más eficiente a temperaturas más bajas. En el eje horizontal de la gráfica, se representa la irradiancia efectiva, que es la cantidad de radiación solar incidente en la superficie de los paneles después de considerar pérdidas debidas a sombreado, suciedad en los paneles y otros factores. La irradiancia efectiva es un indicador importante de la cantidad de energía solar disponible para la conversión en electricidad.

La relación entre la temperatura del conjunto de paneles y la irradiancia efectiva puede mostrar cómo las condiciones ambientales afectan el rendimiento de un sistema fotovoltaico. Por lo general, se observa que, a temperaturas más altas, la eficiencia de los paneles disminuye, mientras que, a mayor irradiancia efectiva, la eficiencia suele aumentar. Esto se debe a que un aumento en la temperatura del conjunto de paneles puede causar una disminución en la salida de energía, mientras que una mayor irradiancia efectiva proporciona más energía para la conversión.

**Figura 32**

*Temperatura del conjunto vs irradiancia efectiva*

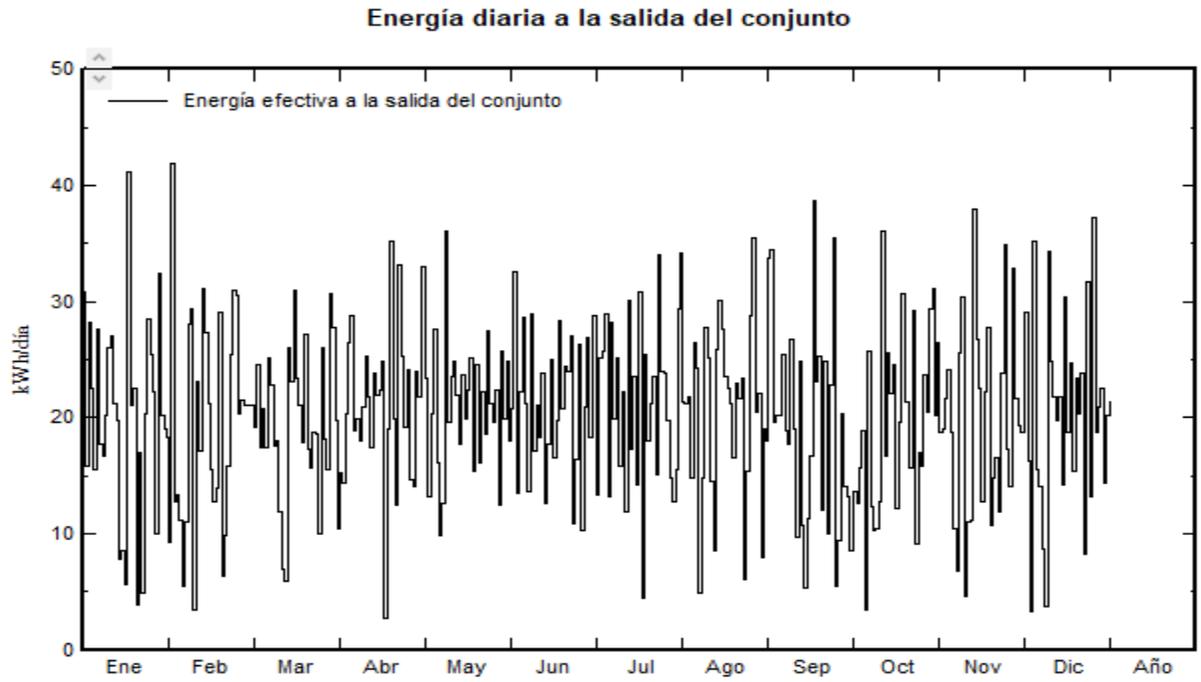


### 3.4.6 Energía diaria a la salida del conjunto

La Figura 33 representa la cantidad de energía eléctrica generada por un conjunto de paneles solares a lo largo del día. El eje horizontal representa el tiempo (meses). El eje vertical representa la cantidad de energía eléctrica generada por el conjunto de paneles solares en unidades kilovatios (kW). La energía generada suele aumentar a medida que el sol se eleva en el cielo y alcanza su punto máximo alrededor del mediodía solar. Luego, disminuye a medida que el sol se opone. Esta gráfica es valiosa para los propietarios de sistemas solares y los diseñadores de sistemas fotovoltaicos, ya que les permite monitorear el rendimiento diario del sistema y verificar si está cumpliendo con las expectativas de producción de energía. También es útil para evaluar la necesidad de mantenimiento y para realizar análisis de rendimiento a lo largo del tiempo.

