

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS.**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN**  
**FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA**  
**ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO**  
**DE EPIME UNA PUNO.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JUAN CARLOS MAMANI APAZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PUNO, PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN  
 FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA  
 ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO  
 DE EPIME UNA PUNO”**

PRESENTADA POR:  
**Bach. JUAN CARLOS MAMANI APAZA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.**

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20-07-2018

**APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:**

PRESIDENTE

.....  
 DR. NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN.

PRIMER MIEMBRO

.....  
 M. SC. ALEJANDRO MATEO SALINAS MENA.

SEGUNDO MIEMBRO

.....  
 ING. OMAR LUIS NEIRA CUTIPA.

DIRECTOR

.....  
 M. SC. JOSÉ MANUEL RAMOS CUTIPA.

Área: INGENIERÍA MECÁNICA  
 Tema: ENERGÍAS RENOVABLES



## DEDICATORIA

*A mi padre Andrés Mamani Chirapo Que desde el cielo es ejemplo de vida para que uno con sacrificio, empeño y perseverancia consiga los objetivos trazados. Su energía me impulsa para lograr lo que sueño.*

*A mi madre Cirila Apaza por enseñarme la humildad para solucionar los problemas que se nos presenta en el camino de nuestra profesión.*

*A mis hermanos Elsa, Edgar, Rodolfo, Salvador, José Nehemías quienes han vivido, sufrido, llorado, reído y celebrado mis fracasos y mis triunfos.*

## AGRADECIMIENTOS

*A la UNA - PUNO, a la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica y a nuestros docentes Norman Beltrán Castañón, Alejandro Salinas Mena, Omar Luis Neira Cutipa. Por habernos brindado sus conocimientos desde el inicio hasta el término de nuestra preparación profesional para ejercer nuestra profesión con éxito.*

*A mi director de tesis: José Manuel Ramos Cutipa por su apoyo y orientación desinteresada en el desarrollo de trabajo de investigación, para poder obtener el título profesional de Ingeniero; su compartir académico ha enriquecido mi escaso conocimiento.*

*A mis amig@s y a todas aquellas personas que en forma directa e indirecta han hecho posible que podamos lograr nuestro propósito al brindarnos su apoyo.*

***Atte. Juan Carlos Mamani Apaza***

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	
<b>INDICE DE TABLAS</b>	
<b>INDICE DE ACRONIMOS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4.1 Justificación técnica.....	15
1.4.2 Justificación económica.....	16
1.4.3 Justificación académica.....	16
1.5 HIPÓTESIS.....	16
1.5.1 Hipótesis general.....	16
1.5.2 Hipótesis específicas.....	16
1.6 OBJETIVO.....	17
1.6.1 Objetivo general.....	17
1.6.2 Objetivos específicos.....	17
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	18
2.2 Sustento teórico.....	23
2.3. Autonomía y la eficiencia energética del vehículo eléctrico.....	25
2.4 Vehículos eléctricos y su normatividad en el Perú.....	27
2.5. Tipos de vehículos eléctricos.....	30
2.5.1. Vehículo eléctrico.....	31
2.5.2. Vehículo eléctrico solar.....	33
2.5.3. Vehículo híbrido.....	34
2.6. Funcionamiento del vehículo eléctrico.....	35
2.7. Energía solar.....	38
2.7.1. Irradiación solar.....	38
2.7.2. Radiación solar.....	39
2.7.3. Horas pico solar (PSH).....	39
2.7.4. Insolación solar.....	40
2.7.5. Orientación solar.....	40
2.7.6. Angulo de inclinación.....	41
2.7.7. Energía solar incidente.....	41
2.8. Sistema de alimentación fotovoltaica.....	42
2.8.1. Las células solares.....	43
2.8.3. Funcionamiento de las celdas solares.....	45
2.8.4. Eficiencia de paneles solares.....	47
2.8.5. Eficiencia máxima y pérdidas de las celdas solares.....	47
2.8.6. Paneles solares.....	48
2.8.8. Bancos de baterías.....	53
2.8.9. Conexiones de bancos de baterías.....	57
2.8.10. Características fundamentales de las baterías.....	59

2.8.11. Tipos de recarga de baterías.	60
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>61</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>61</b>
3.1. Procedimiento metodológico.....	61
3.2. Diseño de investigación. ....	62
3.3. Ubicación geográfica de Puno.....	62
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	63
3.5. Procedimiento y análisis de datos.....	64
3.6. Operacionalización de variables.....	65
3.7. Metodología de diseño del sistema de alimentación fotovoltaico aplicado a EV .....	66
3.7.1. Estimación de consumo.....	67
3.7.2. Tabla de irradiación diaria media anual de la región de Puno - Perú.	67
3.7.3. Diseño del modulo fotovoltaico.	68
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>74</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ....</b>	<b>74</b>
4.1. Propuesta en la selección de los sistemas de alimentación fotovoltaica.....	74
4.1.1. Selección de paneles solares.	74
4.1.2 Dimensionamiento de los módulos solares.	75
4.1.3. Diseño del sistema de acumulacion.	77
4.1.4. Diseño del controlador de carga solar.	78
4.1.5. Resultados del diseño, seleccion y adecuacion.	79
4.2. Informe económico .....	82
<b>CONCLUSIONES V .....</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES VI.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS VII .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
ANEXO N ° 1 Energía solar Puno.....	89
ANEXO N° 2 Irradiación solar en el Perú .....	90
ANEXO N° 3 Irradiación solar en el departamento de Puno .....	90
ANEXO N° 4 Radiación solar de Altas Solar. ....	91
ANEXO N° 5 Modulo policristalino solar. ....	92
ANEXO N° 6 Celda amorfa. slp120-24V. ....	93
ANEXO N° 7 Motor eléctrico .....	94
ANEXO N° 8 Bateria drecargable de ion de Litio 12V 250 AH.....	96
ANEXO N° 9 Controlador de carga blue solar MPPT 100/30A.....	97
ANEXO N° 10 Planos del vehículo eléctrico. ....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Primer Vehículo eléctrico Tomas Alva Edison. ....	24
Figura N° 2.2 Análisis de la eficiencia en el “Tanque-ruedas” (ICE, HEV).....	26
Figura N° 2.3 Comparación de precio de energía por kilometro (VE - ICEV). ....	30
Figura N° 2.4 Vehículo eléctrico .....	31
Figura N° 2.5 Componentes principales del vehículo eléctrico.....	32
Figura N° 2.6 Vehículo eléctrico solar propulsado mediante energía fotovoltaica. ....	33
Figura N° 2.7 Tipología de vehículos eléctricos. ....	34
Figura N° 2.8 Vehículo hibrido .....	35
Figura N° 2.9 Estructura del vehículo eléctrico. ....	37
Figura N° 2.10 Diagrama de un sistema de alimentación fotovoltaica. ....	42
Figura N° 2.11 Estructura de la célula solar. ....	43
Figura N° 2.12 Celda solar monocristalina.....	44
Figura N° 2.13 Celda solar policristalina.....	44
Figura N° 2.14 Celda solar amorfa. ....	45
Figura N° 2.15 Funcionamiento de la celda solar. ....	46
Figura N° 2.16 Eficiencia máxima de las celdas solares.....	47
Figura N° 2.17 Paneles Solares.....	48
Figura N° 2.18 Curva característica de los paneles fotovoltaicos (curva I-V) .....	49
Figura N° 2.19 Efecto de la intensidad de la iluminacion irradiancia sobre curva (I-V) .	50
Figura N° 2.20 Efecto de la irradiación sobre la característica (I-V) de un panel fotovoltaico manteniendo la temperatura constante. ....	50
Figura N° 2.21 Regulador de carga solar.....	51
Figura N° 2.22 Batería de plomo acido. ....	53
Figura N° 2.23 Batería de grafeno. ....	54
Figura N° 2.24 Batería de iones de litio. ....	55
Figura N° 2.25 Baterías Solares.....	56
Figura N° 2.26 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Serie. ....	57
Figura N° 2.27 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Paralelo. ....	58
Figura N° 2.28 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Serie-Paralelo o Mixto. ....	58
Figura N° 3.1 Irradiación solar en la región de Puno. ....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1 Radiación del sol. ....	39
Tabla N° 2.2 características fundamentales de las baterías. ....	59
Tabla N° 3.1 Operacionalización de la variable dependiente. ....	65
Tabla N° 3.2 Operacionalización de la variable independiente. ....	65
Tabla N° 4.1 Irradiación solar en la Región de Puno. ....	76
Tabla N° 4.2 Costo de implementación del vehículo eléctrico (sistema fotovoltaico) ..	83

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ASTM	: American Society for Testing and Materials.
ASME	: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
BEV	: Vehículo eléctrico puro.
DC-AC	: Corriente directa a corriente alterna.
DC-DC	: Corriente directa a corriente directa.
DERS	: Recursos energéticos distribuidos.
DG	: Generación distribuida.
EVs	: Vehículos eléctricos.
G	: Irradiancia solar.
ICEVS	: Vehículos convencionales de motor de combustión interna.
ISC	: Corriente a corto circuito.
IEEE	: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
ICE	: Vehículo convencional de gasolina.
HEV	: Vehículo eléctrico híbrido.
PHEV	: Plug-in hybrid electric vehicle.
KWH	: Kilo watt hora.
LI – Ion	: Iones de litio.
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas.
MEM	: Ministerio de Energía y Minas.
MIT	: Massachusetts Institute of Technology.
MPP	: Punto máximo de potencia.
MPPT	: Seguidor del máximo punto de potencia.
NI-CD	: Níquel – cadmio.
NI-MH	: Níquel – hidruro metálico.
NOCT	: Temperatura de operación nominal de la célula.
PSH	: Horas pico solar.
PV	: Fotovoltaico.
PWM	: Modulación por ancho de pulso.
PHEV	: Plug-in hybrid electric vehicle.
MPPT	: Seguidor máximo de potencia.
SOC	: Estado de carga.
VOC	: Voltaje a circuito abierto.

## RESUMEN

La presente investigación del, “Diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO”. El objetivo principal es diseñar y seleccionar un sistema eficiente fotovoltaico para aumentar la autonomía energética de un vehículo eléctrico. La metodología utilizada para el presente trabajo está basada en el método descriptivo-analítico y el tipo de diseño fue el no experimental, el cual permite hacer múltiples análisis a partir de la observación de la radiación solar, para luego pasar a la descripción e identificación de las partes que conforman un sistema de alimentación fotovoltaico, posteriormente plasmar en su totalidad al vehículo eléctrico. Para la cual se utilizó un vehículo marca Volkswagen año 1976 modelo escarabajo modificada con un peso aproximado de 500 Kg. Los resultados de la investigación, fue de cargar un banco de baterías por medio de un sistema solar fotovoltaico, que requiere un día con una radiación de 10 horas de sol pico estándar para que el vehículo se pueda movilizar satisfactoriamente durante dos horas, para incrementar la autonomía energética en un 5,0 %. Se concluye que es factible en cuanto al Diseño y Selección de los parámetros característicos técnicos de los sistemas de alimentación fotovoltaica y el Aumento de la autonomía energética del vehículo eléctrico.

**Palabras Clave:** Autonomía energética, vehículo eléctrico, sistemas fotovoltaicos, diseño, selección.

## ABSTRACT

The present investigation of the "Design of the photovoltaic power systems to improve the electrical energy of the electric vehicle of the EPIME UNA PUNO". The main objective is to design and select an efficient system. The method is not in the experimental method, but also in the descriptive, analytical method and the type of design. The parts that make up a photovoltaic power system, then fully reflect the electric vehicle. Volkswagen year 1976 modified beetle model with an approximate weight of 500 Kg. The results of the research, charging a battery bank by means of a solar photovoltaic system, which requires a day with a radiation of 10 hours of standard peak sun so that the vehicle can be successfully mobilized for two hours, to increase the energy autonomy by 5.0%. It is concluded that it is feasible in terms of the design and selection of the technical technical parameters of the photovoltaic power systems and the increase in electric power of the electric vehicle.

**Keywords:** Energy autonomy, electric vehicle, photovoltaic system, designed, selection.

## CAPITULO I.

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

La Energía Solar ha sido aprovechada desde la antigüedad por el ser humano y en la actualidad la radiación solar se puede aprovechar en la electro-movilidad de los vehículos eléctricos por medio de los sistemas fotovoltaicos que recargará el banco de baterías para luego ser utilizada, y así aumentar la autonomía energética del vehículo eléctrico.

En la actualidad el uso de la Energía Solar, ha tenido un crecimiento muy grande a nivel mundial y en el Perú. El futuro desarrollo del transporte estará determinado por la necesidad de un uso eficiente de los recursos no renovables, por lo que el vehículo eléctrico solar se presenta como una alternativa de utilización en el transporte de personas y carga, ya que tendrá más ventajas que un motor de combustión interna utilizando la tecnologías en sistemas fotovoltaicos estos aplicados a un vehículo eléctrico actualmente disponible en nuestro País y así contribuir a la conservación de los recursos naturales no renovables y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) que contaminen el medio ambiente.

Este proyecto de investigación es el punto de partida para el desarrollo total del sistema de Alimentación Fotovoltaica para ser implementado en un vehículo eléctrico, el cual tendrá continuidad en los trabajos de investigación posgrado maestría y doctorado, tendrá el apoyo no sólo de Ingeniería Mecánica Eléctrica, sino también de Ingeniería Mecatrónica, Electrónica, Energías Renovables y otras carreras afines lo que hace que se trate de un proyecto de investigación íntegro y completo a largo plazo.

El presente Proyecto de Investigación Comprende:

En el **capítulo I**, la fase lógica que contiene: La introducción, el Planteamiento y formulación del problema, problema general y específico, justificación, objetivos generales y específicos e hipótesis.

En el **capítulo II**, Se elaboró los antecedentes y el sustento teórico de la investigación.

En el **capítulo III**, Se desarrolló la metodología de la investigación, que contiene: el procedimiento metodológico; tipo y diseño de la investigación; metodología de diseño y selección de los sistemas de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico.

En el **capítulo IV, V, VI, VII** Se desarrolló el análisis e interpretación de los resultados, conclusiones, recomendaciones y referencias encontradas en el diseño y selección de los sistemas de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico.

Al final se presentaron los anexos que se utilizaron en el diseño y selección de los sistemas de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el transporte de personas y de carga se ha vuelto un tema muy importante en las ciudades desarrolladas a medida que estas crecen o aumentan su densidad poblacional. Actualmente, los vehículos eléctricos son una buena alternativa para disponer de una movilidad limpia en una ciudad contaminada como Puno y otras ciudades. Los vehículos eléctricos están ganando más popularidad (especialmente en países desarrollados), esto es en gran parte por la necesidad que tenemos todos de contar en el futuro de un medio ambiente sin contaminación.

Con el uso de paneles solares implementados a un vehículo eléctrico, se pretende contribuir con el aumento de la autonomía del vehículo eléctrico debido a que gracias a los paneles solares ayudaran a recargar las baterías del vehículo eléctrico. Esta disminución de la contaminación es importante en el contexto del problema del calentamiento global que enfrenta el planeta. Asimismo, la utilización de transporte limpio contribuye a un mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad. Con estas ideas presentes este trabajo de investigación busca contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas para el transporte al utilizar energía eléctrica solar.

Los vehículos eléctricos no han logrado entrar en el mercado Automotriz Peruano debido al alto costo de adquisición y la baja autonomía que presentan. El funcionamiento de los motores eléctricos es de lejos superior a los de combustión interna. Sin embargo, la tecnología en baterías no ha logrado superar la facilidad de abastecimiento de los combustibles fósiles. Una de las alternativas para aumentar la autonomía de los vehículos eléctricos es la utilización de la energía solar con la implementación de paneles solares.

Con el diseño y selección del módulo fotovoltaico del vehículo, se pretende contribuir con el aumento de la autonomía del vehículo eléctrico debido a que gracias a los paneles solares ayudaran a recargar las baterías del vehículo eléctrico. Esta disminución de la contaminación es importante en el contexto del problema del calentamiento global que enfrenta el planeta. Asimismo, la utilización de transporte limpio contribuye a un mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad. Con estas ideas presentes este trabajo de investigación busca contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas para el transporte al utilizar energía eléctrica solar.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿En qué medida influye el diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para el aumento de la autonomía energética a través del módulo fotovoltaico a un vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO?

#### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- ¿En qué grado el diseño y selección de los parámetros característicos técnicos influyen en los sistemas de alimentación fotovoltaica de un vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO?
- ¿En qué grado los sistemas de alimentación fotovoltaica permiten determinar el incremento en la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO?

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Los sistemas basados en energías sostenibles, limpias y de emisión cero como alternativas de movilidad sustentable aplicadas al transporte urbano en la ciudad de Puno hoy son una necesidad y justifican el objetivo de disponer de un vehículo eléctrico solar.

#### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.**

El presente estudio tiene repercusión práctica sobre la actividad tecnológica y experimental aportando información importante sobre la técnica de diseño y selección del módulo fotovoltaico a implementar a un vehículo eléctrico, los estudiantes y personas ligadas a la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Comprobarán directamente la teoría de los cursos como Energías Alternativas, Laboratorio del Energía Alternativas etc.

### **1.4.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.**

Con el diseño y selección de los paneles solares implementados a un vehículo eléctrico va a permitir el ahorro económico al utilizar la energía proveniente del sol para recargar las baterías mediante el uso de módulos fotovoltaicos a implementar, para así aumentar la autonomía energética del vehículo eléctrico, queda justificado el presente trabajo de investigación.

### **1.4.3 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.**

Considerando la tecnología de los módulos fotovoltaicos a implementar al Vehículo Eléctrico se podrá estudiar y medir los diferentes parámetros para su funcionamiento, Al poner en práctica la teoría aprendida en los cursos teóricos y es una alternativa para desarrollar futuras investigaciones, en temas en energías sostenibles aplicados a vehículos eléctricos, queda justificado el presente trabajo de investigación.

## **1.5 HIPÓTESIS**

### **1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL**

El diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica aumentará la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO.

### **1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Con el diseño y selección de los parámetros característicos técnicos influirá en los sistemas de alimentación fotovoltaica de un vehículo eléctrico de la EPIME-UNA- PUNO.
- Con los sistemas de alimentación fotovoltaica permitirá determinar el aumento en la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO.

## **1.6 OBJETIVO.**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema fotovoltaico para aumentar la autonomía energética de un vehículo eléctrico de la EPIME- UNA-PUNO.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar y Seleccionar los parámetros característicos técnicos de los sistemas de alimentación fotovoltaica de un vehiculó eléctrico de la EPIME-UNA- PUNO.
- Aumentar la autonomía energética de un vehículo eléctrico de la EPIME UNA-PUNO.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

O.Nuñez y Salazar (2014), en su tesis titulada “Diseño y construcción de un sistema eficiente de alimentación solar, mediante acumuladores de energía, para un vehículo eléctrico.” Refiere que la gran mayoría de los vehículos en uso actualmente utilizan energías no renovables como el petróleo. Por lo que se propone diseñar y construir, un sistema eficiente de alimentación solar, mediante acumuladores de energía para movilizar un vehículo eléctrico. El uso de sistemas de dispositivos de estado sólido en este diseño al no tener partes móviles, reducen totalmente el mantenimiento, ruido, emisiones tóxicas, contaminación ambiental y electromagnética, todas estas cualidades hacen atractivos a estos sistemas para aplicarlos en los vehículos eléctricos. La metodología que utilizó para el presente trabajo es el analítico sintético, el cual permite hacer múltiples análisis a partir de la observación de la radiación solar, para luego pasar a la descripción e identificación de las partes que conforman un sistema solar fotovoltaico, posteriormente plasmar en su totalidad el vehículo eléctrico solar. Obteniéndose los resultados para cargar un banco de baterías por medio de dos sistemas de carga independientes, como es el sistema solar que requiere un día con una radiación de cuatro horas de sol pico estándar o cargando con un sistema de corriente alterna (C.A.) para que el vehículo se pueda movilizar satisfactoriamente durante dos horas.

Zuñiga (2014), en su tesis titulada “Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima Metropolitana”. El autor tiene como objetivo definir el tipo de vehículo eléctrico adecuado para los requerimientos de un usuario

privado típico de Lima Metropolitana y determinar las principales características de los sistemas técnicos que debe utilizar el mismo. La tesis consta de tres partes. En la primera parte se realiza una descripción de los tipos de vehículos híbridos y vehículos eléctricos. Se da a conocer los componentes que caracterizan a estos vehículos y se define los componentes principales; rectificador y convertidor AC/DC, sistema de almacenamiento, inversor DC/AC, sistema de propulsión, sistema de transmisión. En la segunda parte de la tesis, se da a conocer los vehículos ligeros más vendidos y en consecuencia, los más utilizados en Lima Metropolitana; Toyota Yaris y Kia Rio. Además, se definen las características del ciclo de conducción en Lima Metropolitana en base a datos levantados. Obteniendo velocidades promedio de  $(15.1 \pm 4.8)$  km/h en horas de la mañana, entre 9:00 am y 11:00 am, realizando recorridos promedio de 3.7 Km en periodos de 15 minutos. Se realizan encuestas a usuarios de vehículos dedicados a gasolina y diésel, determinando un promedio de recorrido diario de 34,8 Km. Se propone que el vehículo eléctrico debe tener una autonomía mínima de 50 km diarios. En la tercera y última parte de la tesis, se definen las características técnicas de los componentes del vehículo eléctrico para uso en Lima Metropolitana. Dicho vehículo eléctrico debe contar con un mínimo de 56 kW de potencia y la capacidad de almacenamiento de las baterías debe ser 20kW-h para cumplir con los requerimientos de los usuarios. Se selecciona un motor eléctrico de 75 kW de potencia y un pack de baterías de iones de litio de 23 kW-h, dicha selección se realiza en base al peso bruto de 1708 kilogramos, de un vehículo ligero. Finalmente, se elabora una comparación de costos del uso de un vehículo eléctrico y un vehículo dedicado a gasolina, para un recorrido anual de 16 500 Km Se determina que el vehículo eléctrico demanda S/ 2360 anuales para recorrer 16 500 Km y el vehículo dedicado a gasolina demanda S/ 9955 anuales para el mismo recorrido.

