

**Diseño de prototipo de carga para vehículos eléctricos basado en sistemas
fotovoltaicos híbridos**

Nelson Macías

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2022

**Diseño de prototipo de carga para vehículos eléctricos basado en sistemas
fotovoltaicos híbridos**

Nelson Macías

Director: Ing. Adriana del Pilar Noguera Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis con gran cariño a toda mi familia, especialmente a mi querida esposa y a mis hijos por su apoyo incondicional, por siempre motivarme a ser mejor persona y profesional, por estar presentes en cada una de las etapas de mi crecimiento individual, laboral y afectivo.

A mi amada madre, por sus enseñanzas en valores como la perseverancia, la honestidad y la integridad, que fueron determinantes en mi desarrollo académico y de mi proyecto de vida.

A Dios, por abrazarme con sus bendiciones y darme fuerzas para superar los momentos difíciles.

Gracias mil.

Agradecimientos

Quiero agradecer de manera encarecida a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y a su grupo de docentes, los cuales son unos excelentes profesionales, profesores y mentores, por compartir sus conocimientos haciendo de mí un profesional íntegro y mejor persona.

Un agradecimiento muy especial a mi directora de la tesis de grado, la ingeniera Adriana del Pilar Noguera, por su apoyo incondicional e indicaciones oportunas durante el transcurso de todo este trasegar académico en el campus universitario. Fue una persona determinante en el logro de los objetivos propuestos.

A mi empresa donde laboro, por su apoyo y comprensión al brindarme los espacios requeridos para poder cumplir a cabalidad con el pénsum académico.

Resumen

Este documento presenta una propuesta de diseño para una estación de carga de vehículos eléctricos enchufables, teniendo como fuente de energía principal un sistema fotovoltaico, sin embargo, para fines de confiabilidad del sistema y garantizar el suministro de energía en cualquier condición ambiental, se estableció como criterio de diseño que el sistema fotovoltaico fuera conectado a la red (hibrido). Se describe desde el dimensionamiento del sistema Fotovoltaico para la carga establecida y planos de conexiones, hasta la caracterización y selección de cada uno de los componentes que conforma el sistema de carga, es importante resaltar que la concepción del diseño establece un sistema que pudiera implementarse en una residencia o en un área común de un condominio, para ello al final se incluye una evaluación financiera de los costos que implicaría la implementación del sistema.

Palabras Clave: Sistema Fotovoltaico, Vehículos eléctricos, BEV, PHEV, conectores VE, modos de carga VE.

Abstract

This document presents a design proposal for a plug-in electric vehicle charging station, having a photovoltaic system as the main energy source, however, for system reliability purposes and guaranteeing the power supply in any environmental condition, it was established as design criterion that the photovoltaic system was connected to the grid (hybrid). It is described from the dimensioning of the Photovoltaic system for the established load and connection drawings, to the characterization and selection of each of the components that make up the load system, it is important to highlight that the design conception establishes a system that could be implemented in a residence or in a common area of a condominium, for this at the end a financial evaluation of the costs that the implementation of the system would imply is included.

Keywords: Photovoltaic System, Electric Vehicles, BEV, PHEV, VE connectors, VE charging modes.

Tabla de Contenido

Lista de figuras	9
Lista de tablas	11
Introducción.....	12
Planteamiento del problema	14
Justificación	16
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos	18
Estado del arte	19
Marco referencial.....	24
Energía fotovoltaica.....	24
Panel solar fotovoltaico	25
Elementos de almacenamiento de energía (baterías).....	27
Vehículos eléctricos.....	32
Marco conceptual	37
Caracterización de los sistemas de carga para vehículos eléctricos	37
Tipos de conectores para sistemas de carga de vehículos eléctricos	42
Marco normativo	47
Diseño del sistema	49
Diseño del sistema de carga.....	51
Ubicación o emplazamiento	52
Cálculo de paneles solares	55

Disposición de paneles solares	57
Selección de inversor.....	58
Selección de controlar de carga fotovoltaico.....	61
Selección y cálculo de las baterías del sistema fv	62
Wallbox o cargador eléctrico tipo pared.....	65
Esquema de conexión	68
Simulación de sistema fv on grid en software pvsyst.....	71
Parámetros principales.....	74
Orientación	74
Necesidades del usuario.....	75
Sistema	76
Costos de instalación	78
Análisis de costos y recuperación de capital	80
Conclusiones.....	87
Bibliografía.....	89
Anexos	93

Lista de Figuras

Figura 1. Estadísticas 2021 de puntos de carga y tipos de conectores en Colombia.....	15
Figura 2. Sistema propuesto Rooftop solar PV System for commercial Office Buildings for EV Charging load	21
Figura 3. Batería monoblock	28
Figura 4. Batería AGM.....	29
Figura 5. Batería de gel.....	29
Figura 6. Batería estacionaria	30
Figura 7. Batería de litio	31
Figura 8. Modo de Carga 1	39
Figura 9. Modo de carga 2.....	40
Figura 10. Modo de carga 3.....	41
Figura 11. Modo de Carga 4.....	42
Figura 12. Conector SCHUKO.....	43
Figura 13. Conector Tipo 1 SAE J1772 (Yazaki)	44
Figura 14. Conector Tipo 2 (Mennekes)	45
Figura 15. Conector CHAdeMO	46
Figura 16. Conector COMBO 2	46
Figura 17. Radiación solar Global horizontal para los meses del año en Yopal - Colombia	54
Figura 18. Distribuidores Autorizados Productos Eco Green Energy en Colombia	56
Figura 19. Cantidad de Strings para generar 6300 KWp.....	58
Figura 20. Cuadro comparativo inversores.....	60

Figura 21. Controladores de Carga.....	62
Figura 22. Comparativo Baterías.....	64
Figura 23. Interconexión del banco de baterías.....	65
Figura 24. Wallbox	67
Figura 25. Comparación equipo wallbox	67
Figura 26. Diseño del sistema.....	68
Figura 27. Esquema Eléctrico del sistema.....	69
Figura 28. Acceso directo software PVsys 7,2.....	71
Figura 29. Menú de inicio Software PVsys 7,2.....	72
Figura 30. Menú de parámetros principales del Proyecto Fotovoltaico software PVsyst....	73
Figura 31. Parámetros de Orientación para los PF, Software PVsyst.	74
Figura 32. Necesidades del Usuario, Software PVsyst.	75
Figura 33. Configuración Almacenamiento	76
Figura 34. Selección de los parámetros del conjunto FV	77
Figura 35. Valores proporcionados por la simulación en PVsyst.....	78
Figura 36. Ejemplo Costo de energía residencial	81

Lista de Tablas

Tabla 1.

Comparativo de paneles mono y policristalinos..... 27

Tabla 2.

Sistemas de transporte vehicular eléctrico..... 33

Tabla 3.

Tipos de vehículos eléctricos..... 34

Tabla 4.

Costo de instalación y mano de obra 79

Tabla 5

Proyección Recuperación de la inversión en términos del ahorro de pago de energía. 83

Introducción

Las cifras de penetración de los vehículos eléctricos en el mundo aumentan cada vez más, si bien, siguen siendo muy bajas en comparación con el tamaño del mercado, han mantenido un crecimiento en los últimos años y se espera que a mediano plazo alcance cifras significativas en comparación con el mercado mundial de movilidad, se espera que para el año 2030 el porcentaje de vehículos eléctricos incluyendo los vehículos híbridos alcance un 39% del volumen de ventas a nivel mundial.

De igual forma para que este volumen de ventas se dé, es necesario un crecimiento en las estaciones de carga, las cuales al igual que el aumento en ventas de los VE, ha tenido un crecimiento vertiginoso,

Es claro que esta tecnología cada vez cobra mayor importancia y el país no es ajeno a ello, en Colombia según cifras de andemos Colombia es uno de los mercados que más creció en América latina en movilidad de cero emisiones, haciendo relevante el desarrollo de este tipo de proyectos.

En este orden de ideas este documento describe el diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos a través de la implementación de un sistema fotovoltaico Híbrido (conectado a la red) que permita la carga de un vehículo eléctrico de venta en Colombia, para ello se inicia describiendo algunos trabajos desarrollados en esta línea incluyendo el diseño de sistemas fotovoltaicos resultado de una revisión bibliográfica en las bases de datos como IEEE, Scopus, Elsevier, Dinalet, Google Scholar, entre otras, seguidamente se establece un marco referencial que permite describir los conceptos asociados, tales como, que es un sistema fotovoltaico, características, sistemas fotovoltaicos híbridos, sistemas de

carga de vehículos eléctricos , modos de carga, tipos de conectores, entre otras características que son de relevancia a la hora de entender el tipo de cargador diseñado, ya que hacen parte de los requerimientos de diseño. Finalmente se expone en detalle la propuesta de diseño realizada, mostrando planos, cálculos, simulaciones y costos de implementación del prototipo de carga de vehículos eléctricos.

Planteamiento del problema

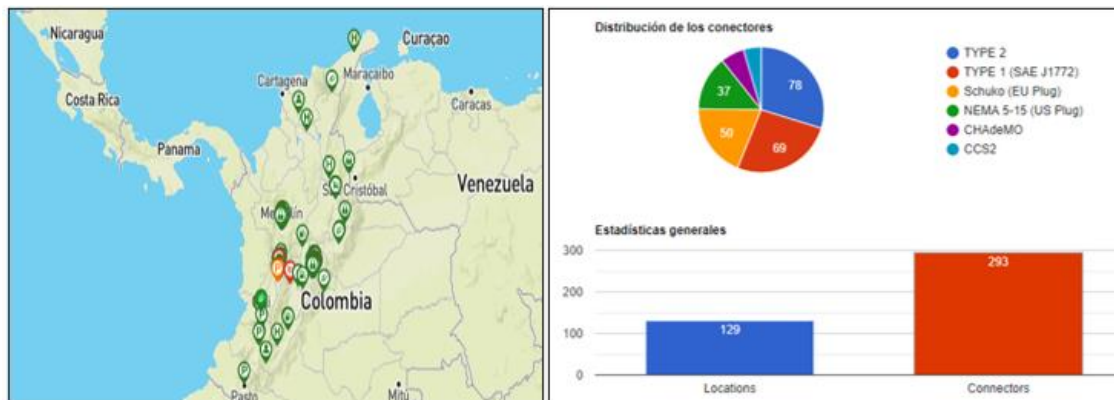
La gran aceptación de los vehículos eléctricos se centra en su poca contaminación ambiental y auditiva, su reducción de costos a la hora del mantenimiento y sus incentivos fiscales. Esto se refleja en las cifras entregadas por la Asociación Nacional de Industriales (ANDI. 2020). en cuanto al crecimiento del sector de los vehículos eléctricos, por ejemplo, entre febrero de 2019 a febrero de 2020 el sector creció un 107%.

Sin embargo, es innegable que aún se presentan grandes desventajas adicionales al elevado costo de estos vehículos en comparación con los vehículos a combustión de potencias similares, como lo son, la baja autonomía y los escasos puntos de carga disponibles, generando limitaciones para su masificación.

En este orden de ideas, la entrada cada vez mayor de vehículos eléctricos enchufables en Colombia y en especial al departamento de Casanare donde por ejemplo en la ciudad de Yopal ya se registran ventas de este tipo de vehículos (Andemos 2021), por tanto, se hace necesario la introducción de estaciones de carga para estos vehículos, inicialmente pensadas como infraestructuras residenciales, pero que también se pueden extender al uso público, tal como ya se encuentran disponibles en algunas ciudades del país como Bogotá, Medellín y Bucaramanga, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa una vista general de las ciudades que cuentan puntos de Carga para VE y el número de locaciones instaladas a septiembre de 2021 (Electromaps 2021).

Figura 1.

Estadísticas 2021 de puntos de carga y tipos de conectores en Colombia



Fuente: <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>

De otra parte, el diseño de estaciones de carga para vehículos eléctricos basados en sistemas Fotovoltaicos no sólo favorece la superación de una de las limitantes para la masificación de este tipo de vehículos, sino que también contribuye al medio ambiente al fomentar la reducción de emisiones de CO₂, alineándose con el principio de energías limpias.

Justificación

Es importante resaltar que los problemas que infieren en la masificación de los vehículos eléctricos son las pocas estaciones de recarga y la complicada accesibilidad a ellos, siendo esto una gran preocupación que impacta en el pensamiento del consumidor.

Las personas que poseen estacionamientos privados o aquellos que poseen un garaje en sus viviendas, la recarga de sus vehículos eléctricos puede ser algo sencillo, adquiriendo sistemas de carga rápida que permitan aprovechar las horas nocturnas que es en donde los vehículos permanecen más tiempo detenidos, pero para quienes utilizan estacionamientos públicos esto puede ser algo más problemático que influye directamente en la idea de adquirir un vehículo de estos.

La capacidad de las baterías en los vehículos eléctricos actualmente proporciona una autonomía aproximada de entre 200 y 300 Km (Duque Sarmiento & Rocano Yunga, 2018), lo que obligaría a los usuarios a planificar sus viajes o trayectos. De esta forma se hace necesario una red de abastecimiento que permita el acceso a recargas en tiempos razonables.

En la actualidad las estaciones de recarga ofrecidas por los concesionarios de vehículos, son sistemas dependientes de las redes eléctricas, es ahí donde nace la necesidad de implementar un sistema con energía alternativa como lo es la energía fotovoltaica, sin embargo, se plantea híbrido a fin de garantizar una constante disponibilidad de carga independiente de condiciones ambientales de cada día, ofreciendo al usuario una solución independientemente de la ubicación geográfica y aportando al medio ambiente.

De esta manera podemos pensar que a un futuro los vehículos eléctricos dominaran los mercados automovilísticos por lo tanto se hace necesario aumentar la cantidad de estaciones de carga eléctricas que logren, cumplir la demanda.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un prototipo de carga para vehículos eléctricos basado en sistemas fotovoltaicos híbridos.

Objetivos Específicos

Caracterizar los diferentes sistemas de carga para vehículos eléctricos.

Seleccionar los diferentes componentes del sistema de carga vehicular con base en la caracterización realizada.

Diseñar el sistema fotovoltaico híbrido encargado de suministrar energía a la estación eléctrica.

Estado del Arte

Realizando una búsqueda en bases de datos, se encontraron algunos trabajos que aportan al desarrollo de esta investigación ya sea porque abordan el mismo problema o componentes del mismo, la búsqueda se centró en el diseño de sistemas fotovoltaicos autónomos e híbridos preferiblemente enfocados en la carga de vehículos eléctricos, sin embargo, se evaluaron desarrollos cuya finalidad no necesariamente fuera esta. Se incluyeron artículos en revistas indexadas y bases de datos como IEEE, tesis de grado y publicaciones en repositorios universitarios, principalmente. A continuación, se describen algunos de estos trabajos y el aporte al desarrollo de esta investigación.

En el trabajo *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico autónomo para recargar vehículos eléctricos*, (Sánchez,Sarmiento,Rodriguez & Masip, 2021), los autores muestran una metodología para el diseño de un sistema Fotovoltaico autónomo, en función de la demanda de una flota de vehículos, en el caso particular, para el desarrollo planteado sólo se dimensiona para un vehículo pero, el método de dimensionamiento puede ser adaptado a esta condición de diseño, adicionalmente permite evidenciar que sólo con la energía solar generada por el sistema logran alcanzar el 70% de la generación necesaria, dando validez a la idea planteada en este trabajo de realizarlo de manera híbrida para garantizar el 100% de la carga independiente de las condiciones ambientales que reduzcan la eficiencia del sistema fotovoltaico y permitan mantener en todo momento energía almacenada en las baterías. Adicionalmente, este trabajo además de mencionar parámetros a tener en cuenta en el diseño menciona herramientas adicionales como el software HOMER para simular el dimensionamiento del sistema Fotovoltaico, el cual de acuerdo

con el autor es una de las herramientas más utilizadas por la comunidad científica internacional para la simulación de sistemas híbridos de energía renovable.