**Figura 33**

*Energía diaria a la salida del conjunto*



### 3.5 Conclusiones

- El estudio del estado de arte permitió comprender y determinar los parámetros fundamentales para el diseño de la estación de carga y del sistema fotovoltaico, determinando de esa manera todos los componentes principales que lo conforman. Sin embargo, a pesar de la gran variedad de oferta y demanda, el costo de implementación es muy alto, es aquí donde promueve la conciencia ambiental, no solo desde un punto de vista financiero, sino también por la importancia de promover a un medio ambiente más limpio.
- Se determinó que fue necesario establecer 5 puntos de carga para abastecer el promedio total de afluencia de los vehículos eléctricos de 2 ruedas en la Universidad. A partir de esto se efectuó el dimensionamiento del sistema fotovoltaico y fueron distribuidos en sitios donde asegure la ausencia de obstáculos y permitan aprovechar al máximo la radiación solar. Por otra parte, actualmente existen softwares que realizan el diseño de sistemas fotovoltaicos de manera automática, pero es primordial que, como profesionales se debe conocer la concepción para el diseño teórico de dichos sistemas, de tal forma complementar el aprendizaje.
- Al realizar una comparativa del diseño teórico como el modelado en el software se concluye que los resultados no difieren, es decir, en el número de paneles y baterías, configuración son los mismos. Además, al efectuar la simulación, fue posible evaluar la producción de energía del sistema, donde se pudo verificar que el sistema cubre el 95% de las necesidades de demanda requerida de la estación, lo que indica que el diseño del sistema es correcto.

### **3.6 Recomendación**

- El trabajo planteado puede ser utilizado como base para el desarrollo de trabajos futuros, tales como, realizar una repotenciación del sistema en caso de un aumento de carga, sería factible para ello plantear dicho sistema para una generación híbrida, aprovechando otra fuente adicional de energía limpia, como por ejemplo la eólica. De esta manera ambas fuentes de energía se aprovechan y además son complementarias, ya que son fuentes de energía que no requieren la utilización de combustibles fósiles. Además, se fomenta así el uso de tecnologías derivadas de fuentes de energías no contaminantes.

## **Bibliografía**

- Agraso, A. (22 de Julio de 2019). *Diseño y dimencionamiento de una instalacion fotovoltaica aislada de la red con integracion arquitectonica*. Obtenido de Escuela de Ingenieria de Bilbao:  
<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/37062/Anexo%20III.%20Pliego%20de%20Condiciones%20T%C3%A9cnicas%20del%20IDAE.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Ahmad, A., Muhammad Khalid, Zahid Ullah, Naveed Ahmad, & Mohammad Aljaidi. (2022). *Electric Vehicle Charging Modes, Technologies and applications of smart Charging. Energies*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/24/9471>
- Alexa, D. (2017). *ENERGY EFFICIENCY & NENEWABLE ENERGY. U.S DEPARTAMENT OF ENERGY*.
- Aliexpress. (2022). *Adaptador de carga EV type 2 to Schuco socket*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/1005004407372469.html>
- Almeida, C. A. (2016). *Ciencias de la Ingenieria e Industrias. Analisis y diseño de una electrolinera alimentada por energia solar para cargar autos electricos*. Quito.
- Araoz, F. B. (2021). *Doctoral Thesis in Chemical Engineering. Lithium-ion batteries for off-grid PV-systems*. Stockholm. Obtenido de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1557187/FULLTEXT01.pdf>
- Arias, H. R. (2019). *AreaTecnologia*. Obtenido de *Instalaciones Fotovoltaicos- Componentes calculos y diseños*: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/consumos-potencias-fotovoltaica.html>
- Beelectric. (2020). *Movilidad Sostenible*. Obtenido de *Nuestros productos Motocicletas-Patinetas-Bicicletas electricas*: <https://beelectric.co/>
- BEHAMA E. (2019). *A guide to electric Vehicle Infraestructure. Bringing power to life-Low carbon Vehicle Partnership*. Obtenido de <https://www.beama.org.uk/static/uploaded/5e9d2696-bec8-4179-956bedf5655a0272.pdf>
- Burdick, J., & Schmidt, P. (2017). *Install your own solar panles desingning and installiing a footovoltaic system*.