Gomez, Hernan, Kaul, & L.Isla (2016), en su artículo de investigación titulada “La Incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina” Los vehículos eléctricos son ampliamente considerados por parte del sector del transporte como una tecnología prometedora para la reducción del consumo de energía, de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminación del aire local. Dentro del paradigma actual del transporte sostenible, los vehículos eléctricos se encuentran entre las acciones que incrementan la eficiencia tecnológica de los sistemas de transporte. Las ventas a nivel mundial de los autos eléctricos han incrementado exponencialmente en los últimos cuatro años. Aproximadamente la mitad de estos suministros pertenecen a los Estados Unidos, un cuarto a Europa y un cuarto a Japón, China y el resto del mundo; la contribución de Latinoamérica a este suministro ha sido marginal. Los países desarrollados estimulan las ventas de los vehículos eléctricos como una acción que los ayudará a lograr una mayor independencia energética, descarbonar el transporte y alcanzar los objetivos con relación al cambio climático. Aunque estos son objetivos importantes para los países desarrollados, es poco probable que los grandes esfuerzos fiscales para promover los EVs se mantengan por un largo período de tiempo. Si el incentivo público se reduce progresivamente en el futuro, los EVs tendrían que probar ser superiores a los vehículos convencionales de motor de combustión interna (ICEVs por sus siglas en inglés) y superar las barreras de costo y rango de conducción. Estas consideraciones previas no implican que los países de Latinoamérica no deberían actuar con respecto al posible despliegue de los EVs en la región. Existen diferentes políticas públicas que los países de América Latina pueden implementar para facilitar la introducción de los vehículos eléctricos sin acelerar el paso de la motorización o sin gastar grandes recursos públicos o privados. Estas políticas pueden preparar a Latinoamérica para aprovechar los beneficios ofrecidos por estos automóviles de una manera favorable, especialmente debido a que los

cos- tos de fabricación de los EVs disminuirán en las siguientes décadas. Se concluye con un análisis del costo total de propiedad, el cual compara el costo de consumidores particulares de diferentes tecnologías de vehículos a partir de una perspectiva de ciclo de vida.

A. Zuñiga (2005), en su investigación “Análisis y evaluación del aumento en la autonomía de un vehículo eléctrico utilizando celdas fotovoltaicas y MPPT de alta tecnología” Los vehículos eléctricos no han logrado entrar en el mercado automotriz debido a la baja autonomía que presentan. El funcionamiento de los motores eléctricos es de un desempeño de lejos superior a los de combustión interna. Sin embargo, la tecnología en baterías y celdas de combustión no ha logrado superar la facilidad de abastecimiento de la combustión fósiles ni la autonomía de los vehículos de combustión interna. Una de las alternativas que se manejan para aumentar la autonomía de los vehículos eléctricos es la utilización de la energía solar, por su abundancia y limpieza. Este trabajo analiza y evalúa la factibilidad de utilizar este tipo de tecnología a bordo de un vehículo eléctrico convencional. Para esto se construyeron 6 paneles fotovoltaico que fueron conectados a las baterías a través de un MPPT (Convertor DC- DC inteligente) y montados sobre una estructura de aluminio en la camioneta Sol eléctrica E 10 del laboratorio de tracción. El sistema fue diseñado y construido en dicho laboratorio, ajustándose a los requerimientos eléctricos y mecánicos del vehículo en cuestión. El sistema terminado fue probado en distintas condiciones de operación para lograr analizar y evaluar su comportamiento en diferentes escenarios. El sistema fotovoltaico fue probado durante los meses de noviembre y diciembre de 2004, lo que limitó estimar el funcionamiento del sistema bajo otras condiciones. Para solucionar esto se utilizó un modelo internacionalmente reconocido para modelar celdas fotovoltaicas. Así, y a partir de los datos prácticos fue posible evaluar el desempeño del sistema bajo las más diversas

las más diversas condiciones de irradiación y temperatura. El resultado es un vehículo eléctrico apoyado por un sistema de generación fotovoltaico predecible, amigable con el medio ambiente, que ha permitido aumentar la autonomía del vehículo.

Según García (2015), con tesis denominado “Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos” Cuyo objetivo fue realizar el estado del arte de las tecnologías de desarrollo de vehículos eléctricos, y su impacto en las redes de transmisión y como objetivos específicos se Presenta el estado del arte de las tecnologías usadas en el desarrollo de vehículos eléctricos, Mostrar los trabajos relacionados con el impacto ambiental de los vehículos eléctricos, mostrar el estado del arte del impacto de los vehículos eléctricos en las redes eléctricas El tesista estudió una muestra no probabilística de textos, en bibliotecas páginas web a nivel mundial teniendo más de 50 textos y 100 páginas web. El vehículo eléctrico actualmente es una tecnología capaz de satisfacer las necesidades de la movilidad de gran parte de la población, y aunque se trata de la única tecnología cero emisiones en la propulsión, convivirá varias décadas con otras tecnologías alternativas como el gas licuado de petróleo y el gas natural comprimido entre otras. El vehículo eléctrico ya es una realidad que crece significativamente, pero a un ritmo más lento al de las provisiones realizadas en tiempo anterior. Este crecimiento está ligado de forma general a incentivos fiscales que permiten salvar la diferencia del coste inicial equivalente al de motor de explosión. En función de estos incentivos esta tecnología del vehículo eléctrico, se está desarrollando a diferentes velocidades en los diferentes países del mundo.

## 2.2 SUSTENTO TEÓRICO

La historia de los EVs (vehículos eléctricos) data del siglo XIX. El almacenamiento químico de energía eléctrica y los principios del electromagnetismo, desarrollado a principios de siglo por Volta y Faraday, sentaron las bases científicas necesarias para su concepción. Sin embargo, no fue sino hasta finales del siglo, después de muchas otras innovaciones en electroquímica y mecánica, que se construyeron los primeros EVs los cuales formaron parte de una flota de taxis en ciudades importantes como Londres, Nueva York y Paris. Las flotas de taxis eran candidatos obvios para empezar la aplicación de los EVs porque las compañías de taxi mantenían las baterías en sus garajes comunes y las distancias recorridas diariamente por los autos estaban dentro del rango de la batería.

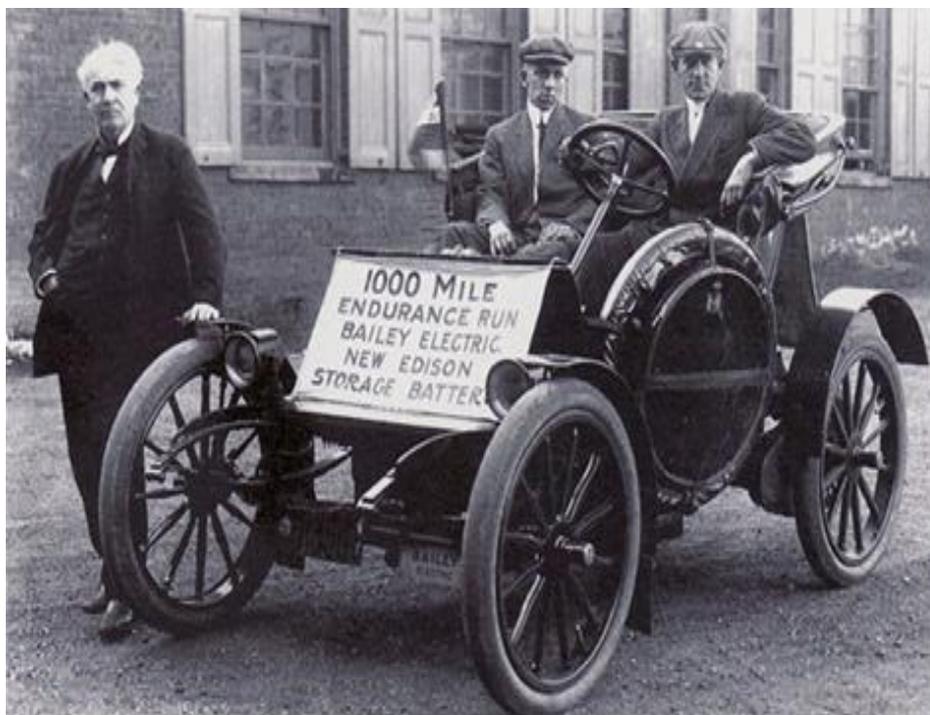
Los vehículos eléctricos se volvieron un jugador importante en el mercado automotriz. Se vendieron más que los vehículos de motor de combustión interna y de vapor en Estados Unidos en 1990, y sus ventas alcanzaron sus mayores cifras en 1912, con aproximadamente 30,000 unidades vendidas. Sin embargo, los vehículos de motor de combustión interna empezaron a dominar el mercado en esa época, sobre todo con el modelo Ford-T. A pesar de la expansión de la electricidad a los hogares, el establecimiento de estaciones de carga públicas por parte de empresas de suministro de electricidad e innovaciones como sistemas de cambio de batería rápida, vehículos de frenado regenerativo híbridos, los EVs perdieron terreno frente a los vehículos de motor de combustión interna por cuestiones de costo, alcance de recorrido, velocidad y tiempo de recarga. Los EVs casi habían desaparecido para finales de 1920. Con la excepción de algunas flotas gubernamentales y comerciales, el interés por los EVs no regresó hasta 1970, debido a la preocupación sobre la contaminación del aire y la crisis del petróleo y de nuevo en 1990, debido al desasosiego sobre el cambio climático y sostenibilidad.

Los primeros vehículos eléctricos enchufables exitosos (vehículos que pueden ser

enchufados para tomar energía de la red), aparecieron a principios de la década actual, con modelos como el Mitsubishi iMiEV y Nissan Leaf. A finales del 2014, las ventas acumuladas globales de los EVs habían excedido los 9 millones de híbridos y 700,000 enchufables y más de 20 modelos de automóviles eléctricos eran ofrecidos en el mercado.

Latinoamérica ha participado marginalmente en el mercado de los vehículos eléctricos y la mayoría de los modelos de EVs aún no están a la venta. Pero existen diferentes iniciativas de ley que están siendo actualmente promovidas a favor de los EVs en lugar de los vehículos de motor de combustión interna. No obstante, el éxito actual a pequeña escala de los EVs no garantiza un éxito a largo plazo, el apoyo del sector público en forma de subsidios y otros beneficios, Es probable que solamente las políticas públicas que favorezcan a los EVs con mayor inversión pública. (Gómez et al., 2016 p. 4-5)

Figura N° 2.1 Primer Vehículo eléctrico Tomas Alva Edison.



*Fuente: <http://www.bing.com/images/search>.*

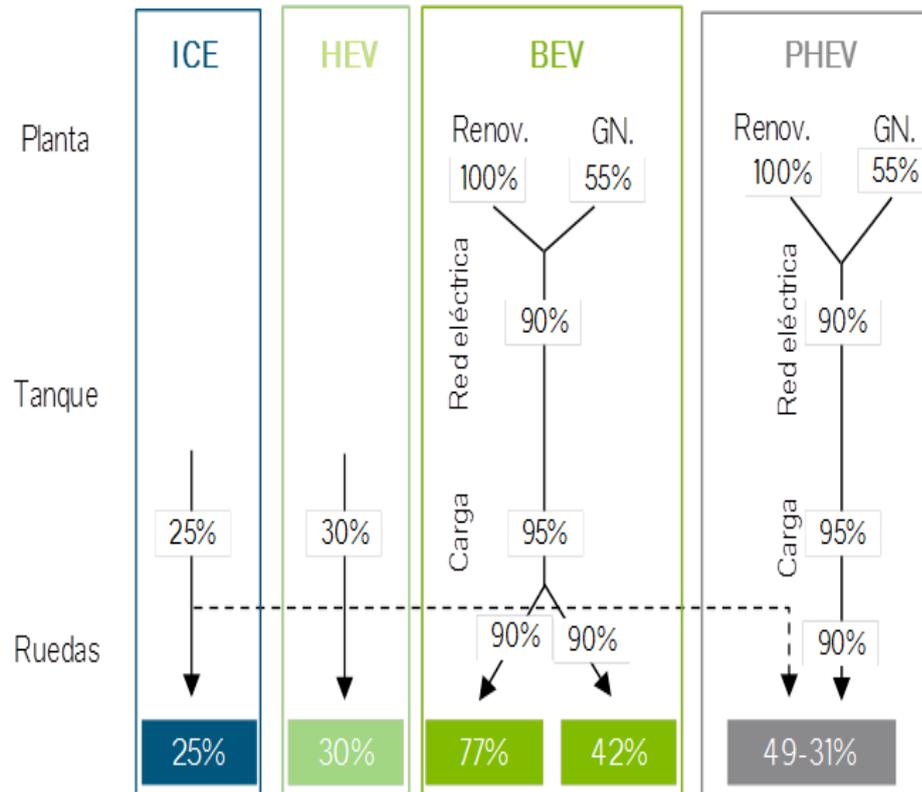
### 2.3. AUTONOMÍA Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.

- **Autonomía energética:** La autonomía en los vehículos eléctricos está limitada por la cantidad de kilómetros; que pueden recorrerse con una recarga total de las baterías. Debido a que el consumo de la energía de la batería o descarga de la batería varía en función de los kilómetros de recorrido y del tiempo que demora en recorrer esa distancia, la autonomía efectiva varía también. Las baterías de más capacidad permitirían una autonomía mayor, pero implicaría un peso mayor del vehículo eléctrico y, por tanto, una capacidad de carga de las baterías menor y unas prestaciones de uso inferiores; por ello, la capacidad de las baterías debe ser materia de estudio de las distintas áreas de la Ingeniería.
- **Eficiencia energética:** En la determinación de la eficiencia de un vehículo eléctrico, influye de manera importante el origen de las fuentes de las que se obtenga la electricidad dentro del parque generador, ya que una central térmica puede tener una eficiencia entre el 35% y 60% y otra con fuentes renovables del 100% (ya que implica la no utilización de energías primarias finitas y con coste). Según los datos que se muestran en la siguiente figura, el vehículo convencional de gasolina (ICE), con motor de combustión interna, tiene una eficiencia global del 25%. Es decir, de la energía del combustible introducido en el vehículo sólo se obtiene en forma de energía mecánica para el movimiento de las ruedas el 25%, desaprovechándose el 75% restante (por rozamientos dentro del motor o en la tracción o los propios factores termodinámicos limitadores del rendimiento en los motores de explosión).

Por su parte, en el vehículo híbrido (HEV), la introducción de un motor eléctrico,

además del convencional, contribuye a la mejora de la eficiencia energética hasta alcanzar niveles del 30%. En el caso del BEV, las estimaciones muestran una eficiencia que alcanza el 77% si la electricidad que carga las baterías del BEV tiene un origen plenamente renovable y un 42% si el mix de generación eléctrica está basado en gas natural. Lógicamente, el PHEV, dado que es una combinación de motor convencional y eléctrico, tendrá una eficiencia mixta entre el 31-49%, según la utilización de los mismos, muy superior a la del vehículo convencional o el híbrido tradicional. Según estas cifras se puede llegar a aprovechar el doble una unidad de energía en un PHEV respecto a un vehículo convencional (Fuente: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>)

Figura N° 2.2 Análisis de la eficiencia en el “Tanque-ruedas” (ICE, HEV)



Fuente: Manitoba Hydro

## 2.4 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y SU NORMATIVIDAD EN EL PERÚ.

Dentro de los antecedentes en el Perú hay autos eléctricos, dos específicamente: uno se llama **Prius C** y es de Toyota, el otro se llama i-MiEV, y pertenece a Mitsubishi. El primero ya se comercializa en el país desde abril del año pasado, y el segundo está en una fase que se podría llamar de prueba, porque su venta en el mercado local aún no es posible (Todo autos, 2017).

- El **Toyota Prius C** es el primer auto de estas características en ingresar al país, aunque estrictamente se trata de un vehículo híbrido, es decir, funciona con un motor de combustión de 1.5 L y 73 hp, y uno eléctrico de 61 hp. Este vehículo se jacta de tener un excelente consumo y un rendimiento envidiable de 133 km por galón. Toyota ofrece este auto con un equipamiento normal a cualquier otro, ya sea en seguridad, comodidad y entretenimiento. Su precio para su única versión en Perú es US\$27,800. Actualmente, la Municipalidad de Miraflores y la empresa Edelnor la tienen en fase de prueba (Todo autos, 2017).
- El **Mitsubishi i-MiEV** sí es un auto cien por ciento eléctrico, dotado de baterías de ión-litio que le proporcionan una autonomía de hasta 150 km. Se trata de un carro que, según Mitsubishi, es altamente eficiente en el uso de la energía, ya que necesita menos de la tercera parte de la energía que consume un auto de gasolina similar para recorrer la misma distancia. Otra ventaja que tiene es su fácil recarga, que se puede hacer incluso en casa y en solo siete horas. En cambio, del Mitsubishi i-MiEV no se conoce el precio, pues su presencia en el país no obedece a su pronta comercialización, sino a su objetivo de demostrar sus cualidades (Todo autos, 2017).

- En resumen, el **Toyota Prius C** es el único auto eléctrico en venta en el Perú, porque la salida al mercado del Mitsubishi i-MiEV será recién en unos cuantos años. De esta forma, que los autos eléctricos circulen a montones en el país parece ser una idea lejana (Todo autos, 2017).

En Perú, el parque automotriz está compuesto por 2.5 millones de autos a nivel nacional, según datos estimados por la Asociación Automotriz. Ello genera a que el 70% de contaminación en el aire sea, principalmente, de estos vehículos de transporte “Todavía no tenemos trabajado el valor del bono para la adquisición de vehículos, pero en otros países se sitúan entre US\$ 3,000 y US\$ 5,000”, mencionó (R. García, 2018).

Según el viceministro de Energía, Raúl García Carpio, están realizando las coordinaciones con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). " Un incentivo para comprar estos autos y debido a su menor contaminación se puede justificar algún tipo de promoción", “Nosotros también queremos avanzar con los autos eléctricos, estamos viendo una serie de cambios normativos que promuevan su uso, contaminan mucho menos y en el Perú la energía eléctrica es abundante”, expresó (R. García, 2018).

Precisó, además, que si bien ya se ha avanzado en el país con el ingreso de vehículos híbridos (movidos a electricidad y gasolina), se requiere mejorar el marco regulatorio para el ingreso de automóviles 100% eléctricos. "Este auto posee una batería de ion litio que, con 8 horas de carga en cualquier tomacorriente convencional, brinda una autonomía de 150 km. Y su velocidad puede llegar hasta los 130 Km por hora", "Estas unidades poseen baterías con una duración de 6 a 8 horas, lo que las convierte en una interesante alternativa para evitar el tráfico de la ciudad", indicó (R. García, 2018).

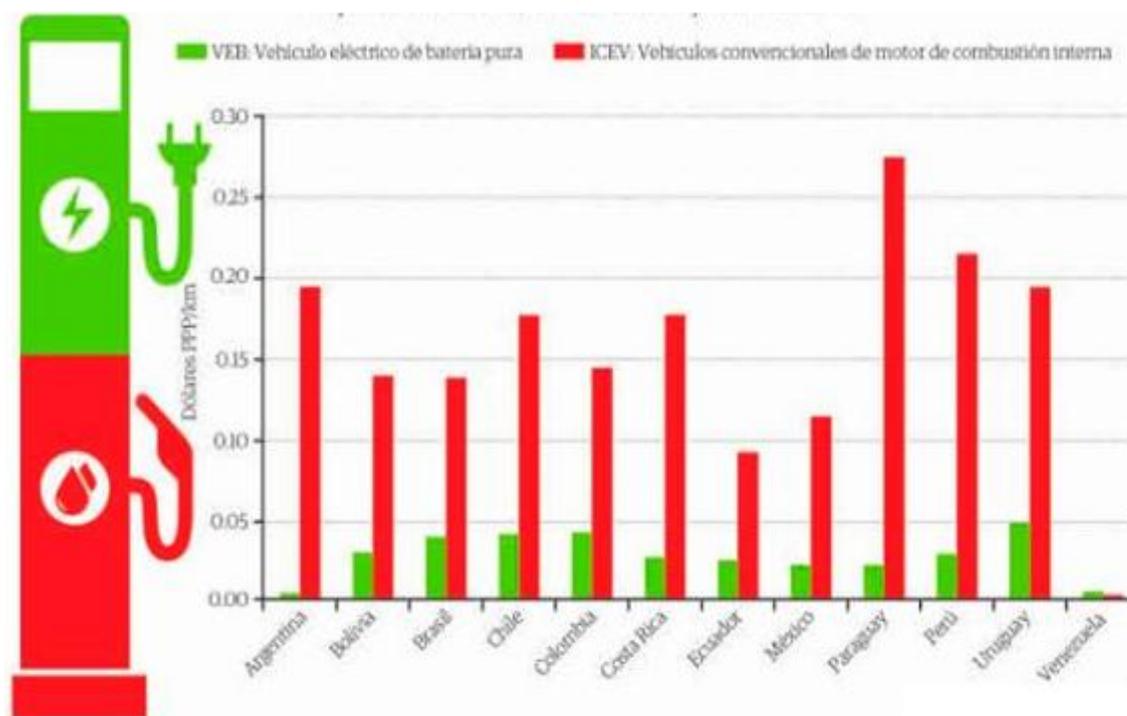
La meta que se proyectan es que en cinco años pueda haber una penetración en el mercado local de ese tipo de vehículos eléctricos. Las declaraciones las brindó durante el Foro Internacional y Conferencia de Eficiencia Energética, organizado por el MEM en el marco del Día Mundial de la Eficiencia Energética. La circulación de autos eléctricos en nuestro país parecía lejana, sin embargo, el Ejecutivo tiene en planes darle un impulso mediante un bono o un incentivo tributario que facilite su importación, así lo señaló el viceministro de Energía, Raúl García Carpio (R. García, 2018)

La electro-movilidad es un proyecto que viene trabajando el estado peruano desde hace algunos meses, y es que con la exoneración del ISC (Impuesto Selectivo al Consumo) se ha dado un primer paso. Sin embargo, lo que hace falta es la reglamentación para las estaciones de servicios que abastezcan de energía o recarguen las baterías de los vehículos eléctricos. Al respecto el ministro de Energía y Minas, Francisco Ísmodes , dijo que a más tardar en el primer trimestre del 2019 estará lista la reglamentación. “Estamos buscando como lograr que los vehículos se integren en el sistema de transporte de Lima, para ello estamos trabajando en la reglamentación de la carga, que creemos estará lista en el primer trimestre del 2019”, expresó.