Otro de los trabajos consultados, *Design and Implementation of Energy Storage Photovoltaic Grid-Connected Power Generation System* (Guan & Tian, 2020), este trabajo se centra en el diseño de un sistema de generación de energía fotovoltaica conectado a la red eléctrica, aunque su propósito no es cargar un vehículo eléctrico, si muestra componentes necesarios cuando el sistema fotovoltaico no es autónomo y da referentes puntuales como el inversor puente completo no aislado de dos etapas como elemento principal del sistema y un controlador basado en el chip SMT32F407, si bien, el diseño desarrollado en esta investigación no tiene este alcance de desarrollar los equipos a utilizar, si es importante conocer algunos aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer un diseño.

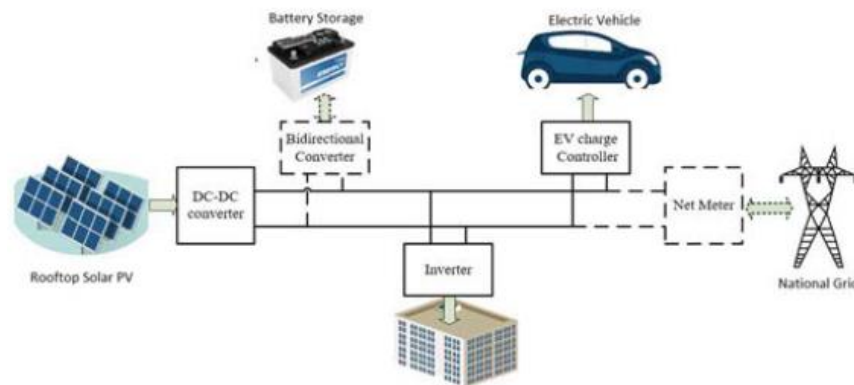
En el trabajo *Vehículo Eléctrico: situación actual y perspectivas futuras*, (Frías & Román 2020), realizan un recuento histórico de la evolución del vehículo eléctrico desde finales del siglo XIX , hasta nuestros días, haciendo una prospectiva del futuro de la movilidad eléctrica, si bien este artículo no aborda de forma técnica el diseño de un sistema de carga para VE, que es objetivo de la investigación, si permite contextualizar la importancia de la temática y tener un panorama global del objeto de conocimiento sobre el cual se está trabajando.

Un trabajo interesante es el presentado por (Prajapati & Fernández, 2019) *Rooftop solar PV System for commercial Office Buildings for EV Charging load*, en el cual se evidencia como cada vez más este tipo de sistemas de carga fotovoltaico encuentra aplicaciones reales, implementables que dan soluciones mediante el uso de la tecnología.

En este trabajo se describe el diseño de un sistema fotovoltaico colocado en la terraza de un edificio para suministrar carga a vehículos eléctricos. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Figura 2.

Sistema propuesto Rooftop solar PV System for commercial Office Buildings for EV Charging load.



Fuente: Prajapati & Fernández, 2019

La importancia de este trabajo de investigación se basa en un sistema híbrido conectado a la red y su finalidad es la carga de un vehículo eléctrico, por tanto, la descripción de componentes, los sistemas de seguridad y dimensionamiento sirven de base para el diseño propuesto. Si bien el trabajo plantea una estación de carga para múltiples vehículos la información requerida, metodología implementada, selección de componentes es similar y es un buen referente para el desarrollo de esta investigación.

Otro de los trabajos revisados, *Design and Power Management of Solar Powered Electric Vehicle Charging Station with Energy Storage System*, (Biya & Shidu 2019), si bien este trabajo está enfocado en la evaluación estadística de las variables inmersas en los sistemas de carga integrados con fuente de energía fotovoltaica y como ellas influyen en la

eficiencia del sistema, permite evidenciar la necesidad de trabajar en los sistemas de carga de vehículos eléctricos mediante el uso de energías alternativas, tal cual existes estaciones de gasolina para satisfacer la demanda existente de los conductores de este tipo de vehículos y fomentar el uso de los mismos.

Dentro de las tesis analizadas, la desarrollado por (Rengifo L, 2019) , titulada ***Diseño de un sistema de energía limpia y autosustentable mediante la implementación de paneles fotovoltaicos y banco de baterías para la recarga energética en vehículos eléctricos***, presenta una propuesta de diseño que permite por la característica del documento tener una visión general de los aspectos a tener en cuenta a la hora de implementar el diseño de esta investigación , tales como marco referencial, normativo, técnico, costos, entre otros, además de la descripción de cada uno de los componentes del sistema.

Otra de las tesis revisadas es la realizada por (Gonzalo O, 2018) titulada ***Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos en la provincia del guayas, usando energía renovable a partir del dispositivo power max nivel 2 de Bosch***, este trabajo tenía como objetivo diseñar una estación de carga para vehículos eléctricos usando energía renovable la cual suministrara a un sistema basado en el dispositivo POWER MAX NIVEL 2 de BOSCH. Para ello se establecieron planos eléctricos, planos estructurales y el diseño del sistema basado en batería que energizará el sistema de BOSCH, su relevancia radica en el hecho de usar tecnología comercial, además de presentar los criterios y parámetros a tener en cuenta en el diseño estructural de un sistema de captación solar para generación de energía eléctrica.

En esta línea de revisión de tesis, la elaborado por (Mamani J, 2018) cuyo título es, ***Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía***

energética del vehículo eléctrico de EPIME UNA Puno. El objetivo principal en este trabajo era diseñar y seleccionar un sistema eficiente fotovoltaico para aumentar la autonomía energética de un vehículo eléctrico.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo estuvo basada en el método descriptivo-analítico y el tipo de diseño fue el no experimental, el cual permitió hacer diferentes análisis a partir de parámetros como la radiación solar, que permitieron pasar a la descripción e identificación de las partes que requería el sistema de alimentación fotovoltaico. Como resultado final se obtuvo un sistema de carga de baterías por medio de un sistema fotovoltaico que permitió aumentar la autonomía de un vehículo de prueba en un 5%. La importancia de este trabajo para la investigación está dada por el aporte que da a la contextualización y conceptualización del diseño del sistema Fotovoltaico, caracterización, descripción de componentes, parámetros de diseño, metodología de diseño, entre otros.

En el contexto nacional una publicación realiza en la revista científica de la Universidad Distrital muestra un caso de aplicación de sistema de energía fotovoltaica, el artículo titulado ***Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá,*** (Salamanca S, 2017), muestra una revisión documental de los componentes que involucra un sistema de generación de energía eléctrica con base en sistemas fotovoltaicos aislados, y la importancia que tienen dichos sistemas en el contexto actual y en especial para la ciudad de Bogotá. Llegando a la conclusión que el uso de sistemas fotovoltaicos es un tema de mucho interés en la actualidad e implementar este tipo de sistemas aislados en la ciudad de Bogotá es posible, Evidenciando la importancia que tienen los sistemas fotovoltaicos en general, y lo pertinente de la temática, además de

describir los componentes en general que involucra un sistema de este tipo y las ecuaciones y modelos matemáticos que involucra el dimensionamiento de este tipo de sistemas.

Marco Referencial

Energía Fotovoltaica

La tecnología solar fotovoltaica (FV) consiste en la conversión directa de la radiación del Sol en electricidad. Esta conversión se realiza a través de la célula solar, unidad básica en la que se produce el efecto fotovoltaico.

La energía solar fotovoltaica presenta una gran variedad de aplicaciones, básicamente donde se requiera electricidad ya sea para consumo directo, un ejemplo específico puede ser lugares remotos donde no llega el sistema de interconexión eléctrico, o bien para como sistemas de generación que inyectan energía a la red eléctrica. Una de las principales características de estos sistemas de generación de energía eléctrica es que sólo es posible producir energía cuando el elemento transductor de radiación a energía eléctrica (panel Fotovoltaico) reciben la luz del sol (radiación solar) y la cantidad de energía producida es directamente proporcional a la cantidad de luz (radiación solar) que incide sobre su superficie. Por tanto, en la mayoría de aplicaciones, como por ejemplo el alumbrado público que se requiere en horas donde no hay condiciones de radiación solar para generar la energía suficiente para alimentar el sistema de iluminación se hace necesario la inclusión de elementos de almacenamiento de energía (baterías), algunas aplicaciones utilizan como respaldo la red eléctrica, ya sea para mantener siempre la carga de la baterías o para respaldar y suplir la demanda de energía en algún momento del sistema de consumo, otros por el contrario combinan fuentes alternativas de energía, como la

eólica, geotérmica, entre otros constituyéndose lo que se conoce como sistema híbridos.

(Abella M, 2005).

Se puede decir que los componentes básicos de un sistema fotovoltaico son, el generador fotovoltaico (Paneles solares), elemento de almacenamiento de energía (baterías), regulador de carga e inversor, a continuación, se describen dos de los principales componentes con mayor detalle, ya que hacen parte de los elementos principales que conforman el sistema diseñado.

Panel solar fotovoltaico

Un panel fotovoltaico es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Los paneles fotovoltaicos, generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel, esto gracias a los fotones que inciden en los semiconductores los cuales generan un campo eléctrico el cual produce corriente eléctrica, esto es llamado el 'efecto fotovoltaico'.

Las células de silicio son las más comunes y más utilizadas, aunque también hay células a base de arseniuro de galio. El rendimiento de las células fotovoltaicas varía según la estructura interna que tienen las láminas de silicio. A continuación, se presentan algunas tecnologías implementadas en el diseño de estos generadores fotovoltaicos, de acuerdo con la selección de los materiales para su construcción.



Células de silicio monocristalino: Constituido por un solo cristal de grandes dimensiones que es cortado en finas láminas, generalmente de azul uniforme. Son las más avanzadas, el coste de fabricación es superior y proporcionan un superior rendimiento bajo determinadas condiciones.

Estos son propicios cuando la superficie o área donde serán instalados es limitada ya que con ellos se logra más potencia con la misma área ocupada, también se caracterizan por que su vida útil es más prolongada gracias a su pureza.

Células de silicio policristalino: Construidas por varios cristales de silicio muy pequeños, estas células se caracterizan por su color azul disperejo además de que su pureza es mucho más baja, a diferencia de los paneles monocristalinos su eficiencia disminuye notoriamente cuando su coeficiente de temperatura sobre pasa los 25°C. Este tipo de células son más asequibles ya que su fabricación incorpora mucho menos silicio que los paneles monocristalinos.

Células de silicio amorfo: No está formada por cristales. Es la más barata pero también las que menores rendimientos ofrecen, se utilizan, por ejemplo, en dispositivos como calculadoras o relojes y tienen la particularidad de que pueden producir electricidad (en poca cantidad) aunque no estén expuestas directamente a la radiación solar de manera perpendicular

Tabla 1.*Comparativo de paneles mono y policristalinos*

	MONOCRISTALINOS	POLICRISTALINOS
Presentación		
	Color negro o azul oscuro	Color azul marino
Costo.	Mayor costo de fabricación	Menor costo de fabricación
Eficiencia.	Eficiencia Mayor al 20%	Menor al 20%
Rendimiento.	220W/m ²	170 W /m ²
Durabilidad.	+/- 25 años	+/- 25 años
Fabricantes.	LG – Sun Power – Panasonic	Canadian Solar – Jinko Solar

Fuente: Elaboración propia

Elementos de almacenamiento de energía (Baterías)

Las Baterías o también llamadas acumuladores, son los elementos que permiten almacenar la energía proporcionada por los generadores fotovoltaicos, como se mencionaba anteriormente este tipo de sistemas de generación sólo producen energía eléctrica si hay radiación solar, por tal razón los acumuladores se convierten en parte esencial del diseño si se quiere que el sistema proporcione energía a la carga independientemente de las

condiciones ambientales y la cantidad de luz irradiada sobre el generador fotovoltaico, a continuación se describen algunos de los acumuladores disponibles en el mercado:

Baterías Monoblock: Estas baterías se pueden encontrar en composiciones de Plomo-Acido (Pb-a), Plomo-Calcio (Pb-Ca), Plomo-Antimonio (Pb-Sb) y Níquel-Cadmio (Ni-Cd). Para funciones fotovoltaicas las más comunes por su uso y precio son las baterías Plomo-Acido, pero si el costo no es un parámetro a tener en cuenta las baterías de Níquel-Cadmio pueden ser una buena alternativa ya que poseen mejor rendimiento. Dichas Baterías al poseer ácido y metales tóxicos las reacciones químicas presentadas en su interior generan evaporación de gases que pueden ser nocivos para la salud, por lo tanto, estas se deben manipular y usar en espacios abiertos con ventilación lo que implica un mantenimiento periódico a nivel electrolítico.

Figura 3.

Batería monoblock



Fuente: <https://suministrosdelsol.com/es/baterias-monoblock/78-bateria-solar-ciclo-profundo-tab-monoblock-190ah-c100.html>

Baterías AGM (Absorbed Glass Mat): Estas baterías están compuestas de ácido y plomo y son llamadas así ya que tienen el electrolito inmovilizado y evitan pérdidas debido a un sistema de válvulas que regulan los gases, gracias a esto tienen mejor desempeño en

los ciclos de carga también tienen la particularidad de funcionar a bajas temperaturas y es sensible a los voltajes de regulación, lo que las hace más rápidas que las Monoblock.

Figura 4.

Batería AGM



Fuente: <https://suministrosdelsol.com/es/baterias-monoblock/78-bateria-solar-ciclo-profundo-tab-monoblock-190ah-c100.html>

Baterías de GEL: A diferencia de las baterías AGM, estas baterías tienen el electrolito gelificado y al estar selladas no generan gases que puedan afectar o sean nocivos para la salud, además por sus características son libres de mantenimiento y perfectas para una instalación en espacios de poca ventilación.

Figura 5.

Batería de gel



Fuente: https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/ventajas-baterias-de-gel_1

Baterías Estacionarias: Este tipo de baterías son muy recomendadas en la instalación de paneles solares, gracias a su vida útil ya que logran soportar varios ciclos de descarga

profundos. Estas baterías basan su efectividad ya que mantienen su carga constante gracias a reguladores que alimentan y a la vez recargan las baterías cuando se presentan descargas lo que ayuda a que las baterías se descarguen con poca frecuencia.

Figura 6.

Batería estacionaria



Fuente: <https://www.monsolar.com/bateria-estacionaria-bae-secura-7-pvs-1050-12v-1020ah-c100.html>

Batería de Litio: Las baterías de litio presentan una ventaja frente a otras baterías ya que en ellas no se ve el efecto memoria lo que les permite descargarse totalmente o al 50% sin que presente alteraciones, por otra parte, estas baterías tampoco generan gases nocivos para la salud y su poco peso las hace excelentes para instalaciones en espacios reducidos y de mayor exigencia. Su principal desventaja es el alto costo, pero a diferencia de las demás es que no requieren de mantenimiento alguno y permiten su instalación en cualquier tipo de sistema, esto le permite cada día ser más competitiva, sin mencionar que posee tiempos de carga más rápidos debido a que son baterías más compactas.

Figura 7.

Batería de litio



Fuente: <https://www.teknosolar.com/bateria-de-litio-mastervolt-mls-12-260-20ah/>

Una vez descritos diferentes tipos de baterías o acumuladores, ventajas, desventajas y principio de operación, como características más relevantes, es importante tener presente las condiciones de degradación de los mismos, ya que un fallo en las baterías puede generar fallos en el sistema fotovoltaico, es necesario por tanto tener presentes los factores que alteran la vida útil de las baterías y así poder tener una mejor caracterización de los mismos y seleccionar bajo el contexto del diseño la mejor opción.

La vida útil de una batería esta alterada por factores como la estratificación debido a una reacción no uniforme del electrolito, lo que desarrolla una carga o distribución no uniforme de la corriente y no permite una carga homogénea, otra falla común es la sulfatación por degradación debido principalmente a recargas insuficientes o descargas por periodos prolongados, en ellas se presentan desprendimiento de materia activa que por otro lado generan también una degradación de placas positivas debido a ciclos de carga que provocan expansión y contracción continua de los materiales.