- Cars, E. (2021). AC-Charging Technology Electric Lecture-. *TU Delft dutch incert*. Obtenido de [https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/eCARS2x\\_Lecture\\_Notes\\_L3-2.pdf](https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/eCARS2x_Lecture_Notes_L3-2.pdf)
- CENACE. (22 de November de 2022). *Cenace.gob.ec, Informacion operaitva en tiempo real, Produccion energètica*. Obtenido de <http://www.cenace.gob.ec/info-operativa/InformacionOperativa.htm>
- Commission, I. E. (2017). *International Standard*. Obtenido de <http://www.iecee.org/dyn/www/f?p>
- Concordia, U. (2020). EHS-DOC-147. *LITHIUM BATTERIES-ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY*. Obtenido de [https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-147\\_LithiumBatteries.pdf](https://www.concordia.ca/content/dam/concordia/services/safety/docs/EHS-DOC-147_LithiumBatteries.pdf)
- Cucó, P. (2020). *Instalacion fotovoltaica para autoconsumo* . Obtenido de caso practico: Universidad Politecnica de Valencia: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/170291>
- Deng, V. (22 de 08 de 2022). The main components of electric vehicles. *All-electric Vehicle*. Obtenido de [https://www.linkedin.com/pulse/main-components-electric-vehicles-vivian-deng?trk=pulse-article\\_more-articles\\_related-content-card](https://www.linkedin.com/pulse/main-components-electric-vehicles-vivian-deng?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card)
- E, H., & HIOKI H. (31 de September de 2020). Facilitating Accurate Measurement of lead-acid Batteries. *Lead-acid Batter Handbook*. Obtenido de <https://idm-instrumentos.es/wp-content/uploads/2020/04/Bater%C3%ADas-de-plomo-%C3%A1cido-lead-acid-batteries.pdf>
- E.M.S.D. (2015). Mode 1 Recharge Vehicles electrics. *Technical Guidelines on Chargingn facilities for Electric Vehicles*. Obtenido de [https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_444/Charging\\_Facilities\\_Electric\\_Vehicles.pdf](https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_444/Charging_Facilities_Electric_Vehicles.pdf)
- Embankment, A. (2019). Suported by the low Carbon Vehicle Partnership. *A guide to Electric Vehicle infrastructure* . London.
- energetica, L. O. (2019). *recursos y energia* . Obtenido de Suplemento ley organica de eficiencia energetica.

- Enterprise, N. (2019). Definition and explanation. *Sustainable-Agriculture.Innovate International*.
- EPM. (15 de 02 de 2019). *Instalaciones de estaciones de carga para vehiculos electricos*. Obtenido de Centro de excelencia tecnica- Unidad Normalizacion y laboratorios: [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-031.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-031.pdf)
- Garcia, J. G. (Junio de 2022). *Diseño de una electrolinera provista con energia solar fotovoltaica*. Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya.
- Gomez , J., Mojica, C., Kaul, V., & Isla, L. (2016). *La incorporacion de vehiculos eléctricos en América Latina*.
- González, P. D. (Junio de 2019). Departamento de tecnologia electronica. *Principios básicos del vehículo electrico*. Valladoid.
- Google-Maps. (2023). Obtenido de Google maps: <https://www.google.com/maps/@0.357925,-78.111874,191m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- IEA. (6 de 9 de 2022). *IEA vehiculos electricos*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/electric-vehicles>
- IRENA. (November de 2019). DEployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects. *A global Energy transformation paper*. Obtenido de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA\\_Future\\_of\\_Solar\\_PV\\_2019.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_2019.pdf)
- Jajzyk, J., & Slomczynski, K. (2019). A dedicated battery for an electric bike. *ITM Wen of Conference*.
- JGC, E. e. (2023). *jgc importadores*. Obtenido de Baterias de plomo acido o baterias de litio: <https://jgcimportadores.com/baterias-de-litio/>