Por su parte, Rosendo Ramírez, director General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas (MEM), comentó que se está trabajando en los principios básicos para las estaciones de servicio, como es el cambio de energía alterna a continua. “Lo que creemos es que cualquier agente (operador de estaciones de servicio) pueda realizar esta recarga, a través de los surtidores de energía”, indicó. Dado que se ocupará los espacios con otros combustibles, están estableciendo las distancias mínimas para la instalación de estos surtidores y los tipos de conectores que brinden la mayor seguridad.

Sin embargo, Rosendo Ramírez comentó que la electro movilidad ya es una realidad en otros países, y "en la práctica el 80% de los dueños de los vehículos realizan sus cargas en sus domicilios, y lo mismo podría ocurrir en el Perú, podrán ser recargados desde las casas o desde los electro-centros". La diferencia entre las estaciones de electro-centros y las casas, es que mientras en los hogares puede demorar entre 4 y 6 horas una recarga completa, en una estación se podría hacer en 20 minutos.(Sarmiento & Rocano, 2018).

Figura N° 2.3 Comparación de precio de energía por kilometro (VE - ICEV).



Fuente: Diario Correo.

## 2.5. TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

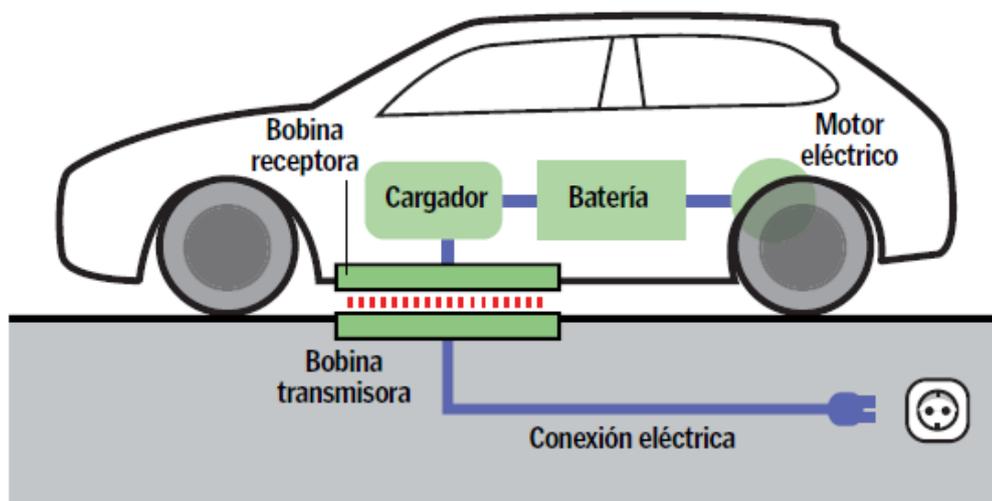
En la actualidad, existen básicamente tres tipos de vehículos eléctricos: A continuación, se detalla cada uno de estos tipos.

### 2.5.1. VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Según, Sarmiento Y Rocano (2018), el vehículo eléctrico usa la energía química acumulada en las baterías recargables, este se propulsa con la fuerza que produce un motor suministrado por energía eléctrica, estos motores se pueden instalar en un sistema eléctrico para poder recargar las baterías mientras este detenido.

El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de por medio de la actuación de los campos magnéticos, el cual posee en su parte interior un elemento conductor que tiende a moverse dentro del campo magnético. Estos motores presentan varias ventajas frente a los de combustión, iniciando por un menor tamaño, peso y una mayor sencillez. El uso de estos motores aporta ventajas desde el punto de vista del medio ambiente, ya que permite disminuir el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Sarmiento Y Rocano (2018).

Figura N° 2.4 Vehículo eléctrico



*Fuente: S. T. Automotrices.*

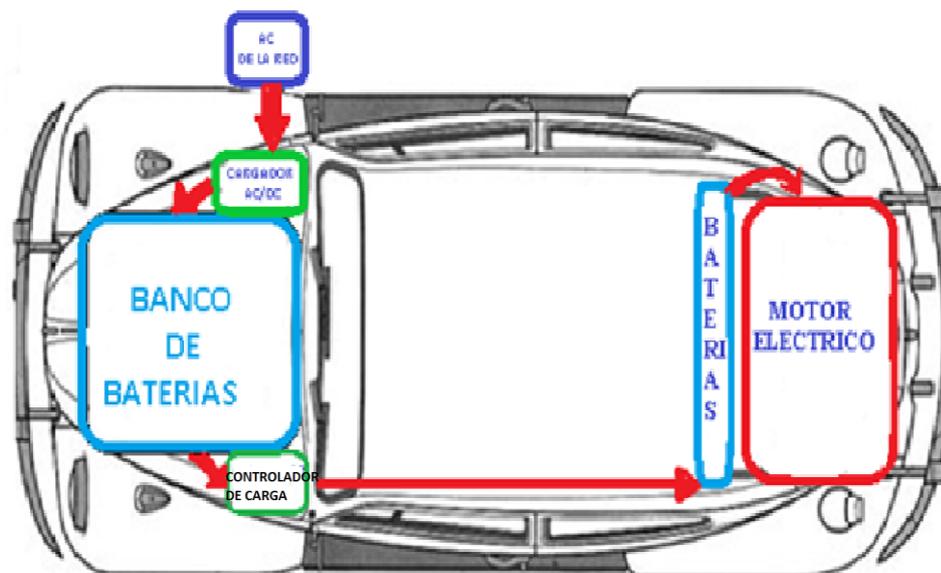
Los elementos principales de un vehículo eléctrico son los siguientes:

- **Motor Eléctrico**, convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Los motores utilizados en la fabricación de vehículos eléctricos han abarcado las

diferentes tecnologías existentes, tanto de AC y DC. Los motores asíncronos se han establecido como los más óptimos para la movilidad eléctrica tanto por su robustez y su fácil mantenimiento.

- **Controlador o regulador de carga**, Es un dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas. El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil.
- **Batería o acumulador**, tiene la finalidad principal ser la fuente de energía y mantener continuamente alimentado al vehículo. La batería del vehículo eléctrico es muy importante ya que dependiendo del tipo y el tamaño de esta depende su precio y autonomía.
- **Cargador AC/DC**, Utiliza la electricidad de forma AC principalmente desde la red y la convierte en DC, para de esta manera cargar la batería principal.

Figura N° 2.5 Componentes principales del vehículo eléctrico.



*Elaboración propia.*

### 2.5.2. VEHÍCULO ELÉCTRICO SOLAR.

Un vehículo solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico, alimentado por energía solar fotovoltaica obtenida de paneles solares ubicados en la superficie del techo, capot y puertas del automóvil. Los paneles solares convierten la energía del sol directamente a electricidad, que puede o bien ser almacenada en baterías o utilizada directamente por el motor.

El sistema fotovoltaico es una alternativa para generar energía eléctrica a bordo de un vehículo. Son muy poco eficientes y costosos (15-25%) razón por la cual no son utilizados. Si se utiliza el techo de un vehículo tipo VAN, por ejemplo, no se podrían obtener más de 1Kw de potencia (usando celdas de 15% de eficiencia) lo cual es insuficiente como para mover el vehículo. Durante los periodos en el vehículo está estacionado se podrían cargar las baterías, las cuales almacenan la energía para utilizarla posteriormente. “El sistema fotovoltaico es mejor utilizarlo como elemento de apoyo a la tracción de un vehículo eléctrico” (A. Zuñiga, 2005).

Figura N° 2.6 Vehículo eléctrico solar propulsado mediante energía fotovoltaica.



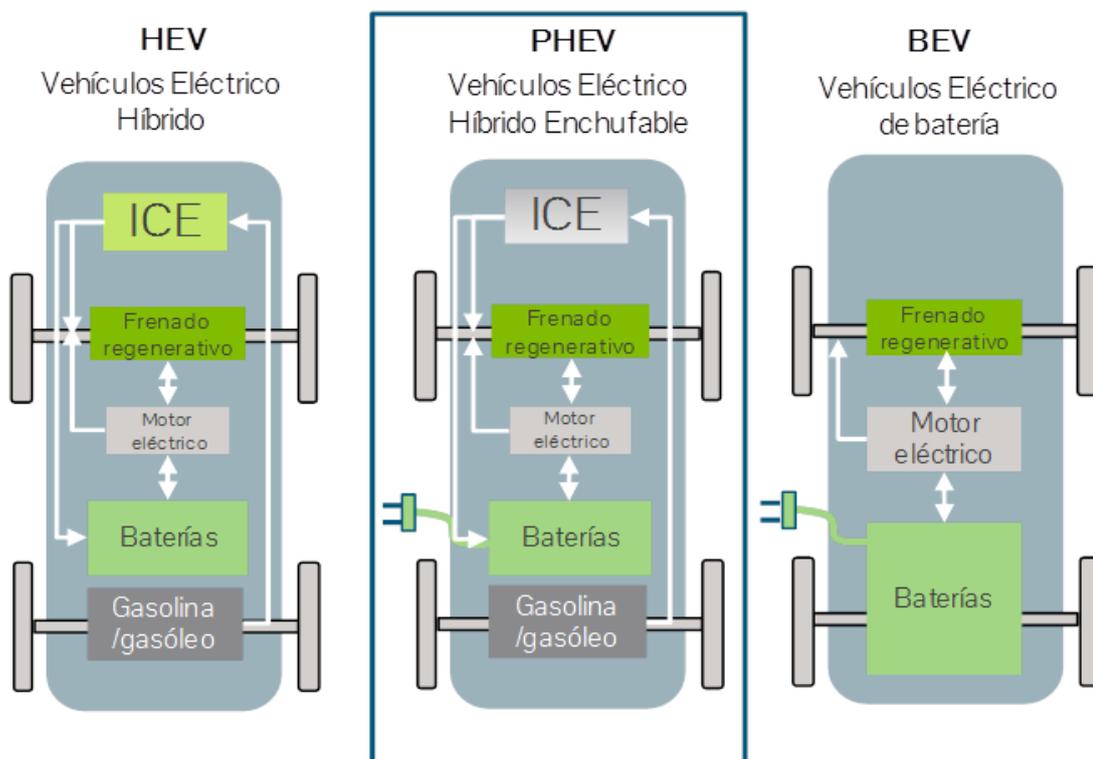
*Fuente: Sono Sion Motors.*

### 2.5.3. VEHÍCULO HÍBRIDO.

Según, Sarmiento y Rocano (2018), los vehículos híbridos, son una fusión de los vehículos eléctricos y convencionales, los cuales constan de dos motores: motor eléctrico y combustión interna. Al tener un motor de combustión la autonomía del vehículo ya no es un problema debido a su facilidad de abastecimiento de combustible, mientras que, al tener un motor eléctrico, entrega mayor eficiencia energética, ahorro de combustible y menor contaminación.

Estos vehículos presentan una considerable característica frente a los vehículos híbridos convencionales siendo la posibilidad de recargar las baterías mediante el motor de combustión y también mediante la conexión a la red eléctrica.

Figura N° 2.7 Tipología de vehículos eléctricos.



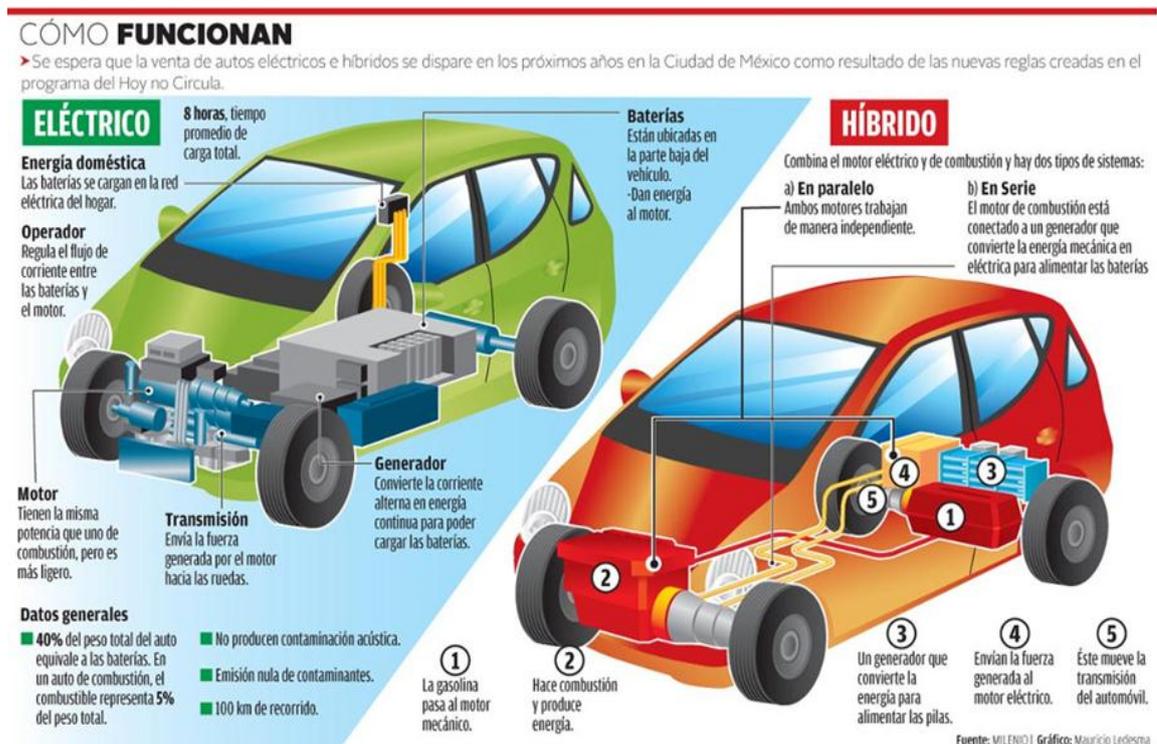
Fuente: WWF/Adena.

## 2.6. FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.

El vehículo eléctrico tiene principalmente un motor eléctrico instalado en el eje de las ruedas para transformar la energía cinética de estas en electricidad y de esta manera cargar la batería por medio del freno regenerativo. Es importante tomar en cuenta que los vehículos eléctricos con un motor se adecuan mejor al diseño convencional, con esto se obtiene un motor más potente, pese a que estos poseen algunas pérdidas de eficiencia por fricción, en cambio los vehículos con motores independientes en cada rueda, impide tener pérdidas de transmisión.

El vehículo eléctrico posee un sistema de tracción eléctrico el mismo que cuenta con un controlador que acumula la energía de la batería y la envía al motor eléctrico. La velocidad del vehículo eléctrico se genera por la energía obtenida al vincular el controlador con el acelerador del vehículo.

Figura N° 2.8 Vehículo híbrido



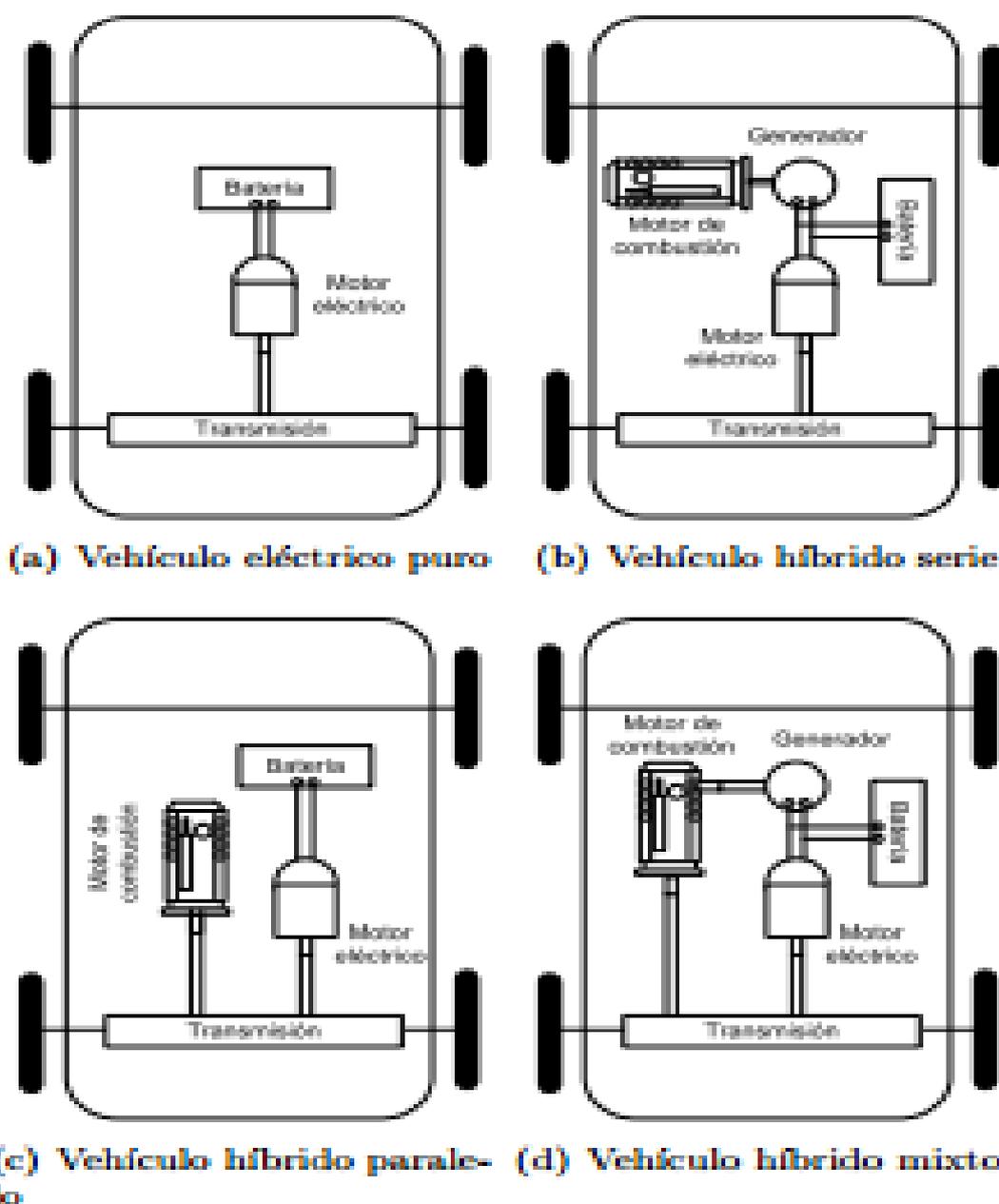
Fuente: Milenio Mauricio Ledesma.

**Tipos de vehículos híbridos.** En la actualidad, existen básicamente tres tipos de vehículos híbridos: A continuación, se detalla cada uno de estos tipos.

- **Vehículo híbrido en serie:** En estos vehículos, el motor de combustión es solidario a un generador que convierte la energía mecánica generada por la combustión del combustible en energía eléctrica. El generador, está instalado a un motor eléctrico y a un sistema de baterías que aportan energía a cualquiera de los dos. En este sistema, el motor eléctrico es el encargado de la tracción del vehículo, mientras que el motor de combustión proporciona la energía necesaria.
  
- **Vehículo híbrido en paralelo:** en este tipo de vehículos híbridos, el motor eléctrico como el de combustión está unido a la transmisión, por lo que ambos pueden impulsar las ruedas motrices. De forma el híbrido en serie y el híbrido en paralelo puede operar de las siguientes maneras:
  - **Modo totalmente eléctrico:** el vehículo se mueve solamente por acción del motor eléctrico y esta energía es entregada por las baterías. Esta operación queda reservada para demandas de poca potencia.
  - **Modo combinado:** los dos motores trabajan al mismo tiempo impulsando las ruedas motrices, siendo capaz de operar en situaciones de alta demanda de potencia gracias a la acción combinada.
  - **Frenada regenerativa:** En desaceleración o frenada la energía obtenida es enviada por el motor eléctrico hacia las baterías para su acumulación y posterior utilización. Una ventaja significativa frente a los vehículos híbridos en serie es que trabajen ambos motores al mismo tiempo, reduciendo la potencia como las dimensiones de estos.

- **Vehículo híbrido en mixto:** Los vehículos híbridos mixtos tienen una configuración interna que permiten el funcionamiento en serie o en paralelo, según la demanda de potencia, el rendimiento y las condiciones de funcionamiento.

Figura N° 2.9 Estructura del vehículo eléctrico.



Fuente: S. T. Automotrices.