Conociendo estos detalles, es claro que como características principales una batería debe tener alta eficiencia, una larga vida útil, un bajo costo y al mismo tiempo un bajo mantenimiento. Reunir todas estas características en una sola batería es complicado porque las baterías convencionales no cumplen con todas estas exigencias, ahora bien, otro factor a tener en cuenta es la exigencia a la que estarán sometidas por el usuario que es un factor que no se puede predecir ya que este puede modificar por completo las condiciones de uso de las baterías.

Vehículos eléctricos

El primer vehículo eléctrico puro fue inventado entre 1832 y 1839 por el hombre de negocios escocés Robert Anderson. Incluso antes de que fueran desarrollados los motores de ciclos Diésel u otro de los vehículos convencionales, debido a las limitaciones técnicas de los sistemas de almacenamiento de energía y el gran desarrollo tecnológico de los motores de combustión interna de la época, los cuales ofrecían comodidad, rapidez y una gran autonomía para recorrer grandes distancias sin necesidad de abastecer de combustible constantemente, generó que este tipo de vehículo se continuara desarrollando durante todo el siglo XIX y principios del XX. En el contexto ambiental, está identificado que los vehículos de combustión convencional (interna), generan mayor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), en comparación con otras tecnologías de transporte vehicular. El protocolo de Kyoto, dio paso a que se empezara a realizar actividades y/o acciones que mitigaran la emisión proveniente de vehículos, además en la COP 21 celebrada en Paris, Colombia se comprometió a reducir la concentración de estos gases.

Según el vehículo existen distintas maneras de alimentación de energía al sistema de tracción eléctrica a bordo. A continuación, en la Tabla 2, se presentan los segmentos del transporte en los cuales se emplea:

Tabla 2.

Sistemas de transporte vehicular eléctrico

SISTEMA DE TRANSPORTE	DESCRIPCIÓN
Mopeds / motociclo	Vehículo de dos ruedas el cual consta de un motor de combustión interna, eléctrico y/o de cualquier otro modelo de producción energética, de cilindraje no superior a 50 centímetros cúbicos si es de combustión interna y potencia nominal superior a 4 kW si es eléctrico.
Bicicleta asistida	Bicicleta dotada con un motor auxiliar con potencia nominal continúa no superior a 0,35 kW; la cual funciona como apoyo al esfuerzo muscular del conductor. Para esto, la potencia deberá reducirse gradualmente a medida que se aumente la velocidad de la bicicleta y se suspenderá cuando el conductor deje de pedalear o el vehículo alcance la velocidad de 25 km/h
Motocicleta	Vehículo comúnmente de dos ruedas con una velocidad superior a 25 Km/h y con acelerador.

Vehículo tipo automóvil, camperos y camionetas.	Vehículos utilizados para transporte particular o público individual.
Camiones	Este tipo de vehículo es utilizado para transportar carga con capacidad en función del chasis.
Buses	Vehículos tipo bus en funcionalidad de longitud y del chasis que recorre las vías compartidas con el resto del sistema de transporte urbano. Sus servicios pueden ser urbanos o interurbanos
Buses BRT	Vehículos tipo bus articulado o biarticulado que circulan en vías exclusivas con plataformas de chasis piso bajo o piso alto

Nota: Descripción de segmentos de transporte que usan sistemas de alimentación de energía eléctrica, resumen propuesto por Minergia & UPME

Completando la identificación del transporte vehicular eléctrico, la Tabla 3 presenta una caracterización general de los tipos de vehículos eléctricos:

Tabla 3.

Tipos de vehículos eléctricos

VEHÍCULO ELÉCTRICO	DESCRIPCIÓN
Vehículos híbridos "ligeros"	El motor de combustión deja de funcionar cuando se detiene y provee energía adicional cuando se acelera.

Vehículo híbrido (HEV)

El sistema eléctrico también posee funciones de autoencendido y auto apagado. El consumo de gasolina disminuye aproximadamente en un 10%

Solo tiene una fuente de energía: el combustible. El motor eléctrico de tracción se reconecta como generador durante el frenado y las terminales de alimentación se convierten en suministradoras de energía las cuales son conducidas a una carga eléctrica (efecto de frenado). La tecnología de frenado regenerativo obtiene la energía cinética para cargar las baterías cada vez que el conductor pisa el freno.

Vehículo híbrido enchufable (PHEV)

Esta clase de vehículos combina un motor de combustión interna (MCI) con una batería y un motor eléctrico. El MCI y el motor eléctrico impulsan el vehículo en una combinación paralela o en serie. Esto es: propulsados únicamente con un motor eléctrico y con un motor de combustión que apoya su autonomía por medio de un generador cuando es en serie; o con dos motores eléctrico y de combustión independientes y que se complementan, cuando es en paralelo

Vehículo eléctrico de autonomía extendida EREV o híbrido enchufable serie.	<p>Tienen las mismas características que los BEV pero además incorporan un MCI como fuente de energía secundaria que funciona como un generador eléctrico. Este motor permite cargar la batería en cualquier momento necesario como un proceso lineal.</p>
Vehículos eléctricos de batería (BEV)	<p>Son propulsados únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar a través de la red. Aunque también incorporan otras tecnologías de carga como el frenado regenerativo</p>

Eficiencia del vehículo eléctrico: La eficiencia energética se tiene en cuenta parámetros como la fuente de energía que se utiliza para obtener electricidad. El vehículo convencional de gasolina (ICE), con motor de combustión interna, tiene una eficiencia global del 25% (Energía y sociedad, S.f). En otras palabras, la energía del combustible es producida mediante la energía mecánica; donde solo el 25% es utilizado para el movimiento de las ruedas, mientras que el 75% restante es correspondiente a pérdidas energéticas (por rozamientos o factores termodinámicos)

El vehículo híbrido (HEV), contribuye a la mejora de la eficiencia energética hasta alcanzar niveles del 30%.

El BEV, tiene estimaciones de eficiencias que alcanzan el 77% si la electricidad que carga las baterías del vehículo es renovable y un 42% si el mix de generación eléctrica está basado en fuentes convencionales como lo son el gas natural (Energía y sociedad, S.f).

El PHEV, debido a que es una combinación de motor convencional y eléctrico, tendrá una eficiencia mixta entre el 31-49%, según la utilización de los mismos (Energía y sociedad, S.f).

Marco Conceptual

Caracterización de los sistemas de carga para vehículos eléctricos

Cargar un vehículo eléctrico no es muy diferente a cargar cualquier otro tipo dispositivo u equipo eléctrico, simplemente se conecta a un punto o toma de energía eléctrica y se espera hasta que las baterías del dispositivo consiguen almacenar la energía requerida para su funcionamiento.

Existe una constante evolución en los modos de recarga debido a que se encuentran en constante investigación y mejora, sin embargo y a pesar de la diversidad de opciones que existen, ya se cuenta con una normativa por parte de la Comisión Electrotécnica Internacional, estas son la norma (IEC) 62196, el cual es el estándar internacional para el conjunto de conectores eléctricos y los modos de carga para vehículos eléctricos, y la IEC 61851, estándar internacional para el sistema de carga conductiva del vehículo eléctrico.

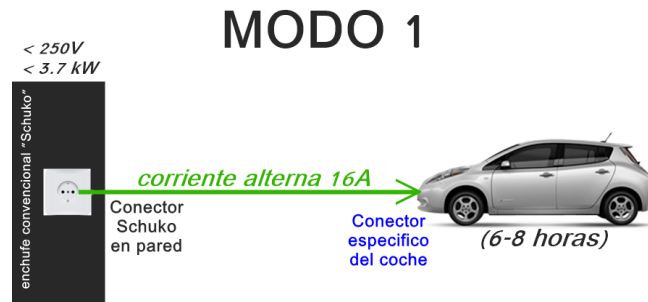
Actualmente es común clasificar estos sistemas de recarga en función de la velocidad de carga, esto es carga lenta y carga rápida, las cuales, a su vez, se subdivide en semi-rápidos, rápidos y ultrarrápidos, estos 4 modos operativos de carga se pueden

clasificar también de acuerdo el tipo de corriente eléctrica utilizada, de tal forma que tres serán de corriente alterna (AC) y uno en corriente continua (DC).

A continuación, se hace una descripción de cada uno de estos modos de carga, centrándose en las características técnicas que permitan evaluar cada una de estas alternativas de carga.

Modo de carga 1: Hace parte de los sistemas de carga lenta, se caracteriza por el uso de corriente alterna suministrada por la red eléctrica doméstica, en este modo de carga los requerimientos de corriente son menores a los 16 A, tanto para redes monofásicas (250V) como trifásicas (480V), el tipo de enchufe característico es el SCHUKO, que es el conector que comúnmente se encuentran en las residencias, se define en el estándar CEE 7 como "Tipo F". En este modo de carga los componentes de cargador, sistema de control y cable de alimentación hacen parte del vehículo eléctrico.

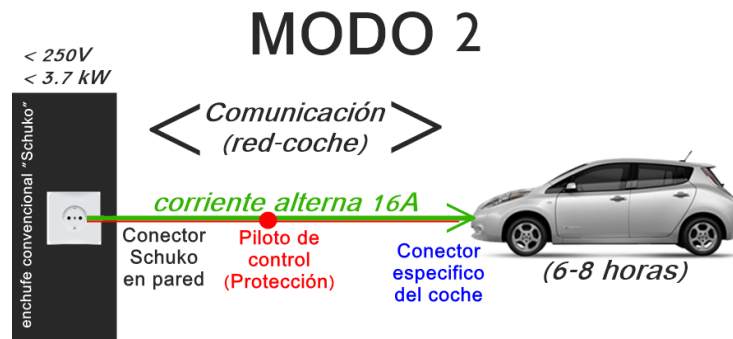
En cuanto al tiempo empleado para la carga del vehículo depende principalmente de la capacidad de la batería, pero típicamente se encuentra entre 5 a 20 horas, siendo esta su mayor desventaja, pues es un modo de carga bastante sencillo y cómodo, y permite alargar la vida de las baterías, por emplear tanto tiempo en el proceso de carga es recomendable realizar el proceso de recarga en las noches o cuando no se vaya a utilizar el vehículo por largo tiempo. Su uso está más enfocado o indicado para bicicletas o ciclomotores. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa el esquema que representa este modo de carga.

Figura 8.**Modo de Carga 1**

Fuente: <http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>

Modo de carga 2: También se encuentra clasificado entre los modos de carga lenta y uso de corriente alterna, su principio de funcionamiento es muy similar al modo de carga 1, pero a diferencia de este, la conexión entre el vehículo eléctrico y la red eléctrica doméstica, se hace a través un sistema de protección (Conector o Adaptador) que permite controlar algunos parámetros de carga que pueden variar o ser diferentes para cada vehículo, como también proporcionar una estabilidad en la conexión.

Este modo de carga puede alcanzar un máximo de 3.7KW con un voltaje de 230Vac en la red monofásica, también es muy común el uso del conector o enchufe doméstico Schuko debido a su uso cotidiano en variedad de electrodomésticos. Otros tipos de enchufes comúnmente utilizado en este modo de carga son, el Lugkey y el Schuko con tapas bloqueante. En la Figura 9, se observa el esquema que identifica el modo de carga 2.

Figura 9.*Modo de carga 2*

Fuente: <http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>

Modo de carga 3: Este modo de operación también de corriente alterna, se clasifica en función de la velocidad de carga como semi-rápido y requiere para su implementación la definición de un punto específico de ubicación del sistema, ya que incluye además del sistema de alimentación, sistemas de protección y sistemas de control que monitorizan la carga y detectan la conexión al vehículo.

La intensidad típica de este modo de operación de carga en monofásica es de 32 A y la potencia normal es entre 8 KW y 14 kW. Para trifásica la intensidad típica es de 63 A y la potencia entre 22 KW y 43 kW, lo que reduce el tiempo de carga hasta poco más de 2 horas. Este tipo de tecnología permite el desarrollo de redes inteligentes de carga por lo cual es la recomendada para aplicaciones en zonas públicas como parqueaderos y centros comerciales.

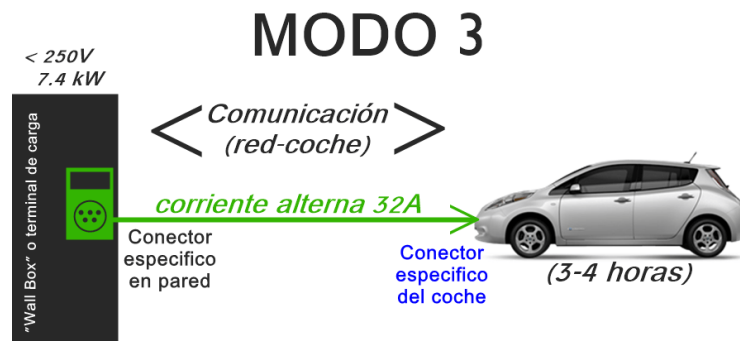
Como se mencionó, este modo de carga emplea funciones de control y protección que garantizan la seguridad en la carga del vehículo, al igual que en el modo de carga 2 existe un control y una comunicación entre los dos extremos de la conexión, pero en este modo se incluye la posibilidad de verificar parámetros tales como, puesta a tierra, conexión

correcta, potencia de carga, entre otras. El tipo de conector en este modo varía a un conector o enchufe tipo CHAdeMO que es un estándar que permite la carga en modo bidireccional y que también es conocida como tecnología V2G (Vehicle-to-Grid). En la

0, se muestra el esquema que representa este modo de carga.

Figura 10.

Modo de carga 3



Fuente: <http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>

Modo de carga 4: Este modo de carga a diferencia de los tres anteriores se realiza con corriente continua, por lo tanto, requiere el uso de un dispositivo conversor AC – DC en el punto de recarga. Por lo general estos dispositivos de carga se encuentran en gran medida fuera de las viviendas por su alto costo de implementación. Su velocidad de carga

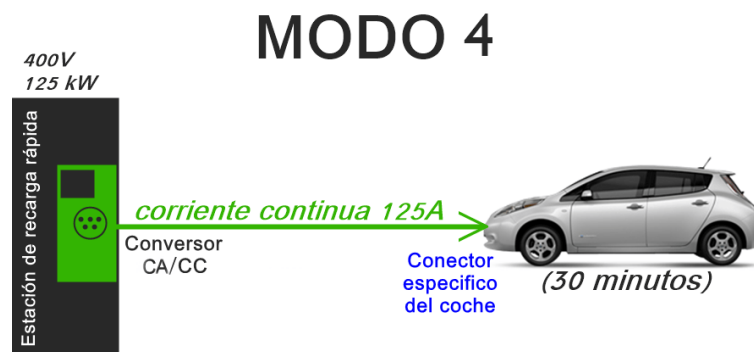
es mayor, generando tiempos de carga típicos de 30 minutos, siendo considerado un modo de carga rápido.

Las características de potencia oscilan a partir de los 50KWh, hasta los 350KWh, lo que genera la subdivisión mencionada anteriormente de semi-rápida, rápida y ultrarrápida. En el caso de la carga ultrarrápida, no es recomendado para uso cotidiano ya que su alta potencia genera un deterioro más rápido en las baterías de los vehículos eléctricos.

Los conectores más utilizados para este modo son CCS Combo, CCS Combo 2, CHAdeMO, Yazaki y Mennekes. Al igual que el modo de carga 3, el modo de carga 4 cuenta con sistemas de control y comunicación bidireccional que permiten la medición y el control de varios parámetros del vehículo y de la carga.

Figura 11.

Modo de Carga 4



Fuente: <http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>

Tipos de conectores para sistemas de carga de vehículos eléctricos

Conector schuko: El conector **Schuko** es un estándar europeo para la conexión de aparatos eléctricos en baja tensión con corrientes monofásicas. Son los enchufes habituales que se pueden encontrar en las instalaciones domésticas. Consta de dos clavijas principales (la fase y el neutro) y un contacto adicional para la toma de tierra. Está diseñado para soportar una corriente máxima de 16 A. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra este tipo de conector.

Figura 12.