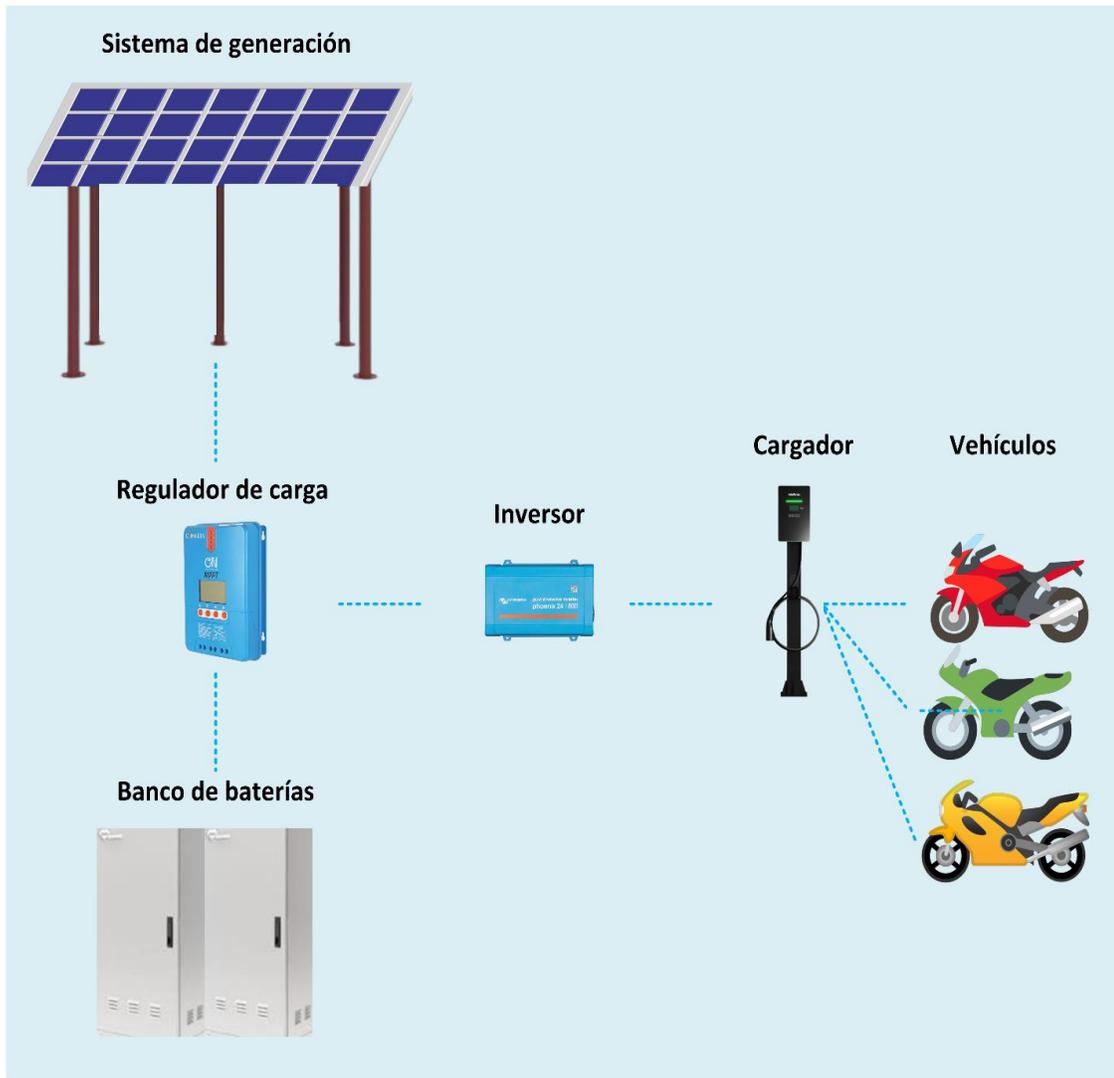
- Joshi, A., Somaiya, V., Hariram, A., & Hussain, M. (July de 2021). Enginnering and technology. *Electric vehicle Charging Station*.
- Juárez, M. G. (June de 2019). Engineering Degree in Industrial Technologies. *Desing of an urban electric scooter*. Barcelona.
- Khade, J. K. (2021). Desing and fabrication of electric motorcycle . *International Journal of Advance Research in Science, Communication and Technology*.
- Kopinsky, J. J. (15 de August de 2019). Industrial Design, and Engineering production and Management. *The desing of an economic electric motorbike for urban commuting in the Netherlands*. Obtenido de [https://essay.utwente.nl/79486/2/Kopinsky\\_MA\\_ET.pdf](https://essay.utwente.nl/79486/2/Kopinsky_MA_ET.pdf)
- Ladrón, G. (2018). *Diseño y calculo de una instalacion fotovoltaica aislada* . Obtenido de universidad Politecnica de Madrid. España:  
[http://oa.upm.es/52204/1/pfc\\_Jorge\\_alvarado.pdf](http://oa.upm.es/52204/1/pfc_Jorge_alvarado.pdf)
- LugEnergy. (2023). *Efimarket-puntos de recarga schuko*. Obtenido de <https://www.efimarket.com/punto-de-recarga-schuko-lugpro16a-555-400>
- Macías, N. (2022). Ciencias Basicas Tecnologia e E Ingenieria . *Diseño de prototipo de carga para vehiculos electricos basados en sistemas fotovoltaicos hibridos*.
- Malinowski, M., Leon, J., & Abu-Rub, H. (2018). Solar Photovoltaic and Thermal Energy systems: Current Technology and Future Trends. *research Gate*.
- McKerracher. (5 de noviembre de 2020). *BloombergNEF*. Obtenido de <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- Morocho, S. E. (2017). Trabajo de titulacion previo a la obtencion del titulo de ingeniero electrico. *MODELADO DE ESTACIONES DE CARGA RAPIDA PARA VEHICULOS ELECTRCIOS Y SUS EFECTOS EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA*. Cuenca, Ecuador.
- NSRDB. (2023). *National Solar Radiation Database*. Obtenido de National Renewable Energy Laboratory: <https://nsrdb.nrel.gov/>