## 2.7. ENERGÍA SOLAR.

La energía solar es una de las más importantes dentro de las energías renovables. El sol es la fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los inicios de la historia. Puede satisfacer todas nuestras necesidades si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. ha brillado en el cielo desde hace unos 5000 millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. Podemos decir por tanto que es el mayor productor de energía existente en nuestro sistema planetario.(Villanueva, 2009).

### 2.7.1. IRRADIACIÓN SOLAR.

Se define como la potencia radiante (Energía radiante por unidad de tiempo:  $E/t$ ) incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en  $W/m^2$ .

- **Irradiancia solar directa:** Irradiancia de la radiación solar que alcanza una superficie en la misma dirección que la de la línea recta desde el disco solar. Si el plano es perpendicular a esta línea, la irradiancia solar recibida se llama directa normal. Se expresa en  $W/m^2$ .
- **Irradiancia solar difusa:** Irradiancia de la radiación solar que no alcanza la superficie en la misma dirección de la línea recta desde el disco solar. Se expresa en  $W/m^2$ .
- **Irradiancia solar reflejada:** La radiación por unidad de tiempo y unidad de superficie que, procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y otros objetos, incide sobre una superficie. No se considera para el cálculo de las instalaciones solares contempladas en este marco. ( Tobergte y Curtis, 2013).

### 2.7.2. RADIACIÓN SOLAR.

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas. La radiación que proviene directamente del sol y que lleva hasta nosotros sin sufrir desviaciones se denomina directa, toda la demás, difusa pues esta última se difunde por todo el hemisferio celeste, aparentando que es este quien la irradia. La cantidad de energía solar que recibimos en un solo día resulta más que suficiente para cubrir la demanda mundial de todo un año. Sin embargo, no toda la energía proveniente del sol puede ser utilizada de manera efectiva. (Centro De Estudios De La Energia solar, 2009)

Tabla N° 2.1 Radiación del sol.

<b>Radiación</b>	<b>Longitud de onda(micras)</b>	<b>Componentes energéticos</b>
Ultravioleta	< 0,35	7%
Invisible	0,35-075	47%
Infrarrojo	>075	46%

*Fuente: (J. Roldan, 2010)*

### 2.7.3. HORAS PICO SOLAR (PSH).

Para poder diseñar un sistema fotovoltaico, debemos saber con cuánta energía solar contamos en el lugar donde lo vamos a instalar. En la mayor parte de los lugares del mundo se conoce cuánta energía solar promedio está disponible. Este promedio se mide en Horas Solar Pico o PSH. Una hora perfecta de sol representa una hora de sol luminoso, sin nubes; por lo tanto, si una región tiene un HSP de 6, significa que se puede contar con un promedio de 6 horas de sol radiante, sin nubes, por día. Una hora perfecta de sol equivale a una radiación de 1000 W/m<sup>2</sup> durante una hora. El HSP se obtiene sumando toda la energía recibida en el día y dividiendo esta suma por 1000 W/m<sup>2</sup>. (Sagua, 2017)

#### **2.7.4. INSOLACIÓN SOLAR.**

La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). Puede calcularse asumiendo que no hay atmósfera o que se mide en la parte alta de la atmósfera y se denomina insolación diurna o anual no atenuada o que se mide en la superficie de la tierra para lo cual hay que tener presente la atmósfera y que en este caso se denomina atenuada siendo su cálculo mucho más complejo (Ente Vasco De La Energia, 2000).

#### **2.7.5. ORIENTACIÓN SOLAR.**

La luz solar viaja en línea recta desde el sol hasta la tierra. Al penetrar la atmósfera terrestre, una parte se dispersa y otra cae sobre la superficie en línea recta. Finalmente, una última parte es absorbida por la atmósfera.

Un panel solar genera electricidad incluso en ausencia de luz solar directa. Por ende, un sistema solar generará energía aún con cielo nublado. Sin embargo, las condiciones óptimas de operación implican: la presencia de luz solar plena y un panel orientado lo mejor posible hacia el sol, con el fin de aprovechar al máximo la luz solar directa. En el hemisferio norte, el panel deberá orientarse hacia el sur y en el hemisferio sur, hacia el norte. Por lo tanto, en la práctica, los paneles solares deberán ser colocados en ángulo con el plano horizontal (inclinados). Cerca del ecuador, el panel solar deberá colocarse ligeramente inclinado (casi horizontal) para permitir que la lluvia limpie el polvo. Una pequeña desviación en la orientación no influye significativamente en la generación de electricidad, ya que durante el día el sol se traslada en el cielo de este a oeste (Ente Vasco De La Energia, 2000).

### **2.7.6. ANGULO DE INCLINACIÓN.**

El sol se desplaza en el cielo de este a oeste. Los paneles solares alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con éste a mediodía. Por lo general, los paneles solares son colocados sobre un techo o una estructura y tienen una posición fija; no pueden seguir la trayectoria del sol en el cielo. Por lo tanto, no estarán orientados hacia el astro con un ángulo óptimo (90 grados) durante toda la jornada. El ángulo entre el plano horizontal y el panel solar se denomina ángulo de inclinación.

Debido al movimiento terrestre alrededor del sol, existen también variaciones estacionales. En invierno, el sol no alcanzará el mismo ángulo que en verano. Idealmente en verano, los paneles solares deberían ser colocados en posición ligeramente más horizontal para aprovechar al máximo la luz solar. Sin embargo, los mismos paneles no estarán entonces, en posición óptima para el sol del invierno. Con el propósito de alcanzar un mejor rendimiento anual promedio, los paneles solares deberán ser instalados en un ángulo fijo, determinado en algún punto entre los ángulos óptimos para el verano y para el invierno (Centro De Estudios De La Energia solar, 2009).

### **2.7.7. ENERGÍA SOLAR INCIDENTE.**

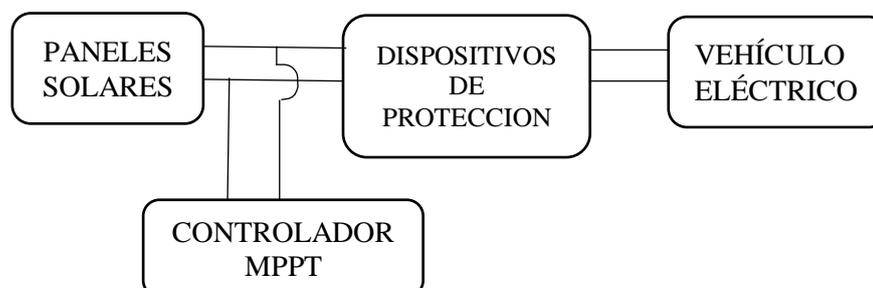
Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece. Las células solares no necesitan ser cargadas como las baterías. Algunas células solares vienen manteniéndose en operación terrestre o en el espacio desde hace 30 años. (Colegio oficial de ingenieros de telecomunicaciones, 2013)

## 2.8. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA.

Un sistema de alimentación fotovoltaica permite alimentar cargas eléctricas a partir de la energía procedente del sol. El sistema fotovoltaico comprende las siguientes partes.

- **Generador fotovoltaico o panel solar:** Es el encargado de captar y de convertir la radiación solar la corriente eléctrica.
- **Controlador o regulador de carga:** Es el encargado de proteger y garantizar el correcto mantenimiento de carga de la batería y evitar sobretensiones que pueden destruirla.
- **-Baterías o acumuladores:** Es el encargado de alimentar la energía eléctrica, y así poderla utilizarla en periodos en los que la demanda exceda la capacidad de producción del generador fotovoltaico.
- **-Otros elementos de protección:** del sistema de alimentación fotovoltaica, interruptores para desconexión, etc., dispuestos entre diferentes elementos del sistema, para proteger la descarga y liberación de elementos en caso de fallo o situaciones de sobre carga del banco de baterías .(Colmenar, Castro, Carpio, Giraldo, y Dávila, 2004)

Figura N° 2.10 Diagrama de un sistema de alimentación fotovoltaica.

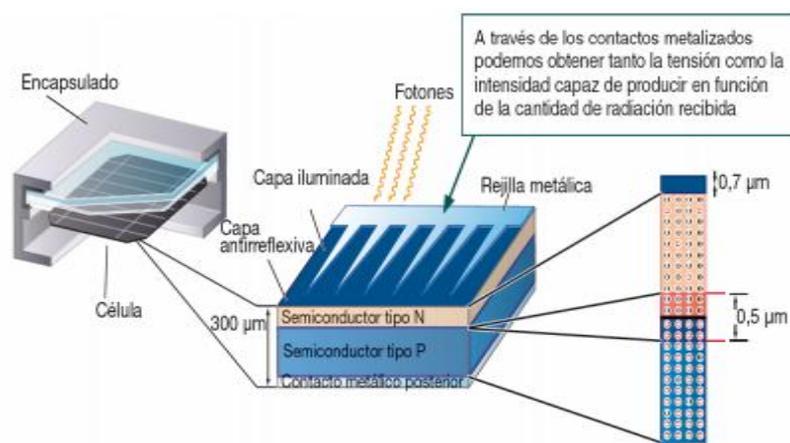


*Elaboración propia.*

### 2.8.1. LAS CÉLULAS SOLARES.

Las células que se utilizan actualmente son del tipo de unión P-N están construidas en base de silicio monocristalino. Se fabrican con dos capas de silicio, una con dopado P (boro) del tipo portador y la otra con dopado del tipo N (fósforo) dador. Los fotones, son absorbidos por la unión de forma que estos transmiten la energía a la unión P- N, los electrones de los átomos de la unión se liberan dejando huecos, de modo que generan la conducción y una diferencia de potencial en la unión P-N.(S. Mendoza, 2013).

Figura N° 2.11 Estructura de la célula solar.



Fuente: (Anticona, 2012)

### 2.8.2. TIPOS DE CELDAS SOLARES.

El 27% de la corteza terrestre está hecha de silicio. El silicio no es un metal, pero si se mezcla silicio puro con cantidades muy pequeñas de otros elementos se pueden modificar sus propiedades eléctricas, lo que lo hace un material muy utilizado como semiconductor en electrónica. Las celdas fotovoltaicas generalmente están compuestas por silicio tratado o dopado, de modo de cuando recibe luz solar se liberan electrones y por ende se genera electricidad. Ramos y Soto, (2013).

Tipos de celdas fotovoltaicas, las cristalinas monocristalinas, policristalinas y amorfas.

### 2.8.2.1. CELDAS SOLARES MONOCRISTALINAS.

Las celdas están hechas de un solo cristal de silicio de muy alta pureza. La eficiencia de estos módulos ha llegado hasta el 17%. Los módulos con estas celdas son los más maduros del mercado, proporcionando con esto confiabilidad en el dispositivo de tal manera que algunos fabricantes los garantizan hasta por 25 años (Ramos Y Soto, 2013).

Figura N° 2.12 Celda solar monocristalina.

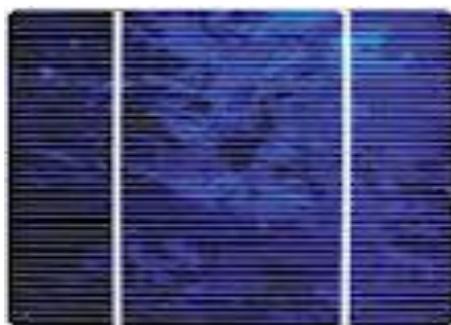


*Elaboración Propia.*

### 2.8.2.2. CELDAS SOLARES POLICRISTALINAS.

Su nombre indica que estas celdas están formadas por varios cristales de silicio. Esta tecnología fue desarrollada buscando disminuir los costos de fabricación. Dichas celdas presentan eficiencias de conversión un poco inferiores a las monocristalinas, pero se ha encontrado que pueden obtenerse hasta un orden de 15%. La garantía del producto puede ser hasta por 20 años dependiendo del fabricante (Ramos & Soto, 2013).

Figura N° 2.13 Celda solar policristalina.



*Elaboración Propia.*

### 2.8.2.3. CELDAS SOLARES AMORFAS.

La palabra amorfo significa carencia de estructura. La estructura cristalina de estas celdas no tiene un patrón ordenado característico del silicio cristalino. La tecnología de estos módulos ha estado cambiando aceleradamente en los últimos años. En la actualidad su eficiencia ha subido hasta establecerse en el rango de 5 a 10% y promete incrementarse. La garantía del producto puede ser hasta por 10 años dependiendo del fabricante. (Ramos Y Soto, 2013)

Figura N° 2.14 Celda solar amorfa.

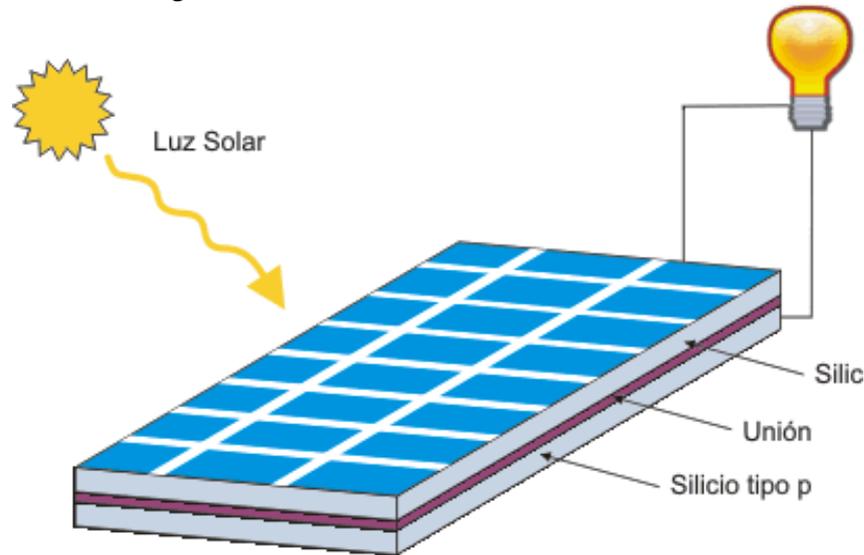


*Fuente; Ramos y Soto.*

### 2.8.3. FUNCIONAMIENTO DE LAS CELDAS SOLARES.

Las celdas solares están formadas por dos tipos de material, generalmente silicio tipo p y silicio tipo n. La luz de ciertas longitudes de onda puede ionizar los átomos en el silicio y el campo interno producido por la unión que separa algunas de las cargas positivas ("agujeros") de las cargas negativas (electrones) dentro del dispositivo fotovoltaico. Los agujeros se mueven hacia la capa positiva o capa de tipo p y los electrones hacia la negativa o capa tipo n. Aunque estas cargas opuestas se atraen mutuamente, la mayoría de ellas solamente se pueden recombinar pasando a través de un circuito externo fuera del material debido a la barrera de energía potencial interno (Cata y Rodriguez, 2015).

Figura N° 2.15 Funcionamiento de la celda solar.



*Fuente; Cata y Rodriguez.*

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico está determinada por:

- El tipo y el área del material.
- La intensidad de la luz del sol.
- La longitud de onda de la luz del sol.

Una característica importante de las celdas fotovoltaicas es que el voltaje de la célula no depende de su tamaño, y sigue siendo bastante constante con el cambio de la intensidad de luz. La corriente en un dispositivo, sin embargo, es casi directamente proporcional a la intensidad de la luz y al tamaño. Para comparar diversas celdas se las clasifica por densidad de corriente, o amperios por centímetro cuadrado del área de la célula. La corriente es relativamente estable a altas temperaturas, pero el voltaje se reduce, conduciendo a una caída de potencia a causa del aumento de la temperatura de la célula (Ramos & Soto, 2013)

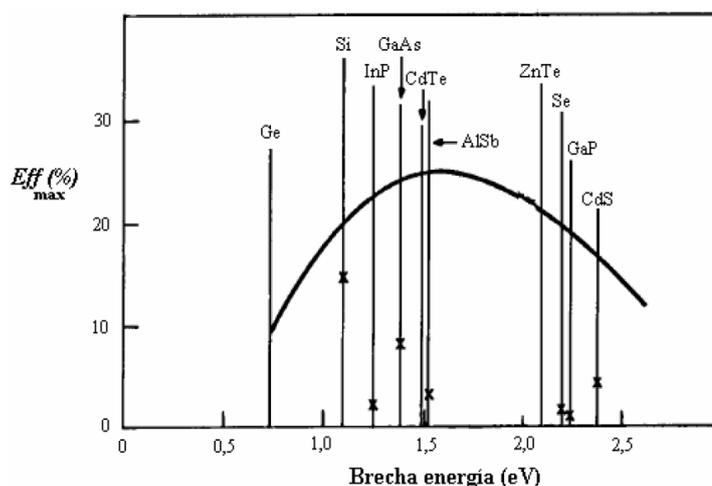
#### 2.8.4. EFICIENCIA DE PANELES SOLARES.

La eficiencia de un panel fotovoltaico es un parámetro que los fabricantes lo están incrementando con el pasar del tiempo, actualmente los paneles de silicio puro monocristalino tienen una eficiencia del 16%. Este parámetro se obtiene dividiendo la potencia máxima que el panel puede entregar para la potencia de irradiancia solar incidente sobre el panel (Cata y Rodriguez, 2015).

#### 2.8.5. EFICIENCIA MÁXIMA Y PÉRDIDAS DE LAS CELDAS SOLARES.

El científico, Loferski (1966) calculó las máximas eficiencias teóricas para las celdas solares para diversos materiales. En la figura 2.16 se observa la curva obtenida por Loferski.

Figura N° 2.16 Eficiencia máxima de las celdas solares.



Fuente: Loferski (1966)

Como se observa, los materiales que presentan las mayores eficiencias son los compuestos de GaAs, CdTe y AlSb. Sin embargo, éstos actualmente se encuentran en proceso de experimentación, por lo cual no están mayormente comercializados. En el caso del Silicio, (Si) por tratarse de un material altamente conocido en la industria de los semiconductores, se ha logrado minimizar la distancia entre el límite teórico y las

eficiencias encontradas en la práctica. Actualmente, existe un límite teórico de 28%, pero debido a pérdidas por diversos factores la eficiencia se reduce a un rango entre 14% y 22%. Algunos conceptos novedosos como el PESC (Pasivated Emitter Solar Cell) y el BC (Buried Contact) han permitido que se obtengan eficiencias record de laboratorio de 24,2%.

### 2.8.6. PANELES SOLARES.

Paneles o módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (energía solar fotovoltaica). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>
- Temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente). (Alonso, 2007)

Figura N° 2.17 Paneles Solares.

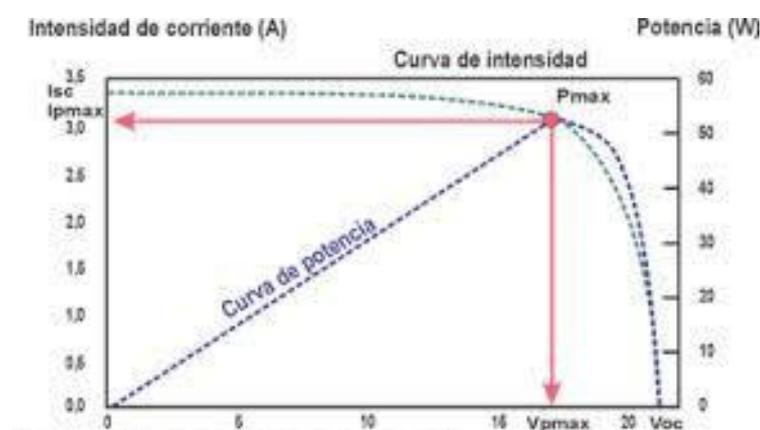


*Fuente; Alonso 2007.*

### 2.8.6.1. CURVA CARACTERÍSTICA DEL PANEL SOLAR CURVA (I-V).

La corriente de salida se mantiene prácticamente constante dentro del rango de tensión de operación y, por lo tanto, el dispositivo se puede considerar como una fuente de corriente constante en este rango. La corriente y tensión a la cual opera el dispositivo fotovoltaico están determinadas por la radiación solar incidente, por la temperatura ambiente, y por las características de la carga conectadas al mismo (Alonso, 2006).

Figura N° 2.18 Curva característica de los paneles fotovoltaicos (curva I-V)



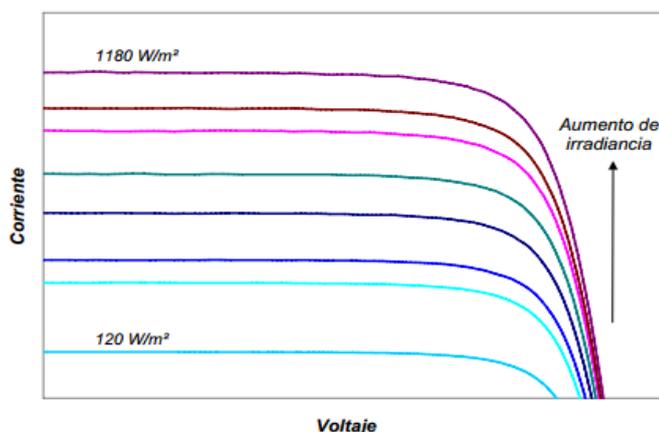
Fuente: Alonso 2006.

### 2.8.6.2. FACTORES QUE AFECTAN LA CARACTERÍSTICA (I-V) DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.

La curva característica de corriente, tensión del panel solar se ve afectado por factores ambientales como: intensidad de iluminación, temperatura y distribución de la luz solar.