Conector SCHUKO



Fuente: <https://thewallboxstore.com/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>

Conector tipo 1 (sae j1772): Utilizado en los mercados asiáticos y americanos, es original de Japón, donde se conoce como conector Yazaki, algunos vehículos que usan este tipo de conector son el Nissan Leaf, Nissan ENV200, Opel Ampera, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroën C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo 1), KIA SOUL EV, Ford Focus electric o el Toyota Prius Plug in.

Este conector dispone de los mismos contactos que el conector Schuko, (Fase, Neutro, tierra) pero con dos contactos adicionales para establecer comunicación entre el cargador y el vehículo, además de un dispositivo de bloqueo que evita la desconexión del conector durante la recarga. Opera a 32 A máximo en baja tensión monofásica, permitiendo una potencia de carga de 7,4KW.

Figura 13.

Conector Tipo 1 SAE J1772 (Yazaki)



Fuente: <https://thewallboxstore.com/es/wallbox/cables-de-recarga/tipo-1-sae-j1772yazaki/>

Conector tipo 2 (iec 62196-2): Se conoce también como conector Mennekes y está homologado como estándar europeo. Es un conector de corriente alterna y alguno de los vehículos que lo utilizan son el Audi A3 E-tron, BMW i3, i8, Renault Zoe, Tesla Model S, Mercedes S500 plug-in, Porsche Panamera, Renault Kangoo ZE, VW Golf plug-in hybrid, VW E-up o Volvo V60 plug-in hybrid.

Este conector permite cargas monofásicas desde 16 A y cargas trifásicas hasta los 63 A, para potencias entre 3,7 kW hasta 44 kW. Incluye 7 contactos, dos más comparándolo con los disponibles en el conector Tipo 1, los cuales corresponden a tres contactos de fase (en caso de cargas trifásicas), un contacto para neutro, un contacto para tierra, dos contactos para comunicación. La

, muestra este tipo de conector.

Figura 14.

Conector Tipo 2 (Mennekes)



Fuente: [https://www.amazon.es/EV-Cable-repuesto-veh%C3%ADculo-](https://www.amazon.es/EV-Cable-repuesto-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico/dp/B08QQCKQYQ)

[el%C3%A9ctrico/dp/B08QQCKQYQ](https://www.amazon.es/EV-Cable-repuesto-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico/dp/B08QQCKQYQ)

Conector chademo: Desarrollado por una asociación de empresas japonesas entre las que se encuentran TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Mitsubishi, Nissan, Toyota y Subaru. Es un tipo de conector de carga rápida en corriente continua, está diseñado para soportar hasta 50KW y 125 A de corriente continua. Es incorporado en la mayor parte de los vehículos japoneses eléctricos. Algunos modelos que poseen este conector son, el Mitsubishi iMiev, Mitsubishi Outlander, Peugeot iON, Citroën C-Zero, KIA SOUL EV, Nissan Leaf y Nissan ENV200.

Figura 15.

Conector CHAdeMO



Fuente: <http://electromovilidad.net/chademo-conector/>

Conector combo 2 (iec-62196-3): Es un conector que combina un conector Tipo 2 y un conector de dos contactos para corriente continua, lo que permite utilizarlo en los modos de carga 2,3 y 4, convirtiéndolo en un conector bastante popular en Europa. La potencia máxima a la que puede trabajar en corriente alterna es de 44 kW (63A en trifásica 400V) y de hasta 100 kW en corriente continua.

Algunos fabricantes europeos de vehículos eléctricos que utilizan este tipo de conector en sus vehículos eléctricos son, Audi, BMW, Porsche, Daimler y Volkswagen. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra este tipo de conector.

Figura 16.

Conector COMBO 2



Fuente: <https://cocheselectricos10.com/wp-content/uploads/2018/08/combo2.jpg>

Marco Normativo

A nivel internacional existe una normativa técnica para el diseño e instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos, sin embargo, en Colombia, aún existen ciertos desafíos en esta materia, los cuales ya se están organizando por parte del ministerio de minas, hasta el momento se cuenta con la ley 1964 del 11 de Julio de 2019 por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. Sin embargo, como tal una norma técnica que involucre las especificaciones para el desarrollo e implementación de este tipo de estaciones de carga, no está definido, algunas empresas

como EPM, han desarrollado normas técnicas internas que tiene como referente a nivel nacional el RETIE y la norma técnica Colombiana NTC 2050 y como referentes internacionales la IEC 61851, el cual es un estándar internacional para sistemas conductivos del vehículo eléctrico, encontrándose partes del mismo actualmente en desarrollo. El IEC 61851 es uno de los grupos de estándares de la Comisión Electrotécnica Internacional (Internacional Electrotechnical Commission en inglés, IEC), para vehículos eléctricos de carretera y camiones eléctricos industriales y es competencia del Comité Técnico 69 (TC69) de IEC

A continuación, se relacionan normas que deben tenerse en cuenta a la hora de establecer los requerimientos y especificaciones técnicas en un sistema de carga de vehículos eléctricos.

IEC 61851.-1. Electric vehicle conductive charging system-Part 1: General requirements.

IEC 61851-21. Electric vehicle conductive charging system – Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an ac/dc supply.

IEC 61851-22. Electric vehicle conductive charging system – Part 22: AC electric vehicle charging station.

IEC 61851-23. Electric vehicle conductive charging system – Part 23: DC electric vehicle charging station.

IEC 60364-7-722. Low-voltage electrical installations –Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles.

Es importante relacionar también en este apartado la normativa involucrada en el diseño de sistemas fotovoltaicos, ya que el sistema propuesto utiliza como fuente de energía la generación fotovoltaica, para lo cual, si hay un desarrollo mayor en Colombia, comparado con lo relacionado con las estaciones de carga. A continuación, se relacionan las normas adoptadas por Colombia para este tipo de sistemas de generación de energía.

NTC-ISO 50001 ICONTEC.

Ley 1715 del 13 de mayo de 2014.

Normas Técnicas Colombianas para instalaciones solares fotovoltaicas (NTC 2050).

Diseño del sistema

Para el desarrollo de este trabajo se plantea como fundamentos del diseño de investigación, dos tipos de enfoques, descriptivo y explicativo, el enfoque descriptivo se puede evidenciar como resultado de la gestión de información realizada, la cual fue depurada, organizada y presentada de manera concisa, de forma tal que se pueden tener acceso a los diferentes referentes y conceptos asociados al proyecto desarrollado.

La parte explicativa se evidencia en la propuesta de diseño del sistema carga ya que en esta fase se explican los requerimientos de diseño y cada uno de los componentes que los satisfacen y conforman el sistema.

Según cifras de ANDEMOS (Asociación especializada en movilidad Sostenible), los vehículos eléctricos en el territorio colombiano entre enero y el mes de septiembre de 2021 representan un incremento del 102,65% en comparación con el año inmediatamente anterior.

Dentro de la lista de vehículos BEV y PHEV más vendidos se encuentran:

1. BYD e1: 34 unidades
2. Changan E-Star: 30 unidades
3. Renault Twizy: 23 unidades
4. Renault Zoe: 22 unidades
5. BYD Yuan: 20 unidades
6. BMW i3: 20 unidades
7. Renault Kangoo: 12 unidades
8. Nissan Leaf: 12 unidades
9. Zhidou D2S: 8 unidades
10. BYD e2: 8 unidades

La característica común que tienen los vehículos incluidos en esta lista que determina uno de los primeros criterios de diseño del sistema de carga, es su capacidad de carga, la cual ronda entre los 30KW y 50 KW de potencia para una autonomía con un recorrido de hasta 400Kms por carga, lo que permite identificar un parámetro esencial a la hora de dimensionar un sistema fotovoltaico con la capacidad de proporcionar dicha potencia. Para el diseño de este sistema fotovoltaico, se realizará un enfoque global a

vehículos que necesiten esta cantidad de potencia, con el fin de abarcar gran cantidad de EV que actualmente circulan por el territorio colombiano.

Diseño del sistema de carga

Aunque la visión del proyecto es más enfocada hacia un servicio particular, en caso de ser públicas, como por ejemplo una solución en un conjunto residencial, este tipo de sistema pudiera tomar el nombre de electrolinera o electrineria, como se conoce en países como España.

Como toda solución, se debe partir de los requerimientos, en este caso es importante definir inicialmente los siguientes parámetros:

Ubicación del emplazamiento.

Cálculo de irradiación solar.

Cálculo de la potencia deseada.

Elección de paneles solares.

Selección de inversor y cargador

Selección de baterías del sistema.

Inicialmente el requerimiento del sistema de carga está pensado para un vehículo de 50KW con autonomía de recorrido entre 250 y 400 kms, esta criterio se estableció con base en la información estadística recopilada por la plataforma de ANDEMOS, la cual se filtró

con el fin de establecer los vehículos eléctricos a batería (BEV) y los vehículos eléctricos híbridos enchufable (PHEV) más comunes en Colombia. Sin embargo, el dimensionamiento del mismo también tuvo en cuenta que un recorrido normal en la ciudad para un vehículo particular esta entre los 90 y 120 Kms diarios, por tanto, el sistema de carga eléctrica podrá permitir que un vehículo eléctrico con estas características se pueda desplazar cómodamente por tres días hasta una nueva recarga de energía.

Este cargador, es implementado como cargador MODO 3 el cual tiene un tiempo estimado de carga de entre 3 a 4 horas para carga total del vehículo eléctrico, esto con el fin de permitir un tiempo de carga rápido (no ultra - rápido) y un diseño cómodo en espacio y versatilidad para los usuarios del sistema en caso de implementarse.

Para el inicio de los cálculos se deberá tener en cuenta el consumo o carga respectiva de consumo de potencia la cual se mantendrá por lo menos durante unas cuatro (4) horas durante el día, por tanto, el sistema de generación Fotovoltaico diseñado deberá ser capaz de suministrar la energía necesaria, es aquí donde se hace importante mencionar que el sistema de carga tendrá como fuente principal de carga de sus baterías los paneles solares con un dimensionamiento casi autónomo, sin embargo, será respaldado por una fuente de energía tomada de la red eléctrica domiciliaria, esto con el fin de mantener las baterías totalmente cargadas los días en que el generador fotovoltaico no logre su cometido por razones como días nublados, invierno, o simplemente días de poco sol.

Ubicación o Emplazamiento

Este criterio es importante como dato de entrada en la herramienta de simulación, sin embargo, como se trabaja bajo un supuesto de implementación se tomó con fines

explicativos una ubicación de la ciudad de Yopal, pensando en un posible desarrollo público comercial a futuro.

En este orden de ideas se seleccionó un punto en la ciudad de Yopal con Latitud $5^{\circ}35''\text{N}$, longitud $72^{\circ}38''\text{W}$, que corresponde con el conjunto residencial caminos de Sirivana con el fin de ser más específicos en los cálculos. Este punto es elegido de manera aleatoria, sin embargo, con un criterio estratégico por el flujo constante de vehículos pertenecientes a los residentes del conjunto residencial y la disponibilidad de acceso al sistema de distribución de energía eléctrica. Cabe mencionar que podríamos elegir cualquier otro punto de la ciudad o de cualquier otra ciudad, pero teniendo muy presente que esta zona permita el ingreso de la luz solar y también el acceso a un punto de red eléctrico domiciliario.

En la figura 17 se muestran los valores presentados por el IDEAM en el atlas de radiación para la ciudad de Yopal por meses del año y horas.

Figura 17.

Radiación solar Global horizontal para los meses del año en Yopal - Colombia

ESTACIÓN AEROPUERTO YOPAL (YOPAL)												
PROMEDIO HORARIO DE LA RADIACIÓN (Wh/m ²)												
HORA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1-2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3-4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4-5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5-6	0,0	0,0	0,1	1,2	6,6	3,4	1,9	0,8	2,2	5,4	3,7	1,1
6-7	50,5	41,5	42,1	54,9	79,0	63,3	61,3	56,4	82,0	111,8	107,6	90,4
7-8	229,0	188,4	166,1	193,0	183,8	191,6	160,8	176,5	201,1	268,0	286,0	285,7
8-9	456,8	375,9	335,7	367,7	332,2	337,5	301,4	315,2	391,3	440,3	448,5	470,5
9-10	642,2	572,9	494,9	514,3	478,4	513,3	414,0	446,5	539,6	579,4	607,2	642,5
10-11	782,0	707,6	634,0	619,6	570,4	576,5	526,7	546,6	672,1	690,1	738,4	744,3
11-12	818,7	760,8	691,4	654,7	594,6	550,3	539,3	621,2	736,0	736,5	735,3	781,0
12-13	841,2	780,3	690,6	644,5	634,6	583,5	615,1	658,2	733,0	703,8	712,1	762,4
13-14	741,9	706,5	627,0	575,2	560,0	519,5	565,9	614,5	637,1	587,8	622,6	684,5
14-15	581,8	565,5	487,9	459,2	428,3	409,5	462,2	498,0	493,6	410,3	459,2	535,3
15-16	388,2	398,7	330,5	309,5	270,9	299,7	324,4	318,1	322,5	241,3	271,1	356,2
16-17	192,1	200,0	167,2	149,2	133,6	160,1	171,8	168,7	143,1	99,9	93,7	151,3
17-18	35,8	41,1	33,7	26,7	23,4	32,4	40,8	32,7	21,2	10,4	6,3	15,4
18-19	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4
19-20	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
20-21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
21-22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22-23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23-0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acumulada diaria	5760,7	5339,7	4701,4	4569,8	4296,0	4240,9	4186,0	4453,6	4974,8	4885,2	5091,8	5521,0

Entre 0 y 200 (Wh/m²)
 Entre 400 y 600 (Wh/m²)
 Mayor a 800 (Wh/m²)

Entre 200 y 400 (Wh/m²)
 Entre 600 y 800 (Wh/m²)

Para este diseño es necesario conocer la radiación solar sobre la ciudad de Yopal, por lo tanto, se revisa la base de datos suministrada por el Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia.

Estos datos son fundamentales para conocer la radiación global en una superficie inclinada, lo que permite aumentar la efectividad de un sistema fotovoltaico, esta inclinación será de 15° este-oeste, la inclinación se selecciona por la ubicación geográfica con la que cuenta Colombia al estar cerca del Ecuador, también esta inclinación dificultará que líquidos u otros objetos impidan la correcta captación de radiación solar sobre los paneles solares.

Los datos suministrados por la figura 19 se usan para calcular las horas de radiación solar pico en sitio, esto con el fin de conocer las horas en las que los paneles solares trabajaran de una manera óptima y proporcionaran la máxima potencia.

El cálculo de las Horas Solar Pico (HSP) se realiza mediante la ecuación:

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

Para dicha ecuación se tendrá en cuenta la irradiación solar más baja durante el año inmediatamente anterior (2020), esta particularidad se tiene en cuenta para establecer el diseño con base en lo mínimo que se podía presentar, en este caso, de acuerdo con la información suministrada en el atlas de radiación, el valor mínimo se presenta en el mes de Julio con un valor de generación de 4186 **Wh/m²**.

Por tanto, las Horas Solar Pico HSP, bajo este criterio de selección están dadas por:

$$HSP = \frac{4186}{\frac{1\ KW}{m^2}} = 4,186\ HSP$$

Permitiendo determinar que durante 4,1 horas se obtendrá la máxima potencia en los paneles solares.

Cálculo de paneles solares

Para determinar el número de panel solares necesarios para cumplir los requerimientos del sistema, es necesario conocer o determinar inicialmente el panel fotovoltaico a utilizar dentro del diseño y sus características principales, como criterio adicional de selección se estableció la facilidad de adquisición en el territorio colombiano, pensando siempre en una posible y futura implementación.

Es así, como luego de una revisión de las diferentes opciones que ofrecen los fabricantes, se optó por la referencia de panel Atlas Pro 520-540W de la empresa Eco

Green Energy para el desarrollo del diseño, este panel, es un panel fotovoltaico monocristalino, específicamente uno con una potencia pico de 525W y una corriente Isc de hasta 17.02 A, de fácil adquisición en el territorio colombiano de acuerdo con la información suministrada en la página web empresarial con distribución directa en el territorio Colombiano a través de las empresas INSELCOM, Energía & Potencia y SOLAR POWER (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que ofrecen respaldo y garantía de 12 años.