- Nuñez, E. (Julio de 2015). *Repositorio Digital Universidad Tecnica del Norte*. Obtenido de Valoración del campus académico de la Universidad tecnica del Norte ubicada en la AV 17 de Julio-Ibarra: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6859>
- ORMS. (2017). *Seguridad de los vehiculos de motor de dos y tres ruedas* . Suecia.
- P, R., & D, D. (2019). *Balance Energético Nacional*.
- Peñañiel, M., & Gomez Bravo. (2022). *Dimencionamiento de un sistema fotovoltaico aplicado en el area residencia*. Obtenido de Universidad Politecnica Salesiana Guayas.
- pilas, R. t. (7 de Enero de 2021). *Actualidad* . Obtenido de Consejos para cargar tu moto eléctrica: <https://www.reciclatuspilas.com/consejos-para-cargar-la-bateria-de-tu-moto-electrica/>
- Plaza, D. (2022). ¿Que es el inversor de un vehiculo electrico y por que es tan importante? . *motor.es*.
- POWER-NASA. (2023). *power.larc.nasa.gov*. Obtenido de Data Acces Viewer: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Powmr. (2023). *Instalacion solar de 12 vs 24 vs 48 voltios*. Obtenido de Which is best for you system?: <https://powmr.com/es/blogs/news/12v-vs-24v-vs-48v-solar-inverters>
- Raboso-Lopez. (2013). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la alimentacion autonoma*. Obtenido de Universidad de Andalucia .
- RajaSelchar, S., Prudhvi Raju, D., Jagadeegh, B., Paulson, K., & Ganamanikanta, K. (2021). Developpment of electric Two-wheeler Vehicle. *International journal for Modern Trend in Science and Technology*.
- RecargaCo. (2019). *Recarga coches eléctricos*. Obtenido de Coches eléctricos: <https://www.recargacocheselectricos.com/instalacion-solar-autoconsumo-punto-carga/>
- Salah, J. A. (2019). Kocaeli University. *Basic of solar PV system*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/336304966\\_basics\\_of\\_solar\\_PV\\_system/link/5d9af12c299bf1c363fd3a30/download](https://www.researchgate.net/publication/336304966_basics_of_solar_PV_system/link/5d9af12c299bf1c363fd3a30/download)