- **Efecto de la Intensidad de Iluminación (Irradiancia).** En general la irradiancia afecta principalmente a la corriente, de forma que se puede considerar que la corriente de cortocircuito del panel solar es proporcional a la irradiancia. se muestra un ejemplo de la influencia de la intensidad de iluminación sobre una curva I-V medida en laboratorio desde 120 W/m<sup>2</sup> hasta 1180 W/m<sup>2</sup> y temperatura constante.(V. A. Zuñiga, 2014)

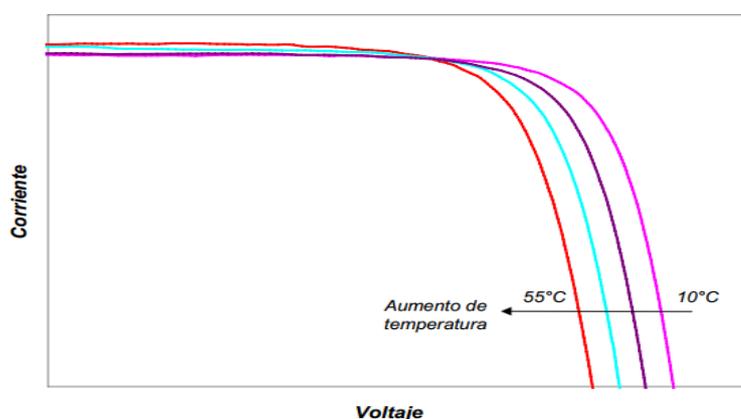
Figura N° 2.19 Efecto de la intensidad de la iluminación irradiancia sobre curva (I-V)



Fuente; Zúñiga 2014

- **Efecto de la Temperatura.** -La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica (I-V), y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de corriente de corto circuito  $I_{sc}$  (este muy ligeramente). Puede verse un ejemplo de la variación de la curva característica (I-V) de un panel solar al variar la temperatura manteniendo la irradiancia constante (V. A. Zúñiga, 2014).

Figura N° 2.20 Efecto de la irradiación sobre la característica (I-V) de un panel fotovoltaico manteniendo la temperatura constante.



Fuente; V. A. Zúñiga 2014.

### 2.8.7.1. REGULADOR DE CARGA SOLAR.

Es un dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas. El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga. Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico.

Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado. Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador (V. A. Zúñiga, 2014).

Figura N° 2.21 Regulador de carga solar.



*Fuente; Víctor Andrés Zúñiga 2014.*

### **2.8.7.1. REGULADOR DE CARGA SOLAR TIPO MPPT (MÁXIMUM POWER POINT TRACKER)**

Un Controlador MPPT es un dispositivo electrónico que regula la carga de baterías controlando el punto en el que los paneles solares empleados para la carga producen la mayor cantidad de energía. MPPT significa Seguidor de Punto de Máxima Potencia (Maximum Power Point Tracker). Los controladores MPPT buscan el balance entre voltaje y corriente para operar paneles solares a su máxima potencia. (A. Zuñiga, 2005).

### **2.8.7.2. REGULADOR DE CARGA SOLAR TIPO PWM (PULSE WIDTH MODULACIÓN)**

Los reguladores de modulación por ancho de pulsos (PWM) son reguladores sencillos que actúan como interruptores entre las placas fotovoltaicas y la batería. Estos reguladores exigen a los módulos fotovoltaicos a trabajar a la tensión de la batería. Por ejemplo, si la batería es de 12 V, los paneles cargan la batería con una tensión de 12 V. Cuando se alcanza la etapa de absorción en la carga de la batería, el regulador modifica la intensidad de los pulsos, corta varias veces por segundo el contacto entre los módulos y la batería, evitando que la batería se sobrecargue (A. Zuñiga, 2005)

#### **Ventajas de los reguladores PWM:**

- Están disponibles en tamaños de hasta 60 A y son controladores baratos para una gran variedad de aplicaciones. Tienen una vida útil larga, tienen un sistema de refrigeración de calor pasiva.

#### **Ventajas de los reguladores MPPT:**

- Los controladores ofrecen un potencial de incremento en la eficiencia de carga de hasta un 30 %. Ofrecen una mayor sensibilidad y la posibilidad de colocar paneles en serie a voltajes superiores de las baterías, disponibles hasta 80 A.

### 2.8.8. BANCOS DE BATERÍAS.

Este es un módulo llamado también Banco de Baterías, permite almacenar energía eléctrica, la que posteriormente será entregada al sistema de tracción, control y de servicios auxiliares. Existen varias tecnologías con las que se puede acumular energía para accionar un vehículo eléctrico solar. La tecnología más usada para aplicaciones móviles corresponde a los bancos de baterías. (A. Zuñiga, 2005)

Esta reacción química entre los electrodos y el electrolito genera electricidad en corriente continua. En el caso de acumuladores reversibles es posible revertir esta reacción química al invertir el sentido de la corriente de la batería, por lo que es posible volver a cargar las baterías. Existen varios tipos de baterías utilizadas en EVs.

#### 2.8.8.1. BATERÍAS DE PLOMO ÁCIDO.

Es un sistema de acumulación muy fiable. Son sistemas grandes y pesados, necesitan de una zona habilitada con especial mantenimiento. La vida útil de esta batería plomo ácido varía entre unos 3 y 5 años. Durante la electrolisis de carga y descarga, el hidrogeno es generado, atrapado y recombinado con el oxígeno generado para formar el agua necesaria. Este proceso es eficiente pero no un 100%. Los gases producidos son eliminados a través de una válvula de sobre presión(S. Mendoza, 2013).

Figura N° 2.22 Batería de plomo ácido.



*Fuente; Baterías Etna.*

### 2.8.8.2. BATERÍAS DE GRAFENO.

La aparición del grafeno ha atraído la atención de los científicos que han experimentado con baterías Li-ion. En los últimos años, las investigaciones han demostrado atraer aplicaciones potenciales del grafeno en Li-ion baterías, principalmente debido a su alta conductividad eléctrica, enorme área de superficie, y estructura 2-D única. Desde 2008, los ánodos y electrodos de grafeno han sido declarados como materiales con excelentes actuaciones electroquímicas.

El **grafeno** es una sustancia compuesta por carbono puro, con átomos dispuestos en un patrón regular hexagonal, similar al grafito, una hoja de un átomo es aproximadamente 200 veces más resistente que el acero actual más fuerte y su densidad es aproximadamente la misma que la de la fibra de carbono, es aproximadamente 5 veces más ligero que el aluminio y una lámina de 1 metro cuadrado pesa tan solo 0,77 miligramos (Mariscal, 2016).

Figura N° 2.23 Batería de grafeno.



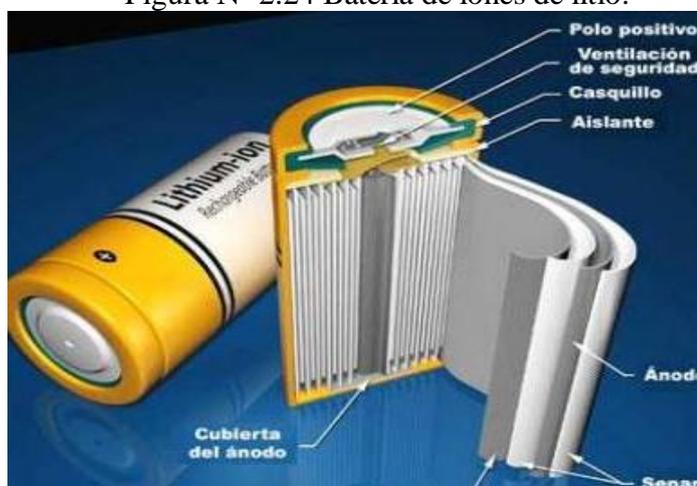
*Fuente; Mariscal 2016*

### 2.8.8.3. BATERÍAS DE ION DE LITIO.

El Litio al ser el metal más liviano, con un potencial estándar de reducción de  $-3.040\text{V}$ ; tiene el mayor potencial electroquímico produciendo una capacidad energética teórica de  $3860\text{ Ah/Kg}$ . Por el valor tan negativo de su potencial de reducción, le proporciona una inestabilidad termodinámica en disolventes protónicos, como el agua, o, en ambientes con aire húmedo, que reacciona muy fácilmente, limitando el uso o construcción de baterías de litio en electrolitos no acuosos.

G.N. Lewis, en 1912, diseñó una pila de litio que se comercializó recién en 1970. En los ochenta, se hicieron esfuerzos para desarrollar baterías recargables de litio y se determinó que el ciclaje reduce su estabilidad térmica, causando una expansión interna, lo que produce una reacción violenta. Debido a esta inestabilidad, principalmente durante la carga, la investigación se orientó a las baterías de ion litio, aunque sus densidades energéticas son más bajas que las del metal, más seguras y de mayor ciclabilidad. En 1991, la empresa Sony comercializó la primera batería ion-Li. Actualmente, son las baterías de mayor crecimiento en el mercado y se fabrican en diferentes modelos y tamaños; conocidas son las baterías Tipo Botón principalmente para teléfonos celulares y las computadoras portátiles, que son rectangulares (Fonseca, 2011).

Figura N° 2.24 Batería de iones de litio.



Fuente; Fonseca 2011.

#### 2.8.8.4. BATERÍAS SOLARES.

Con este nombre se ofrece hoy en el mercado un conjunto de baterías, realmente o supuestamente adaptadas a los requerimientos de un sistema fotovoltaico. Generalmente se trata de baterías que por su geometría y materiales usados buscan hacer un compromiso entre costo, vida útil (número de ciclos de carga/descarga) y libre de mantenimiento.

Las baterías solares más usadas son las de tipo arranque mejorado que tienen placas más gruesas, más electrolito etc. Permiten un número de 1000 - 2000 ciclos de carga/descarga de 15 - 20 % cada uno (manteniendo permanentemente el 80-85% de la carga total) y son más resistentes a las descargas de 50 % que las baterías normales de arranque.

En relación a las baterías solares selladas hay que notar que, por un lado, estas baterías son menos resistentes a las descargas profundas que las baterías similares abiertas (debido al calcio en las placas) y, por otro lado, no son recomendables para aplicaciones en sistemas fotovoltaicos en climas calientes, porque siempre hay algo de pérdida de electrolito, a pesar del “sellado” y esas pérdidas son mayores a temperaturas más altas, reduciendo así la vida de la batería, por no permitir una restitución de electrolito perdido. (Fonseca, 2011).

Figura N° 2.25 Baterías Solares.



Fuente; Fonseca 2011.

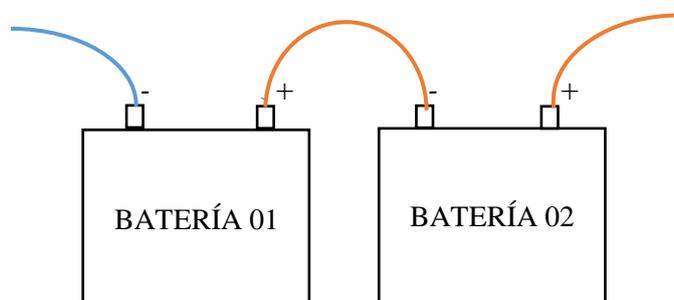
## 2.8.9. CONEXIONES DE BANCOS DE BATERÍAS.

Según, Ramos y Soto (2013) Es un grupo de baterías interconectadas para almacenar la energía producida por un sistema solar, eólico, etc. En la teoría y en la práctica existen tres tipos de conexiones en baterías, métodos probados, cada una de las conexiones de las baterías realizarán diferente función.

### 2.8.9.1. CONEXIÓN SERIE.

Esta asociación en serie es la más conocida. En este caso, el borne positivo o negativo de una celda o batería, se conecta al borne opuesto de otra de idénticas características. De esta manera, la asociación resultante tendrá la sumatoria de los voltajes, mas no así el amperaje manteniendo la misma capacidad de cada batería en forma individual (Ramos y Soto, 2013).

Figura N° 2.26 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Serie.



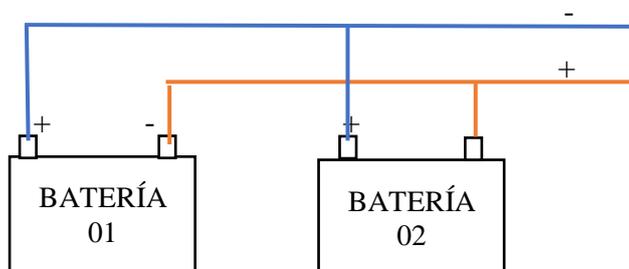
*Elaboración propia.*

### 2.8.9.2. CONEXIÓN PARALELO.

Asociar en paralelo significa vincular eléctricamente bornes de la misma polaridad. La conexión en paralelo incrementa la capacidad total, es decir el amperaje se suma, más no el voltaje. La asociación en paralelo se utiliza cuando no es posible obtener una batería de la capacidad deseada. A veces, dicha capacidad existe en un determinado modelo o tipo

constructivo y resulta más económico utilizar una asociación en paralelo de otros modelos más baratos (Ramos & Soto, 2013).

Figura N° 2.27 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Paralelo.

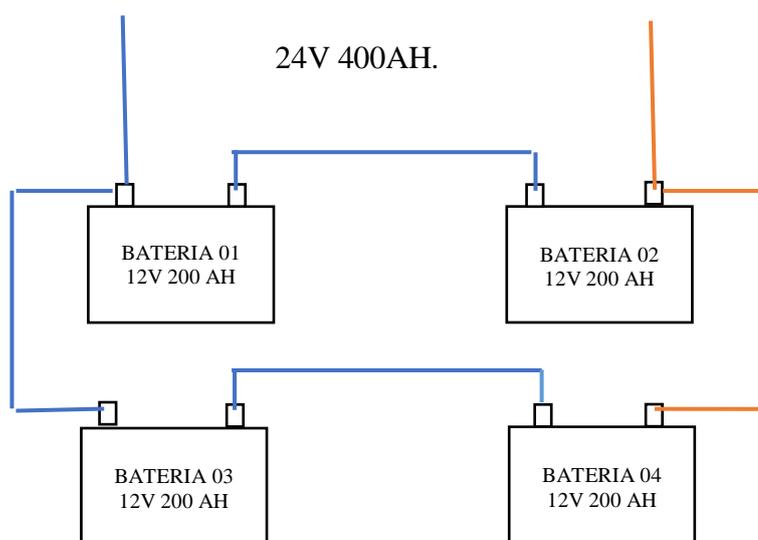


Elaboración Propia.

### 2.8.9.3. CONEXIÓN SERIE-PARALELO O MIXTA.

En este tipo de banco se asocian conexiones en serie y paralelo dando como resultado la conexión mixta, con la que se hace un incremento total entre bancos, es decir tanto voltaje como amperaje.

Figura N° 2.28 Conexiones de un Banco de Baterías Tipo Serie-Paralelo o Mixto.



Elaboración Propia.

**2.8.10. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS BATERÍAS**

- **Capacidad:** Es la cantidad de electricidad que puede entregar antes de que su tensión disminuya por debajo de un valor mínimo. se expresa en “Ah” (amperios hora).

- **Capacidad específica:** Es la capacidad por unidad de peso o volumen de una batería.

- **Energía específica:** Es la energía que es capaz de almacenar dividida entre la masa (Wh/kg) o el volumen (Wh/l).

- **Densidad de potencia:** Es la potencia que puede suministrar una batería por unidad de volumen y se expresa en W/l (lo más usual) o en W/dm<sup>3</sup>. Si la potencia viene dada en función de la unidad de peso (W/Kg) lo que tenemos es la potencia específica.

- **Densidad de energía:** Es la energía que se puede extraer de una batería por unidad de volumen y se expresa en Wh/l Si la energía viene dada en función de la unidad de peso (Wh/Kg) lo que tenemos es la **energía específica** de la batería.

Tabla N° 2.2 características fundamentales de las baterías.

Tipo	Plomo (Pb)	Níquel-Cadmio (Ni-Cd)	Níquel-Hidruro (Ni-MH)	Iones de Litio (Li-ion)	Polímero de Litio (Li-Po)
<b>Voltaje por Célula</b>	2V	1.2V	1.2-V	3.7V	3.7V
<b>Ah</b>	7-960Ah	0.5-1Ah	0.5-1Ah	-	-
<b>Memoria</b>	Medio	Muy alto	Bajo	Inexistente	Inexistente
<b>Potencia/Kilo</b>	30 Wh/Kg	50Wh/Kg	70Wh/Kg	110-160Wh/Kg	100-130Wh/Kg
<b>Sobrecarga</b>	No soportado	Soportado	No recomendable	Soportado	Soportado
<b>Descarga</b>	No soportado	Necesaria	Recomendable	Fallo a-2.5V	Fallo a-2.5V
<b>N°de Recargas</b>	1000 aprox	500 aprox	1000 aprox	4000 aprox	5000 aprox
<b>T de descargas/mes</b>	5%	30 %	20%	6%	6%
<b>Tiempo de carga</b>	8-16h	10-14 h	2-4 h	2-4h	1-1.5h

*Elaboración propia.*

### 2.8.11. TIPOS DE RECARGA DE BATERIAS.

El vehículo eléctrico como cualquier sistema de transporte requiere de la existencia de una infraestructura que le permita tener acceso a la fuente de energía que alimenta su motor, en este caso, la electricidad. Uno de los principales retos del vehículo eléctrico es crear una infraestructura de recarga fiable, accesible y cómoda para el ciudadano. Una posible opción para catalogar los puntos de recarga es en función de su ubicación y uso. En la actualidad hay varios tipos de recarga y son:

- **Carga lenta:** es la más estandarizada y todos los fabricantes de EVs la aceptan. Se suele realizar con corriente alterna monofásica a una tensión de 230 voltios y una intensidad de hasta 16 amperios. El tiempo necesario para una recarga completa de la batería (tipo 24kWh) ronda entre las 6 y 8 horas.
- **Carga semi-rápida:** sólo la aceptan algunos vehículos, aunque es previsible que en fechas próximas sea un tipo de recarga bastante común. La carga se realiza con corriente alterna trifásica, con una tensión de 400V y una intensidad de hasta 64A. En este caso, el tiempo de recarga se reduce a 3 ó 4 horas.
- **Carga rápida:** concebida a más largo plazo por sus mayores complicaciones. Algunos fabricantes ya la admiten. Consiste en alimentar a los EVs con DC a 400V y hasta 400A. El tiempo de recarga se reduce a unos 15 - 30 minutos.
- **Intercambio de batería:** es una solución óptima no requiere tiempos de espera para recargas. Consiste en retirar la batería descargada y reemplazarla por otra batería completamente cargada. De esta manera la batería descargada se queda en la estación y se recarga para ser utilizada en otro vehículo eléctrico. (Mariscal, 2016)

## CAPÍTULO III.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.

Según el metodólogo Bernal (2010), el presente trabajo de investigación está basado en el método descriptivo, analítico por que buscar especificar propiedades características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice describe tendencias de una de las variables.

Se identificó el problema de la autonomía energética del vehiculó eléctrico a diseñar y seleccionar los sistemas de alimentación fotovoltaica y las relaciones existentes entre estas, para lograr la información sobre estos para lo cual se buscó e indago información teórica en textos especializados, información en internet y aplicaciones prácticas en vehículos eléctricos.

El presente trabajo de investigación es de tipo no experimental porque no se logrará medir y comprobar los parámetros de los sistemas alimentación fotovoltaica, ya que no se cuenta con un módulo (vehículo eléctrico). En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos.

La actual investigación es de tipo descriptiva, busca ampliar una ilustración o una idea exacta del fenómeno estudiado a partir de sus características. Se refiere al período de preparatoria del trabajo de investigación que permita establecer el producto de las observaciones de las conductas, las características, los factores, los procedimientos y

otras variables de fenómenos y hechos.

La investigación es del tipo analítica, ya que se fundamenta y se sostiene a las teorías y formulaciones estudiadas y establecidas precedentemente por otros investigadores; implica la síntesis anterior de lo desarrollado, ya que se trata de comprender las situaciones en términos de sus componentes, debido a que pretende revelar los elementos que conforman el conjunto de las partes

### **3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

Según Hernadez, Fernandez, & Baptista (2014). El tipo de diseño de investigación fue el no experimental. Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

### **3.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PUNO.**

El departamento de Puno se encuentra localizado en la sierra del sudeste del país en la meseta del Collao a  $13^{\circ}66'00''$  y  $17^{\circ}17'30''$  de latitud Sur y los  $71^{\circ}06'57''$  y  $68^{\circ}48'46''$  de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita por el Sur, con la región Tacna. Por el Este, con la República de Bolivia y por el Oeste, con las regiones de Cusco, Arequipa y Moquegua. La región Puno se encuentra en el altiplano entre los 3812 y 5500 m.s.n.m. y entre la ceja de selva y la selva alta entre los 4200 y 500 m.s.n.m. Cabe mencionar que la capital Puno, está ubicada a orillas del lago Titicaca el lago navegable más alto del mundo.

Las coordenadas geográficas de la ciudad de Puno son:

- Latitud: 15° 50' 31''
- Sur. Longitud: 70° 01' 11" Oeste
- Altitud sobre el nivel del mar: 3825 m.s.n.m.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

La toma de datos de la investigación será de manera directa de manuales y catálogos de las características técnicas y de funcionamiento, que constituyen las fuentes de información que nos va a permitir determinar en forma cuantitativa el correcto diseño y selección de los dispositivos a seleccionar en el sistema de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía del vehículo, haciendo uso de fórmulas matemáticas por medición indirecta.

Para la realización de este proyecto de investigación se utilizó los siguientes instrumentos para la recolección de datos y las respectivas mediciones:

- Laptop HP; Procesador Intel(R) **Core (TM) i3 5005u** CPU 2.00 GHz; Memoria RAM 2.00 GB; Sistema Operativo Windows 7, procesador 64x bits.
- Impresora Multifuncional marca Edson modelo L555.
- Memoria USB 8 Gb.
- Internet red de alta velocidad Movistar.
- Catálogos, manuales, especificaciones técnicas del fabricante, etc.

### 3.5. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Para el procedimiento y análisis de datos del presente trabajo de investigación, el diseño y selección de los sistemas de alimentación fotovoltaica para mejorar la autonomía del vehículo eléctrico comprende de cuatro etapas.