Figura 18.

Distribuidores Autorizados Productos Eco Green Energy en Colombia



Fuente: Elaboración propia

La cantidad de paneles solares requeridos en este diseño se calcula mediante el uso de la ecuación:

$$\#Paneles = \frac{Potencia\ Consumo\ (KWh)}{(HSP * 0.7 * Pmax\ PV)} \quad (2)$$

En este punto de diseño se hizo necesario establecer una carga mínima para un recorrido de hasta 100 km diarios de autonomía. Esto con el fin de que los cálculos no arrojaran una cantidad de paneles solares que generaran un mayor requerimiento de espacio por el área necesaria para su instalación y un costo adicional en baterías para el almacenamiento de la energía generada. En este orden de ideas, la mayoría de vehículos eléctricos en sus hojas de especificaciones muestra que su consumo está alrededor de los 18

KWh por cada 100 km de distancia recorrida, lo cual es ideal para trayectos diarios en una ciudad pequeña como Yopal. Teniendo en cuenta estas nuevas condiciones iniciales, se obtiene:

$$\#Paneles = \frac{Potencia\ Consumo\ (KWh)}{(HSP * 0.7 * Pmax\ PV)}$$

$$\# Paneles = \frac{18\ (KWh)}{(4.186 * 0,7 * 525)}$$

$$\#Paneles = 11,7 \cong 12$$

Para esta cantidad de paneles solares el área aproximada de obra civil es de 30 m² generando una potencia pico de 6300 KWp, esta área puede se puede afectar en función de los parámetros definidos a la hora de una implementación por parte del instalador, como espacios entre paneles, áreas o pasillos para mantenimientos entre otros.

Disposición de paneles solares

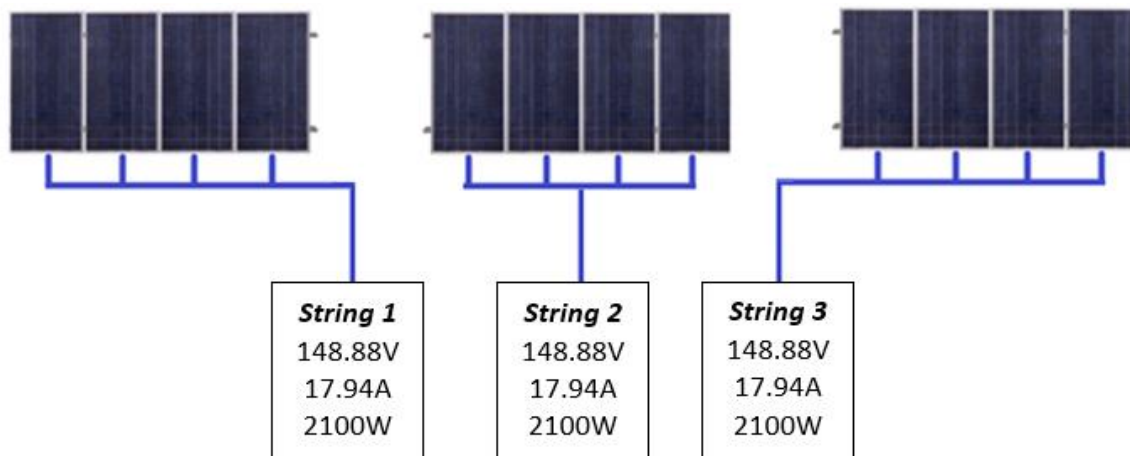
Una vez determinada la cantidad de paneles a utilizar y estimando el área de instalación es importante definir la carga generada por los paneles solares, para esto es necesario nivelar las cargas, dependiendo del tipo de instalación, si es tipo serial o tipo paralela, lo importante de este paso es definir la cantidad de arreglos de paneles o *STRINGS* a utilizar para que cada configuración de paneles y así generar una cantidad igual de potencia, además de definir la corriente y el voltaje del sistema fotovoltaico.

Para este caso se estableció una cantidad de 3 Strings conformados por 4 paneles cada uno y que estarán conectados de manera serial para generar una capacidad máxima de voltaje de 148.88 V y una corriente de 17.94 A para una potencia por String de 2100 KWp

como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.9**, estos datos son calculados con base en la hoja de datos del panel solar seleccionado Voltaje Voc , Corriente Isc y Pmax, bajo condiciones estándar.

Figura 19.

Cantidad de Strings para generar 6300 KWp



Fuente: Elaboración propia

La potencia máxima al interconectar los tres *Strings* en paralelo será de 6,3 KWp, la corriente de 53,82 A y el voltaje de 148,88 Vmp. Una vez establecidos estos valores pico es posible dimensionar el controlador MPPT encargado de controlar la carga adecuada de las baterías del sistema.




Selección de inversor

En el mercado nacional e internacional es posible encontrar una gran variedad de inversores y controladores de carga que cumplen los requerimientos y dan solución a una gran variedad de proyectos fotovoltaicos, tanto on-grid como off-grid. Aunque es muy común trabajar con inversores y cargadores independientes, para este diseño se establecieron

algunos criterios específicos en función del dimensionamiento del sistema junto con un requerimiento de diseño como lo es, el utilizar un inversor y controlador híbrido que permite la carga de las baterías a través de la energía tomada de la red eléctrica y la generada por el sistema Fotovoltaico, con el objeto de garantizar que las baterías estén siempre operativas.

Otro factor a tener en cuenta dentro de la selección del inversor es su capacidad para establecer conexiones monofásicas o trifásicas y su facilidad de implementación. Un rasgo característico con el diseño planteado, es la potencia generada por los paneles fotovoltaicos 6300Wp, lo cual haría pensar en un inversor de 6300W o 7000W, en el mercado Colombiano se observó con el ejercicio de búsqueda que es bastante complejo conseguir inversores de estas características ya que no son tan comerciales, por lo tanto se tienen alternativas más amplias como inversores de 8000W que permiten trabajar de manera monofásica o trifásica, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observan tres inversores con sus respectivos parámetros eléctricos los cuales se tuvieron en cuenta para la selección del mismo.

Figura 20.*Cuadro comparativo inversores*

	MPPT SR-ML	QUATTRO 3KA-15KVA	MC4885N15
IMAGEN			
MARCA	PROCEI SCIENTIFIC	VICTRON ENERGY	SRNE
MODELO	AXPERT MAX 6,5KW/48V	48/8000/140-100/100	MC48100N15
P. SALIDA	6500VA	8000VA	6500VA
TIPO	HIBRIDO	HIBRIDO	HIBRIDO
V. SALIDA	120	120/240/440	120/240/440
CARGA BATERIA	12V - 48V	12V - 48V	12V - 48V
COSTO	\$ 4.821.000	\$ 10.979.000	\$ 13.250.000
ACCESIBILIDAD	NACIONAL	NACIONAL	IMPORTAR

Fuente: Elaboración propia

Estos tres inversores híbridos se ajustan a las necesidades del sistema fotovoltaico, empezando por el equipo de la marca Procei Scientific con una potencia de salida de hasta 6500W suficientes para satisfacer la necesidad de potencia en el sistema propuesto, este equipo es de fácil adquisición en el territorio Colombiano ya que se puede adquirir en tiendas online como Home Center, éxito entre otros, además de contar con un precio muy asequible, pero una de las falencias es que solo trabaja de manera monofásica a diferencia de las otras dos opciones propuestas. Las instalaciones trifásicas son las más adecuadas para industrias, empresas o viviendas que utilizan electrodomésticos o equipos de alto consumo, pero estos sistemas implican una mayor inversión. Por lo tanto, se decide seleccionar el equipo Quattro de la marca Victron Energy ya que este equipo ofrece una potencia de hasta 8000W y la posibilidad de dos entradas AC (Red eléctrica y un generador).

Selección de controlar de carga fotovoltaico

El controlador de carga cumple un papel fundamental en la puesta en marcha de un sistema fotovoltaico, ya que permite la correcta carga de las baterías a través de paneles solares, así como de proteger de sub-descargas o sobrecargas las baterías permitiendo un flujo constante de energía desde los paneles a la batería y de las baterías a la carga conectada

(Paipa, E. A. L., Serrano, M. A. L., & Mora, S. B. S.- 2018.)

En la actualidad existen dos tecnologías de funcionamiento en controladores de carga, los PWM (Pulse Width Modulation) y los MPPT (Máximo Power Point Tracking), estas dos tecnologías son muy utilizadas en el mercado en especial los MPPT que gracias a su gran variedad de algoritmos permiten una mayor eficiencia en el control de carga hacia las baterías.




Para la selección del controlador de carga es fundamental tener en cuenta el voltaje del sistema, el cual es criterio principal para la selección de la batería, también otro parámetro fundamental es el voltaje de entrada desde los paneles fotovoltaicos, en este caso especial el criterio de búsqueda va a un voltaje máximo de 150V y una corriente de carga de hasta 60 A, ya que de acuerdo con el panel seleccionado y la configuración en arreglo de 4 paneles se tiene un voltaje máximo de 148,88V y una corriente de 53.82 A.

Una vez realizada la búsqueda bajo los criterios mencionado se obtienen tres alternativas de controlador ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los cuales cuentan con especificaciones técnicas que se ajustan a los requerimientos del sistema, sin embargo se seleccionó el equipo BlueSolar de Victron Energy por su relación costo/beneficio y además por ser un controlador de fácil adquisición en el territorio Colombiano,

de acuerdo con la información contenida en las páginas web de los distribuidores donde se comercializa

Figura 21.

Controladores de Carga

	MPPT SR-ML	MPPT150/60	MC4885N15
IMAGEN			
MARCA	GENERICO	VICTRON ENERGY	SRNE
MODELO	SR-ML 12/24/36/48	Blue Solar	MC48100N15
V. ENTRADA	150V	150V	150V
V. SISTEMA	12V - 48V	12V - 48V	12V - 48V
Ic. MAXIMO	60A	60A	85A
COSTO	\$ 1.330.000	\$ 1.705.000	\$ 2.200.000
ACCESIBILIDAD	IMPORTAR	NACIONAL	NACIONAL

Fuente: Elaboración propia

Selección y cálculo de las baterías del sistema fv

Unos de los parámetros más complicados de seleccionar de acuerdo con las consultas y revisión de información realizada es sin duda alguna las baterías ya que en el mercado nacional e internacional se encuentra una gran variedad de tecnologías y características, tales como, libres o no de mantenimiento, secas, monoblock, AGM, Gel y estacionarias.

De acuerdo con la literatura se establece que las baterías de última generación como las baterías de Litio, son la mejor opción para cualquier sistema fotovoltaico, pero estas baterías son de alto valor económico por lo que en la mayoría de proyectos no son la primera opción. Para el cálculo de la capacidad de las baterías se tiene en cuenta dos parámetros, estos son:

Autonomía.

Profundidad de descarga.

Adicionalmente, para el cálculo de las baterías es necesario conocer el consumo diario y la tensión de instalación del sistema. En este caso, el consumo del sistema fotovoltaico está establecido en 18KW, el inversor y el cargador seleccionado son de 48 V y se asume una autonomía de dos días, suponiendo dos días totalmente nublados y la no activación de la conexión a la red eléctrica en este periodo, para la profundidad de descarga se establece un máximo del 60%, que es un valor típico, ya que entre mayor el valor de profundidad de descarga, menor es el número posible de ciclos de la batería, disminuyendo su vida útil (Ladrón de Guevara J, 2018)

Por tanto:

$$Capacidad = \frac{CDiario \cdot DAutonomia}{Pd \cdot V_{instalacion}} \quad (3)$$

$$Capacidad = \frac{18000 \cdot 2}{0,6 \cdot 48V} = 1250Ah$$

Donde:

CDiario: Consumo diario

- DAutonomia: Días de autonomía.
- Pd: % Profundidad de descarga.
- Vinstalacion: Voltaje de instalación del sistema.

Partiendo de este dato (1250Ah), se realiza la búsqueda de opciones de baterías tipo estacionarias, las cuales, de acuerdo con la literatura consultada, son las adecuadas para

consumos diarios durante tiempo prolongado. Adicionalmente tienen una relación costo/beneficio en términos de calidad y vida útil que la convierten en la mejor opción en comparación con otras alternativas.

Dentro de las baterías estacionarias existen dos opciones las OPzS y las baterías OPzV, la diferencia principal radica en el mantenimiento periódico que debe hacerse cada 2 o tres años en las tipo OPzS, las OPzV por ser en Gel son libres de mantenimiento, sin embargo, la gran variación en cuanto a precio, aproximadamente 8 veces más costosa una batería OPzV que una OPzS, hace que las baterías tipo OPzS sea el tipo de batería seleccionado. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se establece un cuadro comparativo entre tres tipos de baterías OPzS.

Figura 22.

Comparativo Baterías

	12OPzS1200	OPzS Solar 1520	11OPzS1200
IMAGEN			
MARCA	TAB	VICTRON ENERGY	MAGNA
MODELO	12OPzS1200	OPzS Solar 1520	11OPzS1200
DIMENSIONES (mm)	210x275x711	210x233x711	215x277x285
TIPO	OPzS	OPzS	OPzS
CARGA BATERIA	1304Ah	1520Ah	1350Ah
DISTRIBUCION	1 Vaso 2V	1 Vaso 2V	1 Vaso 2V
COSTO	\$ 840.000	\$ 980.000	\$ 790.000
ACCESIBILIDAD	NACIONAL	NACIONAL	FABRICACION NACIONAL

Fuente: Elaboración propia

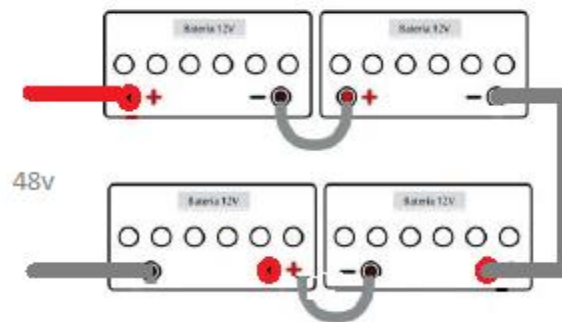
Se seleccionan la batería Magna no solo por cumplir con un 8% por encima del requerimiento de Ah, sino también porque su fabricación es de origen nacional, ofrece

características muy similares a las demás baterías en vida útil y operatividad y presenta un mejor precio de mercado.

Es importante recordar que estas baterías se pueden agrupar de manera similar a los paneles solares en arreglos o String, interconectados en series o paralelo para obtener los valores de voltaje y corriente requeridos por el sistema. En este caso por la selección de la batería 2V y 1350Ah, se establece una conexión en serie de 4 bancos de 6 vasos de 2 v, para un total de 48 v y 1350Ah. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el arreglo de baterías para conformar el banco que cumple con los requerimientos de diseño.

Figura 23.

Interconexión del banco de baterías



Fuente: Adaptado de De Guevara, J. A. L. (2018)

Con estas baterías (24 Vasos de 2V) conectadas en serie obtenemos un voltaje de 48V y una corriente de 1350 Ah que está ligeramente por encima de los 1250 Ah calculados para el diseño fotovoltaico.

Wallbox o cargador eléctrico tipo pared

Es un equipo de suministro para vehículos eléctricos de sus siglas en inglés (EVSE Electric Vehicle Supply Equipment) es comúnmente llamado Wallbox para uso residencial, este tipo de dispositivo es un intermediario entre el vehículo eléctrico y la red eléctrica que permite su interconexión de manera segura tanto para el usuario como para el vehículo. Estos equipos se encuentran conectados a redes de 120V a 400V y trabajan con corrientes entre 10 A y 35 A.

Este dispositivo permite una conexión de manera bidireccional con el EV permitiendo calcular el tiempo de carga, la carga recibida y permite fijar los parámetros y límites de carga por seguridad. Otro plus de estos dispositivos es la posibilidad de adaptación a cualquier tipo y modo de carga lo que permite abarcar una gran cantidad de dispositivos de conexión. (Clairand, J. M., Pazmino-Arias, A., Játiva-Maldonado, T., & Alvarez-Bel, C. 2018, septiembre) además de ser dispositivos de muy fácil y rápida instalación para usuarios domiciliarios.

Existe una gran variedad de equipos WallBox en el mercado nacional e internacional y la gran demanda que hoy en día tienen estos dispositivos. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestran dos de estos equipos que son de fácil adquisición y con las características técnicas que los hacen elegibles dentro del diseño del sistema de carga planteado.

Figura 24.*Wallbox*

Fuente: https://thewallboxstore.com/17898-thickbox_default/wallbox-policharger-in-t23f-trifasico.jpg

Figura 25.*Comparación equipo WallBox*

	EDC VE AR T2 F3	QUATTRO 3KA-15KVA
IMAGEN		
MARCA	CELSIA - HACEB	VICTRON ENERGY
MODELO	EDC VE AR T2 F3	48/8000/140-100/100
V.NOMINAL	208-240 Trifásico	400V Trifásico
POTENCIA	11,5KW	22KW
I.MAX	32A	32A
MONITOREO	LED INDICATIVOS	DISPLAY CONFIGURABLE
COSTO	\$ 2.849.000	\$ 3.740.000
ACCESIBILIDAD	NACIONAL	IMPORTAR

Fuente: Elaboración propia

Se determinó seleccionar el equipo Wallbox de la marca CELSIA-HACEB, ya que es un equipo de diseño y fabricación nacional que cuentan con certificación RETIE, con un tiempo de carga alrededor de entre 4 a 8 horas, además de contar con stock para tiempos de entrega más cortos y con garantía en el territorio nacional, adicionalmente el precio es

aproximadamente un 24% menor en comparación con el equipo de Victor Energy, como desventaja presenta que no es configurable y solo cuenta con luces de indicación de carga.

Esquema de conexión

12 paneles Solares marca Eco Green Energy referencia Atlas Pro 525W

Controlador de carga BlueSolar MPPT 150/60 de Victron Energy.

Inversor/Cargador Híbrido Referencia Quattro 48/8000/140-100/100.

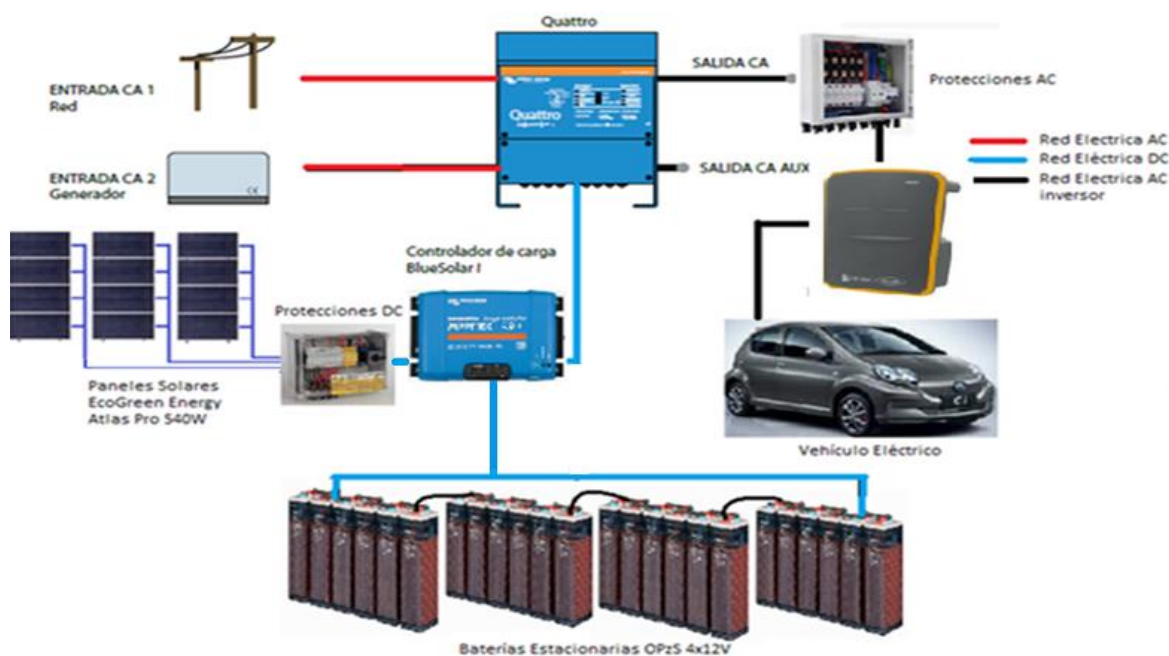
Baterías OPzS Solar 1350Ah Marca GNB.

Wallbox Celcia-Haceb.

Protecciones DC y AC. (No calculadas en el diseño)

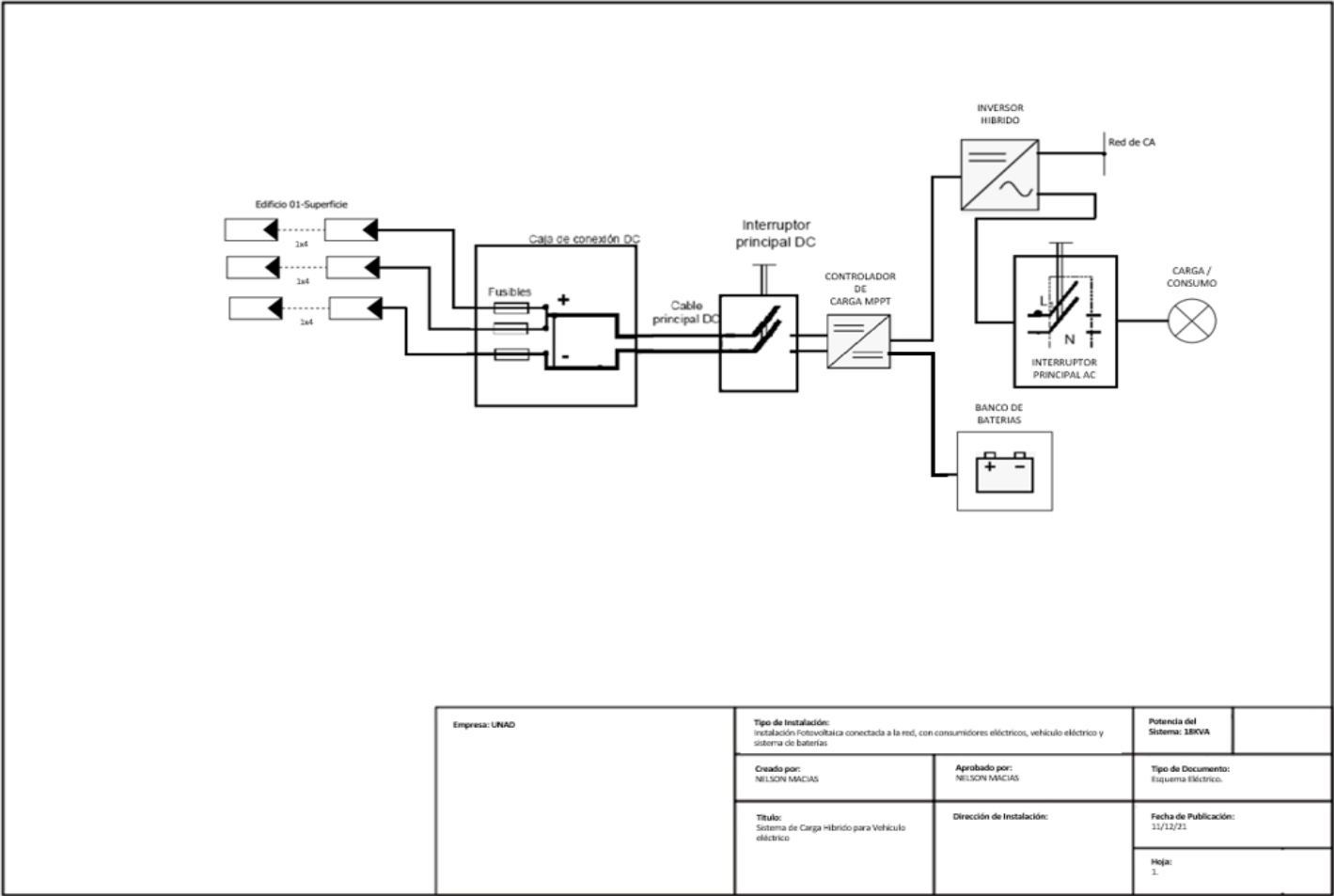
Figura 26.

Diseño del sistema



Fuente: Elaboración propia

Figura 27.
Esquema Eléctrico del sistema



Fuente: Elaboración propia

Simulación de sistema fv on grid en software pvsyst

Como parte de este diseño, se decidió utilizar una herramienta de software para la simulación por computadora del sistema fotovoltaico con conexión a la red eléctrica domiciliaria, con el fin de verificar los valores de generación para los cuales se seleccionaron los componentes del sistema, la herramienta seleccionada fue el software PVsyst en su versión de prueba por 30 días el cual se obtuvo desde su página web <https://www.pvsyst.com/download-pvsyst/>. Esta selección se hizo con base en la revisión documental realizada, los requerimientos de maquina necesarios para el uso de la herramienta, la simplicidad y lo intuitivo de su uso, acceso a documentación de soporte y la facilidad para obtener una versión de la herramienta, sin recurrir a versiones no licenciadas. Una vez se realiza del proceso de descarga e instalación, para acceder a la herramienta basta con seleccionar el acceso directo creado tras su instalación.

Figura 28.

Acceso directo software PVsys 7,2



Luego de iniciar el software se encuentra la ventana de parámetros de selección de la red fotovoltaica que se quiere simular, destacando los sistemas autónomos, los sistemas ON GRID y los sistemas de bombeo.

Figura 29.*Menú de inicio Software PVsyst 7,2*

Se selecciona proyecto independiente, esto debido a que nuestro sistema fotovoltaico está diseñado para cargar lo máximo posible durante el día las baterías, lo restante lo tomara de la red eléctrica por lo tanto nuestro sistema se puede asumir para fines de la simulación como un sistema autónomo con respaldo de la red eléctrica. La importancia de este diseño radica en que durante los días en los que haya presencia normal de irradiación las baterías cargaran completamente suministrando una potencia equivalente a 18 KWh por día, suficientes para que un vehículo eléctrico tenga un trayecto de 100 Km, si durante estos días la irradiación solar no es suficiente para cargar las baterías, el inversor se encargara de mantener las baterías cargadas mediante la red eléctrica, esto mantendrá un consumo moderado de la red domiciliaria y garantizara que el sistema mantenga sus baterías siempre cargadas.

Figura 30.

Menú de parámetros principales del Proyecto Fotovoltaico software PVsyst.

Proyecto

Nombre del proyecto: Nuevo Proyecto3

Nombre del cliente: No definido

Archivo del sitio: YOPAL COLOMBIA_MN80.SET

Archivo meteo: YOPAL COLOMBIA_MN80_SYN.MET

Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100%

Simulación realizada (versión 7.2.6, fecha 21/10/21)

Variante

Variante a*: [VCO : Nueva variante de simulación]

Parámetros principales:

- Orientación
- Necesidades usuario
- Sistema
- Pérdidas detalladas

Opcional:

- Horizonte
- Sombreados cercanos
- Evaluación económica

Simulación:

- Ejecutar simulación
- Simulación avanzada
- Informe
- Resultados detallados

Resumen de resultados

Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías
Producción del sistema	9130 kWh/año
Producción específica	1409 kWh/ktp/año
Proporción de rendimiento	0.591
Producción normalizada	2.78 kWh/ktp/día
Pérdidas del conjunto	1.67 kWh/ktp/día
Pérdidas del sistema	0.26 kWh/ktp/día

Salida

A continuación, se especifican las generalidades del proyecto

Nombre del proyecto.

Archivo del sitio (Coordenadas del sitio de emplazamiento), para este caso

Locación: Latitud 5,35 Longitud -72,38 Yopal – Colombia.

Archivo Meteo: Datos proporcionados por la base de datos Meteonorm 8.0

Se guarda el proyecto como paso para selección de parámetros principales.

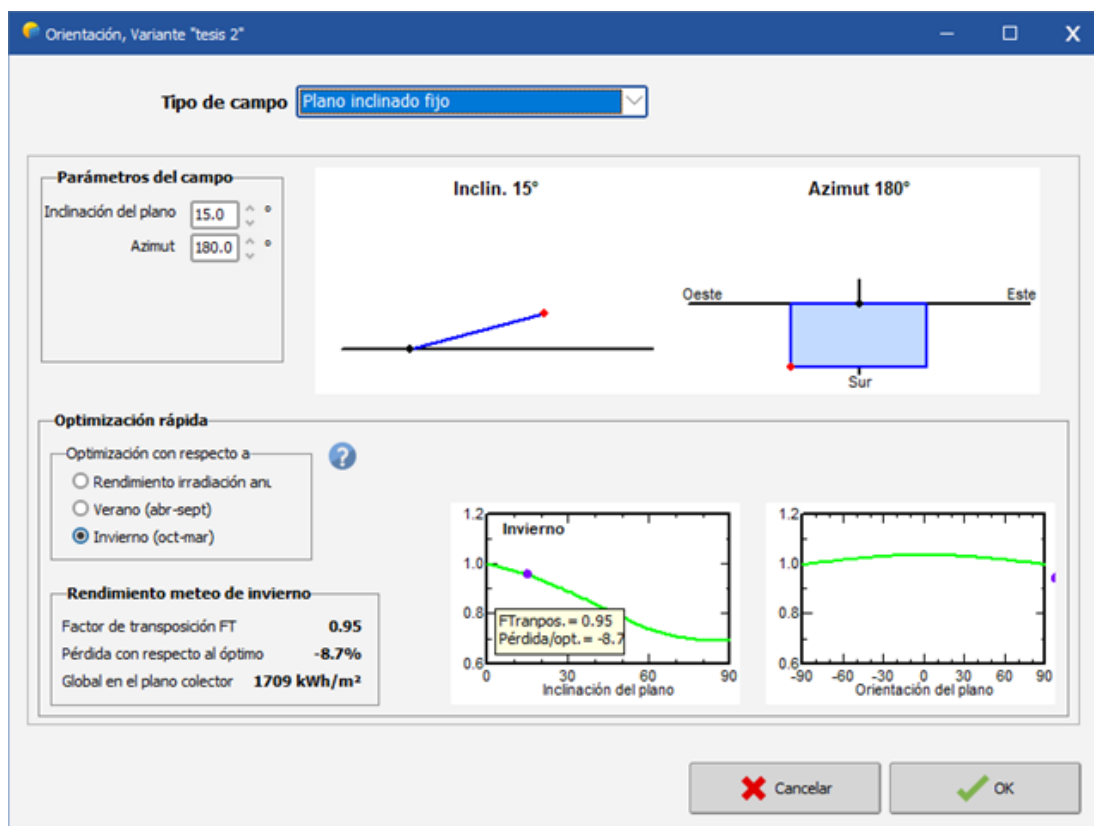
Parámetros principales

Orientación

El software PVsyst, permite seleccionar el tipo de campo o superficie de emplazamiento de los paneles solares, su grado de inclinación y azimut entre otros datos relevantes para la simulación. Para este diseño se estableció un ángulo de inclinación del plano de 15° con esto se garantiza que el agua deslice sobre el panel y además que el panel fotovoltaico retenga lo más mínimo posibles obstrucciones por hojas o polvo.

Figura 31.

Parámetros de Orientación para los PF, Software PVsyst.



Necesidades del usuario

En este apartado se selecciona la o los tipos de carga que realizan el consumo diario en el sistema fotovoltaico, esto con el fin de conocer el consumo total y su distribución por hora.

En la **Figura 32**, se especifican las necesidades de Usuario.

Figura 32.

Necesidades del Usuario, Software PVsyst.

Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo | Distribución por hora

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
1	Vehículo Eléctrico	18.00 kWh/día	24.0 h/día	OK	18000 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	2.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		1 W tot	24 h/día		24 Wh
Energía diaria total					18024 Wh/día
Energía mensual					540.7 kWh/mes

Info aparatos

Definición de consumo por

☒ Años ☐ Estaciones ☐ Meses

Fin de semana o uso semanal

☐ Usar solo durante

7 días en una semana

Modelo

Carga Guardar Otro perfil Cancelar OK

El sistema fotovoltaico suministra una potencia equivalente a 18 KWh durante el día, por lo tanto, se fija como parámetro un vehículo eléctrico con dicha potencia y un uso diario de 24 horas para una energía diaria de 18000 Wh, y una definición de consumo por año.

Sistema

El software PVsyst permite seleccionar parámetros importantes como almacenamiento (Baterías), Conjunto fotovoltaico, Respaldo y esquema simplificado, necesarios para la simulación, en particular se configuro las opciones de Almacenamiento y conjunto Fotovoltaico como se evidencia en la figura 33.

Figura 33.

Configuración Almacenamiento

Definición de sistema independiente, Variante: "Nueva variante de simulación", Variant: "Nueva variante de simulación"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 5.0 %
 18.0 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 3.0 día(s)
 Pre-dimens. detallado

Voltaje de la batería (usuario) 48 V
 Capacidad sugerida 1325 Ah
 Potencia FV sugerida 5298 Wp (nom.)

Almacenamiento Conjunto FV Respaldo Esquema Simplificado

Procedimiento

Las sugerencias de pre-dimensionamiento se basan en el meteo mensual y la definición de necesidades del usuario

1. - Pre-dimensionamiento Defina las condiciones de pre-dimensionamiento deseadas (PLOL, autonomía, voltaje de la batería)
2. - Almacenamiento Defina la batería (las casillas de verificación predeterminadas se acercarán al pre-dimensionamiento)
3. - Diseño del conjunto FV Diseñe el conjunto FV (módulo FV) y el modo de control. Se recomienda comenzar con un controlador universal.
4. - Respaldo Defina un grupo electrógeno eventual

Especifique el conjunto de batería

Ordenar baterías por ☒ voltaje ☐ capacidad ☐ fabricante

Sunlight 2 V 1309 Ah Pb Sealed Gel 2V 11 RES OPzV 1720 Desde 2021

Plomo-ácido

24 ☒ baterías en series Número de baterías 24
 1 ☒ baterías en paralelo Número de elementos 24

100.0 % Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)
 100.0 % Estado inicial de desgaste (estático)

Voltaje paquete de baterías 48 V
 Capacidad global 1309 Ah
 Energía almacenada (80% DOD) 50.3 kWh
 Peso total 2179 kg
 Núm. de ciclos a 80% DOD 1688
 Energía total almacenada durante la vida útil de la batería 94 MWh

En este caso por la base de datos de la herramienta de simulación, se seleccionaron baterías de 1309Ah, que difieren en un 4% por debajo aproximadamente con el valor de la batería seleccionada dentro del diseño teórico.

Figura 34.

Selección de los parámetros del conjunto FV

Definición de sistema independiente, Variante: "Nueva variante de simulación", Variant: "Nueva variante de simulación"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 5.0 %
 18.0 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 3.0 día(s)

Voltaje de la batería (usuario) 48 V
 Capacidad sugerida 1325 Ah
 Potencia FV sugerida 5298 Wp (nom.)

Pre-dimens. detallado

Almacenamiento Conjunto FV Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre Conjunto FV
 Oriente Plano inclinado fijo Inclinación 15° Azmut 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento
☐ Sin dimensionamiento Ingrese potencia planeada 6.5 kWp
☒ Redimens. ... o área disponible 31 m²

Seleccione el módulo FV
 Todos los módulos Ordenar módulos Potencia Tecnología
 Centro Energy 540 Wp 35V Si-mono M540 Wp 144 cells Desde 2021 Manufacturer 202 Abrir
 Módulos necesarios aprox. Voltajes de dimensionamiento: Vmpo (60°C) 35.8 V
 Voc (-10°C) 54.5 V

Seleccione el modo de control y el controlador
 Convertidor de potencia MPPT
☒ Controlador universal Generic
 Corriente máx. de carga-descarga
 Modo operativo
☐ Acoplamiento directo
☒ Convertidor MPPT
☐ Convertidor CC-CC
 Los parámetros de funcionamiento del controlador universal se ajustará automáticamente de acuerdo con las propiedades del sistema.

Diseño del conjunto FV
 Número de módulos y cadenas debe ser/estar:
 Mód. en serie 4 ☒ Sin restricciones
 Núm. de cadena 3 ☐ entre 2 y 4
 Núm. de módulos 12 Área 31 m²

Condiciones de operación:
 Vmpo (60°C) 143 V
 Vmpo (20°C) 167 V
 Voc (-10°C) 218 V
 Irradia. plano 1000 W/m²
 Impo (STC) 39.6 A
 Isc (STC) 42.2 A
 Isc (en STC) 41.7 A

Potencia de funcionamiento máx. 6.5 kWp
 (en 1000 W/m² y 50°C)
 Potencia nom. conjunto (STC) 6.5 kWp

Como puede observarse en la 34, al configurar el pre – dimensionamiento, para un área de 31m^2 y una potencia de $6,5\text{KW}$, con una conexión de tres cadenas de 4 paneles en serie la potencia deseada, tal como se estableció a través del análisis, cálculos y selección de componentes del sistema fotovoltaico descrito en la sección 4.1 diseño del sistema, validando los cálculos realizados.

En la

, se observa el resumen de los resultados obtenidos de la simulación del sistema fotovoltaico, observándose con satisfacción como los valores establecidos como criterios de diseño a la hora de seleccionar cada uno de los componentes del sistema de generación son ratificados con los resultados de la simulación.

Figura 35.

Valores proporcionados por la simulación en PVsyst.

Necesid. usuario	Hogar	Potencia prom.	751 W
	Proporción nocturna 50.3%	Energía día	18.0 kWh
Paquete de baterías	1 en paralelo, 48 V	Capacidad	1309 Ah
	Autonomía 2.8 día	Energía almacenada	50.3 kWh
Conjunto FV	3 cadena(s) de 4 módulos	Potencia nom.	6.48 kWp
	PV/PLoad 8.6	Energía prom. día	21.2 kWh
Controlador	MPPT universal	Potencia nom.	5.63 kW
	PV/PConv 1.15	Umbrales	según SOC

En conclusión, los datos obtenidos por la simulación son muy similares a los calculados, se presentan variaciones mínimas en el controlador MPPT, el paquete de baterías y la potencia de los paneles, ya que el simulador no cuenta con una base de datos amplia que facilitara la simulación de los mismos equipos seleccionados en la etapa de diseño.

Dentro de la simulación se puede observar que el paquete de software recomienda la manera de instalación de las baterías, así como sugiere también la selección del controlador MPPT, dentro estos datos resaltan resultados importantes a la hora del diseño como el V_{mpp} que, a diferente temperatura en los módulos fotovoltaicos, varía su respuesta en tensión. También podemos ver que el área de trabajo es similar a la calculada que es aproximada a 31 m^2 con una cantidad de módulos igual de 12 Paneles Solares.

Costos de instalación

Por ser un proyecto enfocado en el diseño, sólo se tiene en cuenta los costos de los equipos requeridos, determinados en la etapa de diseño, sin embargo, se incluyen los costos de

recursos asociados a talento humanos y materiales en caso de su implementación, valor sugerido como parte de una consulta con una empresa dedicada a la instalación de sistemas fotovoltaicos residenciales. Para los equipos se realizó una revisión de la información consignada de varios proveedores o distribuidores de productos eléctricos fotovoltaicos a través de sus páginas web. Es de aclarar que varios de estos equipos son importados por tanto estos precios son valores actualizados a la fecha en que se realizaron las consultas para la elaboración de este informe y tiene su importancia en que permite vislumbrar un posible costo de implementación y realizar una evaluación básica financiera de la viabilidad en términos de inversión y tiempo de retorno de la misma.

Tabla 4.

Costo de instalación y mano de obra

Item	Cant.	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	12	Panel Solar Atlas Pro 525W Eco Green Energy Controlador de carga	\$ 790.000	\$ 9.480.000
2	1	Victron Energy Blue Solar 150V/60A	\$1.705.000	\$1.705.000
3	24	Batería MAGNA 1350Ah Inversor Híbrido Victron	\$ 790.000	\$ 19.008.000
4	1	Energy Quattro 48/8000/140-100/100	\$ 10.979.800	\$ 10.979.800

5	1	Wallbox CELSIA-HACEB	\$ 2.844.000	\$ 2.844.000
7	1	Protecciones en DC	\$ 400.000	\$ 400.000
8	1	Protecciones en AC	\$ 480.000	\$ 480.000
9	1	Cableado y conectores eléctricos (Estimado)	\$ 4.200.000	\$ 4.200.000
10	1	Mano de Obra	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
TOTAL				\$ 53.596.800

Nota: Lista de Precios a septiembre de 2021.

Análisis de costos y recuperación de capital

Con el objeto de realizar una evaluación financiera del diseño planteado en caso de una implementación, se realiza una aproximación del costo de la energía que tendría que pagar una persona en un estrato residencial si tuviese que cargar su vehículo eléctrico sólo con la energía de la red.

Como ejemplo de implementación de la electrolinera o estación de carga eléctrica se asume que esto llevará consigo un aumento significativo en el gasto de KWh en la factura de energía pública, esto asumiendo que el vehículo va a ser recargado hasta 8 veces al mes con un desplazamiento moderado por día, esto quiere decir que un vehículo de 50KW puede ser cargado durante unas 65 horas con un cargador de 6,1KW. Según estos datos el vehículo eléctrico puede aumentar la factura hasta en 195,2kWh al mes si este es recargado bajo el supuesto establecido a manera de ejemplo.

Un hogar de estrato 3 en Colombia conformado por 2 personas tiene un consumo aproximado de 83KWh al mes como se muestra a continuación.

Figura 36.

Ejemplo Costo de energía residencial



Estos datos varían tanto para estratos como en los diferentes departamentos de Colombia, para el caso de Yopal el valor de KWh es de 576.30 (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2020).

Por tanto, para un consumo de 195,2kWh, se tendría un costo de \$112.494 aproximadamente, adicional al servicio de energía que consume la residencia normalmente, por ejemplo, asumiendo un consumo 83KWh como se mencionó inicialmente y ajustándolo al valor de pago de KWh, establecido por la superintendencia de servicios públicos para Yopal, estaría en \$47.833, significando un aumento en el pago del servicio de energía de 235% aproximadamente, generando un pago mensual de \$160.327.

A partir de los boletines tarifarios de la superintendencia de servicios Públicos domiciliarios se observa un incremento aproximado en la tarifa de energía en la zona del Casanare aproximada de 2.87% anual, también teniendo en cuenta la degradación anual de los paneles solares en un factor de 0.5% (Sacoto, M. A. 2020) y además estimando un

incremento del 2.8% en mantenimiento anual se realiza un análisis de recuperación de capital invertido, el cual muestra una recuperación económica en aproximadamente XX años como se observa en la tabla 5.

Tabla 5

Proyección Recuperación de la inversión en términos del ahorro de pago de energía.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL (KWH)											
<hr/>											
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL (KWH)											
<hr/>											
PERDIDAS DE											

EFFECTIVIDAD											
AD FV											
INCREMENTO DEL											
PRECIO DE ENERGÍA	0	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
(%) ANUAL ESTIMADO											
PRECIO KWH	\$576.3	\$576.30	\$576.3	\$576.30	\$576.3	\$576.30	\$576.3	\$576.30	\$576.3	\$576.30	\$576.3
AHORRO ANUAL ESTIMADO	\$5.188.775	\$5.162.831	\$5.137.017	\$5.111.332	\$5.085.775	\$5.060.346	\$5.035.044	\$5.009.869	\$4.984.820	\$4.959.896	\$4.935.096
COSTOS	\$300.00	\$309.00	\$318.27	\$327.81	\$337.65	\$347.78	\$358.21	\$368.21	\$380.03	\$391.43	\$403.1
MANTENIMIENTO	0	0	0	8	3	2	6	6	1	2	75

Según este análisis financiero se tendría una recuperación de capital en al menos 10 años una vez esté en funcionamiento el sistema FV, es de aclarar que se elaboró bajo condiciones mínimas de generación y uso moderado del sistema de carga, sólo dos veces por semana.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el valor del KWh varía constantemente por los factores de generación, transmisión, distribución, restricciones, pérdidas y comercialización, y así mismo por el comportamiento de los embalses en el país.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados encontrados existe una gran variedad de fabricantes, distribuidores nacionales e internacionales que gracias a la globalización permiten la adquisición de la tecnología necesaria para la implementación de este tipo de proyectos, sin embargo, y muy a pesar de esa gran variedad y oferta, los costos de implementación siguen siendo elevados en comparación con los beneficios a recibir en cuanto a reducción de gastos de combustible, sin embargo, es aquí donde la conciencia ambiental cobra importancia y permite obtener una evaluación del proyecto no sólo desde el punto de vista financiero sino también el aporte a un medio ambiente más limpio y un futuro sostenible.

Según algunos expertos la movilidad eléctrica puede ser el motor de desarrollo para América Latina en tiempos de post pandemia, un ejemplo de ello es el caso de México y Brasil donde existe una gran generación de empleos debido a la presencia de fábricas de vehículos eléctricos y estaciones de carga, por tanto no es exagerado inferir la importancia que tendría establecer alianzas estratégicas entre las instituciones de educación superior y la industria en pro de adelantar investigaciones y desarrollos en esta área de conocimiento y uno de los primeros pasos por parte de la academia es potenciar el desarrollo de proyectos de investigación como el aquí presentado que permiten a los futuros ingenieros de la Universidad Autónoma de Colombia, incursionar en esta área de conocimiento, generando valor agregado no sólo al presentar una propuesta de diseño sino el *know how* alcanzado.

Este trabajo puede ser utilizado como insumo para el desarrollo de trabajos futuros en esta línea de energías limpias y aplicación a la movilidad amigable con el medio ambiente. En este caso pueden desarrollarse trabajos relacionados con la utilización de otras fuentes de energía combinadas con la energía solar fotovoltaica, tales como la energía

eólica, por ejemplo. De igual forma, también pudiera explorarse a nivel de investigación, otras técnicas de optimización en los sistemas fotovoltaicos tales como MPPT que es la más común en los inversores comerciales.

El enfoque de diseño del sistema solar fotovoltaico fue hacia la carga de vehículos eléctricos, sin embargo, esto puede extenderse a cualquier carga, por tanto, este trabajo puede utilizarse como base para el diseño de un sistema fotovoltaico aislado y/o híbrido para cualquier tipo de carga, residencial, comercial, etc. siguiendo los pasos de diseño acá implementados.

Bibliografía

Abella, M. A. (2005). Sistemas fotovoltaicos. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.

ANDI. (11 de MARZO de 2020.). INFORME DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS A FEBRERO 2020. INFORME ANDI, 4.

<http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20Carros%20Electricos%202020.pdf>

Arce Millán, David Mauricio E. H. (2019). Diseño de estaciones de carga para vehículos eléctricos alimentada por energía fotovoltaica enfocada bajo la línea de desarrollo sostenible para los parqueaderos del conjunto residencial parques de san Joaquín en Bogotá – Colombia. Bogota.

Clairand, Jean-Michel, et al. "A remote control of electric vehicle aggregator for managing the charging power." 2018 IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exhibition-Latin America (T&D-LA). IEEE, 2018.

Dávila Sacoto, M. A. (2020). Estudio de técnicas invasivas y no invasivas para evaluar el deterioro de paneles solares fotovoltaicos.

De Aragón, E. (2018, 27 de Julio). Modos y Tipos de carga de un vehículo eléctrico.
<https://movilidadelectrica.com/modos-y-tipos-de-carga-de-un-vehiculo-electrico/#:~:text=Modo%20operativo%20de%20carga%203,en%20la%20entrada%20del%20mismo.>

De Guevara, J. A. L. (2018). Diseño y Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada. Universidad Politécnica de Madrid.

Electromaps. (11 de SEPTIEMBRE de 2021). <https://www.electromaps.com/>.

<https://www.electromaps.com/>:

<https://www.electromaps.com/mapa?qsearch=colombia>

Energía y sociedad. (S.f). "La eficiencia energética del vehículo eléctrico".

<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>

EPM. (2015). "INSTALACIÓN DE ESTACIONES DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS".

Guan, Z., & Tian, F. (2020, November). Design and Implementation of Energy Storage Photovoltaic Grid-Connected Power Generation System. In 2020 IEEE 3rd International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering (AUTEEE) (pp. 61-66). IEEE.

Mamani Apaza, J. C. (2018). Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía energética del vehículo eléctrico de EPIME UNA Puno.

Marín, P. F., & Úbeda, J. R. (2020). Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras. Economía industrial, (411), 11-20.

Minergia, & UPME. (2019). "Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT".

Paipa, E. A. L., Serrano, M. A. L., & Mora, S. B. S. (2018). Controlador de carga PWM eficiente y de bajo costo para sistemas fotovoltaicos autónomos. Respuestas, 23(S1), 6-13.

- Prajapati, S., & Fernandez, E. (2019, August). Rooftop solar PV system for commercial office buildings for EV charging load. In 2019 IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Application (ICSIMA) (pp. 1-5). IEEE.
- Rengifo Trejo, L. A. (2019). Diseño de un sistema de energía limpia y autosustentable mediante la implementación de paneles fotovoltaicos y banco de baterías para la recarga energética en vehículos eléctricos (Doctoral dissertation, GUAYAQUIL/UIDE/2019).
- Salamanca-Ávila, S. (2017). Proposta de design para um sistema de energia solar fotovoltaica. Caso de aplicação na cidade de Bogotá. Revista científica, (30), 263-277.
- Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliarios. (2020). DIRECCIÓN TÉCNICA DE GESTIÓN DE ENERGÍA.
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Boletines/2020/Jul/boletin_tarifario_energia_i_trim-2020_10072020.pdf
- Torres, Y. S., Sera, A. S., Ramos, P. R., & Macia, Y. M. (2021). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico autónomo para recargar vehículos eléctricos. Revista de Ingeniería Mecánica, 11.
- The Wallbox Store (2021, 18 de octubre) Tipos de conectores de vehículos eléctricos.
<http://wallbox.eu/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>
- Zambrano Calozuma, O. G. (2018). Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos en la provincia del Guayas, usando energía renovable a partir del

dispositivo power max nivel 2 de bosch (Bachelor's thesis,
GUAYAQUIL/UIDE/2018).

Anexos

ANEXO 1. Datos Técnicos Baterías OPzS

Network Power > Classic Solar > Classic OPzS Solar > Datos técnicos



Classic OPzS Solar

Datos técnicos

Datos y características técnicas

Tipo	Número de componente	Tensión nominal	Capacidad nominal C ₁₂₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah	Longitud (l)	Anchura (b/w)	Altura* (h)	Longitud instalada	Peso con ácido incluido	Peso del ácido**	Resistencia interna	Corriente cortocircuito	Terminal	Núm. de polos
		V		max. mm	max. mm	max. mm	max. mm	Kg (aprox.)	Kg (aprox.)	mOhm	A		
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FA	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F-M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FA	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F-M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WC0FA	2	305	105	208	395	115	16.6	4.60	0.83	2450	F-M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WC0FA	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F-M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FA	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FA	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FA	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F-M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WC0FA	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F-M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WC0FA	2	985	147	208	686	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WC0FA	2	1080	147	208	686	157	47.2	12.8	0.43	4800	F-M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FA	2	1320	212	193	686	222	59.9	17.1	0.30	6800	F-M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FA	2	1410	212	193	686	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FA	2	1650	212	235	686	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	686	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F-M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F-M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F-M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WC0FA	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F-M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WC0FA	2	3850	215	490	812	225	184	60.0	0.12	17000	F-M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	812	225	191	58.0	0.11	17800	F-M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	18600	F-M8	4
6V 4 OPzS 200	NVSL060280WC0FB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.68	2283	F-M8	1
6V 5 OPzS 250	NVSL060350WC0FB	6	364	380	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2800	F-M8	1
6V 6 OPzS 300	NVSL060420WC0FB	6	417	380	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F-M8	1
12V 1 OPzS 50	NVSL120070WC0FB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	18.1	688	F-M8	1
12V 2 OPzS 100	NVSL120140WC0FB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.26	1314	F-M8	1
12V 3 OPzS 150	NVSL120210WC0FB	12	210	380	206	347	392	64.0	19.0	6.46	1884	F-M8	1

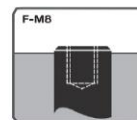
Tipo	C ₂ 1.75 Vpc	C ₅ 1.80 Vpc	C ₁₀ 1.80 Vpc	C ₂₀ 1.80 Vpc	C ₅₀ 1.80 Vpc	C ₁₀₀ 1.80 Vpc	C ₂₀₀ 1.85 Vpc	C ₃₀₀ 1.85 Vpc	C ₄₀₀ 1.85 Vpc
OPzS Solar 190	122	132	134	145	165	175	185	190	200
OPzS Solar 245	159	173	176	190	215	230	240	245	260
OPzS Solar 305	203	220	224	240	270	285	300	305	320
OPzS Solar 380	250	273	277	300	330	350	370	380	400
OPzS Solar 450	296	325	330	355	395	420	440	450	470
OPzS Solar 550	353	391	398	430	480	515	540	550	580
OPzS Solar 660	422	469	477	515	575	615	645	660	695
OPzS Solar 765	492	546	555	600	670	710	750	765	805
OPzS Solar 985	606	700	710	770	860	920	970	985	1035
OPzS Solar 1080	669	773	784	845	940	1000	1055	1080	1100
OPzS Solar 1320	820	937	950	1030	1150	1230	1295	1320	1385
OPzS Solar 1410	888	1009	1024	1105	1225	1305	1380	1410	1440
OPzS Solar 1650	1024	1174	1190	1290	1440	1540	1620	1650	1730
OPzS Solar 1990	1218	1411	1430	1550	1730	1850	1950	1990	2090
OPzS Solar 2350	1573	1751	1770	1910	2090	2200	2300	2350	2470
OPzS Solar 2500	1667	1854	1875	2015	2215	2335	2445	2500	2600
OPzS Solar 3100	2080	2318	2343	2520	2755	2910	3040	3100	3250
OPzS Solar 3350	2268	2524	2550	2740	2985	3135	3280	3350	3520
OPzS Solar 3850	2592	2884	2915	3135	3430	3615	3765	3850	4040
OPzS Solar 4100	2775	3090	3125	3355	3650	3840	4000	4100	4300
OPzS Solar 4600	3099	3451	3490	3765	4100	4300	4500	4600	4850
6V 4 OPzS 200	203	206	229	250	296	304	287	294	338
6V 5 OPzS 250	245	257	284	311	374	383	355	364	424
6V 6 OPzS 300	284	309	322	354	420	432	408	417	482
12V 1 OPzS 50	55.0	51.5	63.7	69.4	78.4	79.8	81.0	82.7	92.9
12V 2 OPzS 100	95.4	103	108	118	141	145	136	139	162
12V 3 OPzS 150	131	154	162	177	206	217	203	210	234

Capacidades en Ah (C₂₀-C₂₄₀ a 25°C)

* Incluye conector instalado. La altura mencionada puede variar dependiendo de las aperturas utilizadas

** Densidad del ácido d₄₀ = 1.24 kg/l

Terminal y par de apriete



12 Nm para monoblocs;
20 Nm para elementos

Los datos también son válidos para el modelo de carga en seco.

Habrà que cambiar la «W» (Wet) por «D» (Dry) en el número de componente. Ej:

> Relleno y cargado: NVSL120070 W C0FB

> Cargado en seco: NVSL120070 D C0FB

ANEXO 2. Datos Técnicos Paneles Solares

ATLAS PRO por Eco Green Energy

ECE-520/540W-108M(M12)

INFORMACIÓN ELÉCTRICA EN STC*

Potencia máxima (Pmax)	520 W	525 W	530 W	535 W	540 W
Tolerancia de potencia	0~+5W	0~+5W	0~+5W	0~+5W	0~+5W
Eficiencia del módulo	20.36 %	20.56 %	20.75 %	20.95 %	21.14 %
Máxima capacidad de voltaje (Vmp)	30.71 V	30.85 V	30.98 V	31.10 V	31.23 V
Máxima capacidad de corriente (Imp)	16.93 A	17.02 A	17.11 A	17.20 A	17.29 A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	37.10 V	37.22 V	37.34 V	37.46 V	37.58 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	17.85 A	17.94 A	18.03 A	18.12 A	18.21 A

*Condiciones Estándar de Medida: Radiación: 1000 W/m² · Temperatura de las celdas: 25°C · AM: 1.5

INFORMACIÓN ELÉCTRICA EN NOCT*

Potencia máxima de salida (Pmax)	387.73 W	391.45 W	395.18 W	398.91 W	402.64 W
Capacidad máxima de voltaje (Vmp)	28.79 V	28.92 V	29.04 V	29.16 V	29.28 V
Capacidad máxima de corriente (Imp)	13.45 A	13.52 A	13.59 A	13.66 A	13.73 A
Voltaje de Circuito Abierto (Voc)	34.41 V	34.52 V	34.63 V	34.74 V	34.85 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14.51 A	14.58 A	14.66 A	14.73 A	14.80 A

*Temperatura Nominal de Operación de la Celda: Irradiación: 800W/m² · Temperatura ambiente: 20°C · AM: 1.5 · Velocidad del viento: 1m/s

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tipo de celdas	Monocristalino (210x105 mm)
Número de celdas	108
Dimensiones	1960x1303x35mm (1.5mm Cell Gap)
Peso	28 kg
Vidrio	3.2 mm vidrio templado, Alta transmisión (> 94%), Recubrimiento antirreflejos
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones	Clasificación IP68 (3 diodos de paso)
Cable	4.0mm² ; 300mm(+)/400mm(-); La longitud se puede personalizar
Conector	Compatible con MC4 o MC4
Máxima carga frontal (ejem. nieve)	5400 Pa
Máxima carga posterior (ejem. viento)	2400 Pa

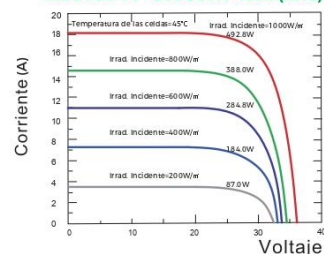
CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA RANGO MÁXIMO

NOCT	45°C ±2 °C	Rango de temperatura de operación	-40 °C ~ +85 °C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.35%/°C	Máximo voltaje del sistema	1500 DC (IEC)
Coefficiente de temperatura de Voc	-0.28%/°C		1500 DC (UL)
Coefficiente de temperatura de Isc	+0.048%/°C	Rango máximo de capacidad del fusible	30 A

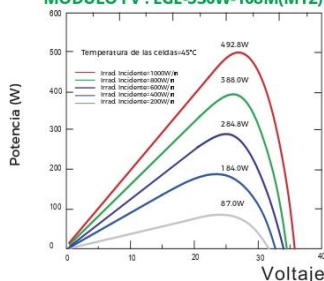
EMBALAJE (1960x1303x35mm)

Tipo	Peso	Peso
Paleta	31 pzas	910 kg
Contenedor 40HQ	558 pzas	16.38 t

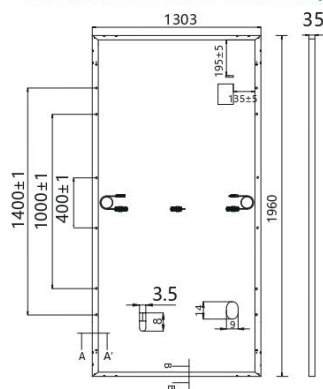
MÓDULO FV : EGE-530W-108M(M12)



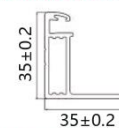
MÓDULO FV : EGE-530W-108M(M12)



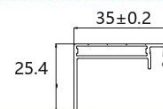
Dimensión del módulo fotovoltaico (mm)



Sección transversal del marco A-A



Sección transversal del marco B-B



ANEXO 3. Datos Técnicos Inversor

Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general On/Off remoto	2x	2x	2x	2x	2x
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emissiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita		3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1			
2) Claves de protección:		4) A 25 °C de temperatura ambiente			
a) cortocircuito de salida		5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible			
b) sobrecarga		6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como			
c) tensión de la batería demasiado alta		función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador			
d) tensión de la batería demasiado baja		Capacidad nominal CA 230 V/4 A			
h) temperatura demasiado alta		Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC			
f) 230 VCA en la salida del inversor					
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Mochila VE.Bus Smart

Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX y otros dispositivos

Monitorrear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))

Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integração NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.

Controlador de carga SmartSolar			
	150/45	150/60	150/70
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)		
Corriente de carga nominal	45 A	60 A	70 A
Potencia FV nominal, 12 V 1a,b)	650 W	860 W	1000 W
Potencia FV nominal, 24 V 1a,b)	1300 W	1720 W	2000 W
Potencia FV nominal, 36 V 1a,b)	1950 W	2580 W	3000 W
Potencia FV nominal, 48 V 1a,b)	2600 W	3440 W	4000 W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50 A (máx. 30 A por conector MC4)		
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo		
Eficacia máxima	98 %		
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V		
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)		
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2 V / 32,4 V / 48,6 V / 64,8 V (regulable)		
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario		
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C		
Protección	Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión		
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)		
Humedad	95 %, sin condensación		
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)		
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados		
Grado de contaminación	PD3		
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth		
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)		
Relé programable	DPST	Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A	Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC
Funcionamiento en paralelo	Sí: se pueden sincronizar hasta 10 unidades con Bluetooth.		
CARCASA			
Color	Azul (RAL 5012)		
Terminales FV 3)	35 mm² / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)		
Bornes de la batería	35mm² / AWG2		
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)		
Peso	3 kg		
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm		
NORMAS			
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5 V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V. 2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares Corriente máximo por conector MC4: 30 A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)			

ANEXO 4. Datos Técnicos WallBox

POLICHARGER PRO-T23F

La gama Policharger PRO, tiene como principal característica, la ventaja de poder albergar en su interior las protecciones que de otra manera habría que incorporar en un cuadro aparte.

Los Policharger PRO mantienen todas las características de las gamas anteriores, como regulación de la potencia de carga de amperio en amperio, regulación dinámica de potencia de carga, temporización de hora de inicio y parada de carga, etc. Todo ello en un robusto equipo con IP65 e IK10 que permite añadir también una base schuco auxiliar, llave de bloqueo, contador MID, etc.

Dispone en su interior de un amplio espacio que permite albergar las protecciones, pudiendo adquirirse sin protecciones, o elegir las protecciones que irán ya montadas.

Especificaciones generales

Modelo	Policharger PRO-T23F
Tipo de conector	Tipo 2 (IEC 62196)
Dimensiones exteriores	324x289x145 mm (sin cable)
Modo de carga	Modo 3
Longitud del cable	5 m
Peso total	7 kg
Temperatura de funcionamiento	De -20 °C a 40 °C
Grado de protección	IP65 / IK10
Sección de manguera	5 X 6 mm ²
Directivas de referencia	2014/35/EU, IEC61851-1, IEC61851-22, IEC62196-1
Marcado	CE

Especificaciones eléctricas

Potencia máxima	22 kW (3P)
Corriente máxima	32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Voltaje de entrada	400 V AC \pm 10 %, 3P+N+PE
Corriente de carga	configurable de 6 A a 32 A
Consumo en stand-by	< 3 W