- Sanguesa, J. A., Torres Sanz, V., Garrido, P., Martínez J, F., & Marquez Barja, J. (March de 2021). A review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart cities*.
- Sanz Arnaiz, I. (2015). *Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía*. Madrid.
- Sevilla, E. e. (2023). *Instalacion punto de recarga vehiculo electrico en dos hermanas*. Obtenido de Tipos de recarga de Vehiculos electricos:  
<https://www.electricistaensevilla.org/vehiculo-electrico/dos-hermanas>
- Store, W. (2023). Wallbox para parkings-WallB-RVE\_smart-Schuko. Obtenido de  
<https://thewallboxstore.com/es/interior/wallbox-rve-wbs-smart-16a-36kw-schuko.html>
- Style, O. (22 de May de 2012). *Energia Solar Autonomas*. Obtenido de Planificacion, dimensionamiento e instalacion de un sistema fotovoltaico autonomo:  
[https://books.google.com.ec/books?id=cNJB5tdbcJ0C&pgis=1&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books?id=cNJB5tdbcJ0C&pgis=1&redir_esc=y)
- Tobajas, M. C. (2018). *In energias renovables - Energia solar fotovoltaica*. Obtenido de Cano Pina: <https://doi.org/10.1016/c2016-0-04919-7>
- UNE. (2021). *UNE\_EN IEC 61851-21-2:2021(ratificada)*. Obtenido de Normalizacion española : <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0065722>
- VAIC. (2016). Bike electricas. *Todo acerca de las bicicletas electricas*. Obtenido de <https://www.vaic.com/es/content/11-que-es-una-bicicleta-electrica-es>
- Volker, S., & Ghorbani, R. (2015). Electric Vehucle Transportation Center. *Current state-of-the-Art of EV chargers*. Obtenido de <https://www.hnei.hawaii.edu/wp-content/uploads/Current-State-of-the-Art-EV-Chargers.pdf>
- Vutetakis.D.G. (2016). *Batteries*. In *John Wiley and Sons*. Avionics elements, Fubtions and Softwars.
- Webstore-IEC. (13 de 09 de 2018). *IEC62752:2016+AMD1:2018 CSV*. Obtenido de Webstore.IEC: <https://webstore.iec.ch/publication/63862>

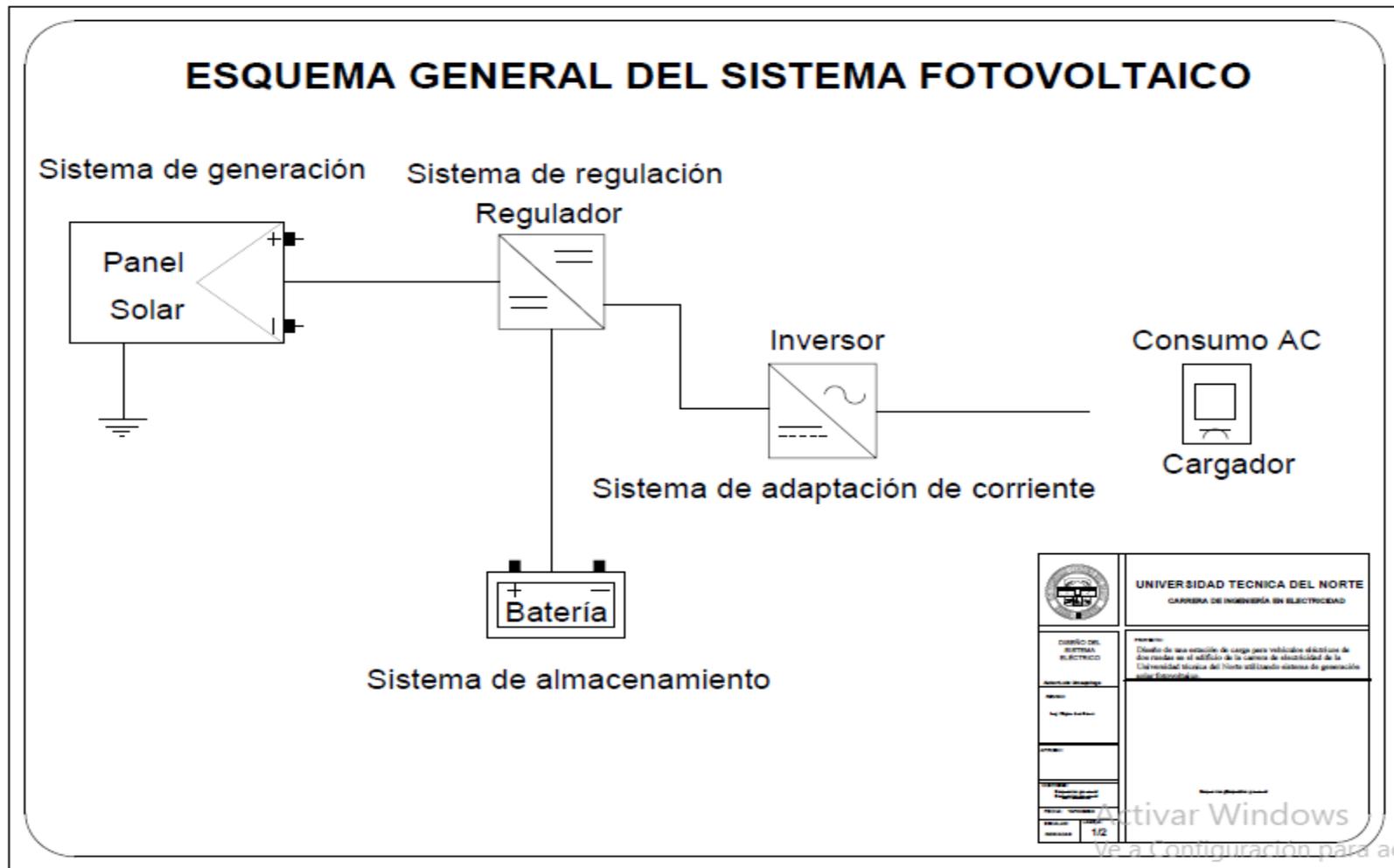
## Anexo 1

### Esquema conceptual de la estación de carga



## Anexo 2

### Esquema general del sistema fotovoltaico



### Anexo 3

#### Datos técnicos cargador wallbox RVE-WBS\_SMART 16ª, 3,6kW

#### Características Técnicas del wallbox RVE-WBS-SMART 16A 3,6kW Schuko

Referencia	V23116
Alimentación CA	(1P+N+PE) ± 10%
Tensión CA	230 V~
Potencia máxima de salida	3,7 kW
Corriente máxima de salida	16 A
Sistema de carga	Schuko (Modo 1 y 2)
Medida de potencia	Contador integrado
Grado de protección	IP 54 / IK 10
Modo de instalación	Vertical, 4 puntos de anclaje en pared
Dimensiones	225 x 320 x 125 mm
Comunicaciones	Ethernet, 3G y GPRS (opcional)
Envolvente	Caja en plástico ABS auto extingible - IP54 - IK10
Frecuencia	50-60 Hz
Seguridad	Categoría III – 300 Vc.a. (EN 61010) Protección al choque eléctrico por doble aislamiento clase II

## Anexo 4

### Datos técnicos panel fotovoltaico 700 Watts.

www.yangtze-solar.com

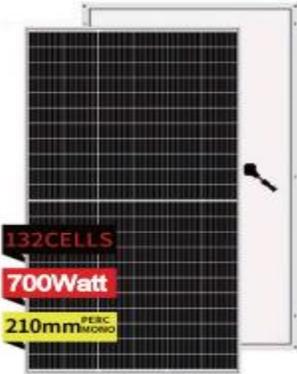
## Yangtze 210mm 660-700 Watt

MONO-FACIAL MODULE

**P-Type**

Positive power tolerance of 0~+3%

EN 55032:2015, EN55035:2017  
ISO9001:2015: Quality Management System  
ISO14001:2015: Environment Management System  
ISO45001:2018  
Occupational health and safety management systems

### Key Features

<div style="margin-bottom: 10px;">  <p><b>Multi Busbar Technology</b> Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.</p> </div> <div>  <p><b>PID Resistance</b> Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.</p> </div>	<div style="margin-bottom: 10px;">  <p><b>Reduced Hot Spot Loss</b> Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.</p> </div> <div>  <p><b>Enhanced Mechanical Load</b> Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).</p> </div>
--	--

### SPECIFICATIONS

Module Type	YS660M-66	YS670M-66	YS680M-66	YS690M-66	YS700M-66
	STC	STC	STC	STC	STC
Maximum Power (Pmax)	660W	670W	680W	690W	700W
Maximum Power Voltage (Vmp)	38.38V	38.68V	38.98V	39.28V	39.58V
Maximum Power Current (Imp)	17.20A	17.33A	17.45A	17.57A	17.69A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.55V	45.85V	46.15V	46.45V	46.75V
Short-circuit Current (Isc)	18.45A	18.54A	18.66A	18.79A	18.92A
Module Efficiency STC (%)	21.1%	21.4%	21.7%	22.0%	22.3%
Operating Temperature( °C)	-40°C~+85°C				
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)				
Maximum Series Fuse Rating	25A				
Power Tolerance	0~+3%				
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/ °C				
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/ °C				
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/ °C				
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C				