- **PRIMERO.** Destinada a la recolección de información, se recurrirá a la bibliografía estudios realizados, páginas webs, publicaciones, catálogos, etc. Con la finalidad de evaluar, diseñar y seleccionar la influencia de los parámetros característicos técnicos que permitan aumentar la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO.
- **SEGUNDO.** Consiste en la adquisición de datos técnicos de catálogos de vehículos eléctricos, de sistemas fotovoltaicos y se midió la carrocería del vehículo sedan modelo escarabajo, marca Volkswagen año 1976. Para realizar el diseño de los componentes del sistema de alimentación fotovoltaica, que permitió aumentar la autonomía energética del vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO.
- **TERCERO.** Se desarrolla la metodología de investigación, que contiene: el procedimiento metodológico para el diseño y la selección del sistema de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía a un vehículo eléctrico.
- **CUARTO.** Consiste en la elaboración de resultados para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones según los objetivos planteados en la presente investigación.

### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** *Sistema de alimentación fotovoltaica* Variable que expresa diseño y selección de equipos del sistema de alimentación fotovoltaica.

- **Variable dependiente:** *Autonomía energética de un vehículo eléctrico* Variable que expresa la autonomía energética de un vehículo eléctrico.

Tabla N° 3.1 Operacionalización de la variable dependiente.

<b>Variable Dependiente: Autonomía energética.</b>			
<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
La autonomía en los vehículos eléctricos está limitada por la cantidad de kilómetros; que pueden recorrerse con una recarga total de baterías.	Autonomía	w-h	tacómetro
	Amp-h	amp-h	

*Elaboración propia*

Tabla N° 3.2 Operacionalización de la variable independiente.

<b>Variable Independiente: Sistema de alimentación fotovoltaica</b>			
<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tratamiento</b>
Es el sistema que convierte la radiación solar en energía eléctrica sus demisiones son: Panel solar, regulador de carga, acumulador.	Panel solar	Parámetros eléctricos en DC	Diseño y selección de Paneles fotovoltaico para un vehiculó eléctrico.
	Regulador de carga.	Carga correcta del batería medido en voltios	Diseño y selección de un Regulador de carga para un vehiculó eléctrico.
	Acumulador	Energía química (almacenamiento) y energía eléctrica(consumo)	Diseño y selección de baterías para un vehiculó eléctrico.

*Elaboración propia*

### **3.7. METODOLOGÍA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICO APLICADO AL VEHÍCULO ELÉCTRICO.**

Se debe considerar para el diseño de un sistema fotovoltaico aplicado al vehículo eléctrico será:

- Estimación del consumo. Es muy importante los datos aportados por el consumo del vehículo eléctrico a implementar, y deben ser siempre lo más realistas posibles para evitar variaciones en el diseño. Si la instalación se realiza para un sistema fotovoltaico de uso diario todo el año, se escogerá el valor medio de todo el año.
- Datos de la ubicación y lugar donde se realiza la instalación fotovoltaica para así saber la irradiación que se dispone.
- Diseño del módulo fotovoltaico (número y tamaño de paneles solares necesarios). Para el diseño del módulo fotovoltaico es muy importante tener en cuenta las especificaciones técnicas de los Paneles solares.
- Diseño del sistema de acumulación o banco de baterías (número de baterías). Para el diseño del sistema de acumulación es muy importante tener en cuenta los días de autonomía que se va a otorgar a la instalación, para vehículos eléctricos se puede tomar entre 1-2 días de autonomía.
- Diseño del regulador de voltaje. Para el diseño del regulador de voltaje es muy importante tener en cuenta las especificaciones técnicas del regulador de voltaje.

Teniendo claro estas definiciones, a continuación, se procede con el método de cálculo.

### 3.7.1. ESTIMACIÓN DE CONSUMO.

La estimación del consumo medio diario para nuestro caso se estima que la recarga de las baterías del vehículo durase 2 horas de autonomía. Hay tener que en cuenta que en la instalación habrá pérdidas por rendimiento de la batería y esto influye en la energía necesaria final. Generalmente, para el buen dimensionamiento, se tomará un rendimiento de la batería de un 95%, y de los conductores eléctricos un 100%.

1.- Así para el cálculo de los consumos medios diarios ( $L_{md}$ ) se debe considerar la siguiente ecuación:

$$lmd = \frac{L_{md\ DC} + \frac{L_{md\ AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} * \eta_{con}} \quad (3.1)$$

Dónde:

$L_{md}$  = Consumo medio de energía diario.

$L_{md\ DC}$  = Consumo medio de energía diario de las cargas en continua.

$L_{md\ AC}$  = Consumo medio de energía diario de las cargas en alterna. (Para este caso no Aplica).

$\eta_{inv}$  = Rendimiento del inversor.

$\eta_{bat}$  = Rendimiento de la batería. (0.95).

$\eta_{con}$  = Rendimiento del conductor. (1.0).

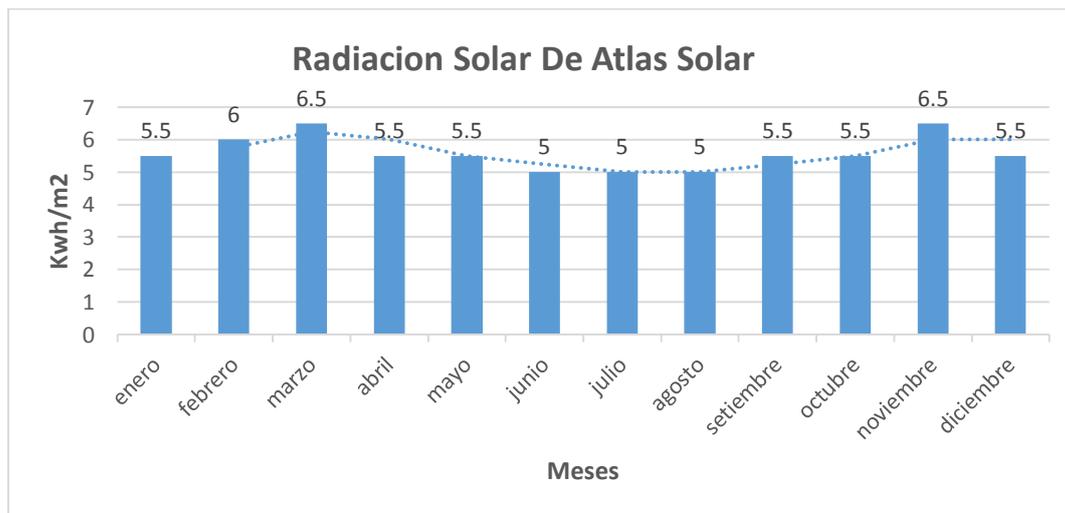
### 3.7.2. TABLA DE IRRADIACIÓN DIARIA MEDIA ANUAL DE LA REGIÓN DE PUNO - PERÚ.

La tabla irradiación diaria media anual del departamento de Puno - Perú. Los valores horarios de irradiación están en kW h/m<sup>2</sup> y están comprendidos entre los meses de enero hasta diciembre, como se puede observar en la figura N° 3.1. Se debe hacer notar que los valores irradiación diaria media anual corresponden a valores típicos representativos, que

fluctuarán entre los valores de un día despejado y de un día nublado. Además, junto con la tabla se presenta un gráfico correspondiente a los respectivos valores de la figura N° 3.1 de datos.

- Para nuestro caso usaremos en la ciudad de Puno (5.190 kwh/m2)

Figura N° 3.1 Irradiación solar en la región de Puno.



Fuente: “Radiación Solar en el Perú”; basado en la evaluación de la irradiación diaria media anual de las estaciones meteorológicas de la región de Puno.

### 3.7.3. DISEÑO DEL MODULO FOTOVOLTAICO.

Al diseñar los módulos fotovoltaicos necesarios se debe realizar el siguiente

Procedimiento:

#### 3.7.3.1. TAMAÑO NECESARIO DEL GENERADOR.

##### 3.7.3.1.1. Factor de seguridad del generador FV.

$$F_{SG} = \frac{E_{PRODUCIDA}}{E_{DEMANDADA}} = \frac{P_{NOM,G} * \frac{G_{md}(\beta)}{L_{STC}}}{L_{dm}}$$

### 3.7.3.1.2. Factor de seguridad del generador FV (Días de autonomía).

$$F_{SB} = \frac{E_{ALMACENADA}}{E_{DEMANDADA}} = \frac{C_{B,UTIL}}{L_{dm}}$$

$$C_{B,NOM} = \frac{C_{B,UTIL}}{PD_{MAX}} = \frac{F_{SB} * L_{dm}}{PD_{MAX}}$$

#### Dónde:

$F_{SG}$  = Factor de seguridad del Generador Fotovoltaico para vehículos eléctricos.

$P_{NOM,G}$  = Potencia nominal del generador FV.

$G_{md}(\beta)$  = Irradiación diaria incidente sobre el plano inclinado ( $\beta$ ), grados,  
expresada en W.h/m<sup>2</sup> = (5,190 Kw/m<sup>2</sup>)

$L_{STC}$  = Irradiación en condiciones estándares de medida STC =1000 W/m<sup>2</sup>.

$L_{dm}$  = Consumo medio de Energía en w.h (estimación).

$C_{B,UTIL}$  = Capacidad útil de la batería.

$C_{B,NOM}$  = Capacidad nominal de la batería.

### 3.7.3.1.3. Estimación del consumo medio diario.

$$Energía_{(w.h)} = L_{dm} = Potencia_{(W)} * Tiempo_{(h)} \quad (3.2)$$

### 3.7.3.1.4. Tamaño del Generador de modulo Fotovoltaico.

$$P_{NOM,G} = \frac{F_{SG} * L_{dm}}{\frac{G_{md}(\beta)}{L_{STC}}} \quad (3.3)$$

### 3.7.3.1.5. Tamaño de la batería.

$$C_{B,UTIL} = F_{SB} * L_{dm} \quad (3.4)$$

### 3.7.3.1.6. Selección de componentes y dimensionado final.

**Para La Batería:**

$$C_{B,NOM}(Ah) = \frac{C_{B,UTIL}(wh)}{V_{NOM,B}} \quad (3.5)$$

**Donde:**

$$C_{B,NOM}(Ah) = \text{Capacidad nominal de la bateria}$$

**Generador Fotovoltaico:**

$$N_{PANELES} = \frac{A_{PROYECTADA}}{A_{PANEL}} \quad (3.6)$$

$$\text{Potencia del Generador: } = P_G(Wp) = N_{PANELES} * P_{PANELES}$$

**Carga del generador FV:**

$$= C_{G,UTIL}(wh) = P_G(Wp) * N^{\circ} \text{ horas de carga} \quad (3.7)$$

Mejoramiento de la autonomía del vehículo eléctrico:  $M_{AUTONOMIA}$  (%)

$$M_{AUTONOMIA} = \frac{C_{G,UTIL}(wh)}{lmd} * 100\% \quad (3.8)$$

### 3.7.3.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN.

Para el diseño de la batería se debe tomar en consideración la máxima profundidad de descarga (estacional y diaria) y el número de días de autonomía. Como norma general, se tiene en cuenta estos parámetros: (SunFields, 2017)

Profundidad de Descarga Máxima Estacional (PD max.e)

Para baterías de litio= 87% = 0.87

Profundidad de Descarga Máxima Diaria (PD max.d) = 15% = 0.15

Número de días de Autonomía (N) = 1

Para calcular la capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (Cnd) se aplica la siguiente ecuación:

#### 3.7.3.2.1. Capacidad Nominal de Descarga Diaria en Wh.

$$C_{nd} (Wh) = \frac{L_{md}}{P_{D \max . d} * F_{CT}} \quad (3.9)$$

#### 3.7.3.2.2. Capacidad Nominal de Descarga Diaria en Ah.

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd} (Wh)}{V_{Bat}}$$

Para el cálculo de la Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne) se aplican las siguientes ecuaciones:

#### 3.7.3.2.3. Capacidad Nominal de Descarga Estacional en Wh.

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * N}{P_{D \max . e} * F_{CT}} \quad (3.10)$$

#### 3.7.3.2.4. Capacidad Nominal de Descarga Estacionaria en Ah.

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{Bat}} \quad (3.11)$$

Una vez que se dimensiona la capacidad del banco de baterías se escoge un banco con un valor superior al calculado.

#### 3.7.3.3. DISEÑO DEL CONTROLADOR DE CARGA SOLAR.

Para diseñar el controlador de carga solar se debe calcular cual es la máxima corriente que debe soportar el regulador, a su entrada, pero también a su salida. Para calcular la corriente de entrada al regulador se hace el producto corriente de cortocircuito de un módulo, y se multiplica por el número de las ramas conectadas en paralelo. Para determinar esto se aplica la siguiente ecuación. (SunFields, 2017)

##### 3.7.3.3.1. Corriente de Entrada del Controlador de Carga Solar.

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{MOD. SC} * N_p \quad (3.12)$$

$I_{MOD. SC}$  = La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito. Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador porque será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que se tenga en cuenta para evitar pérdidas de rendimiento.

#### Dónde:

$I_{entrada}$  = Corriente de Entrada del Controlador de Carga Solar.

$N_p$  = Número de ramas en paralelo.

1.25 = Es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador.

Para el cálculo de la corriente de salida hay que valorar las potencias de las cargas DC y las cargas AC. Para determinar esto se aplica la siguiente ecuación.

.

### 3.7.3.3.2. Corriente de Salida del Controlador de Carga Solar.

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{Bat}} \quad (3.13)$$

#### Dónde:

PDC = Ldm = Potencia de las cargas en continua.

PAC = Potencia de las cargas en alterna.

$\eta_{inv}$  = Rendimiento del inversor, en torno a 90-95%.

I<sub>salida</sub> = Corriente de salida del controlador de Carga Solar.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1. PROPUESTA EN LA SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA APLICADO AL VEHÍCULO ELÉCTRICO.

##### 4.1.1. SELECCIÓN DE PANELES SOLARES.

Se toma en cuenta criterios técnicos y económicos, por el cual se decide una alternativa de selección. El problema es encontrar la mejor relación entre la eficiencia y costo para implementar un sistema de Alimentación para aumentar la autonomía energética en un vehículo eléctrico. Para facilitar el trabajo de selección de los paneles solares se consulta las especificaciones técnicas de paneles solares, en donde se presenta todos los datos necesarios para determinar cuál es la mejor solución al problema. **(Ver anexo 6)**

Los principales criterios para evaluar son los siguientes:

- Eficiencia Energética (%).
- Costo en soles (S/).

Esto porque se tiene un área limitada para el montaje del sistema fotovoltaico, la eficiencia de los paneles solares tiene un papel fundamental al momento de hacer la selección. Por otro lado, el costo en soles (S/) también es muy importante ya que existen restricciones económicas para implementar el sistema de alimentación fotovoltaica. Respecto a la eficiencia energética, existe un punto cercano al 20% en donde el valor de los paneles solares se descontrola y falla y esto hace que sea un obstáculo dentro de la selección, por lo cual tendrán una nota bastante baja con relación a las demás posibilidades.

#### **4.1.1.1 Disposición de las Paneles Solares sobre el Vehículo.**

Para los Paneles Solares escogidos, existen diferentes configuraciones posibles de ubicación sobre el vehículo eléctrico. Para escoger la mejor solución, se aplicaron los siguientes criterios:

- No usar Paneles Solares de distintos tamaños, marcas, modelos.
- No sobrepasar las dimensiones máximas en un 5% del vehículo eléctrico.
- En situaciones de estacionamiento o aparcamiento del vehículo eléctrico, no sobrepasar los  $15^\circ$  de inclinación para obtener la mayor eficiencia energética de los paneles solares.
- Aplicar criterios técnicos al seleccionar el tipo tamaño marca y modelo.

#### **4.1.1.2 Máximas Dimensiones del Vehículo Eléctrico.**

Para encontrar las máximas dimensiones en el vehículo eléctrico, con el fin de implementar el sistema fotovoltaico, se procedió a medir el techo, capot, puertas delanteras y partes libres del vehículo eléctrico, como son el ancho, largo y alto.

Luego de tener las dimensiones totales del Vehículo Eléctrico en el cual se realiza el montaje del sistema fotovoltaico.

#### **4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS SOLARES.**

Para poder dimensionar los paneles solares, se debe considerar el máximo consumo en el sistema del vehículo eléctrico, y el área disponible para el montaje de los paneles solares, obteniéndose un área aproximada de (4,2 m<sup>2</sup>) para acoplar los módulos.

#### 4.1.2.1 Análisis de Irradiación Solar.

La tabla irradiación diaria media anual de la Región de Puno - Perú. Los valores horarios de irradiación están en kWh/m<sup>2</sup> y están comprendidos entre los meses de enero hasta diciembre, como se puede observar en la tabla N° 4.1 Se debe hacer notar que los valores irradiación diaria media anual corresponden a valores típicos representativos, que fluctuarán entre los valores de un día despejado y de un día nublado. Teniendo en cuenta un valor de 5.19 kWh/m<sup>2</sup> en la ciudad de Puno.

Tabla N° 4.1 Irradiación solar en la Región de Puno.

SENAMHI				IRRADIACIÓN DIARIA MEDIA ANUAL Kwh/m2
RADIACIÓN SOLAR				
N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	
01	PUNO	HUANCANE	HUARAYA	5.161
<b>02</b>	<b>PUNO</b>	<b>PUNO</b>	<b>PUNO</b>	<b>5.190</b>
03	PUNO	CHUCUITO	JULI	5.048

*Fuente 2: "Radiación Solar en el Perú"; basado en la evaluación de la irradiación diaria media anual de las estaciones meteorológicas del region de Puno.*

#### 4.1.2.2 Análisis y Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico para el Vehículo Eléctrico.

Para el diseño eléctrico del sistema fotovoltaico se utiliza el método analítico sintético, el cual permite hacer análisis múltiples para la estimación del consumo, datos de irradiación, dimensionamiento del generador fotovoltaico, sistema de acumulación y controlador de carga solar. Aquí siempre es fundamental aportar con datos lo más realista posible para evitar desviaciones en el diseño.

#### 4.1.2.3 Estimación del Consumo.

Para la estimación del consumo se considera la carga del vehículo eléctrico en este caso del Motor Eléctrico de corriente Continua según los siguientes datos:

#### 4.1.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUMULACION.

Para calcular la capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria ( $C_{nd}$ ) se hace referencia a la ecuación (3.9)

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{P_{D \max . d} * F_{CT}}$$

$$C_{nd}(Wh) = \frac{21,052.6 Wh}{0.15 * 1.0}$$

$$C_{nd}(Wh) = 140,350.66 Wh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{140,350.66 Wh}{96 V}$$

$$C_{nd}(Ah) = 140.35 Kwh$$

Para el cálculo de la Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional ( $C_{ne}$ ) se hace referencia en la ecuación (3.10)

$$C_{ne}(Wh) = \frac{L_{md} * N}{P_{D \max . e} * F_{CT}}$$

$$P_{D \max . e} = Se \text{ asume } 0.87$$

$$C_{ne}(Wh) = \frac{21,052.6 * 1.0}{0.87 * 1.0}$$

$$C_{ne}(Wh) = 24,198.39 \frac{Wh}{dia}$$

Se debe considerar la ecuación (3.11)

$$C_{ne}(Ah) = \frac{C_{ne}(Wh)}{V_{Bat}}$$

$$C_{ne}(Ah) = \frac{24,198.39 \frac{Wh}{dia}}{96 V}$$

$$C_{ne}(Ah) = 252,07Ah$$

#### 4.1.4. DISEÑO DEL CONTROLADOR DE CARGA SOLAR.

Para diseñar el controlador de carga solar se debe calcular cual es la máxima corriente que debe soportar el regulador, a su entrada, pero también a su salida. Para calcular la corriente de entrada al regulador se hace el producto corriente de cortocircuito de un módulo fotovoltaico, y se multiplica por el número de las ramas conectadas en serie. Para determinar esto se hace referencia a la ecuación (3.12)

$$I_{entrada} = 1.25 * I_{MOD. SC} * N_p$$

$$I_{MOD. SC} = \frac{P_M}{V_{Bat}}$$

$$I_{MOD. SC} = \frac{120 W}{24 V}$$

$$I_{MOD. SC} = 5.0 A$$

$$I_{entrada} = 1.25 * 5.0 * 1.0$$

$$I_{entrada} = 6.25 A$$

Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador por que será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que se tenga en cuenta para evitar pérdidas de rendimiento. Para el cálculo de la corriente de salida hay que valorar las potencias de las cargas DC y las cargas AC. Para determinar esto se hace referencia a la ecuación (3.13)

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{Bat}}$$

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (10,526.3W + 0)}{96 V}$$

$$I_{salida} = 137.06 A$$

#### 4.1.5. RESULTADOS DEL DISEÑO, SELECCION Y ADECUACION.

##### a. PANELES SOLARES.

La implementación se realizará con 04 Paneles solares de 120 W. Dimensiones 1.5 \* 0.675 mm Tipo Policristalino de Alta Eficiencia; marca Solarland; modelo: SLP120-24V  
(Ver anexo 6)

##### Características Eléctricas:

Pm(W): 120 Wp

Vm(V): 34.4 Vcc

Im(A): 3.49 A

Voc(V): 43.2 Vcc

##### Especificaciones técnicas:

- Tipo de celda: policristalina seccionada encapsuladas en EVA
- Estructura: Marco de aluminio
- Cubierta: Vidrio temblado de alta transparencia

- Sello posterior: Membrana Tedlar
- Medidas (mm): 1500x675x35
- Peso: 14.5 Kg,
- Duración de hasta 20 años en condiciones óptimas.

***b. BATERÍAS:***

08 baterías de Ion de Litio de 12V - 250 Ah 330 x 172 x 217.8 mm de Alta Eficiencia y de alta gama de operación ; marca topband; modelo:TB12250F-S104A-12V. ( **Ver anexo 8**)

**Especificaciones técnicas**

- Voltaje: 12V DC.
- Medidas: 330 x 172 x 217.8 mm (Largo, Ancho, Alto)
- Peso: 26.55 kg.
- Amperes: 250 Ah @ 10 hrs.
- Procedencia importada.

***c. REGULADOR DE CARGA DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO.***

Nuestra implementación se realizará con 01 regulador de carga marca Outback MPPT Charge Controller de 96V- 10030A (**Ver anexo 9**)

- Tensión de la batería: 100 V
- Corriente de carga: 30A
- Dimensiones: 76x153x37 mm.
- Peso: 180 gr.

**Datos técnicos:**

- Sensor de temperatura interna.
- Tres etapas de carga de la batería (bulk, absorción y flotación)
- Protección contra sobre corriente - Protección contra cortocircuito
- Protegido contra la conexión inversa de los paneles solares y / o la batería
- Con carga baja tensión Desconexión de la salida

*d. MOTOR ELÉCTRICO.* El vehiculó a convertir tiene un motor eléctrico de Corriente Continua de las siguientes características: **(Ver anexo 7)**

- Voltaje = 96V DC
- Potencia = 10 Kw
- Modelo = ZC10B-96
- Marca = Super Motor.

## 4.2. INFORME ECONÓMICO

Habiéndose elegido ya los componentes más convenientes para el diseño de los sistemas de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico; se desarrolló un informe económico en donde se puede apreciar a cuánto ascendería la inversión. Si es que el sistema fuese implementado en realidad a un vehículo eléctrico.

Haciendo un pequeño recuento de los componentes elegidos en el capítulo previo se tiene:

- **Motor eléctrico:** Se eligió la opción, marca SUPER MOTOR modelo PN-ZC10B-96C que presenta un costo de S/. 3 400,00.
- **Baterías:** Se utilizará un arreglo de 8 baterías de ion litio en la marca Tophand, modelo TB12250F-S104A. Cada batería presenta un precio de unos S/. 500,00.
- **Controlador de carga:** El más conveniente resultó ser el modelo Outback MPPT Charge Controller 100/30 que se adquiere a un precio de S/. 1 800,00.
- **Paneles solares:** Se optó por 4 Paneles fotovoltaicas Policristalino de alta eficiencia, marca Solar land, modelo SLP120-24V, con un costo de S/. 890.00. por cada panel.

El sistema alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico, como cualquier otro sistema, presenta un costo, si el mismo se llegase a implementar. Todos estos gastos provienen de los componentes a utilizar en este sistema y no se incluye el costo por instalación o mano de obra, ni tampoco el costo por las horas en el desarrollo de cotizaciones invertidas.

En esta tabla se indica el costo de los equipos necesarios para la instalación del sistema de alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico.

Tabla N° 4.2 Costo de implementación del vehículo eléctrico (sistema fotovoltaico)

ítem	Equipo	Cantidad	Precio S/.	Sub total S/.
01	Motor eléctrico	01	3 400.00	3 400.00
02	Baterías	08	500.00	4 000.00
03	Controlador de carga	01	1 800.00	1 800.00
04	Paneles solares	04	890.00	3 560.00
05	(Accesorios)	01	1 800.00	1 800.00
06	Mano de obra	01	5 000.00	5 000.00
			<b>TOTAL S/.</b>	<b>19 560.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

El costo de la implementación del sistema alimentación fotovoltaica para aumentar la autonomía del vehículo eléctrico, se detalla en la tabla anterior, se eleva a S/. 19 560.00 (Diecinueve mil quinientos sesenta nuevos soles).

## CONCLUSIONES V

El presente proyecto permitió el diseño de un sistema de alimentación solar fotovoltaica con un buen rendimiento mediante acumuladores de energía para un vehículo eléctrico solar, utilizando una fuente de energía alternativa.

En el primer objetivo se Diseñó y Selecciono los parámetros característicos técnicos de los sistemas de alimentación fotovoltaica de un vehiculó eléctrico de la EPIME -UNA-PUNO. Utilizando durante este trabajo de investigación un escarabajo marca Volkswagen modificada con un peso aproximado de 500 Kg. con una autonomía de 80 km/h.

El segundo objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el aumento en la autonomía de un vehículo eléctrico de la EPIME-UNA-PUNO. Utilizando un sistema fotovoltaico de alta tecnología para cargar las baterías. Se logró un incremento en la autonomía del vehículo eléctrico en un 5.0.%.

## RECOMENDACIONES VI

Para una posible manera de incrementar la capacidad de generación del sistema fotovoltaico, se recomienda implementar un “estacionamiento solar”, para así tener una mayor área de colección y tener en stock un banco de baterías extra con carga completa para cuando el vehículo lo requiera.

Se recomienda utilizar baterías de alta tecnología como son: baterías de ion litio, baterías de grafeno, ya que baterías de plomo ácido utilizadas en el sistema fotovoltaico del vehículo eléctrico solar, proporcionan baja autonomía ya que la profundidad de descarga de las mismas tiende hasta un 50% que es un valor recomendable.

Se recomienda implementar en el sistema curricular de estudios los cursos de laboratorio de energías renovables, referentes a electro- movilidad (vehículos eléctricos) en la EPIME -UNA- PUNO.

## REFERENCIAS VII

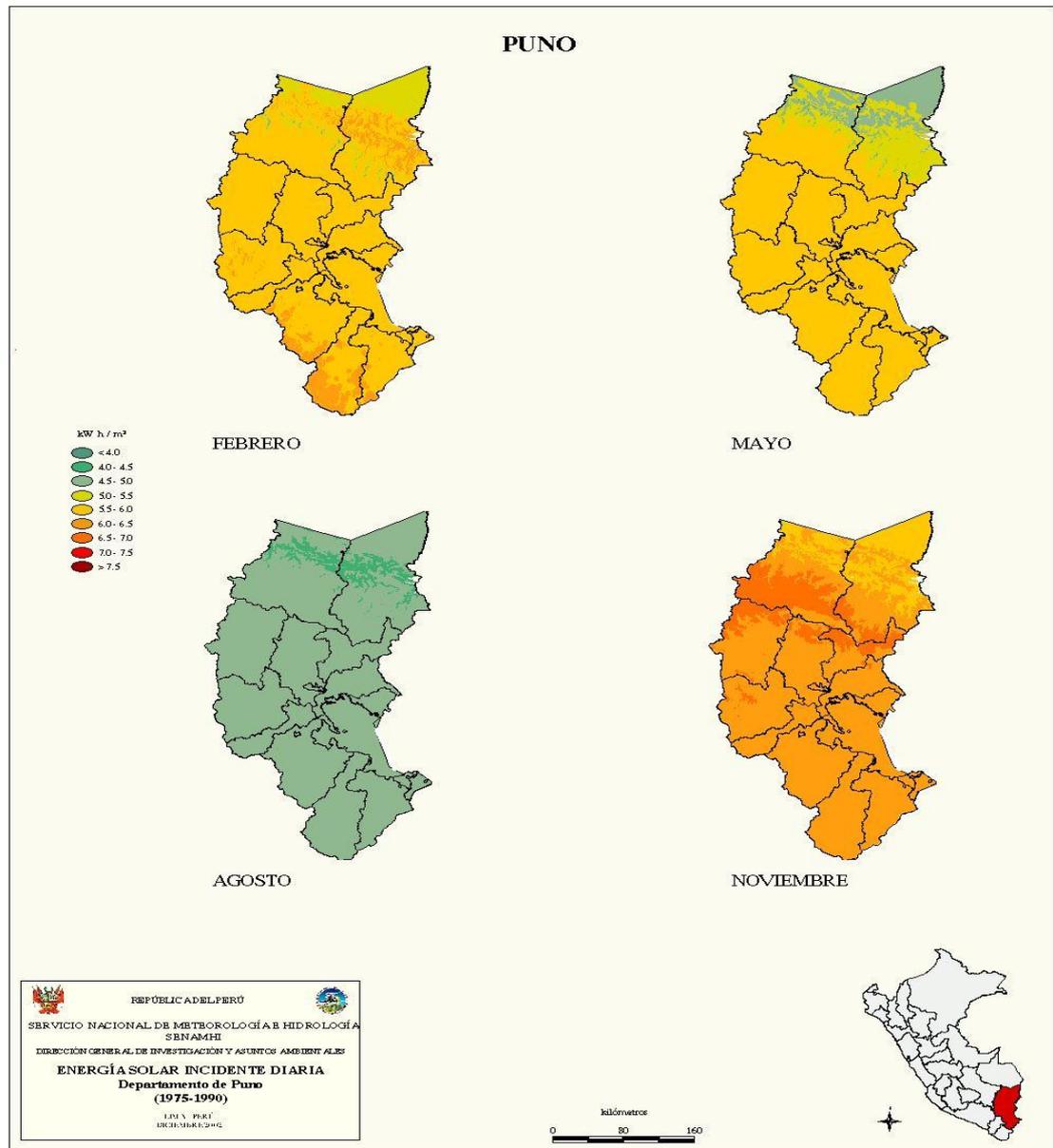
- Alonso, C. (2006). *El generador fotovoltaico*. Sevilla.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3a ed.). Bogotá: Perarson Educacion.
- Cata, J., & Rodriguez, F. (2015). *Análisis Mateamático De Un Panel Solar Fotovoltaico De Silicio*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10250/1/UPS-GT001338.pdf>
- Centro De Estudios De La Energia solar. (2009). *Energia Solar-Aplicaciones Prácticas* (5a ed.). Sevilla: Artes Graficas Gala, S.L.
- Colegio oficial de ingenieros de telecomunicaciones. (2013). *Energia Solar Fotovoltaica. Journal of Chemical Information and Modeling* (1a ed.). Madrid: Ibergraphi 2002, S.L.L. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Colmenar, A., Castro, M., Carpio, J., Giraldo, R., & Dávila, L. (2004). *Energia solar fotovoltaica* (2a ed.). Cevilla: Promotora General de Estudios, S.A. Retrieved from [https://www.soltuyo.com/libros/esf\\_imgr-051tco-4.pdf](https://www.soltuyo.com/libros/esf_imgr-051tco-4.pdf)
- Ente Vasco De La Energia. (2000). *La energía solar fotovoltaica en el País Vasco* (1a ed.). Bilbao: San Vicente 8.
- Fonseca, J. H. (2011). Celdas, pilas y baterias de ion litio una alternativa para..? *Journal Boliviano de Ciencias*, 8, 41–48.
- García, M. (2015). *Pasado, presente y futuro de vehiculos electricos*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- García, R. (2018, March 6). Vehiculos eléctricos y su normatividad en el Peru. *Gestion Peru*. Retrieved from <https://gestion.pe/economia/planea-ejecutivo-impulsar-circulacion-autos-electricos-228667>
- Gomez, J., Mojica, C., Kaul, V., & L.Isla. (2016). La Incorporación de los vehículos

- eléctricos en América Latina. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 460, 300–380.
- Hernandes, sampieri roberto, Fernandez, collado carlos, & Baptista, lucio maria del pilar. (2014). *Metodologia de la Invetigacion* (6a ed.). Mexico D.F.: McGRAUW-HILL.
- J. Roldan. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. (1a ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Loferski, J. J. (1966). The effects of electron and proton irradiation on thin film solar cells., (3), 221–227.
- Mariscal, A. (2016). *Studio energético de las baterías de grafeno en vehículos eléctricos*. Universidad de Jaen.
- O.Nuñez, & Salazar, C. (2014). *Diseño y construcción de un sistema eficiente de alimentación solar, mediante acumuladores de energía, para un vehículo eléctrico*. Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Ramos, A., & Soto, F. (2013). *Propuesta Del Prototipo De Un Vehículo Eléctrico Sustentable*. Instituto Politécnico Nacional.
- S. Mendoza. (2013). *Modelización del sistema de almacenamiento de energía y de su regulador de un vehículo solar de fines experimemntales*. Universidad Politécnica De Cartagena.
- Sagua, W. (2017). *Análisis Y Modelamiento Para Un Módulo Fotovoltaico, Basado En Un Sistema De Géneracion De Energía Renovable Microgrid En La Ciudad De Puno*. Universidad Nacional Del Altiplano.
- Sarmiento, D., & Rocano, J. (2018). *Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca. Retrieved from <https://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>

- Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013). *Energía solar Térmica y fotovoltaica*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (1a ed.). Pamplona: EnerAgen.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Todo autos. (2017, December 11). Vehiculos eléctricos y su normatividad en el Peru. *Todo Autos*, pp. 1–4. Retrieved from <http://www.todoautos.com.pe/portal/autos/200-especiales/6566-autos-electricos-toyota-prius-mitsubishi-imiev>
- Villanueva, L. (2009). *Implementación de un sistema fotovoltaico en un vehículo eléctrico para la carga de la batería*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Zuñiga, A. (2005). *Analisis y evaluacion del aumento en la autonomia de un vehículo electrico utilizando celdas fotovoltaicas y MPPT de alta tecnologica*. Pontificia Universidad Catolica de Chile.
- Zuñiga, V. A. (2014). *Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima Metropolitana*. Pontificia Universidad Católica Del Perú.

ANEXOS

ANEXO N ° 1 ENERGÍA SOLAR PUNO.



## ANEXO N° 2 IRRADIACIÓN SOLAR EN EL PERÚ

Ciudad capital de departamento	Energía solar diaria promedio anual kWh/m <sup>2</sup>
Tumbes	5.67
Piura	5.54
Chiclayo	5.50
Trijillo	5.13
Huaras	5.29
Lima	5.13
Ica	5.50
Arequipa	6.08
Moquegua	6.04
Tacna	5.83
Puno	5.21
Cusco	5.17
Abancay	5.13
Ayacucho	5.17
Huancavelica	5.33
Huancayo	5.33
Cerro de Pasco	5.46
Huánuco	4.83
Cajamarca	5.25
Chachapoyas	4.67
Moyobamba	4.67
Iquitos	4.42
Pucallpa	4.63
Puerto Maldonado	4.79

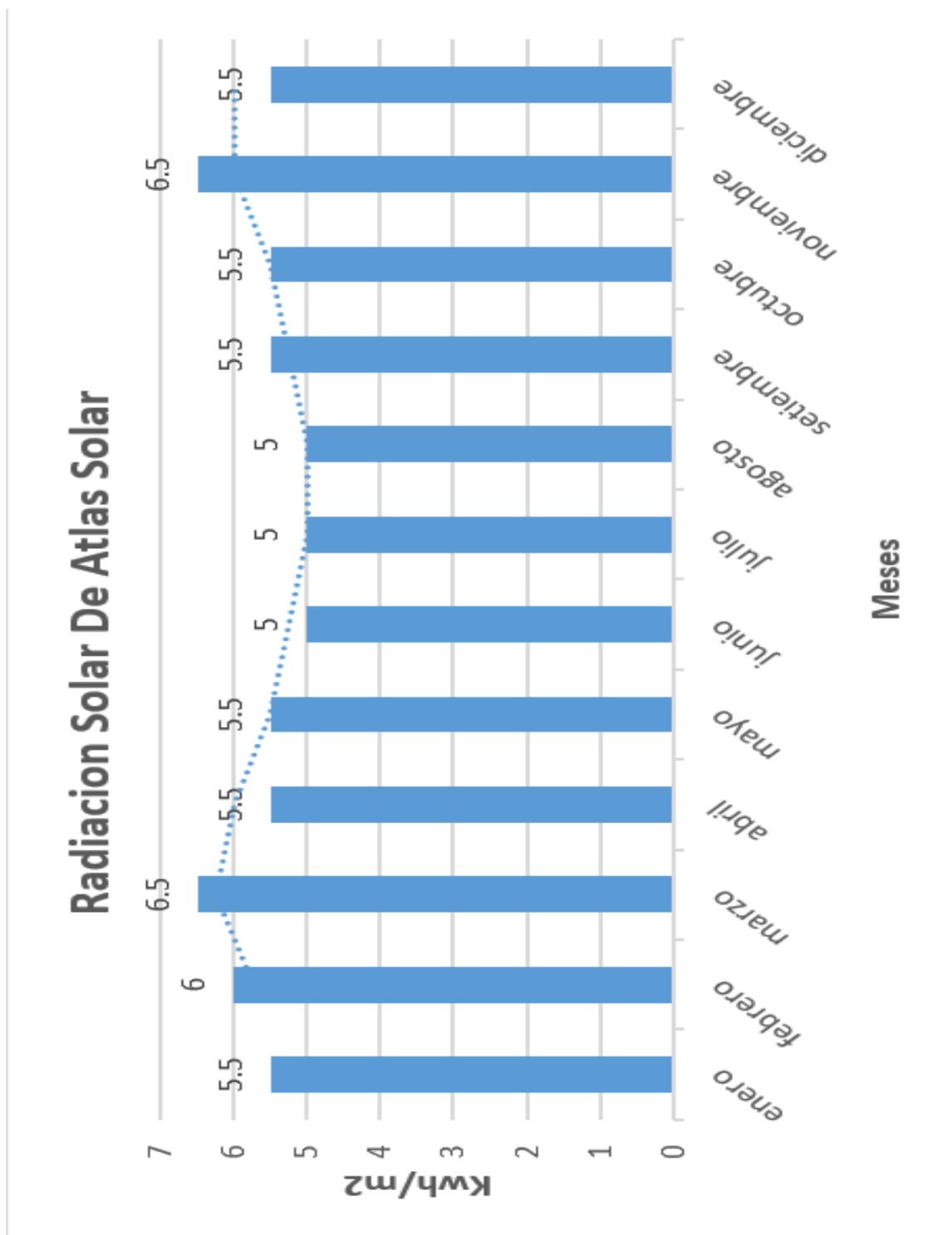
Fuente 1: “Atlas de Energía Solar del Perú” publicación del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en convenio con la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas (DEP-MEM) en 2003.

## ANEXO N° 3 IRRADIACIÓN SOLAR EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA				IRRADIACIÓN DIARIA MEDIA ANUAL Kwh/m <sup>2</sup>
N°	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	
01	PUNO	HUANCANÉ	HUARAYA	5.161
02	PUNO	PUNO	PUNO	5.190
03	PUNO	CHUCUITO	JULI	5.048

Fuente 2: “Radiación Solar en el Perú”, Tesis realizada por Juan Carlos Mamani Apaza para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en la EPIME-UNA-PUNO, 2017; basado en la evaluación de la irradiación diaria media anual de las estaciones meteorológicas del Departamento de Puno.

**ANEXO N° 4 RADIACIÓN SOLAR DE ALTAS SOLAR.**



## ANEXO N° 5 MODULO POLICRISTALINO SOLAR.

**webo**solar.com

Modelo: [SLP120-24U](#)

Línea completa de paneles SolarLand de 12V y 24V:

Modelo	Potencia	Voltaje	L (mm)	A (mm)	E (mm)
SLP020-12U	20 W	12 Volt	576	357	30
SLP020-24U	20 W	24 Volt	576	357	30
SLP020-12YA	20 W	12 Volt	520	520	NA
SLP025-12	25 W	12 Volt	675	357	30
SLP030-12U	30 W	12 Volt	541	510	30
SLP030-24U	30 W	24 Volt	541	510	30
SLP045-12U	45 W	12 Volt	675	534	30
SLP055-12U	55 W	12 Volt	670	650	30
SLP070-12U	70 W	12 Volt	774	675	30
SLP070-12M	70 W	12 Volt	1475	342	40
SLP085-12U	85 W	12 Volt	940	675	30
SLP090-12M	90 W	12 Volt	1300	528	50
SLP090-24M	90 W	24 Volt	1300	528	50
SLP100-12U	100 W	12 Volt	1062	675	30
SLP110-12U	110 W	12 Volt	1150	675	30
SLP120-12U	120 W	12 Volt	1244	675	35
<b><u>SLP120-24U</u></b>	<b><u>120 W</u></b>	<b><u>24 Volt</u></b>	<b><u>1500</u></b>	<b><u>675</u></b>	<b><u>35</u></b>
SLP130-12U	130 W	12 Volt	1500	675	35
SLP140-12U	140 W	12 Volt	1500	675	35

## ANEXO N° 6 CELDA AMORFA. SLP120-24U.



### SLP120-24U

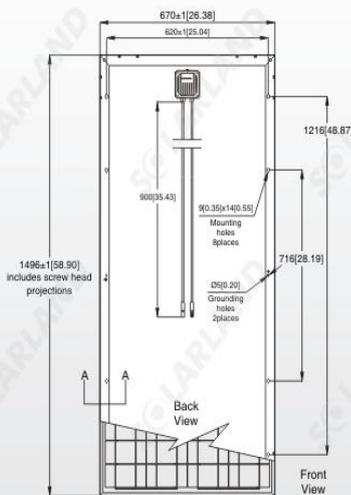
High Efficiency Multicrystalline PV Module

Electrical Characteristics	SLP120-24U
Product code	120012401
Maximum power (Pmax)	120W
Voltage at Pmax (Vmp)	34.4V
Current at Pmax (Imp)	3.49A
Open-circuit voltage (Voc)	43.2V
Short-circuit current (Isc)	3.86A
Temperature coefficient of Voc	-80±10)mV/°C
Temperature coefficient of Isc	(0.065±0.015)%/°C
Temperature coefficient of power	-0.5±0.05)%/°C
NOCT (Air 20°C; Sun 0.8kW/m² wind 1m/s)	47±2°C
Operating temperature	-40°C to 85°C
Maximum system voltage	1000V DC
Power tolerance	+10%/- 5%

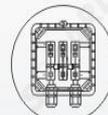
\*STC: Irradiance 1000W/m², AM1.5 spectrum, module temperature 25°C  
 \*NOCT:Nominal operating cell temperature (the data is only for reference)



#### Module Diagram



Dimensions in brackets are in inches.  
 Un-bracketed dimensions are in millimeters.  
 Unit: mm[in.]