## Anexo 5

### Datos técnicos Controlador MPPT

📍 Descripción Detalles Valoraciones Te podría interesar

Voltaje	230VAC
Rango de voltaje seleccionable	170 ~ 280VAC (para ordenadores personales) 90 ~ 280VAC (para electrodomésticos)
Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Detección automática)
<b>Salida</b>	
Regulación de voltaje CA (modo Batt.)	230VAC ± 5%
Potencia de sobretensión	11000VA
Eficiencia (pico) PV a INV	97%
Batería Eficienc(Peak) a INV	94%
Tiempo de transferencia	10ms (para ordenadores Personal);20ms (para electrodomésticos)
<b>Batería y cargador de CA</b>	
Voltaje de batería	48VDC
Voltaje de carga flotante	54VDC
Protección de sobrecarga	63VDC
Corriente de carga máxima	80A
<b>Cargador solar</b>	
Potencia máxima de la matriz fotovoltaica	6000W
Rango MPPT @ Voltaje de funcionamiento	120 ~ 450VDC
Voltaje máximo de circuito abierto de matriz PV	500VDC
Corriente de carga máxima	100A
Eficiencia máxima	98%
<b>Físico</b>	
Dimensión. D * W * H(mm)	100*300*440

## Anexo 6

### Datos técnicos Bateria de litio LFP Smart

Especificaciones de la batería							
TENSIÓN Y CAPACIDAD	LFP-Smart 12,8/50	LFP-Smart 12,8/60	LFP-Smart 12,8/100	LFP-Smart 12,8/160	LFP-Smart 12,8/200	LFP-Smart 12,8/300	LFP-Smart 25,6/200
Tensión nominal	12,8V	12,8V	12,8V	12,8V	12,8V	12,8V	25,6V
Capacidad nominal a 25°C*	50Ah	60Ah	100Ah	160Ah	200Ah	300Ah	200Ah
Capacidad nominal a 0°C*	40Ah	48Ah	80Ah	130Ah	160Ah	240Ah	160Ah
Capacidad nominal a -20°C*	25Ah	30Ah	50Ah	80Ah	100Ah	150Ah	100Ah
Capacidad nominal a 25°C*	640Wh	768Wh	1280Wh	2048Wh	2560Wh	3840Wh	5120Wh
*Corriente de descarga ≤1C							
CANTIDAD DE CICLOS (capacidad ≥ 80% del valor nominal)							
80% de descarga	2500 ciclos						
70% de descarga	3000 ciclos						
50% de descarga	5000 ciclos						
DESCARGA							
Corriente de descarga máxima recomendada	100A	120A	200A	320A	400A	600A	400A
Corriente de descarga continua recomendada	≤50A	≤60A	≤100A	≤160A	≤200A	≤300A	≤200A
Tensión de final de descarga	11,2V	11,2V	11,2V	11,2V	11,2V	11,2V	22,4V
CONDICIONES DE TRABAJO							
Temperatura de trabajo	Descarga: -20°C a +50°C    Carga: +5°C a +50°C						
Temperatura de almacenamiento	-45°C – +70°C						
Humedad (sin condensación):	Max. 95%						
Clase de protección	IP 22						
CARGA							
Tensión de carga	Entre 14V/28V y 14,4V/28,8V (se recomienda 14,2V/28,4V)						
Tensión de flotación	13,5V/27V						
Corriente máxima de carga	100A	120A	200A	320A	400A	600A	400A
Corriente de carga recomendada	≤30A	≤30A	≤50A	≤80A	≤100A	≤150A	≤100A
OTROS							
Tiempo máx. de almacenamiento @ 25 °C*	1 año						
Conexión con el BMS.	Cable macho + hembra con conector circular M8, 50 cm de longitud						
Conexión eléctrica (inserciones roscadas)	M8	M8	M8	M8	M8	M10	M8
Dimensiones (al x an x pl) mm	199 x 188 x 147	239 x 286 x 132	197 x 321 x 152	237 x 321 x 152	237 x 321 x 152	347 x 425 x 274	317 x 631 x 208
Peso	7kg	12kg	15kg	20kg	22kg	51kg	56kg
*Completamente cargada							