Junction Box Top View (Lid Open)

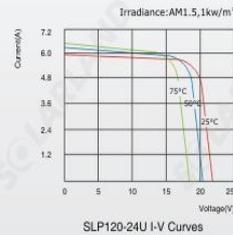


Section A-A

#### Features

- Nominal 12V DC for standard output.
- Outstanding low-light performance.
- Heavy-duty anodized frames.
- High transparent low-iron,tempered glass.
- Rugged design to withstand high wind pressure, hail and snow load.
- Aesthetic appearance.

#### Characteristics



Specifications	SLP120-24U
Cells	Polycrystalline silicon solar cell
No. of cells and connections	72(4X18)
Module dimension	1496mm[58.90in.]x670mm[26.38in.]x35mm[1.38in.]
Weight	10.4kg[22.93lbs]
Packing information(Carton)	1540mm[60.63in.]x715mm[28.15in.]x70mm[2.76in.]/(1pc/ctn)

\*Limited warranty: 5-year limited warranty of materials and workmanship; 10-year limited warranty of 90% power output; 25-year limited warranty of 80% power output. For detail, please contact us.  
 \*Specifications are subject to change without notice at any time.

www.solarland.com

info@solarland.com

SOLARLAND 2010

## ANEXO N° 7 MOTOR ELÉCTRICO



Ver imagen más grande



Añadir para co...

10kw 96 v coche eléctrico DC motor y kit de conversión

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

>=2 Set/s

US \$65...

dejar Mensajes

Pago: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [e-Checking](#) [Pay Later](#)

More

Envío: Servicio de envío marítimo de Alibaba.com desde China hasta los EE.UU.

[Obtener cotización de envío](#)

**Detalles del producto**

**Perfil de la empresa**

[Reportar actividad sospech...](#)

Descripción del producto

Embalaje y envío

Nuestros servicios

Información de la empresa

### Descripción general

#### Detalles rápidos

Lugar del origen: Shandong, China (Mainland)

Número de Modelo: ZC10B-96C

Certificación: CE

Torsión: 30.10N.m

Conmutacion: Cepillo

Velocidad (RMP): 2800 rpm

De potencia de sali... 10KW

Eficiencia: 80%-90%

Grado de protección: IP20

Temperatura de tra... -25-40

Marca: Super motor

Aplicación: Coche, Coche eléctrico

Tipo: Draction motor

Construcción: Series Wound

Característica de pr...A prueba de goteo

Corriente Continuo... 130A

Voltaje (V): 96 v

Clase de aislamient...H

Sistema de trabajo: S2-60min

### 10kw 96 v coche eléctrico DC motor, así como kit de conversión

10kw 96 V DC motor es ampliamente utilizado en Los coches modificados y la velocidad pueden satisfacer la demanda de viajar en la ciudad bajo cualquier condición.

#### Especificación

Número de modelo	ZC10B-96C
Potencia de salida	10kw
Tensión nominal	96 v
Corriente nominal	130A
Velocidad nominal	2800 rpm
Par nominal	30.10N.m
Clase de aislamiento	H
Grado de protección	IP20
Sistema de trabajo	S2-60min
Certificación	CE, ISO9001: 2008

### 10kw 96 v coche eléctrico DC motor ventaja

1. **Fuerte capacidad de sobrecarga.** El motor puede soportar 3 veces corriente de sobrecarga y 4.5 veces par de sobrecarga.
2. **Fuerte regulación controlador.** El motor CUnSe da cuenta de la velocidad de stepless regular suavemente, saciar el vehículo de carga pesada comenzando la velocidad de escalada rápida, adaptarse a las diferentes condiciones de la carretera.
3. **Bajo noise, eficiente y largo tiempo continuo de ejecución.**
4. **Fácil reemplazo.**

#### Aplicación

10kw 96 V DC motor, así como kits de conversión ampliamente utilizados en la modificación Coche, coche de la ciudad, coche clásico y otro coche eléctrico, la velocidad puede alcanzar los 70 km/h. Como la siguiente imagen.

#### Empresa

Industria de la energía **Un Profesional Fabricante de Sistema de conducción eléctrica** Que fue fundada a principios de 2000, Cubriendo 80000 metros cuadrados, situado en la zona de desarrollo de la zona de desarrollo estatal-Zibo alta y nueva zona de tecnología. Ahora Shandong Super motor Power Tech Co., Ltd es el **Conducción más grande proveedor del sistema** En China.

Nos centramos en la investigación y desarrollo, producción y venta del sistema de conducción de vehículos eléctricos, que incluyen **Motores eléctricos, transmisiones y sistemas de control de motores**. Tenemos el equipo de producción avanzado interno, línea de producción, actualmente más de 400 empleados, más de 60 personas R & D equipo dirigido por médicos. el capital registrado de usd4 millones, activos totales de USD8 millones, el valor de producción es más de USD20 millones en 2014.

## ANEXO N° 8 BATERIA DRECARGABLE DE ION DE LITIO 12 VOLTIOS 250 AH



**Detalles del producto:**

Lugar de origen: China  
 Nombre de la marca: Topband  
 Certificación: MSDS  
 Número de modelo: TB12250F-S104A\_00

**Condiciones de pago y envío:**

Cantidad de orden mínima: 10 unids  
 Precio: Negociable  
 Detalles de empaquetado: Cartón estándar de la exportación  
 El tiempo de entrega: 2-4 semanas para el espécimen; 4 ~ 6 semanas para la producción en masa  
 Condiciones de pago: L / C, T / T  
 Capacidad de suministro: 450 Mwh / año



[Contacto ahora](#) [Chatear ahora](#)

No	Artículos	Descripción
<b>Especificación normal</b>		
1	Voltaje nominal	12.8V
2	Capacidad normal	250Ah
3	Resistencia interna	≤ 20mΩ
4	Serie de aplicaciones paralelas	Hasta 4 aplicaciones conectadas serie
5	Funcion de comunicación	/
<b>Responsabilidad estándar</b>		
6	Operación responsable desviación de la temperatura	0 a 45 ° C
7	Voltaje de carga normal	14.6 ± 0.1 V
8	Voltaje de carga de flotador recomendado (para uso en espera)	13.8 ± 0.1 V
9	Corriente de responsabilidad constante máxima permitida	80A @ Personal temporal inicial de la batería 25 ± 5 °C
10	Responsabilidades recomendadas Actual	≤80 <sup>a</sup>
<b>Salida estándar</b>		
11	Desviación de temperatura de operación de salida	-20 a 60 ° C
12	Rango de voltaje de salida	8.0 a 14.6 V
13	Corriente de descarga constante MAX admisible	80A @Batería personal temporal inicial 25 ± 5 °C
14	Corriente pico de salida	100A / 30min, 350A / 3s
15	Tensión final de salida	8.0V

# ANEXO N° 9 CONTROLADOR DE CARGA BLUE SOLAR

## MPPT 100/30.

victron energy  
BLUE POWER

Controlador de carga BlueSolar MPPT 100/30
www.victronenergy.com

**Controlador de carga solar MPPT 100/30**

**Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)**  
Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

**Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial**  
En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.  
Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que podría no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

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

**Algoritmo de carga flexible**  
Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

**Amplia protección electrónica**  
Protección de sobretemperatura y reducción de potencia de protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles PV.  
Protección de corriente inversa FV.

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

**Opciones de datos en pantalla en tiempo real**  
- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y consulte "VE.Direct" y la mochila Bluetooth Low Energy\*  
- Panel ColorControl

**Seguimiento del punto de potencia máxima**

**Curva superior:**  
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).  
El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

**Curva inferior:**  
Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida.  
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, a inferior a Vmp.

controlador de carga estándar	MPPT 100/30
tensión de la batería	selección automática: 12/24 V
corriente máxima de salida	30 A
tensión IV máxima, 12V / 12,6V	110 W (rango MPPT: 10 V a 30 V)
tensión IV máxima, 24V / 25,2V	220 W (rango MPPT: 20 V a 30 V)
tensión máxima del circuito abierto (V)	100 V
eficiencia máxima	98 %
autoconsumo	10 mA
tensión de carga de absorción	valores predeterminados: 13,8 V / 25,8 V (ajustable)
tensión de carga de flotación	valores predeterminados: 13,6 V / 25,6 V (ajustable)
algoritmo de carga	variable multi-etapas
compensación de temperatura	-18 mV / °C, -10 mV / °C (req.)
protección	potencial inverso de la batería (ajustable, no accesible por el usuario) cortocircuito de salida sobretemperatura
temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)
humedad	95 % sin condensación
puerto de comunicación de datos	VE.Direct consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web
CARGA	
color	Azul (RAL 5012)
terminales de conexión	12 mm <sup>2</sup> / AWG4
tipo de protección	para componentes electrónicos, IP20 (para de conexión)
peso	1,25 kg
dimensiones (l x a x p)	130 x 180 x 70 mm
ESTÁNDARES	
seguridad	EN61827-2
*si el hubiese más potencia IV conectada, el controlador limitará la potencia de entrada a 110W o 220W, resp. 10V la tensión IV debe estar en 10V y 20V, tensión de la batería para que arranque el controlador. una vez arrancado, la tensión IV mínima será de 10V.	

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos  
Centraliz.: +31 (0)36 535 9700 | Fax: +31 (0)36 535 9740  
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com

victron energy  
BLUE POWER

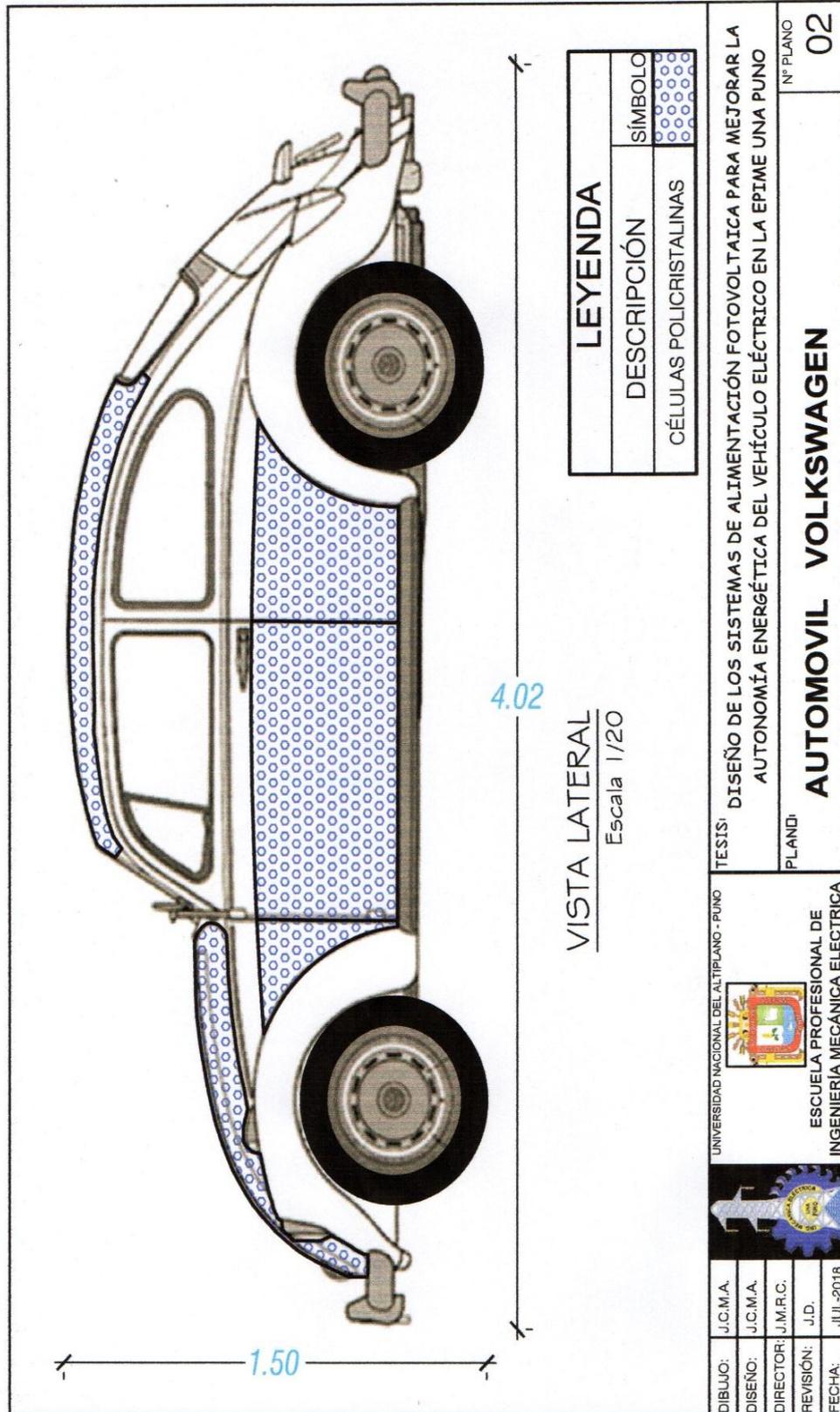
ANEXO N° 10 PLANOS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.

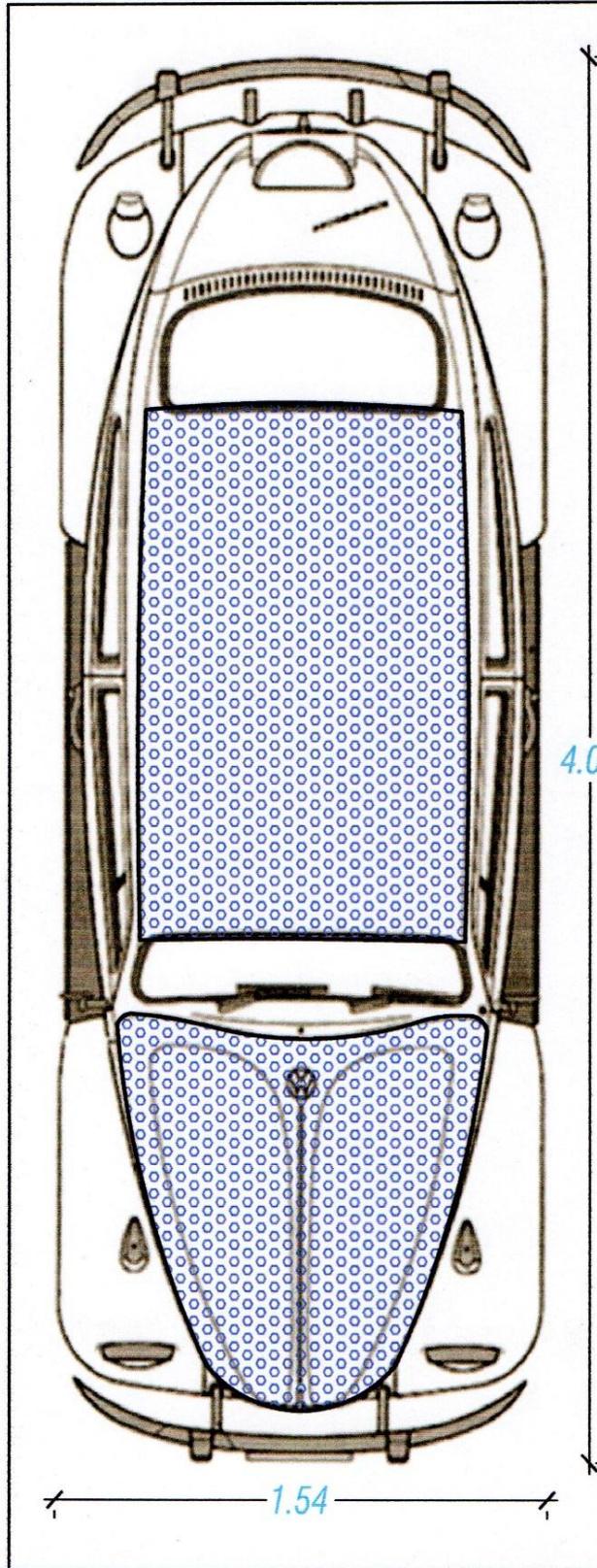
VISTA FRONTAL  
Escala 1/20

VISTA POSTERIOR  
Escala 1/20

LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CÉLULAS POLICRISTALINAS	

DIBUJO:	J.C.M.A.	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO	TESIS:	DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA EPIME UNA PUNO
DISÑO:	J.C.M.A.		PLANO:	<b>AUTOMOVIL VOLKSWAGEN</b>
DIRECTOR:	J.M.R.C.	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA	N° PLANO:	<b>01</b>
REVISIÓN:	J.D.			
FECHA:	JUL-2018			





LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CÉLULAS POLICRISTALINAS	

VISTA DE PLANTA  
Escala 1/20

DIBUJO: J.C.M.A.	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO		TESIS:
DISEÑO: J.C.M.A.			DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA EPIME UNA PUNO
FECHA: JUL-2018		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	PLANO:
			<b>AUTOMOVIL VOLKSWAGEN</b>
			Nº PLANO <b>03</b>

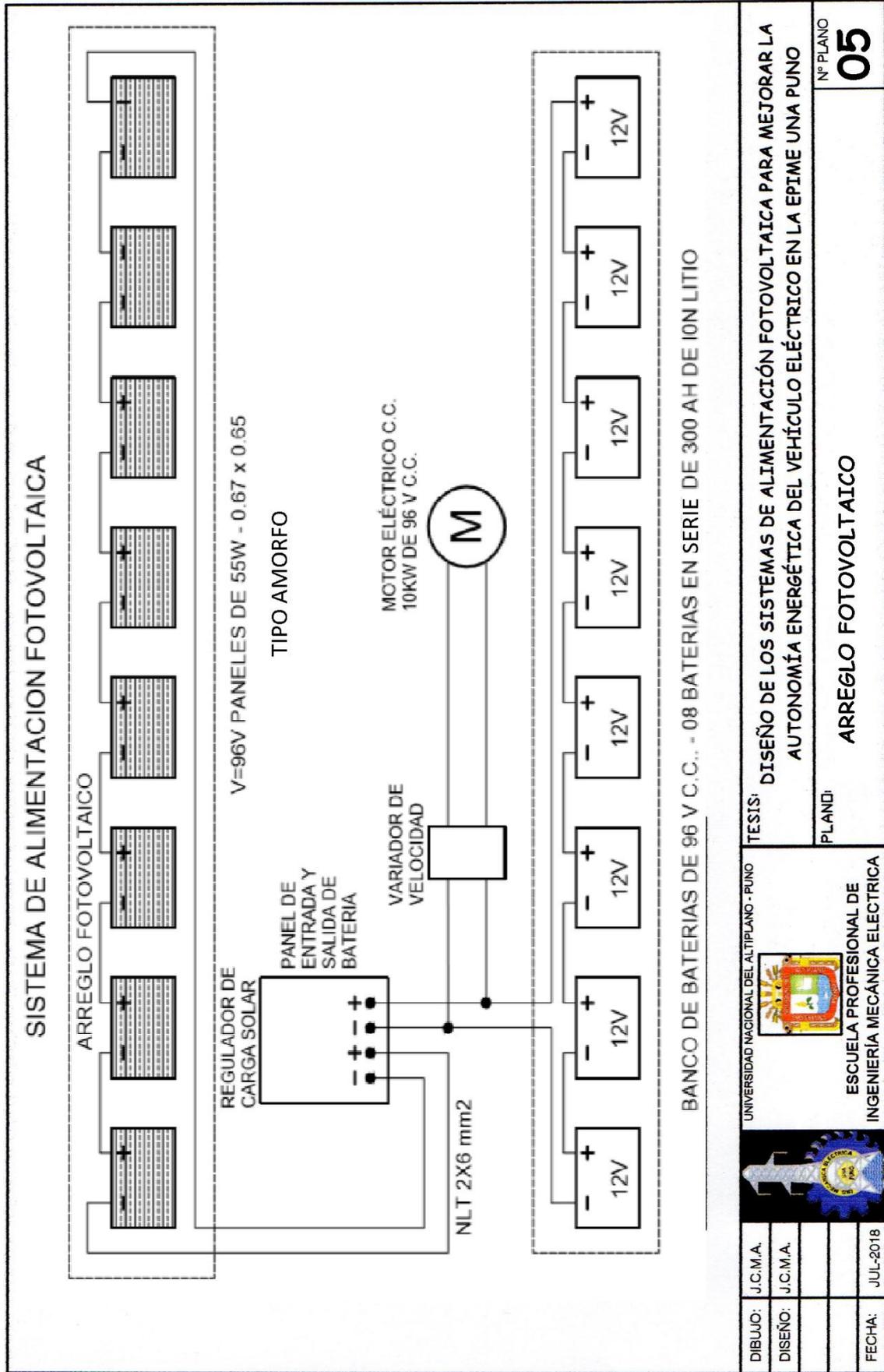
**VISTA ISOMÉTRICA**  
Escala 1/20

<b>LEYENDA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SÍMBOLO</b>
CÉLULAS POLICRISTALINAS		

DIBUJO: J.C.M.A.	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO	TESIS:	DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA EPIME UNA PUNO
DISÑO: J.C.M.A.		PLANO:	<b>AUTOMOVIL VOLKSWAGEN</b>
FECHA: JUL-2018	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA		Nº PLANO <b>04</b>



DIBUJO: J.C.M.A. DISEÑO: J.C.M.A. FECHA: JUL-2018		TESIS: DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA EPIME UNA PUNO PLANI: ARREGLO FOTOVOLTAICO	N° PLANO <h1 style="font-size: 2em;">05</h1>
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELECTRICA	