



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**Análisis y diseño de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos
livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica**

AUTOR:

ERIQUE CRUZ, CARLOS ANDRÉS

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR:

MONTENEGRO TEJADA, RAÚL

Guayaquil, Ecuador

16 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Erique Cruz, Carlos Andrés**, como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA.**

TUTOR

MONTENEGRO TEJADA, RAÚL

DIRECTOR DE LA CARRERA

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Erique Cruz, Carlos Andrés**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Análisis y diseño de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica**”, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

ERIQUE CRUZ, CARLOS ANDRÉS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Erique Cruz, Carlos Andrés**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Análisis y diseño de una electrolinería para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

ERIQUE CRUZ, CARLOS ANDRÉS

REPORTE URKUND

Outlook.com - orlandoph... X Lineas de Investigación... X Inicio - URKUND X D21514229 - TRABAJO TI... X

Aplicaciones: ★ Bookmarks EURESCOM P815: Eric [Novel Enabling Techn... S] Optical add / drop ar... S Sistemas de Transmisión: Laboratorio de Comuni... [MEDIDAS DE TENDEI... iteamserver.team.upv.es/index.php?idioma=1&idM=12&idS=2980PHPESSID=big2uulv03v1fqd62v639dqu0] Otros marcadores

URKUND

Documento: [TRABAJO TITULACION Enrique Andres.pdf](#) (D21514229)

Presentado por: Raul Montenegro Tejada (raul.montenegro@cu.uscg.edu.ec)

Recibido: orlando.philico.uscg@analysis.urkund.com

Mensaje: RTRABAJO TITULACION Enrique Andres [Mostrar el mensaje completo](#)

4% de esta aprox. 33 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	TRABAJO TITULACION Enrique Andres.pdf
Fuentes alternativas	
	Trabajo20160803.docx
	Avance 1.SALTOS 30.01.2015.pdf

055_INFORME_DE..._DOXX Anexo_1_RA-030-15..._doc Plantilla de Trabajo...doc Cotización - Lab Tel...xlsx MODELO DEL PRO...docx

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA INGENIERIA EN ELECTRO-MECANICA CON MENCION EN GESTION EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TEMA: ANALISIS Y DISEÑO DE UNA ELECTROLINERA PARA LA RECARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS LIVIANOS, HACIENDO USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA. AUTOR: Enrique Cruz Carlos Andrés Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN ELECTRO-MECANICA CON MENCION EN GESTION EMPRESARIAL INDUSTRIAL TUTOR: Ing. Raul Montenegro Tejada, M.Sc. Guayaquil, Ecuador 28 de Agosto del 2016

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA INGENIERIA EN ELECTRO-MECANICA CON MENCION EN GESTION EMPRESARIAL INDUSTRIAL

2216 26/08/2016

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y la fuerza necesaria para llegar a esta etapa de mi carrera por no haberme desamparado jamás.

A mi Familia, a Mis Padres y a mí hermano Jorge, a mi hermana Evelyn, que han estado ahí siempre acompañándome brindándome el apoyo necesario para poder seguir adelante y sobre todo respetando las decisiones que he tomado durante mi trayectoria estudiantil y mi vida personal, para sí culminar mi carrera profesional.

A mis profesores e ingenieros de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil quienes me han ayudado en mi formación académica y sobre todo por compartir sus conocimientos adquiridos conmigo en este proceso de aprendizaje, que me han formado como un excelente profesional y como no agradecerles a mis amigos que me dieron su apoyo incondicional durante mí proceso académico.

También quiero agradecer a la Empresa Energía Renovables S.A por haberme colaborado para la realización de este trabajo.

A todos, Muchas Gracias.

EL AUTOR

ERIQUE CRUZ, CARLOS ANDRÉS

DEDICATORIA

La presente Trabajo de Titulación está dedicada a DIOS, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi hermano Jorge, a mi hermana Evelyn, a mi sobrina Mía, a mis sobrinos William y Lian, a mis tíos, a mis tías, a mis primos, a mis primas, a mi mamita Angelina, a mi mamita Lilian, a mi papi Enrique y a mi papi Viche aunque no estén físicamente con nosotros, desde el cielo siempre me cuidan y me guían para que todo me salga bien, a mis amigos, compañeros, y todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.

Para todos ellos hago esta dedicatoria.

EL AUTOR

ERIQUE CRUZ, CARLOS ANDRÉS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

MONTENEGRO TEJADA, RAÚL

TUTOR

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO

DIRECTOR DE CARRERA

VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE

COORDINADOR DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CALIFICACIÓN

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA.....	VII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	VIII
CALIFICACIÓN	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT	XVIII
CAPÍTULO 1	19
1.1. Justificación.....	19
1.2. Planteamiento del problema	19
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivo específico.....	20
1.4. Tipo de investigación	20
1.5. Hipótesis	21
1.6. Metodología de la investigación	21
PARTE I MARCO TEÓRICO	22
CAPÍTULO 2	22
FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	22
2.1. Introducción.....	22
2.2. Fuentes de energía no renovable.....	23
2.2.1. Energía fósil.....	23
2.2.1.1. Carbón.....	24
2.2.1.2. Petróleo	24
2.2.1.3. Gas natural	25
2.2.2. Energía nuclear.....	25
2.2.2.1. Uranio	25
2.3. Fuentes de energía renovable	26
2.3.1. Energía solar fotovoltaica	27
2.3.2. Energía solar térmica.....	28
2.3.3. Energía hidráulica	29
2.3.4. Energía eólica	30

2.3.5. Energía geotérmica.....	32
2.3.6. Energía mareomotriz	33
2.3.7. Energía mareomotérmica	34
2.3.8. Energía híbrida	35
2.3.9. Energía de la biomasa.....	36
CAPÍTULO 3	37
ESTACIONES DE RECARGA: ELECTROLINERAS	37
3.1 Introducción.....	37
3.2. Electrolineras	37
3.3. Tipos de estaciones de recarga	38
3.3.1. Estaciones de corriente alterna (AC)	38
3.3.2. Estaciones de corriente continua (DC)	38
3.4. Arquitectura de recarga.....	38
3.5. Módulos de estaciones de recarga.....	39
3.5.1. Estación de recarga de pared.....	39
3.5.2. Estación de recarga de poste	40
3.6. Seguridad de las recargas	40
3.7. Características de estaciones de recarga.....	41
3.7.1. Valor asignado de la tensión de alimentación	41
3.7.2. Tipos de recarga y tiempo.....	41
3.7.3. Tipos de conectores	42
3.7.4. Modos de carga.....	44
3.7.5. Tipos de conexión al vehículo eléctrico.....	45
3.7.6. Conexión entre la fuente de alimentación y el vehículo eléctrico.....	47
3.8. Procedimiento de recarga.....	48
3.8.1. Agentes implicados en el proceso de carga.....	49
3.8.2. Modo de operar la fotolinera.....	49
CAPÍTULO 4	50
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	50
4.1. Introducción	50
4.2. Vehículos eléctricos.....	51
4.2.1. Vehículos híbridos eléctricos (HEV).....	51
4.2.2. Vehículos híbridos enchufables (PHEV).....	53
4.2.3. Vehículo eléctrico 100% (VE)	53
4.3. Baterías.....	54

4.3.1. Tecnologías actuales para baterías	55
4.3.2. Tecnologías en desarrollo para baterías de vehículos eléctricos	55
4.4. Vehículos eléctricos en el cambio de modelo energético	57
4.4.1. Movilidad sostenible	59
CAPÍTULO 5	60
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	60
5.1. Introducción	60
5.2. Aplicaciones	60
5.2.1. Sistemas fotovoltaicos autónomos	61
5.2.2. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica	61
5.3. Modelo matemático	62
5.4. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico	63
5.4.1. Cálculos de paneles solares fotovoltaicos	63
5.5. Estructura de sistema fotovoltaico	65
5.5.1. Panel fotovoltaico	66
5.5.2. Batería de acumulación	67
5.5.3. Regulador de carga.....	68
5.5.4. Inversor.....	68
5.5.5. Consumo	69
5.6. Tecnología fotovoltaica	69
5.6.1. Células de silicio monocristalino	70
5.6.2. Células de silicio policristalino.....	70
5.6.3. Células de silicio amorfo	71
5.7. Diagrama de una electrolinera.....	71
5.8. Fotolineras	71
PARTE II APORTACIONES	73
CAPÍTULO 6	73
ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	73
6. Introducción.....	73
6.1. Los vehículos eléctricos en el marco de un sector automovilístico insostenible.....	74
6.1.1. Posibles soluciones a la insostenibilidad del sector transporte	75
6.1.2. El vehículo eléctrico como una buena opción	75
6.2. Nuevas alternativas ante el vehículo tradicional de combustión	76
6.2.1. Vías de evolución tecnológica.....	76
6.3. La economía del vehículo eléctrico desde un punto de vista prospectivo	77

6.3.1. Costo de producción.....	77
6.3.2. Costo de operación.....	78
6.4. Análisis de los beneficios en la adquisición de un vehículo eléctrico.....	78
6.4.1. Vehículo convencional vs. Eléctrico puro	78
6.4.2. Vehículo convencional vs. Vehículo híbrido eléctrico enchufable	79
6.5. Impacto sobre las emisiones de CO2.....	80
CAPÍTULO 7	81
CÁLCULO DE CARGA PARA ESTACIÓN DE RECARGA ELÉCTRICA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	81
7. Introducción.....	81
7.1. Arquitectura del sistema	81
7.2. Estimación de la demanda del consumo energético.....	82
7.3. Cálculo de número de paneles solares	84
7.4. Cálculo del regulador de carga.....	86
7.5. Cálculo del inversor	86
CAPÍTULO 8	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
8.1 Conclusiones	87
8.2 Recomendaciones	88
BIBLIOGRAFÍA	89
GLOSARIO.....	91
MEMORIA TÉCNICA	94
Anexo A	99
Anexo B	101
Anexo C	103
Anexo D	104

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1 Transformación de la energía de acuerdo a su acción	22
--	----

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1 Modos y conexiones permitidas en la norma CEI	47
--	----

CAPÍTULO 4

Tabla 4. 1 Especificaciones técnicas de distintos tipos de baterías usadas en vehículo eléctrico	54
Tabla 4. 2 Requisitos de las baterías para vehículos eléctricos	55
Tabla 4. 3 Características de las baterías sodio beta	57
Tabla 4. 4 Venta de vehículos eléctricos	59
Tabla 4. 5 Comparación de consumo de vehículo eléctrico y vehículo a gasolina	59

CAPÍTULO 5

Tabla 5. 1 Tipos de células fotovoltaicas	70
---	----

CAPÍTULO 7

Tabla 7. 1 Valores mensuales de la irradiación solar en Ecuador	85
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1. Fuentes de energía no renovables	23
Figura 2. 2. Minas de carbón	24
Figura 2. 3. Control de calidad de refinamiento del petróleo	24
Figura 2. 4. Proceso fisión.....	25
Figura 2. 5. Fuentes de energía renovable.....	26
Figura 2. 6. Panel solar fotovoltaico	27
Figura 2. 7. Proceso fotovoltaico	28
Figura 2. 8. Instalación de energía solar térmica.....	29
Figura 2. 9. Generación de energía hidroeléctrica	30
Figura 2. 10. Esquema de parque eólico	31
Figura 2. 11. Generación de energía eólica	31
Figura 2. 12. Yacimiento geotérmico	32
Figura 2. 13. Esquema de una construcción mareomotriz	33
Figura 2. 14. Intercambiador de calor	34
Figura 2. 15. Esquema de una central maremotérmica	35
Figura 2. 16. Sistema hibrido para generar electricidad al hogar	35
Figura 2. 17. Sistema hibrido para generar electricidad un poste de luz	36
Figura 2. 18. Ciclo para la obtención de energía de la biomasa	36

CAPÍTULO 3

Figura 3. 1 Modulo de pared	39
Figura 3. 2 Modulo de poste.....	40
Figura 3. 3 Modos de Recarga del Vehículo Eléctrico	44
Figura 3. 4 Conexión tipo A.....	45
Figura 3. 5 Conexión tipo B	46
Figura 3. 6 Conexión tipo C	46
Figura 3. 7 Procedimiento de Recarga	48
Figura 3. 8 Puntos de Recarga Tesla en el GPS.	49

CAPÍTULO 4

Figura 4. 1 Vehículo Híbrido Eléctrico.....	51
Figura 4. 2 Clasificación Vehículos Híbridos	52
Figura 4. 3 Vehículo Híbrido Enchufable	53
Figura 4. 4 Vehículo Eléctrico.....	54
Figura 4. 5 Consumo mundial de energía	58
Figura 4. 6 Evolución del Vehículo	58

CAPÍTULO 5

Figura 5. 1 Estructura de un sistema fotovoltaico autónomo	61
Figura 5. 2 Estructura de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica.....	61
Figura 5. 3 Esquema de la estructura de un sistema fotovoltaico.....	65
Figura 5. 4 Conexión serie y/o paralelo de generadores fotovoltaicos	66
Figura 5. 5 Características principales de un panel solar	67
Figura 5. 6 Batería de acumulación de panel solar	67
Figura 5. 7 Esquema de conexión del regulador y el panel solar	68
Figura 5. 8 Esquema del inversor y el panel solar	69
Figura 5. 9 Diagrama de bloque de una electrolinera	71
Figura 5. 10 Fotolineras.	72

CAPÍTULO 6

Figura 6. 1 Tabla de emisiones de CO2	74
Figura 6. 2 Tabla de utilización de motores del vehículo híbrido enchufable	79
Figura 6. 3 Tabla estadística del porcentaje de emisión de cada combustible.	80

CAPÍTULO 7

Figura 7. 1 Arquitectura del sistema de recarga de vehículos eléctricos con sistema fotovoltaico.....	81
---	----

RESUMEN

Este Trabajo de Titulación tiene como objetivo central analizar una estación de recarga eléctrica o electrolinería mediante el uso de energía solar fotovoltaica para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo hincapié en el estudio de conceptos, fundamentos y reglamentos para tener las bases necesarias y poder realizar un cálculo y diseño de la misma.

En los capítulos que se desarrollan en este trabajo, se explicará los conceptos de los tipos de energía renovables, enfatizando en un solo capítulo la energía solar fotovoltaica que es el eje central de esta investigación. Además se expondrá el funcionamiento de una electrolinería: tipos de estaciones, arquitectura de recarga, modos de recarga, características técnicas y procedimientos para realizar una recarga. Conjuntamente realizando una explicación de cómo opera un vehículo eléctrico.

Además se hará un análisis económico/energético de los vehículos eléctricos que se enfocará como ayuda a la mejora de la eficiencia energética, disminución de emisiones de efecto invernadero y un análisis económico prospectivo del presente y futuro del vehículo eléctrico.

Palabras claves: ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA; VEHÍCULOS ELÉCTRICOS LIVIANOS; ELECTROLINERAS; ESTACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA; EFICIENCIA ENERGÉTICA; EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO.

ABSTRACT

The main central objective of this work is to analyze an electrical charging station thru the implementation of solar photovoltaic energy for the use of light electrical vehicles, focusing on the study of concepts, fundamentals, and rules to obtain the bases needed to calculate and design it.

Inside the chapters developed on this work, it will be explained the concepts of types of removable energy, putting emphasis in one chapter of photovoltaic solar energy which is the central focus on this investigation. Also, it will be represented the functioning of an EV charging station: Station types, charging architecture, charging modes, technical characteristics, and procedures to accomplish a recharge. At the same time explain the functioning of an electric car.

Also, an economic/energy analysis will be given about electric vehicles focusing on the improvement of energetic efficiency, reduction of greenhouse effect and an economic analysis prospective of the present and future of electric car.

Keywords: SOLAR ENERGY PHOTOVOLTAIC; LIGHTWEIGHT ELECTRIC VEHICLES; ELECTROLINERAS; LOAD POWER STATION; ENERGY EFFICIENCY; GREENHOUSE GAS EMISSIONS.

CAPÍTULO 1

1.1. Justificación

El deterioro ambiental, que afecta a la humanidad y la dificultad por explotar las escasas reservas petrolíferas que aún existen; ha llevado a crear tecnologías para explotar fuentes de energía renovables. El funcionamiento de los vehículos a base de electricidad van a contribuir positivamente al medio ambiente ya que se reducen las emisiones de CO₂, estudios en Estados Unidos de América han revelado que si la energía del vehículos procede de fuentes renovables como por ejemplo la solar, la huella de carbono que dejamos es la mitad que la de un coche actual.

Debido a la relevancia que están teniendo los vehículos eléctricos, ya algunos países están tomando medidas para implementar y desarrollar las estaciones de carga o electrolinerías. Por lo tanto este trabajo de titulación se enfoca dar a conocer los sistemas de recarga de batería, en general es un análisis del proceso que se realiza a través del uso de energía solar fotovoltaica, y así conocer el diseño de una instalación necesaria para el desarrollo de electrolinerías.

1.2. Planteamiento del problema

Los vehículos eléctricos en la actualidad tienen una gran acogida, ya que por la nueva tecnología aplicada a ellos hacen uso de energía renovable para su funcionamiento, quedando con el tiempo ya obsoletos los tradicionales vehículos de combustible. Los vehículos que funcionan en base a la combustión de la gasolina emiten múltiples tipos de elementos contaminantes y dañinos para el medio ambiente y la salud del ser humano por lo que se ha optado por migrar a los vehículos verdes ya que en comparación al carro tradicional estos tienen cero emisiones.

Desde el punto de vista económico los vehículos eléctricos son más ahorrativos, el vehículo eléctrico para realizar 100Km de recorrido gasta \$1.50 en cambio el de gasolina para recorrer solo 40Km gasta \$1.50, lo cual hace concluir que el uso de electricidad para los vehículos es más económica que de vehículo con gasolina.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una estación electrolinera, haciendo uso de energía solar fotovoltaica para la recarga de vehículos eléctricos livianos.

1.3.2. Objetivo específico

- Realizar un análisis energético/económico de los vehículos eléctricos frente a los de gasolina.
- Establecer el dimensionamiento para instalar un sistema fotovoltaico autónomo y conectado a la red eléctrica que sirva para recarga vehículos eléctricos de tipo liviano.
- Realizar el diseño de un diagrama unifilar eléctrico con su respectiva memoria técnica.

1.4. Tipo de investigación

El presente trabajo de titulación está basada en la recopilación de datos teóricos, ya que maneja un método de investigación bibliográfico, que es el conjunto de técnicas y estrategias utilizado para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación. Los instrumentos de recolección de datos se realizaron por medio de una investigación de tipo académica y científica para realizar el estudio de nuestro objetivo general.

1.5. Hipótesis

Si las personas sustituyeran el vehículo tradicional a uno eléctrico, se comprobará que los vehículos eléctricos son más eficientes y producen menos contaminación para el medio ambiente y su costo de consumo por kilómetro es menor.

1.6. Metodología de la investigación

El método de observación científica permite identificar la realidad en base a percepciones del tema. A través de esta observación con el conocimiento adecuado se puede identificar los aspectos que contribuyen a la demostración de la hipótesis. Para esto, se recurrirá a la persona encargada de las instalaciones eléctricas para obtener los datos actuales necesarios que permitan hacer la reingeniería. Se realizarán los cálculos pertinentes para establecer el dimensionamiento para instalar un sistema fotovoltaico autónomo que sirva para recarga vehículos eléctricos de tipo liviano. Finalmente se podrá concluir las ventajas y desventajas del tema.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1. Introducción

Las fuentes de energía eléctrica, se definen como el resultado de la transformación de un recurso natural del cual se puede extraer energía. En otras palabras es aquella forma de energía que puede ser aprovechada por el hombre para la obtención de la misma. (OYARZUN, 2013).

Dependiendo de la energía que se quiera convertir en electricidad, será necesario aplicar una determinada acción. En la Tabla 2.1 se puede observar como disponer de electricidad determinando acciones de acuerdo al tipo de energía.

Tabla 2. 1 Transformación de la energía de acuerdo a su acción

TIPO DE ENERGÍA	ACCIÓN
Mecánica	Por frotamiento o presión
Química	Por reacción química
Luminosa	Por luz
Calórica	Por calor
Magnética	Por magnetismo
Hidráulica	Por agua
Eólica	Por aire
Solar	Por sol

Fuente: El Autor

Es importante distinguir las fuentes energéticas según su origen ya que de este modo se orientará el uso de una tecnología de explotación dependiendo de cada una, la energía se divide en renovables y no renovables.

2.2. Fuentes de energía no renovable

Son aquellas que tienen millones de años almacenadas en la Tierra y, por lo tanto, son recursos finitos y de distribución geográfica irregular. Son los recursos utilizados para la generación de la energía eléctrica pero que son agotables en el tiempo. En la Figura 2.1 se muestra unos tipos de energía no renovable.

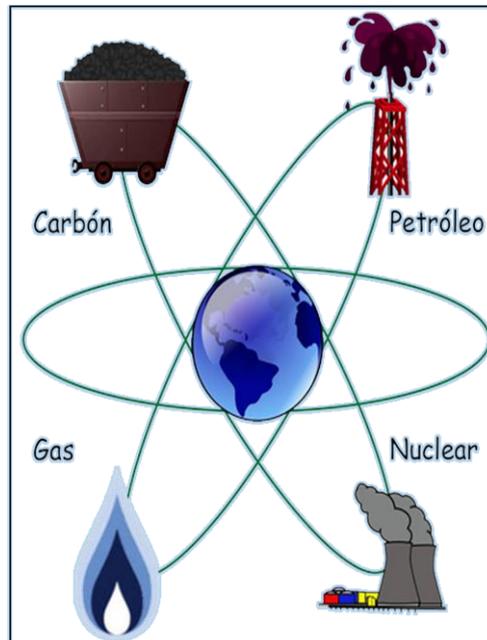


Figura 2. 1. Fuentes de energía no renovables

Fuente: (Conrado Moreno Figueredo, 2014)

El petróleo, carbón, gas natural y también el Uranio; se encuentran dentro de las fuentes de energía no renovable utilizadas en la actualidad. Estos combustibles fósiles se producen por la descomposición de materiales de millones de años, estando su energía en los enlaces químicos. La energía de enlace se define como la energía total promedio que se desprendería por la formación de un mol de enlaces químicos, a partir de sus fragmentos constituyentes.

2.2.1. Energía fósil

Se definen a la energía fósil como aquella que se consigue de la combustión de sustancias que se generan en la tierra a partir de la acumulación de restos que están en estado de compuesto de carbono procedentes de animales, plantas y seres vivos. En el libro (ENERGETICOS).

2.2.1.1. Carbón

El carbón es el principal combustible fósil si se considera en cantidad, ya que aún existen grandes reservas que son explotables. Como se muestra en la Figura 2.2, minas de carbón.



Figura 2. 2. Minas de carbón

Fuente: (Diario de León, 2010)

Hasta los años 50 el carbón cubría el 60% de la necesidad energética pero éste se ha reducido en la actualidad por factores como la dificultad para explotarlo y transportarlo, a esto, hay que añadir los problemas ambientales, ya que el carbón produce en su combustión compuestos contaminantes.

2.2.1.2. Petróleo

Es considerado como el principal y más útil combustible fósil, porque es muy fácil de transportar y sigue siendo la principal fuente de energía, ver Figura 2.3, aunque se cree que su utilización irá disminuyendo de manera progresiva.



Figura 2. 3. Control de calidad de refinamiento del petróleo

Fuente: (Globovisión, 2014)

2.2.1.3. Gas natural

Es un combustible limpio y beneficioso porque tiene muchas aplicaciones en distintos sectores. La mayor parte del gas natural es transportado por gasoductos, Actualmente en el mundo se estima que se han construido alrededor de 50.000Km de gasoducto, empleando tuberías diseñadas para el efecto. Lo que representa una importantísima infraestructura de distribución de esta fuente de energía.

2.2.2. Energía nuclear

La energía nuclear es aquella que se encuentra en el núcleo de un átomo, dentro de este núcleo del átomo hay dos partículas llamadas neutrones y protones que están unidas. La energía nuclear se puede utilizar para producir electricidad, pero antes debe ser liberada a través del proceso de fusión o fisión nuclear.

2.2.2.1. Uranio

El uranio es un elemento que se encuentra en la naturaleza y es considerado el combustible principal para la generación de energía nuclear. El proceso se fundamenta en bombardear un núcleo de uranio con neutrones para que éste se divida en núcleos más ligeros y genere la fisión, todo este proceso realizado en cadena libera grandes cantidades de energía, tal como se observa en la Figura 2.4, el proceso de fisión.

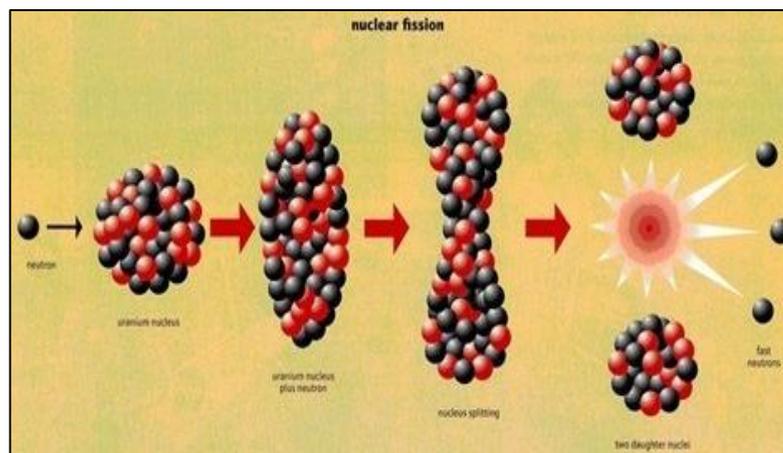


Figura 2. 4. Proceso fisión

Fuente: (ERenovable, 2016)

2.3. Fuentes de energía renovable

Es aquella energía eléctrica que se obtiene sin implicar el agotamiento del recurso primario que se utiliza. Las fuentes de energía renovables tienen su origen en el sol. En la Figura. 2.5 se visualiza algunos tipos de energía renovable.



Figura 2. 5. Fuentes de energía renovable

Fuente: (Ecan, 2015)

La energía del sol que traspasa directamente la atmósfera sin experimentar cambios, se la denomina energía solar directa, produciendo luz y calor. La diferente distribución de energía solar en la atmósfera hace que influya en los movimientos de masas de aire, ya que cuando se calienta el aire, éste tiende a subir y es sustituido por aire más frío, dando origen a los vientos, por consiguiente energía eólica.

Otro fin de la energía solar es al ser absorbida por las plantas para su crecimiento, y éstas almacenan esta energía en energía química produciendo el primer eslabón conocido como energía de biomasa. La lluvia es un fenómeno natural que es ocasionado por la energía del sol, cuando caen grandes cantidades de gotas de la atmósfera, éstas tienden a acumularse a diferentes alturas sobre la tierra, poseyendo energía potencial, y al precipitarse estas masas hacia zonas más bajas a gran caudal, generan energía cinética; y a la energía contenida en el agua en las condiciones mencionadas se la llama energía hidráulica.

El hecho de que una fuente sea renovable no quiere decir que vaya a ser inagotable o para siempre, sobre todo que su explotación resulte gratuita. La ingeniería siempre está implementando nuevos conocimientos tecnológicos en relación con los diferentes procedimientos para captar y transformar estas fuentes en energía útil a un costo mínimo.

2.3.1. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se produce por la transformación de la luz solar a energía eléctrica a través de paneles con células fotovoltaicas así como se observa en la Figura 2.6, un panel solar fotovoltaico, esta transformación se basa en el efecto fotovoltaico, que es la capacidad de algunos semiconductores, como el silicio, que genera energía eléctrica cuando se expone a la luz solar.



Figura 2. 6. Panel solar fotovoltaico

Fuente: (Grupo Solaris “Energía Renovable”, 2016)

El proceso para generar energía eléctrica es simple; la luz solar está conformada por partículas, entre ellas los fotones, que son los que contienen la energía. Cuando los fotones hacen contacto con la célula fotovoltaica, estos son absorbidos por el silicio o material semiconductor y libera un electrón, este electrón una vez libre produce una carga positiva denominada hueco este proceso se puede observar en la Figura 2.7, el proceso fotovoltaico.

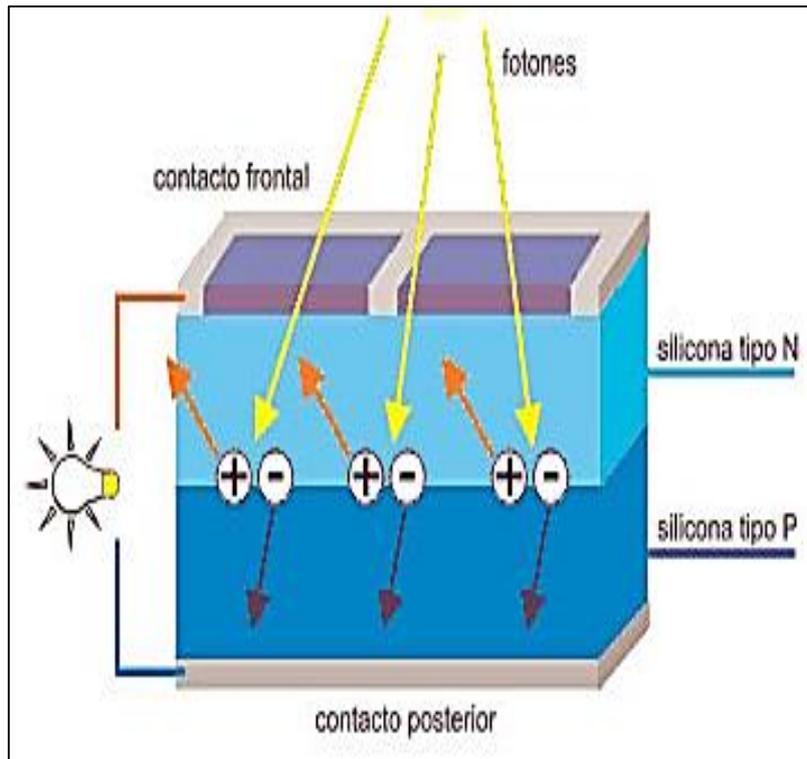


Figura 2. 7. Proceso fotovoltaico
 Fuente: (Grupo Solaris “Energía Renovable”, 2016)

Es por ello que entre mayor es la cantidad de fotones que hagan contacto con la célula fotovoltaica, habrá mayor cantidad de electrones liberados por ende existirá una mayor cantidad de corriente producida. (INTER, 2014).

2.3.2. Energía solar térmica

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía solar para producir agua caliente que esté destinada al consumo del hogar. (Calentamiento de Piscinas, agua caliente sanitaria, calefacción). Los paneles solares se encargan de captar los rayos del sol, absorbiendo toda esta energía en forma de calor, a través del panel solar pasar agua, de manera que el calor eleva la temperatura de ésta, potabilizándola y una vez hecho esto se la almacena para que sea consumible para tareas del hogar. Ver la siguiente Figura 2.8, la instalación de energía solar térmica.

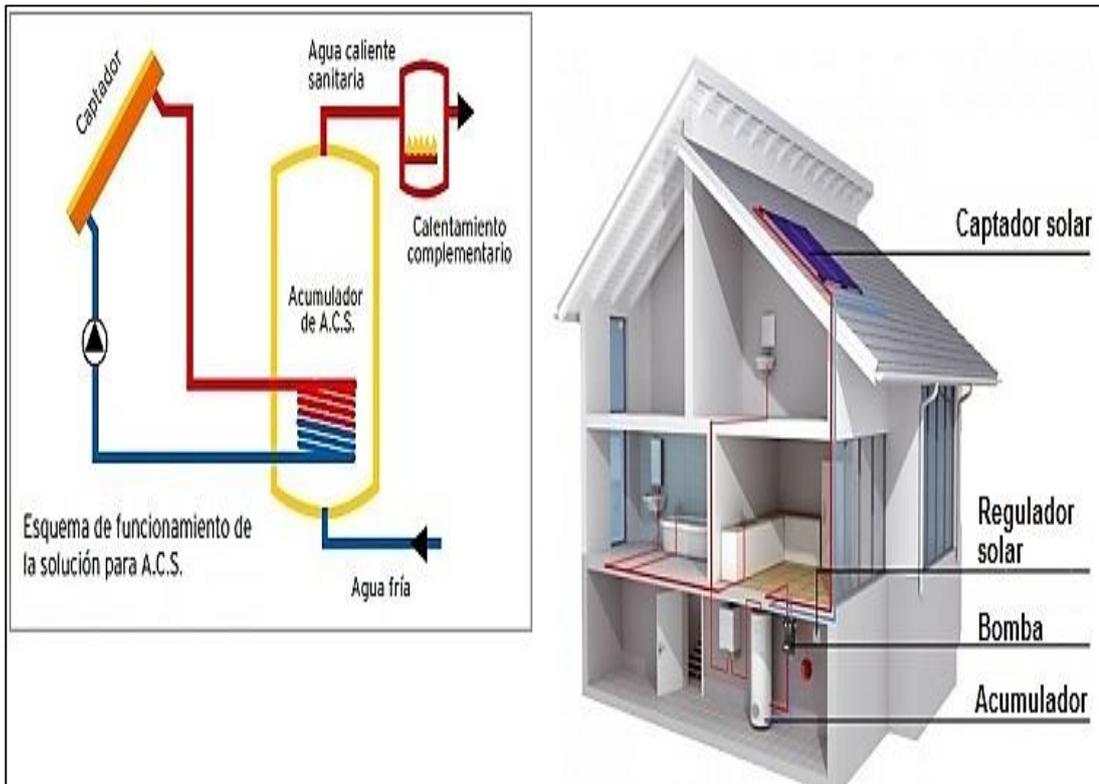


Figura 2. 8. Instalación de energía solar térmica

Fuente: (Pedro Rufes Martínez, 2014)

2.3.3. Energía hidráulica

Es la energía que se obtiene por el aprovechamiento de la energía potencial gravitatoria que está relacionada con los saltos de agua y el caudal de los ríos. A la energía hidráulica la consideran una energía limpia cuando su impacto ambiental es bajo y aprovecha la energía del agua sin la necesidad de la construcción de una presa, en caso contrario se considera solo una energía renovable.

Las centrales hidroeléctricas, tienen una presa o reservorio que acumula volúmenes de agua y que por medio de un túnel de descarga toda esta cantidad de agua es conducida hasta las turbinas, el caudal del agua mueve con el impacto de la corriente hacia la turbina que a su vez hace girar el generador, el cual es el que produce la electricidad. Ver Figura 2.9, la generación de energía hidroeléctrica.

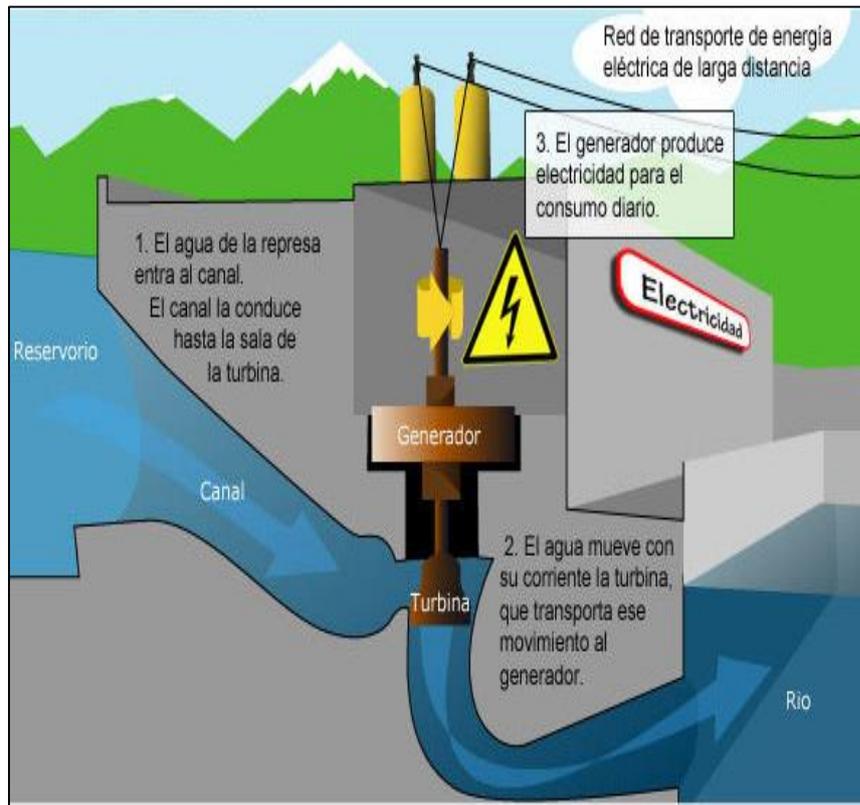


Figura 2. 9. Generación de energía hidroeléctrica

Fuente: (Ecofield, 2016)

Las Centrales Hidroeléctricas pueden clasificarse por su tamaño o potencia:

- Microcentrales – Potencia Inferior a 1MW
- Minicentrales – Potencia Inferior a 10MW
- Centrales de Mediana Potencia – Comprenden de 10 a 50 MW
- Centrales de Gran Potencia – Potencia Superior a 50 MW

2.3.4. Energía eólica

La energía eólica, es la energía que se obtiene del movimiento de masas de aire, es decir del viento. Esta energía se obtiene mediante aerogeneradores, ver figura 2.10, el esquema de un parque eólico, conectados a grandes redes de distribución de energía eléctrica. (ARRIAZA, 2013).

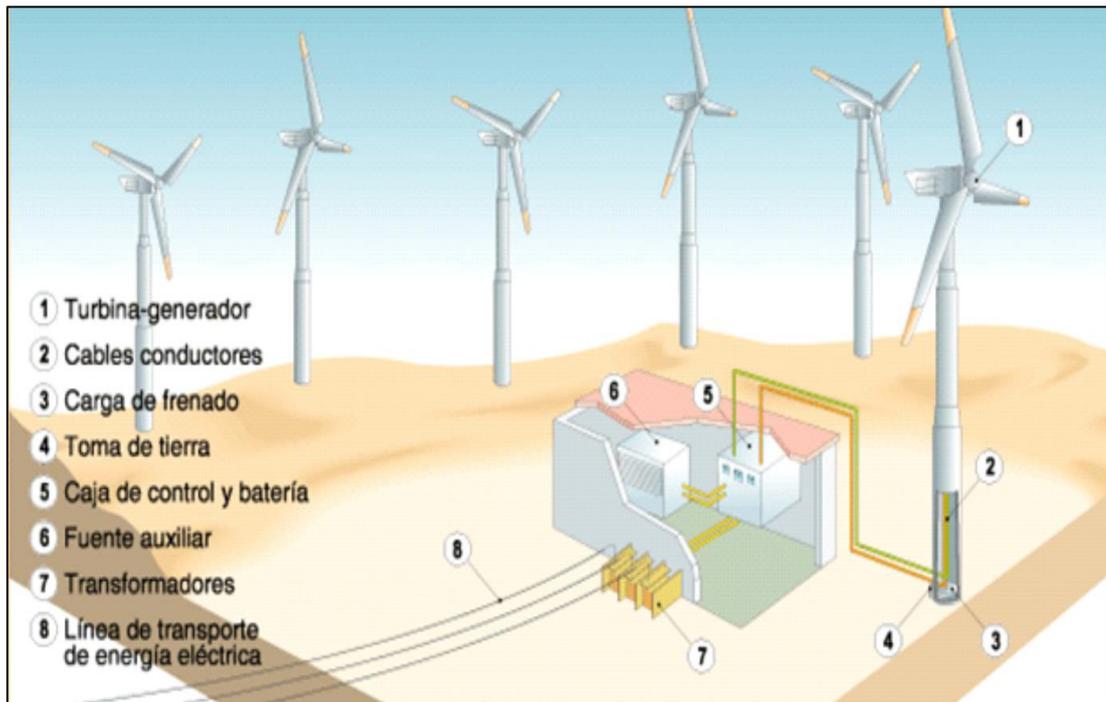


Figura 2. 10. Esquema de parque eólico

Fuente: (Conrado Moreno Figueredo, 2014)

El viento es el recurso que se utiliza para generar esta energía, y se origina cuando existe diferencia de temperatura entre las distintas capas de aire de la atmosfera. Estas masas de aire generan diferencia de presión, el aire se desplaza desde donde hay mayor presión hasta donde la presión es menor, y este movimiento es el que da lugar a los vientos. Cuando el viento impacta en las palas de los aerogeneradores, produce que se activen el rotor y las aspas, estas hacen girar al eje central y la transmisión, activando al generador y produciendo energía. Ver Figura 2.11, la generación de energía eólica

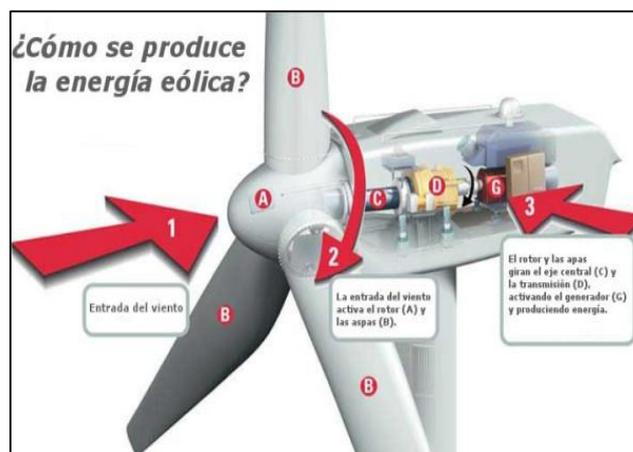


Figura 2. 11. Generación de energía eólica

Fuente: (ERENOVABLE, 2016)

2.3.5. Energía geotérmica

La energía geotérmica es la energía contenida dentro de la tierra, es decir está relacionada con las diferencias de temperatura que existen en el interior de la corteza terrestre. En el interior de la tierra hay zonas que tienen un flujo de calor de entre los 2 a 4 °C cada 100m de profundidad y también existen zonas con flujos de calor más altos desde temperaturas de 20 a 30 °C cada 100m de profundidad, entre más profundidad mayor temperatura debido al núcleo de la tierra, Ver Figura 2.11, el yacimientos geotérmicos. Cuando las zonas en el interior de la tierra cumplen con las condiciones necesarias para poder explotarlas, se dice que ahí hay un yacimiento geotérmico.

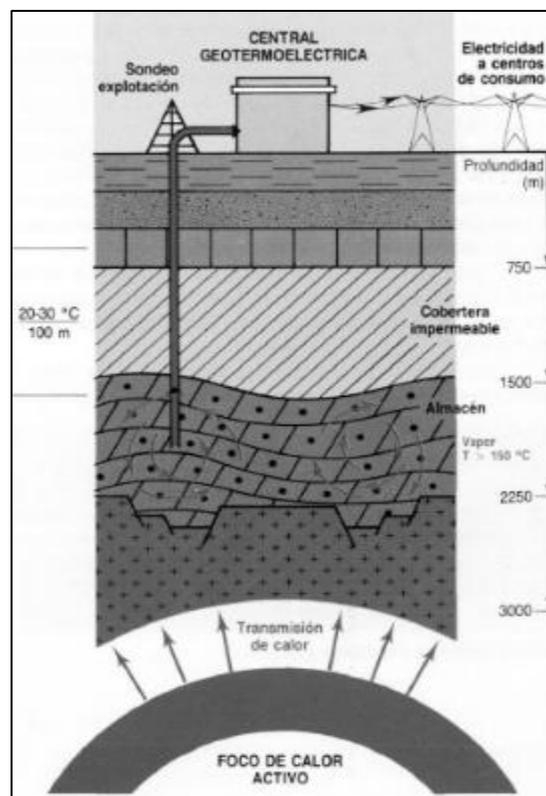


Figura 2. 12. Yacimiento geotérmico

Fuente: (Pedro Rufes Martínez, 2014)

Existen varios tipos de yacimientos geotérmicos:

- Yacimientos de alta temperatura – Temperaturas de 100°C
- Yacimientos de baja temperatura – Temperatura de 60°C a 100°C
- Yacimiento de muy baja temperatura – Temperatura por encima de 15°C
- Yacimientos de Roca Caliente – Ubicados a 5 y 8 Km bajo tierra.

2.3.6. Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es la que aprovecha el movimiento que producen las aguas de los océanos debido al viento y fuerzas gravitacionales que ejerce la luna sobre las mareas. (GONZALES E. , 2016).

Su funcionamiento es simple, ya que la energía se obtiene por el acoplamiento de una turbina que genera electricidad proveniente del movimiento de la marea. Ver Figura 2.13, un esquema de una construcción mareomotriz.

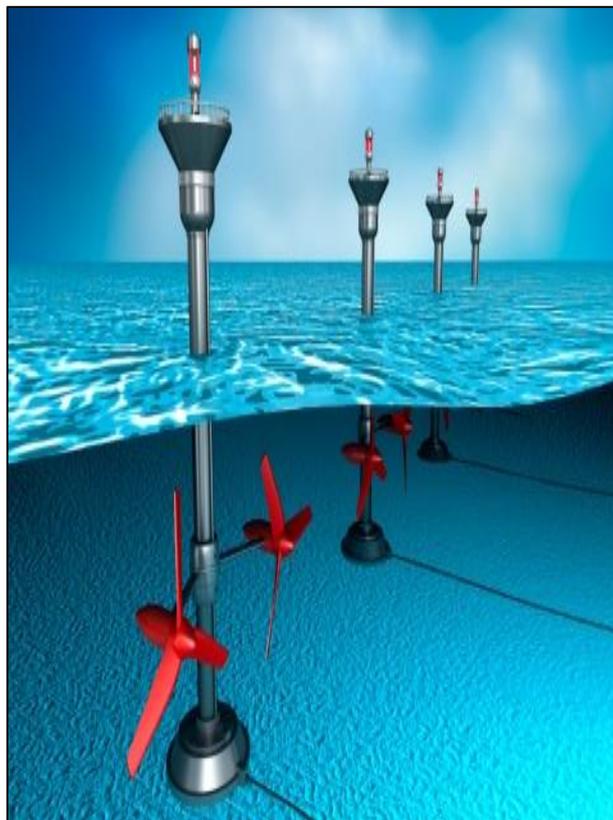


Figura 2. 13. Esquema de una construcción mareomotriz.

Fuente: (Enrique Gonzales, 2016)

Para explotar al máximo esta energía se construyen embalses cerca de las costas para permitir el almacenamiento del agua cuando sube la marea, y cuando la marea está baja se la libera haciéndola pasar por una turbina que genera electricidad.

2.3.7. Energía maremotérmica

Está basada en el gradiente térmico oceánico, consiste en convertir en energía útil el gradiente térmico que existe entre el fondo y la superficie. La producción de esta energía se realiza mediante la ubicación de una máquina térmica compuesta por uno o varios intercambiadores de calor, Ver Figura 2.14, un intercambiador de calor, y una turbina que explota el gradiente de temperaturas para convertirlo en electricidad. La energía maremotérmica es una de las más desconocidas entre las energías renovables y no ha sido tradicionalmente explotada.

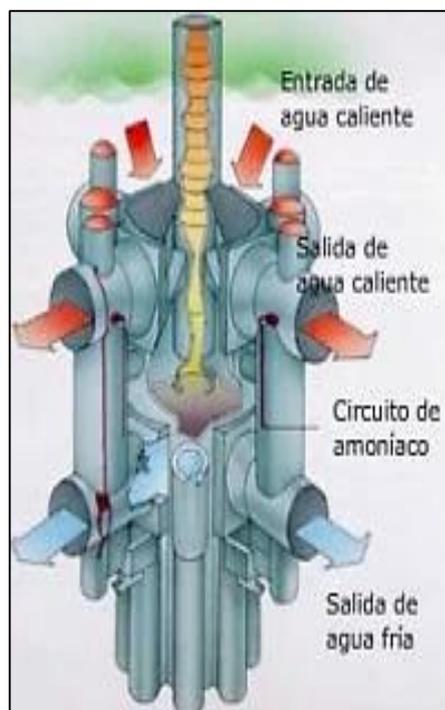


Figura 2. 14. Intercambiador de calor

Fuente: (Enrique Gonzales, 2016)

La transformación de la energía térmica en eléctrica, es llevada a cabo por medio del ciclo de Rankine, ver Figura 2.15, en el que un líquido se evapora para pasar luego a una turbina. El ciclo puede ser abierto o cerrado.

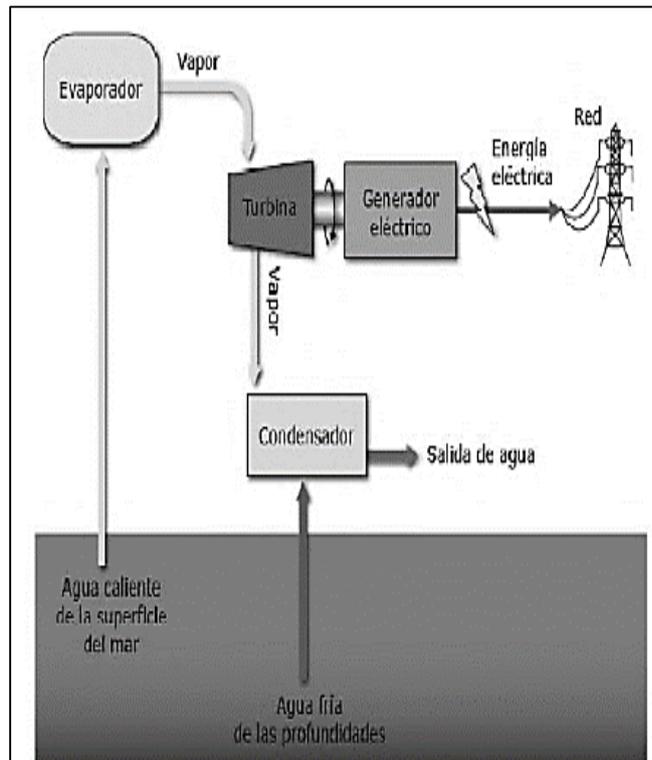


Figura 2. 15. Esquema de una central maremotérmica

Fuente: (Pedro Rufes Martínez, 2014)

2.3.8. Energía híbrida

Los sistemas de energía híbridos son aquellos que combinan dos tipos de generación de energía para generar muchas aplicaciones.

En la Figura 2.16 podemos describir como se emplea un sistema híbrido, combinando sistemas solares fotovoltaicos, sistema eólico y un generador a Diésel para dar electricidad a una vivienda.

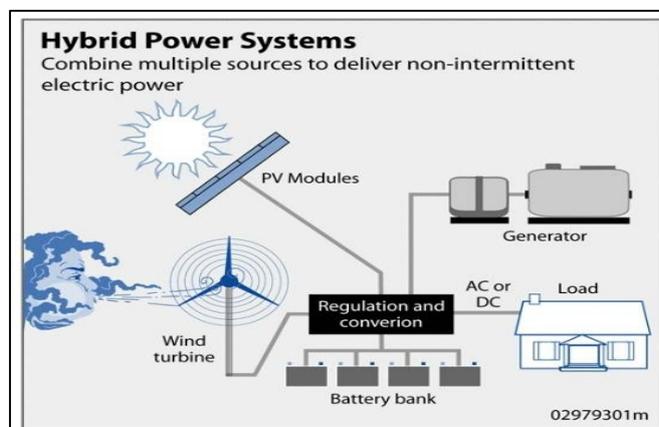


Figura 2. 16. Sistema híbrido para generar electricidad al hogar

Fuente: (Enrique Gonzales, 2016)

En la figura 2.17, un sistema híbrido para generar electricidad.



Figura 2. 17. Sistema híbrido para generar electricidad un poste de luz

Fuente: (Enrique Gonzales, 2016)

2.3.9. Energía de la biomasa

La energía de la biomasa es la que aprovecha los compuestos orgánicos mediante procesos naturales. Por un proceso de combustión o transformación de la materia en combustible, se puede obtener alcohol, metanol, aceite o biogás.

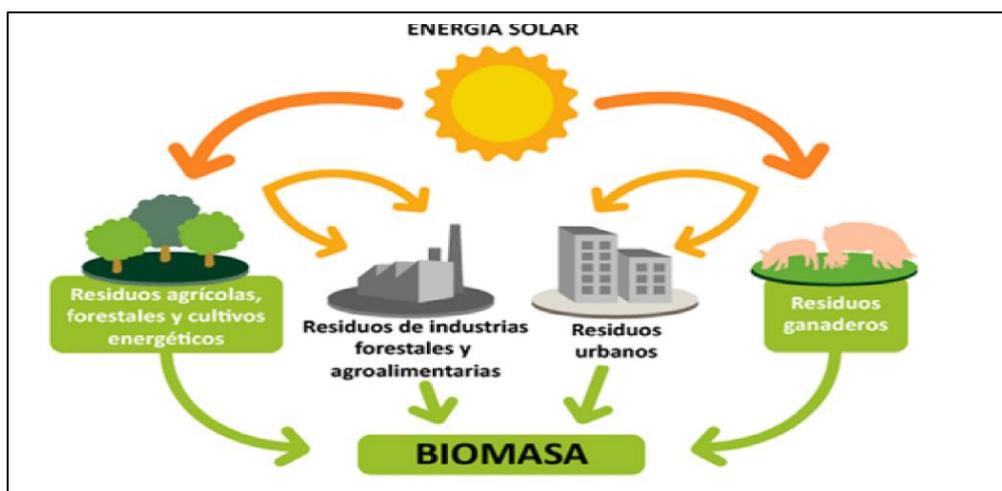


Figura 2. 18. Ciclo para la obtención de energía de la biomasa

Fuente: (Enrique Gonzales, 2016)

CAPÍTULO 3

ESTACIONES DE RECARGA: ELECTROLINERAS

3.1 Introducción

Los primeros prototipos de vehículos eléctricos aparecieron por el año de 1832, de ese tiempo hasta la fecha se han producido varias innovaciones en el diseño y funcionamiento tratando de disminuir el impacto ambiental.

Actualmente los vehículos eléctricos son una realidad y solo llevan unos años funcionando. Esto se debe al cambio de la movilidad, por migrar de vehículos de uso de combustibles fósiles hacia fuentes de energía renovables.

La oferta en el mercado empieza a ser cada vez más grande en cuanto a opciones de movilidad eléctrica, hoy en día ya se encuentran automóviles, buses, motocicletas, cuadriciclos que funcionan con electricidad.

Pero cada uno de estos tipos de vehículos eléctricos va a demandar una infraestructura para su recarga, con características diferentes según el tipo de vehículo y al servicio al que esté destinado.

Es por ello que actualmente los fabricantes y proveedores que han incursionado en el mercado de las electrolinerías o estaciones de carga de coches eléctricos ofrecen formas convenientes a fin de que puedan recargar estos vehículos desde el hogar, en el trabajo y en lugares de aparcamiento públicos y privados.

3.2. Electrolinerías

Se conoce como electrolinería a un lugar que provee electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos. Esta electricidad puede ser procedente de la red eléctrica o puede ser con energía solar fotovoltaica autónoma.

3.3. Tipos de estaciones de recarga

3.3.1. Estaciones de corriente alterna (AC)

Este tipo de estaciones están diseñadas para ser instaladas a la intemperie, permiten recargar al vehículo hasta en un 80% en un tiempo de 3 horas; estas estaciones están idealizadas para sitios donde el vehículo está detenido mientras el conductor realiza otras actividades como supermercado, universidad, etc.; y son muy fáciles de utilizar.

3.3.2. Estaciones de corriente continua (DC)

Este tipo de estaciones cuentan con equipos más avanzados lo que permite recargar las baterías del vehículo en mucho menor tiempo, todo lo contrario a las estaciones AC, el vehículo tendrá un 80% de carga en alrededor de 30 minutos, lo que da una facilidad para retornar prontamente al camino.

3.4. Arquitectura de recarga

Un factor determinante para que los vehículos eléctricos tengan un éxito completo, es el que los usuarios puedan acceder a la energía eléctrica para recargar su vehículo en cualquier lugar y en cualquier momento.

Es por eso que se implementan estas electrolinerías en distintas infraestructuras como en el ámbito doméstico, oficinas, aparcamientos, centros comerciales y lugares públicos para poder satisfacer la necesidad del usuario.

En el Anexo A Se observa el croquis de una ciudad que está marcada por una ruta, en donde los puntos azules son zonas específicas donde se pueden recargar de electricidad.

3.5. Módulos de estaciones de recarga

Se han desarrollado dos tipos de estaciones de recarga, una de tipo "Poste" para ser emplazadas en la vía pública, así como de tipo "Pared" para ser colocadas directamente a un muro o pared en lugares cerrados. Estas estaciones son idóneas para aquella situación donde se desea recarga el vehículo eléctrico de forma sencilla. Muchos fabricantes han diseñado estaciones robustas con diseños vanguardista, dotándolas de inteligencia para la gestión del proceso de recarga y comunicación, a más que enfatizan para que puedan ser utilizada fácilmente brindando altos estándares de seguridad para el proceso.

3.5.1. Estación de recarga de pared

Particularmente las desarrollan para ser utilizada en lugares donde no se pueda instalar una estación tipo poste. Ver Fig. 3.1, un módulo de pared



*Figura 3. 1 Módulo de pared
Fuente: (Merlyn, 2016)*

Las estaciones de tipo pared se pueden instalar en espacios o lugares como:

- Aparcamientos públicos
- Comunidad de vecinos

- Centros comerciales
- Hoteles
- Garajes interiores con poca luminosidad

3.5.2. Estación de recarga de poste

Específicamente desarrollada para ser utilizada en lugares donde no se pueda instalar una estación de pared. Ver Fig. 3.2, un módulo de poste.



*Figura 3. 2 Modulo de poste
Fuente: (Merlyn, 2016)*

Las estaciones de tipo poste se pueden instalar en espacios o lugares como:

- Vías públicas
- Aparcamientos públicos y privados
- Centros comerciales
- Hoteles
- Carreteras

3.6. Seguridad de las recargas

Recargar un vehículo eléctrico no está exento de riesgos ya que se pueden presentar situaciones desconocidas y sumamente peligrosas porque se manipulan altas

potencias, ya que no es común en el ámbito doméstico manejar potencias que sobrepasen los 2KW.

Por eso va ser indispensable para los usuarios saber manejar con precaución estos sistemas, para evitar cualquier tipo de riesgo eléctrico. La mejor manera de ofrecer seguridad es que las infraestructuras de recargas eléctricas estén garantizando el cumplimiento de todas las normas de seguridad y más que eso, que estos sistemas sean amigables y ergonómicos para su uso.

3.7. Características de estaciones de recarga

3.7.1. Valor asignado de la tensión de alimentación

Según las normas UNE-EN 61851-1:2001, el valor nominal del voltaje de alimentación en Corriente Alterna del vehículo es de hasta 690V. Todos los componentes deben funcionar adecuadamente dentro del $\pm 10\%$ del voltaje nominal normalizado (según la Norma CEI 60038). El valor nominal de la frecuencia es de $50\text{Hz} \pm 1\%$ o $60\text{Hz} \pm 1\%$. (SALMERON, 2012).

3.7.2. Tipos de recarga y tiempo

Tiene relación con la velocidad, es decir cuánto tiempo toma en recargar la batería el vehículo. De acuerdo a esto se han considerado cinco tipos de recarga. (FAEN, 2014).

- Recarga súper-lenta

Cuando la intensidad de corriente se limita a 10 amperios o menos porque la base de recarga no cuenta con protección e instalación eléctrica adecuada, esta recarga puede tomar entre 10 y 12 horas.

- Recarga lenta

También se la conoce como convencional o recarga normal. Se efectúa a 16 Amperios, proporcionando unos 3.6KW; recargar estas baterías puede llevar entre 6 y 8 horas.

- Recarga semi-rápida

Se realiza a una potencia de unos 22 KW. La recarga puede llevar 1 hora u hora y cuarto.

- Recarga rápida

La potencia que se demanda es muy alta, entre 44 y 50 KW. La recarga de estas baterías puede llevar media hora.

- Recarga ultra-rápida

No está generalizada su utilización, y aún está en proceso experimental, en vehículos eléctricos a prueba con acumuladores de tipo supercondensadores.

3.7.3. Tipos de conectores

Un documento de la página web (CIRCUTOR, 2015). Se describe 4 tipos de tomas para la recarga, los cuales se detallan a continuación.

- Conector Yazaki

Conector Tipo 1 o Yazaki, definido por la norma IEC 62196-2. Es un estándar Norteamericano. Tiene cinco bornes, dos de corriente, el de tierra y dos de control de parámetros. Accede hasta 80A de carga.



Tipo conector: 1

Nº pins: 5 (L1, L2/N, PE, CP, CS)

Tensión máxima: 250 V c.a. Monofásica

Corriente máxima: 32 A monofásica hasta 80 A

Normativas: IEC 62196-2

- Conector Mennekes

Toma principalmente usado en Europa. Tiene siete bornes. Cuatro para corriente trifásica o monofásica (3 fases y el neutro), el borne de toma tierra y dos para comunicaciones de control de parámetros de carga. Permite carga monofásica de hasta 16A y carga trifásica de hasta 63A.



**Conector
Tipo 2**

Tipo conector: 2

Nº pins: 7 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)

Tensión máxima: 500 V c.a. Trifásica, 250 V c.a. Monofásica

Corriente máxima: 63 A trifásica (hasta 43 kW), 70 A monofásica

Normativas: IEC 62196-2

- Conector Scame

Tiene 5 o 7 bornes, dependiendo de si es para corriente monofásica o trifásica, la toma tierra y las comunicaciones de red. Permite hasta 32A.



**Conector
Tipo 3**

Tipo conector: 3

Nº pins: 7 (2 Potencia, 5 de señal)

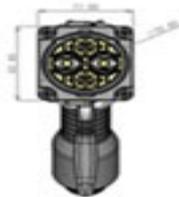
Tensión máxima: 500 V c.c

Corriente máxima: 32 A c.c.

Normativas: IEC 62196-1, UL 2551

- Conector CHAdEMO

Utilizado para cargas ultra-rápidas en corriente continua (CC), se usa habitualmente en electrolineras.



**Conector
Chademo**

Tipo conector: 4

Nº pins: 9 (2 Potencia, 7 de señal)

Tensión máxima: 500 V c.c

Corriente máxima: 32 A c.c.

- Conector **CSS** (Combined Charging System)

Poseen 5 bornes: para corriente, protección a tierra y comunicaciones. Estos conectores lo usan vehículos norteamericanos y europeos que emplean la carga rápida.



Conector
Combo

Tipo conector: 5

Nº pins: 5 (L1, L2, N, PE, CS)

Tensión máxima: 850 V c.c

Corriente máxima: 125 A c.c.

Normativas: IEC 62196-2, IEC 62196-3

3.7.4. Modos de carga

Existen 4 modos de recarga, que muestra la Fig. 3.3. (FAEN, 2014).

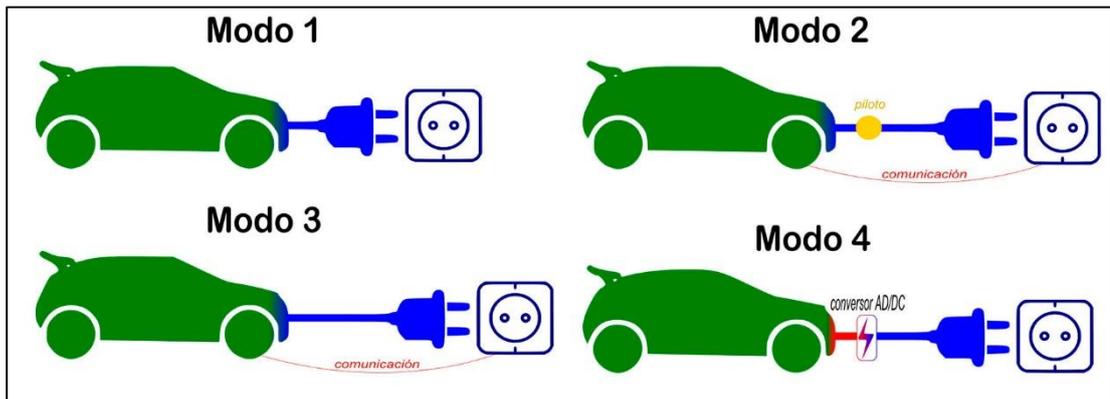


Figura 3. 3 Modos de Recarga del Vehículo Eléctrico
Fuente: (FAEN, 2014)

- Modo 1

Aquí no existe comunicación entre la infraestructura de carga y el vehículo eléctrico. En otras palabras es la conexión que se realiza con un enchufe tradicional doméstico y está destinado a la carga de vehículos eléctricos. Consiste en llevar una clavija del tipo Shucko de 230V al vehículo.

- Modo 2

Aquí si existe una comunicación. El cable viene con un módulo intermedio de control piloto que sirve para comprobar que esté correcta la conexión al vehículo. La conexión es igual al modo 1 solo que en este modo se realiza con un cable donde el fabricante le ha implementado un sistema de seguridad.

- Conexión caso B

Conexión de un Vehículo Eléctrico a la red de corriente alterna usando un cable de carga desmontable con un conector del vehículo y un aparato de alimentación en Corriente Alterna. Ver Fig. 3.5

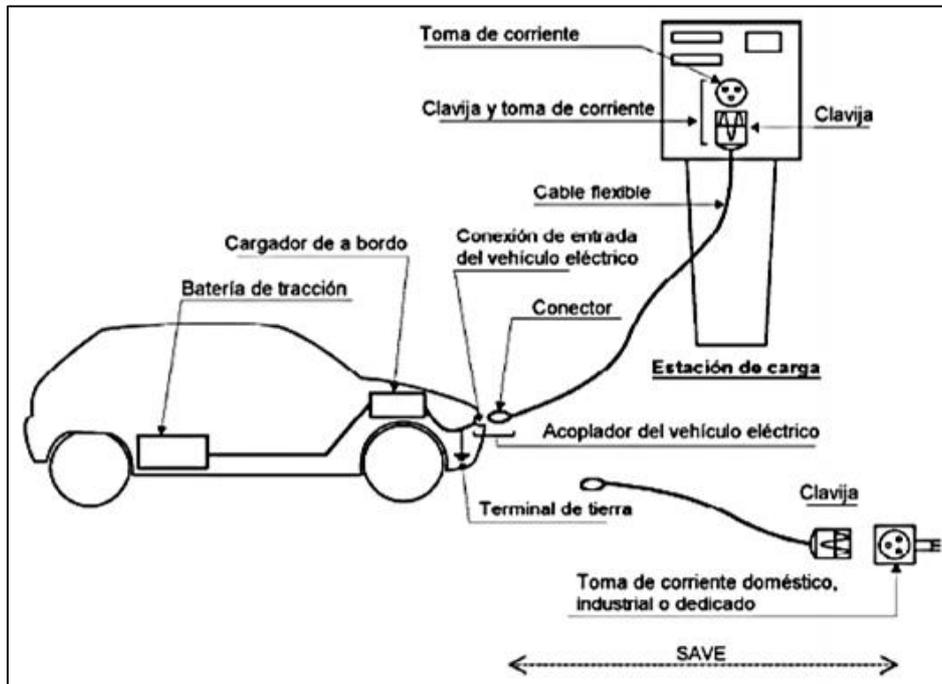


Figura 3.5 Conexión tipo B
Fuente: (UNE-EN 61851-1:2001)

- Conexión caso C

Conexión de un Vehículo a la red de Corriente Alterna utilizando un cable de alimentación y un conector del vehículo permanentemente unidos al equipo de alimentación. El caso C es el único permitido en el modo 4 de carga. Ver Fig. 3.6

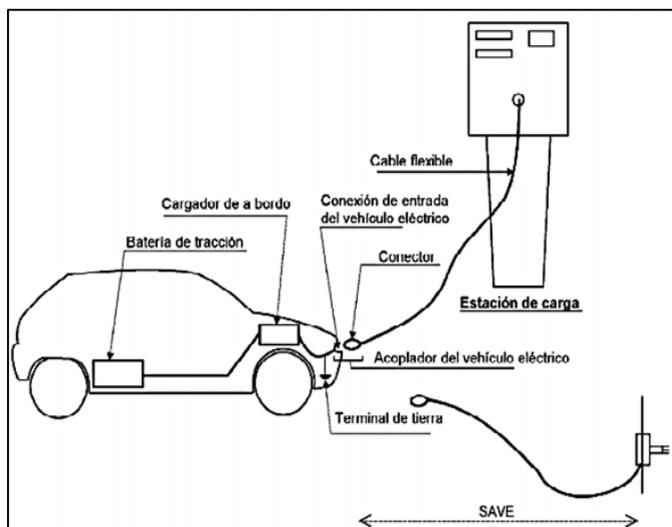


Figura 3.6 Conexión tipo C
Fuente: (UNE-EN 61851-1:2001)

3.7.6. Conexión entre la fuente de alimentación y el vehículo eléctrico

Entre el vehículo eléctrico y la fuente de alimentación debe haber un interfaz que permita seleccionar el modo de carga y el tipo de conexión elegida. Por tal razón las normas UNE-EN 61857-1: 2001, desarrolló una tabla resumen en donde ya están definidos todas estas características, ver Tabla 2.

En esta tabla se detalla que según el modo de carga que seleccionemos, debemos saber datos adicionales característicos; por ejemplo, en la segunda columna se menciona las corrientes máximas permitidas por cada modo, en la tercera columna explica el tipo de clavija y bases, en la cuarta columna se describe los conectores y entrada al vehículo eléctrico.

Tabla 3. 1 Modos y conexiones permitidas en la norma CEI

Modo	Amp.	Fases	Clavijas y bases					Conectores VE y entradas					Comentarios	
			Patillas de alimentación y tierra de protección	Patillas de control incl. piloto	Tipo	62196	Caso	Caja de control de entrada	Patillas de alimentación y tierra de protección	Patillas de control incl. piloto	Tipo	62196		Caso
1	16	1	1+N o 2	Ninguno	Cualquiera		A		1+N o 2	Ninguno	Cualquiera	B o U ₃₂	A	Véase la nota 1
					Cualquiera		B						B	
		3	3+N	Ninguno	Cualquiera		A		3+N	Ninguno	Cualquiera	B o U ₃₂	B	
					Cualquiera		B						B	
2	32	1	1+N o 2	Ninguno	Cualquiera		B	Sí	1+N, o 2 3+N	1		B o U ₃₂	B	Usa caja de control de entrada
					Cualquiera		B	Sí				3+N	1	B o U ₃₂
3	32	1	1+N o 2	4		B o U ₃₂	A		1+N, o 2 3+N	4		B o U ₃₂	A	
							B						B	
		3	3+N	4		B o U ₃₂	A		3+N	4	B o U ₃₂	A		
							B					B		
	250	1								1+N, o 2 @ 32 A	4	U _A		
		3									1+N, o 2 @ 250 A	4	C	
400	-								3 @ 32 A + N 3 @ 250 A	4	U _A			
4	400	-							3 @ 32 A + N 2 @ 400 A cc	4	U _D			

Fuente: Norma CEI 61851-1

3.8. Procedimiento de recarga

Para poder realizar el procedimiento de recarga del vehículo eléctrico, intervienen muchos agentes en este proceso, a continuación se va explicar cómo realizarlo manteniendo un nivel de seguridad adecuado.

Fabricante líder de vehículos eléctricos ha creado sistemas inteligentes para facilitar al usuario encontrar puntos de recarga. Ver Fig. 3.7. Cuenta con una aplicación que permite localizar las estaciones de recarga más cercanas, y mediante una App del Smartphone se puede llevar el control y supervisión del tiempo de carga. (TESLA, 2016).

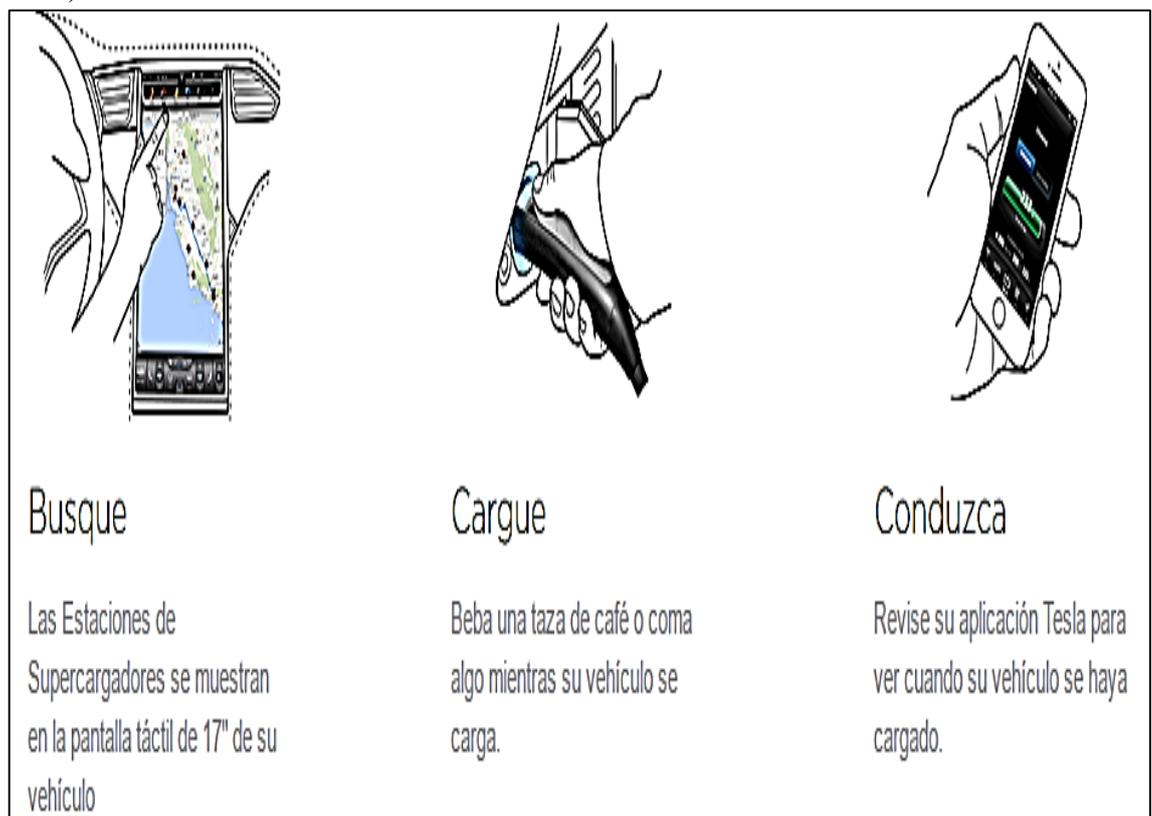


Figura 3. 7 Procedimiento de Recarga
Fuente: (TESLA, 2016)

El la figura 3.8 se observa los puntos de recarga tesla en el GPS.

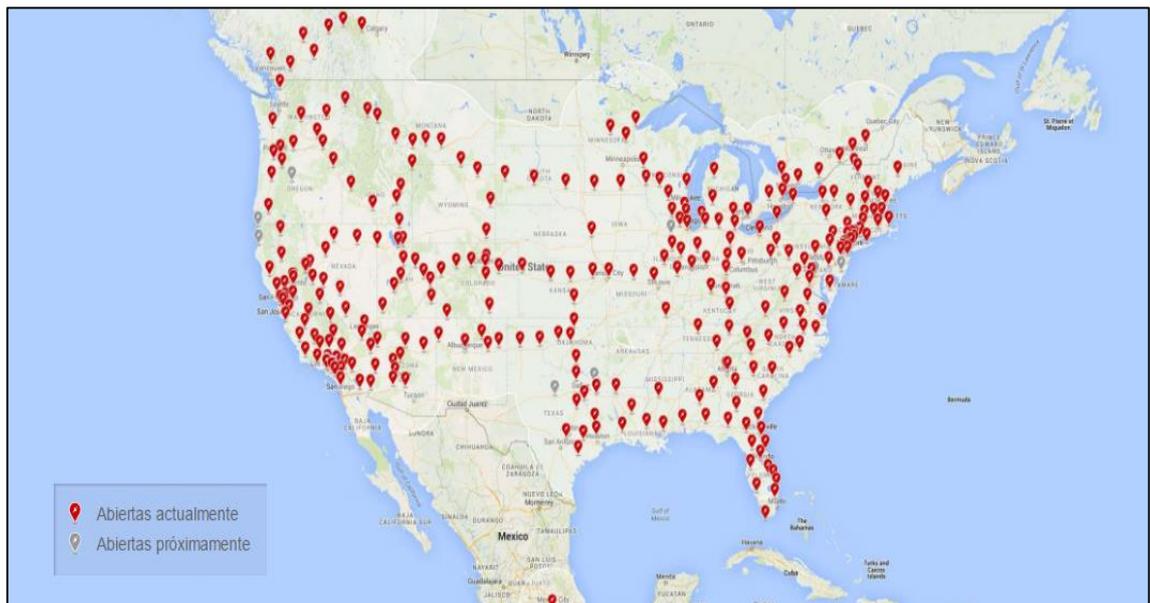


Figura 3. 8 Puntos de Recarga Tesla en el GPS.
Fuente: (TESLA, 2016)

3.8.1. Agentes implicados en el proceso de carga

Los agentes del proceso de recargan son:

- Entidad Gestora.-Es la que gestiona el proceso, se encarga de la acreditación de los usuarios.
- Punto de Recarga.- Es la encargada de alimentar de energía eléctrica al Vehículo.
- Cliente Final.- Se denomina como cliente final al vehículo eléctrico.

3.8.2. Modo de operar la fotolinera

Se detalla como el usuario deber operar una electrolinera en 6 pasos:

- 1) El usuario debe verificar que el estado de la electrolinera este encendido.
- 2) Desenchufar el conector y desenrollar el cable.
- 3) Enchufar el conector al vehículo.
- 4) La electrolinera empieza la operación de recarga.
- 5) Interfaz mostrara mensajes de aviso que la recarga se ha realizado con éxito.
- 6) Desconecte del vehículo el conector, vuelva a enrollar el cable y colóquelo en la electrolinera.

CAPÍTULO 4

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

4.1. Introducción

Los vehículos eléctricos han sido utilizados desde hace algún tiempo en: modelos de autos, camionetas y hasta buses con motores eléctricos, éstos utilizaban sistemas de baterías, las primeras baterías recargables que alimentaba a uno o varios motores aparecieron en el año de 1880.

La polución que se presenta al quemar el petróleo fue un factor determinante para el inicio de una nueva fase. Debido a esto, en los años 60 los vehículos eléctricos retornaron con mayor fuerza; y actualmente se fabrican muchas clases de vehículos eléctricos; desde scooter eléctricos hasta vehículos eléctricos de poca velocidad, también hay modelos diseñados para altas velocidades, y terminando con vehículos familiares muy espaciosos. Todos estos tipos de vehículos a largo plazo irán desplazando al vehículo de combustión interna.

En el inicio el diseño de los autos eléctricos tuvieron que superar grandes inconvenientes como su autonomía, es decir, el largo periodo de tiempo para que sus baterías sean cargadas y la poca velocidad a la que se desplazaban, pero las empresas fabricantes de estos resolvieron esos problemas, hoy en día el tiempo de carga se ha acortado y hay modelos que alcanza hasta los 300Km/h.

Pero para que estos vehículos funcionen sin problema, las baterías deben recargarse permanentemente con energía eléctrica. Si esta energía procede de la red de distribución eléctrica es probable que se esté utilizando petróleo para la generación de ésta, por tanto la quema de petróleo y sobre todo la contaminación continúan. Es por ello que para evitar esa polución se ha propuesto generar energía eléctrica con paneles solares fotovoltaicos.

4.2. Vehículos eléctricos

Se conoce como carro eléctrico aquel que funciona con la fuerza que genera un motor alimentado por electricidad.

El proceso que realiza el motor eléctrico para convertir la energía eléctrica en energía mecánica se lo conoce como interacciones electromagnéticas, ya que el elemento que se encuentra internamente se mueve cuando está dentro de un campo magnético por ende recibe corriente eléctrica. (ENEL, 2014).

4.2.1. Vehículos híbridos eléctricos (HEV)

Son aquellos que están conformados por un motor de combustión interna y un motor eléctrico de imán permanente. En la Fig. 4.1 se muestra las partes instituidas de un HEV.

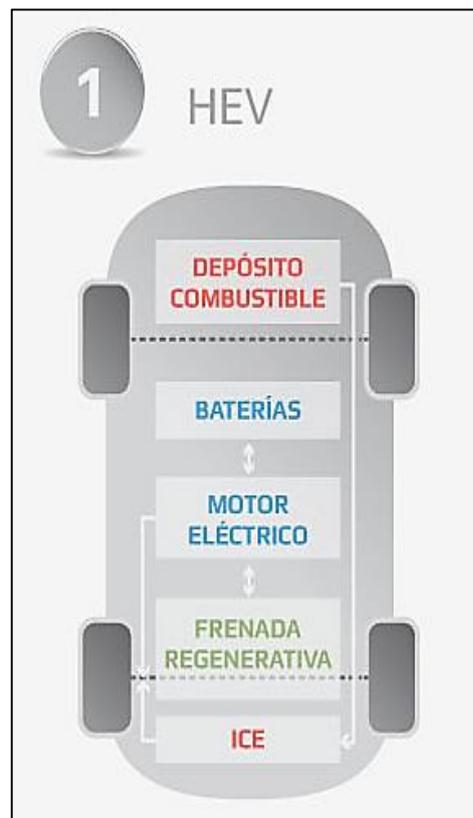


Figura 4. 1 Vehículo Híbrido Eléctrico
Fuente: (ENDESA, 2013)

Los vehículos eléctricos híbridos se clasifican en Paralelo y Serie. En la Fig. 4.2 se puede ver las diferencias del sistema de cada uno

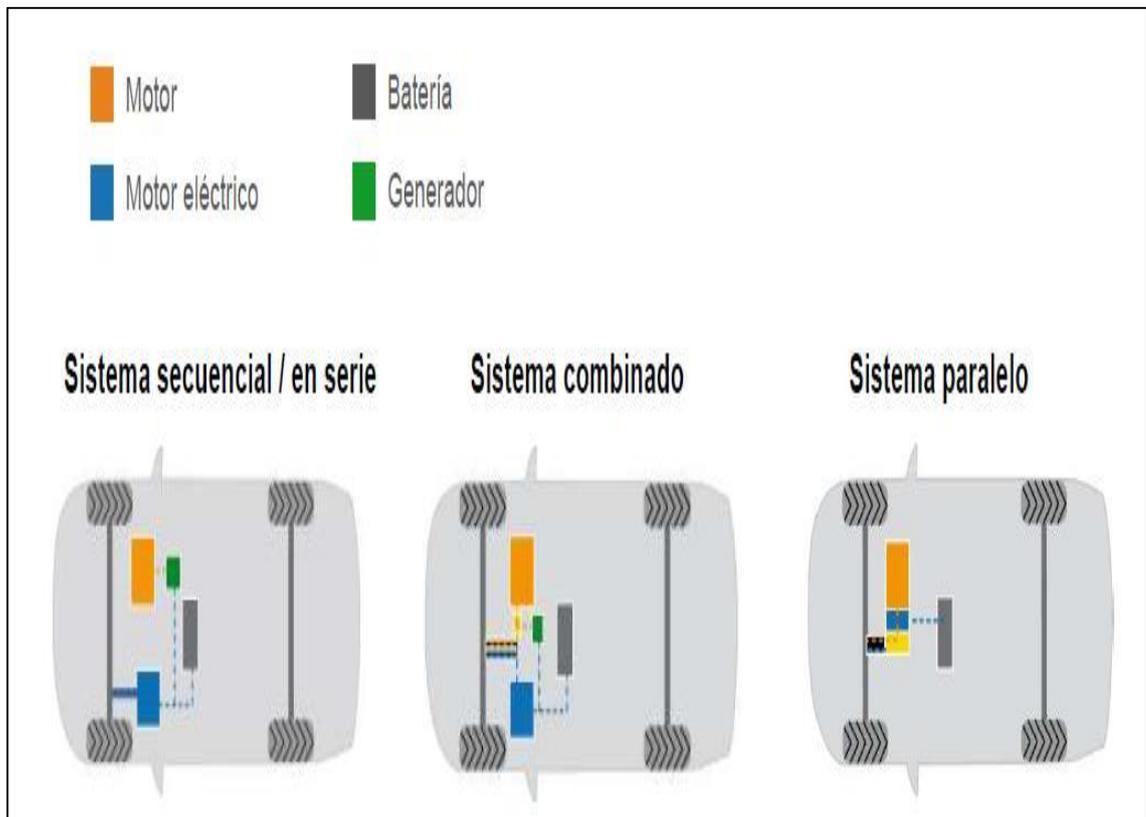


Figura 4. 2 Clasificación Vehículos Híbridos
Fuente: (SALVADOR MALPARTIDA, 2011)

- Paralelo

Los vehículos híbridos paralelo usan la tracción eléctrica para tener un alto rendimiento energético del motor de gasolina, esto se obtiene por el motor de combustión interna en los regímenes de giro en los que es mayor su rendimiento. La tracción eléctrica se usa para dar inicio al movimiento y almacenar energía. (MATEO, 2010).

- Serie

Los vehículos híbridos serie son los que emplean un motor de combustión interna que tiene como fin recargar las baterías que alimentan al motor eléctrico en lugar de tener una propulsión mixta combinando ambos motores. Gracias a este sistema el motor eléctrico es el encargado de dar movimiento al vehículo. (MATEO, 2010).

4.2.2. Vehículos híbridos enchufables (PHEV)

La principal característica de estos vehículos es que sus baterías pueden ser enchufadas a fuentes externas de energía eléctrica, ejemplo las electrolineras, este tipo de vehículo cuenta con dos sistemas: el de un vehículo híbrido tradicional y el de un vehículo eléctrico. En la Fig. 4.3 se muestra las partes constituidas de un PHEV. Según (CORDOVA, 2015).

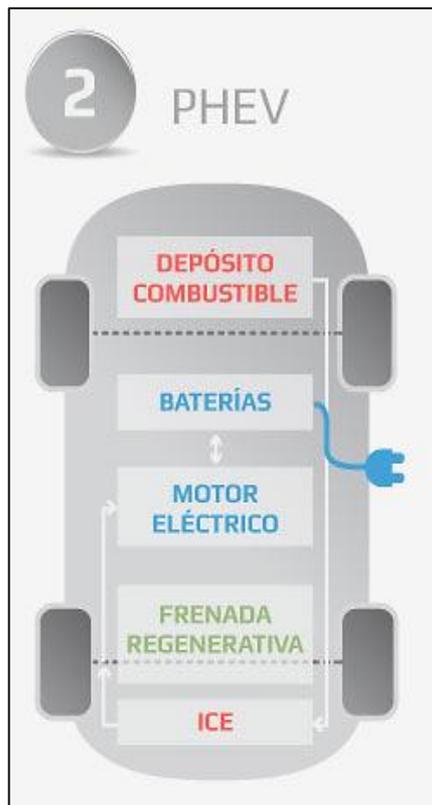


Figura 4. 3 Vehículo Híbrido Enchufable
Fuente: (ENDESA, 2013)

4.2.3. Vehículo eléctrico 100% (VE)

Las presentes capacidades de las baterías de los Vehículos 100% Eléctricos hacen que se los perciba como de limitada utilidad por su autonomía y tiempos de recarga necesarios. Ver Fig. 4.4.

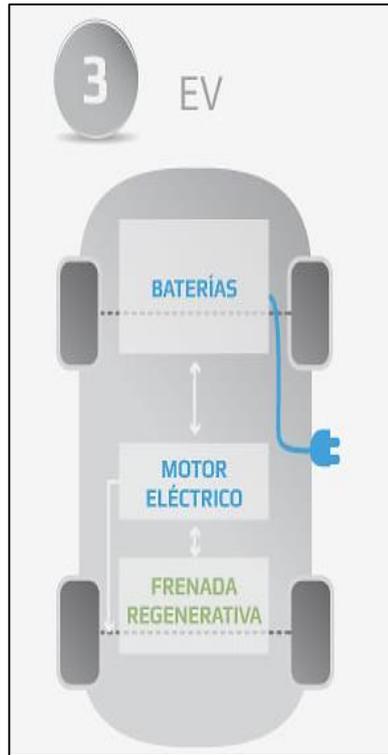


Figura 4. 4 Vehículo Eléctrico
Fuente: (ENDESA, 2013)

4.3. Baterías

La clave del éxito de los vehículos eléctricos son los sistemas de baterías recargables, ya que el tipo de batería determina: la velocidad máxima, tiempo de recargas y duración de baterías. En la Tabla 4.1 se detalla especificaciones técnicas de distintos tipos de baterías usadas en vehículos eléctricos.

Tabla4. 1 Especificaciones técnicas de distintos tipos de baterías usadas en vehículo eléctrico.

Tipo de baterías recargables	Energía (Wh/kg)	Energía/volumen (Wh/litro)	Potencia/Peso (W/kg)	Número de ciclos	Eficiencia energética-%
Zebra (NaNiCl)	125	300		1.000	92,5
Polímero de litio	200	300	>3.000	1.000	90,0
Iones de litio	125	270	1.800	1.000	90,0
Níquel-Hidruro Metálico (NiMH)	70	140-300	250-1.000	1.350	70,0
Níquel Cadmio (NiCd)	60	50-150	150	1.350	72,5
Plomo-ácido	40	60-75	150	500	82,5

Fuente: Alberto Cena & José Santamarta

4.3.1. Tecnologías actuales para baterías

Actualmente las baterías más utilizadas por mejor rendimiento son:

- Níquel – Hidruros Metálicos

Este tipo de baterías fueron creadas para aplicaciones portátiles que demanden de una densidad de energía superior y precisen de una potencia elevada con cargas y descargas rápidas.

- Litio – Ion

Las baterías de Litio – Ion tienen un buen rendimiento eléctrico, posee buenas propiedades de seguridad y es relativamente insensible a las variaciones de procesos y la hidratación.

4.3.2. Tecnologías en desarrollo para baterías de vehículos eléctricos

Ante el avance de incorporar el vehículo eléctrico a la vida cotidiana, se ha visto la necesidad de desarrollar nuevos sistemas para baterías que puedan acercarse a los requerimientos y permitan el amplio despliegue en el mercado de los vehículos eléctricos. Estos requisitos se los puede enumerar en la siguiente tabla.

Tabla 4. 2 Requisitos de las baterías para vehículos eléctricos

• Gran Energía y potencia específica.
• Larga Duración en números de ciclos de carga y descarga.
• Funcionamiento en alto rango de temperatura.
• Fiabilidad
• Auto descarga mínima en periodos sin utilización.
• Tolerancia a los abusos mecánicos y eléctricos.
• Costo adecuado.
• Recarga rápida y eficiente.

Fuente: El Autor

Las baterías que presentan mayor acogida en este sector son:

- Batería de Sodio Beta

La tecnología de baterías recargables de alta temperatura que usa sodio ofrece las mejores soluciones para algunas aplicaciones de almacenamiento de energía a gran escala y vehículos eléctricos.

- Batería de Metal Aire

Este tipo de baterías son prometedoras para las próximas generaciones de vehículos eléctricos porque usan el oxígeno como uno de los principales reactivos de la batería., disminuyendo el peso de ésta y liberando más espacio para el almacenamiento de la energía. Esta batería se puede decir que está rivalizando con el motor a gasolina porque su densidad de energía es mayor, dando mayor autonomía al vehículo eléctrico.

- Baterías de Litio Aire

Estas baterías han presentado 5-10 veces más densidad de energía que una batería de litio ion, pero pese a ello aún continúan enfrentando muchos desafíos para alcanzar una batería recargable.

- Baterías de Aluminio Aire

Aún son baterías de laboratorio pero el interés reside porque poseen gran capacidad de almacenamiento para albergar energía eléctrica sin los peligros que trae consigo la manipulación de Litio y sus bajos costos, ya que el Aluminio tiene mayor disponibilidad.

Tabla 4. 3 Características de las baterías sodio beta

Características	Comentarios
<p style="text-align: center;">Ventajas</p> <p>Potencial bajo costo en comparación con otras baterías avanzadas.</p> <p>Alto ciclo de vida.</p> <p>Alta densidad de energía y potencia.</p> <p>Operación flexible</p>	<p>Materias primas baratas, configuración sellada, sin mantenimiento.</p> <p>Electrodos en fase líquida.</p> <p>Se trabaja en un amplio rango de condiciones (temperatura, profundidad de descarga)</p>
<p style="text-align: center;">Limitaciones</p> <p>Gestión térmica</p> <p>Seguridad</p> <p>Sellado duradero</p> <p>Durabilidad de congelación-descongelación</p>	<p>La reacción con materiales activos fundidos debe ser controlada.</p> <p>La celda requiere un buen sellado en ambiente corrosivo.</p>

Fuente: Jorge Gonzales Cortez

4.4. Vehículos eléctricos en el cambio de modelo energético

Hace dos siglos la sociedad empezó a obtener energía de manera más habitual de fuentes fósiles como carbón, petróleo y gas. Todo esto permitió un importantísimo desarrollo industrial, pero a lo largo del tiempo dio origen a uno de los principales problemas que hoy está enfrentando la humanidad, el cambio climático. Todas las emisiones de CO₂ causadas por la quema de estas fuentes fósiles provocaron que la temperatura del planeta se eleve suscitando el conocido efecto invernadero. (GONZALES J. , 2015).

Se están tomando acciones para tratar de remediar este problema, una de ellas es marcar una ruta hacia una descarbonización del modelo energético, reducir los gases como el CO₂ ya es un objetivo aceptado para algunos países y eje principal de las políticas energéticas a nivel mundial. Ya que actualmente el consumo mundial de energía está basado de la siguiente forma, Ver Fig. 4.5.

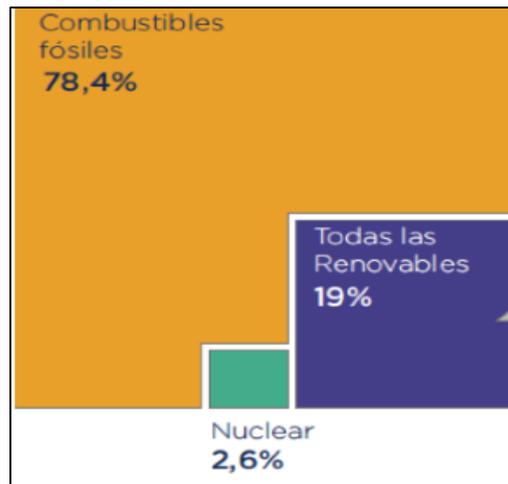


Figura 4. 5 Consumo mundial de energía
Fuente: (Jorge Gonzales Cortez, 2015)

Otro problema paralelo a éste, originado por el modelo energético actual, es la contaminación del aire, causado por las emisiones de las industrias, casas y vehículos. Como respuesta a esta situación hace la aparición el vehículo eléctrico, convirtiéndose en una posible solución, ya que tiene cero emisiones; todo lo contrario del vehículo tradicional que es alimentado por combustibles y emiten gases contaminantes como CO₂, CO, NO_x y otros gases, convirtiéndose en una reivindicación.

En la Fig. 4.6 describe cómo ha ido evolucionando el vehículo eléctrico desde sus inicios en el año de 1832 hasta se plantea una hipótesis que para el año 2020 deben haber 20 millones de vehículos eléctricos circulando.

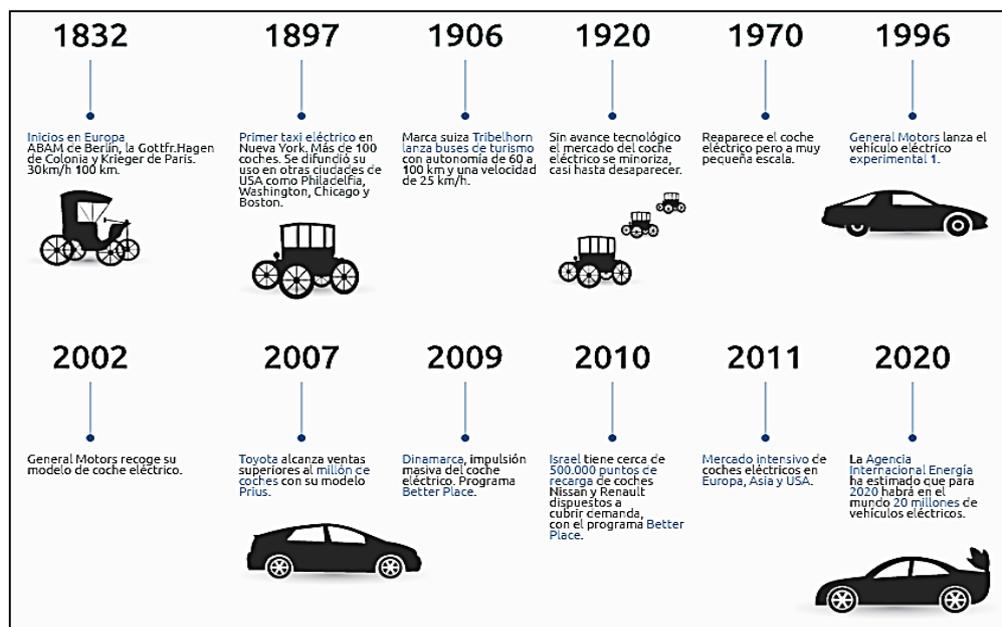


Figura 4. 6 Evolución del Vehículo
Fuente: (Jorge Gonzales Cortez, 2015)

4.4.1. Movilidad sostenible

Se debe generar electricidad con fuentes de energía renovables y de ese modo se reduciría la dependencia del uso de combustibles fósiles. La electrificación del transporte junto a la generación de electricidad a base de fuentes renovables serían grandes aliados, consolidándose y superando inconvenientes de gestionabilidad y de no garantizar el suministro. Esta alianza causaría una simbiosis, la electrificación del transporte va generar mayor demanda y la generación de electricidad con fuentes renovables va abaratar el precio de la energía, ya que va poder cubrir toda la demanda de la recarga de baterías de los vehículos eléctricos.

Tabla 4. 4 Venta de vehículos eléctricos

Introducción del vehículo eléctrico ventas acumuladas	2012	2013
Mundo	56.682	111.718
Unión Europea	14.000	42.194
Estados Unidos de América	14.592	37.900
Francia		14.095
Noruega	4.820	13.000
Alemania		6.265
España		1.500

Fuente: Jorge Gonzales Cortez

Desde un argumento económico, se puede decir de la sencillez del mantenimiento es una de sus principales fortalezas, porque posee menos piezas que se desgastan que un vehículo a combustión, menos líquidos que reponer o sustituir y un menor costo significativo al ahorro que supone su alimentación, es decir es más barato por kilómetros recorridos, en la tabla 4.5, se muestra una comparación de consumo entre dos modelos de vehículos de una reconocida marca.

Tabla 4. 5 Comparación de consumo de vehículo eléctrico y vehículo a gasolina

Consumo (km)	Kia Soul (eléctrico)	Kia Soul (gasolina)
Consumo	27 kWh/212Km \$2,43	7,8 Galones/212km \$11,7

Fuente: Jorge Gonzales Cortez

Sin duda alguna adquirir un vehículo eléctrico tiene un alto costo inicial, el mismo que se compensara con el tiempo, ya que no se gastara dinero en combustible.

CAPÍTULO 5

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

5.1. Introducción

La energía solar fotovoltaica es aquella que consiste en la transformación directa de la radiación del sol en electricidad. Este proceso se realiza a través de células solares que es la unidad básica en la que se origina el efecto fotovoltaico.

Este tipo de energía está destinada para numerosas aplicaciones donde se necesite generar electricidad, bien sea para sistemas fotovoltaicos autónomos que no están conectados a la red eléctrica.

Una característica principal de los sistemas generadores de electricidad mediante paneles fotovoltaicos es que a diferencia de las otras fuentes de energía renovable estos solo producen electricidad si reciben luz solar y la cantidad de energía que generan es proporcional a la irradiación solar que incide sobre su superficie.

Un sistema fotovoltaico está estructurado por un generador fotovoltaico, baterías de acumulación, regulador de carga, inversor y el consumo.

5.2. Aplicaciones

Las aplicaciones se las puede clasificar en dos, las que están aisladas a la red eléctrica y las que están conectadas a la red eléctrica.

Los sistemas aislados tienen numerosas aplicaciones desde iluminar una casa completa, pequeñas centrales eléctricas rurales, sistemas de telecomunicaciones, bombeo de agua para riego, equipos de señalización, etc. Y los sistemas conectados a la red, se convierten directamente en la energía generada para el consumo de usuarios y los excedentes enviados a la red eléctrica pública.

5.2.1. Sistemas fotovoltaicos autónomos

Estos tipos de sistemas son implementados para cubrir la demanda eléctrica en zonas remotamente aisladas de la red eléctrica, donde resulta difícil instalar los sistemas convencionales por factores económicos.

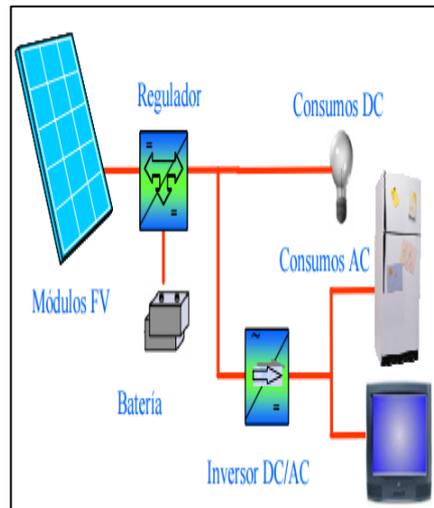


Figura 5. 1 Estructura de un sistema fotovoltaico autónomo
Fuente: (Miguel Alonso Abella, 2014)

5.2.2. Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica

Estos sistemas tienen como finalidad, maximizar la producción de energía eléctrica que se inyecta a la red. En la siguiente figura 5.3 muestra la estructura de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica.

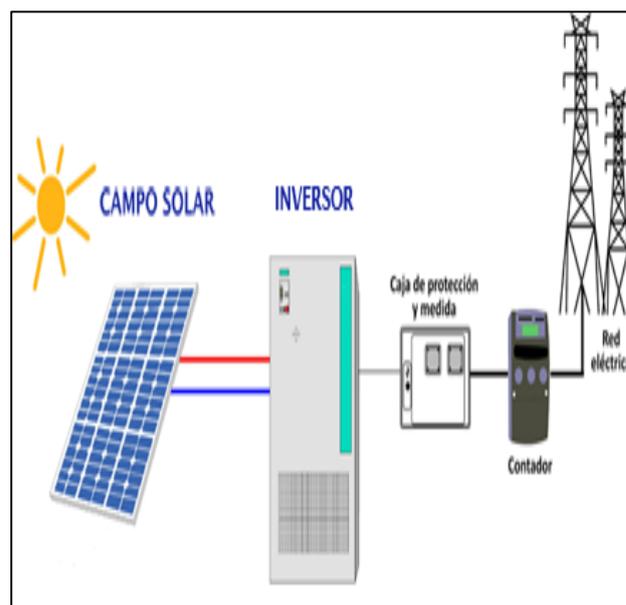


Figura 5. 2 Estructura de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica.
Fuente: (Miguel Alonso Abella, 2014)

Las principales aplicaciones para este tipo de sistemas son:

- Tejados de vivienda.

Los paneles solares fotovoltaicos están integrados en edificaciones, la instalación está situada en un edificio que por lo general se encuentran en un entorno urbano.

- Plantas de generación de energía.

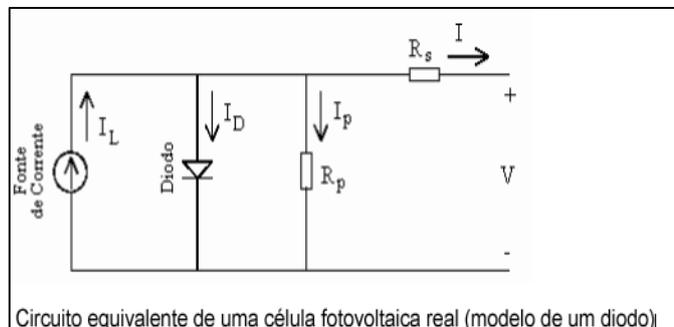
La instalación fotovoltaica se desempeña como una central convencional de producción de energía en el sentido que todo lo que genera lo aporta a la red eléctrica.

5.3. Modelo matemático

Cuando nos referimos a un método empírico y matemático se demuestra que las células fotovoltaicas dependen de dos variables que están en la naturaleza: la irradiación G que es la cantidad de luz que incide sobre la célula por unidad de superficie, W/m^2 y la temperatura ambiente T_a . A partir de estas variables se puede obtener la ecuación matemática que representa la corriente producida por la célula.

Cuyo modelo eléctrico es:

$$I = I_L - I_0 * \left(e^{\frac{V+I*R_S}{V_T}} - 1 \right) - \frac{V + I * R_S}{R_P}$$



5.4. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico

Para proceder a realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se debe saber qué tipo de carga se va a abastecer. Hay factores que se deben tomar a consideración como datos de radiación solar, temperaturas máximas y mínimas, la irradiación solar y la latitud.

Considerando la ecuación anterior donde:

I : Intensidad generada por la célula

I_L : Fotocorriente, corriente de electrones generada por la incidencia de los fotones

I_0 : Corriente inversa de saturación (por su similitud con el comportamiento de un diodo)

V : Tensión generada por la célula.

V_t : Tensión térmica

R_S : Resistencia en serie de la célula.

R_p : Resistencia en paralelo de la célula.

5.4.1. Cálculos de paneles solares fotovoltaicos

El consumo energético total está dado por la sumatoria de la potencia nominal de los equipos a ser conectados a la red.

Se calcula en la siguiente ecuación:

$$C_{TOTAL} = C_{DC} + \frac{C_{AC}}{F_{PÉRDIDAS}}$$

Donde:

C_{Total} : consumo energético en [W-h)/Día]

C_{DC} : consumo DC en [W-h)/Día]

C_{AC} : consumo AC en [W-h)/Día]

$F_{Perdidas}$: factor de perdidas entre 85% y 90%

La potencia máxima en vatios se puede expresar como la suma de las potencias en AC y en DC.

La corriente requerida en AC está dada por:

$$I_{REQ1} = \frac{(P_{AC} + P_{DC}) * F_{SEG}}{V_N}$$

Donde:

I_{Req1} : corriente requerida por sistema en [A]

P_{AC} : potencia en AC en [W]

P_{DC} : potencia en DC en [W]

V_N : voltaje nominal del sistema [V]

F_{SEG} : factor de seguridad

Para el cálculo en DC se tiene que:

$$I_{REQ2} = \frac{C_{TOT} * F_{SEG}}{V_N}$$

Donde:

I_{Req2} : corriente requerida por sistema en [A]

C_{TOT} : consumo energético en [A-h/día]

V_N : voltaje nominal del sistema [V]

F_{SEG} : factor de seguridad

Para calcular la energía eléctrica generada por el conjunto de paneles fotovoltaicos, se tiene:

$$I_{RPF} = \frac{I_{TOT}}{G_P}$$

Donde:

I_{RPF} : corriente requerida por los paneles fotovoltaicos

I_{TOT} : corriente total calculada por el sistema en [A-h/día]

G_P : horas sol en [h/día]

La cantidad de paneles requeridos en serie y paralelo están dados por:

$$N_P = \frac{I_{RPF}}{I_M}$$

$$N_S = \frac{V_N}{V_{NPF}}$$

Donde:

I_{RPF} : corriente requerida por los paneles fotovoltaicos

I_M : corriente del módulo por el sistema en [A]

N_P : número de paneles en paralelo

V_{NPF} : voltaje requerida por los paneles fotovoltaicos

V_N : voltaje nominal del sistema [V]

N_S : número de paneles en serie

5.5. Estructura de sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico está estructurado de la siguiente manera: un generador, regulador, baterías, inversor y las cargas de consumo. En la Fig. 5.3 se muestra como las células solares generan energía en forma de corriente directa de 12 voltios que se deposita en las baterías, pasando por un regulador el cual tiene como finalidad solo aislar la batería de sobrecargas o sobredescargas. Las cargas eléctricas como como Tv, lámparas, radios se conectan directamente con el regulador o un inversor que es un sistema AC opcional.

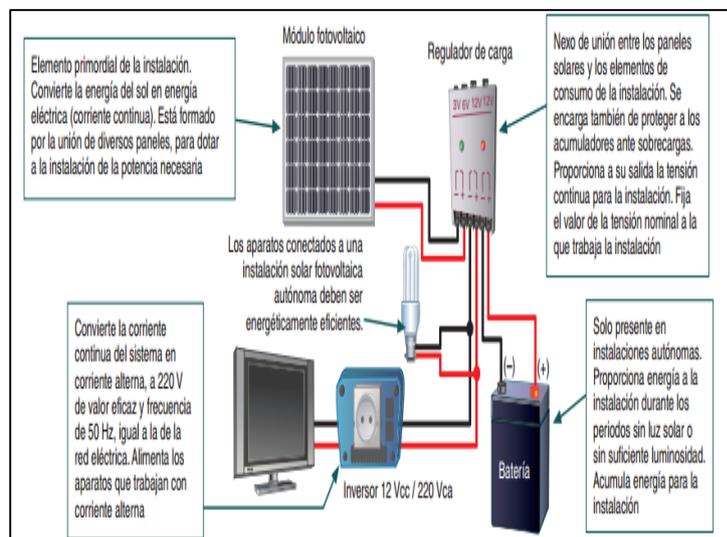


Figura 5. 3 Esquema de la estructura de un sistema fotovoltaico
Fuente: (MHEDUCATION, 2016)

5.5.1. Panel fotovoltaico

El panel fotovoltaico es aquel que tiene como tarea, convertir la energía del sol en energía eléctrica, está formado por algunos módulos fotovoltaicos que se encuentran acoplados en serie y/o paralelo (Ver Fig. 5.5), y estos módulos están formados por varias unidades básicas llamadas células. (ABELLA, 2013).

- Conexión Paralelo

La conexión en paralelo consiste en conectar por un lado todos los polos positivos de las placas solares, y por el otro, conectar todos los polos negativos. Realizando esta conexión se mantiene el voltaje de las placas solares mientras que se suma la intensidad de corriente.

- Conexión Serie

La conexión en serie consiste en conectar directamente las placas solares entre sí, conectando el polo positivo de un panel con el polo negativo del siguiente panel. En este caso se mantiene la intensidad de corriente y se suma el voltaje.

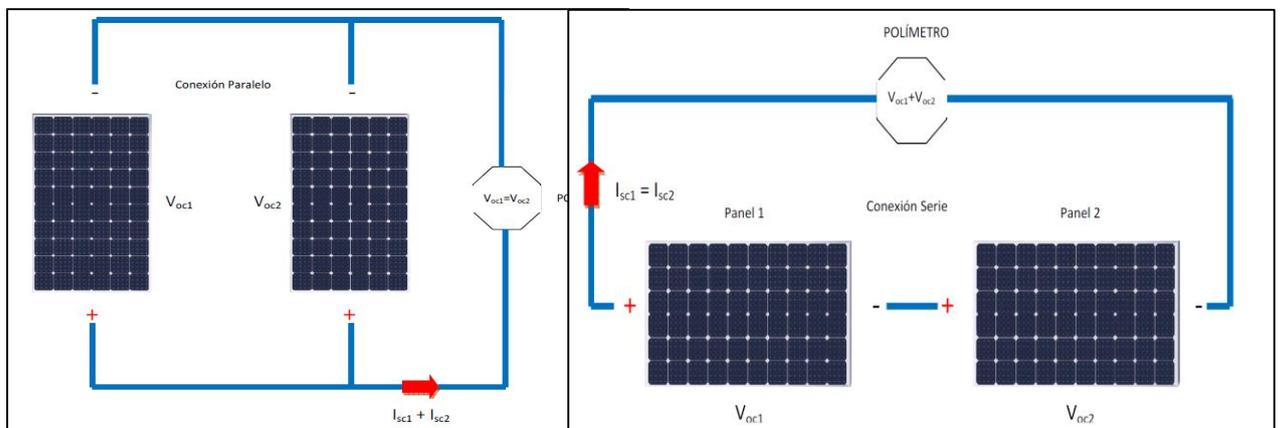


Figura 5. 4 Conexión serie y/o paralelo de generadores fotovoltaicos
Fuente: (ENERSAC, 2014)

Un panel solar debe estar formado por los siguientes elementos, ver la fig. 5.5.

- Células Fotovoltaicas: Se acoplan mediante soldaduras que unen el dorso de una célula con la cara frontal de la adyacente.
- Encapsulado de las células: Es el sistema protector y que da estabilidad a la célula.
- Recubrimiento posterior: Protección y selladura del módulo

- Cubierta transparente: Deja pasar la luz.
- Enmarcado o Sistema de Fijación: Integración del módulo solar en la estructura.
- Conexiones eléctricas: Cableado de interconexiones del módulo.

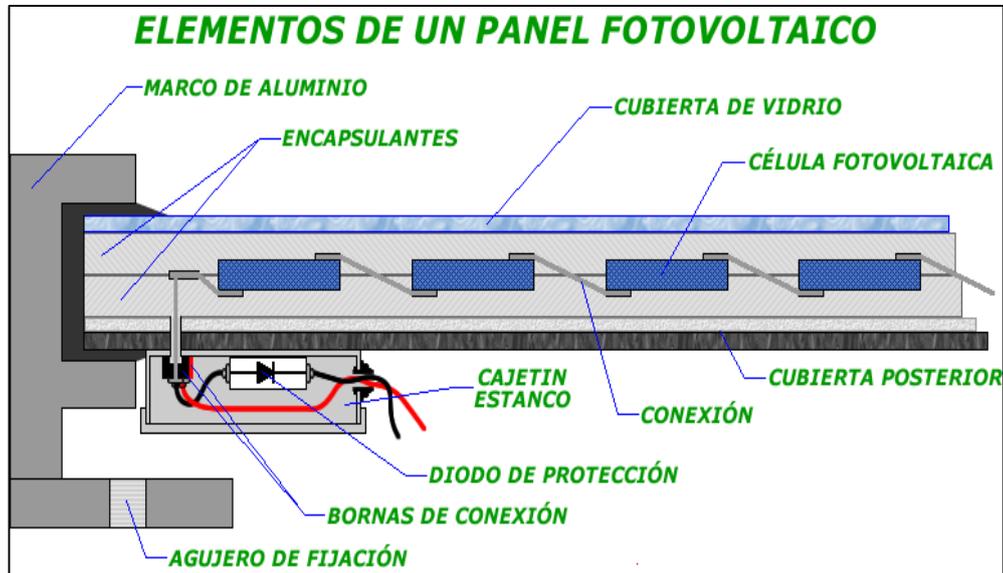


Figura 5. 5 Características principales de un panel solar
Fuente: (ENERSAC, 2014)

5.5.2. Batería de acumulación

Las baterías o acumuladores se emplean como sistemas de almacenamiento energético, debido al desplazamiento temporal que hay dentro los periodos de generación de energía en el día y los periodos de consumo en la noche, permitiendo el funcionamiento de las cargas cuando el generador fotovoltaico no pueda generar potencia por sí mismo para abastecer el consumo.



Figura 5. 6 Batería de acumulación de panel solar
Fuente: (TRAXCO, 2016)

5.5.3. Regulador de carga

Para controlar el proceso de carga y descarga se emplea el regulador, este es el elemento encargado de proteger a la batería de sobrecargas o contra sobredescargas que pueden causar daños severos a la batería disminuyendo la vida útil de la misma, además dispone de otras funciones como compensación de temperatura de baterías, monitorización, visualizadores y alarmas (ABELLA, 2013).

En la Fig. 5.7 se describe un esquema de conexión del regulador y el panel solar.

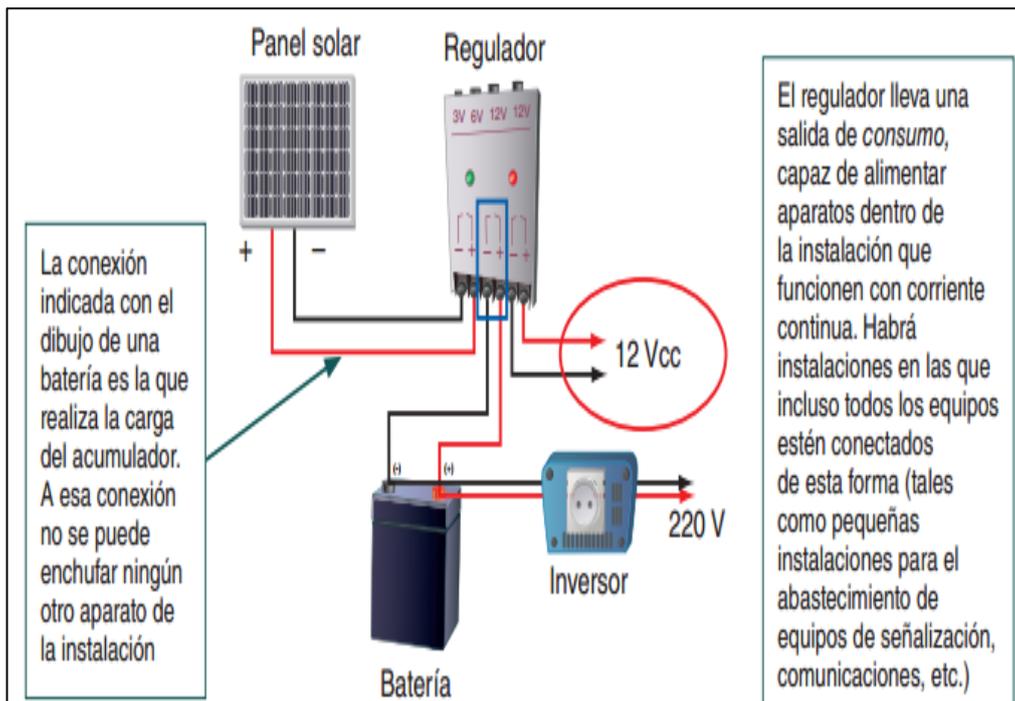


Figura 5. 7 Esquema de conexión del regulador y el panel solar
Fuente: (MHEDUCATION, 2016)

5.5.4. Inversor

El inversor de corriente es un elemento electrónico de potencia cuyo objetivo es de conmutar la corriente continua (DC) procedente de los generadores fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para que pueda ser consumida por el usuario que posee cargas AC. (ABELLA, 2013).

Los inversores pueden clasificarse de acuerdo a la onda de tensión de salida, pueden ser de onda cuadrada, de onda semi senoidal o senoidal.

En la Fig. 5.8 se describe un esquema del inversor y el panel solar.

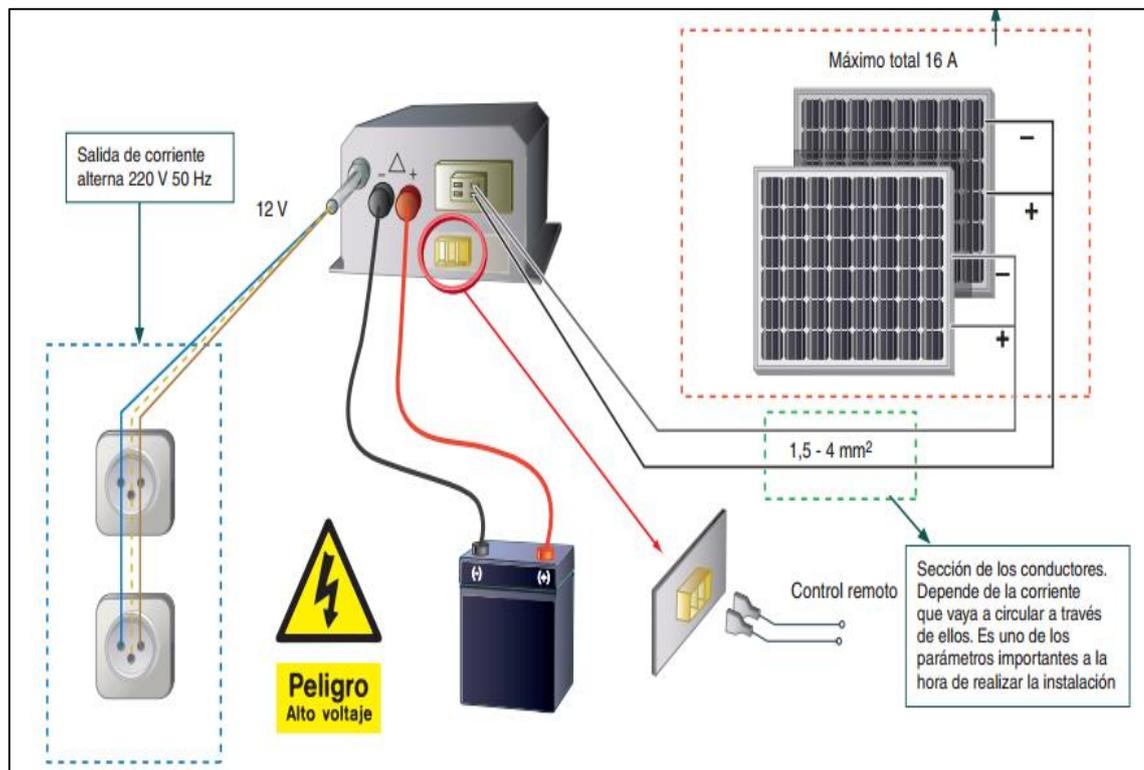


Figura 5. 8 Esquema del inversor y el panel solar
Fuente: (MHEDUCATION, 2016)

5.5.5. Consumo

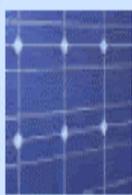
El consumo, son las cargas que el sistema fotovoltaico va a satisfacer o alimentar. Es la cantidad de energía que se gasta en los diferentes aparatos utilizados dentro del sistema.

5.6. Tecnología fotovoltaica

Es la tecnología que transforma la luz solar en electricidad, a través de células solares. El proceso lo realizan los fotones que son absorbidos por células fotovoltaicas y se transforman en corriente eléctrica y mediante convertidores la electricidad ya puede pasar a la red eléctrica.

Existen algunos materiales con que se fabrican las células flexibles, en la tabla 5.1 se detallan los principales con algunas de sus características.

Tabla 5. 1 Tipos de células fotovoltaicas

CÉLULAS		RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	CARACTERÍSTICAS	FABRICACIÓN
	MONOCRISTALINO	24 %	15 - 18 %	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralsky).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	POLICRISTALINO	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	AMORFO	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Fuente: (ENERSAC, 2014)

5.6.1. Células de silicio monocristalino

Es el material más usado para la composición de células fotovoltaicas, ocupando el 60% del mercado. La uniformidad de la estructura molecular resultante da una utilización de un cristal único e ideal para potencializar el efecto fotovoltaico. El rendimiento máximo conseguido en laboratorios alcanza el 24% que en el uso práctico que se reduce al 15%. La producción de este material es costosa.

5.6.2. Células de silicio policristalino

El silicio policristalino está formado por un número elevado de pequeños cristales del tamaño de un cabello humano, ocupando el 30% del mercado. La irregularidad de su estructura molecular dificulta el movimiento de electrones y fomentan la recombinación con agujeros, lo que reduce el potencial de salida. Por tal motivo el rendimiento en laboratorios y en la práctica no exceden del 12% al 18%, en comparación al monocristalino el proceso de fabricación es más barato.

5.6.3. Células de silicio amorfo

El silicio amorfo no tiene una estructura cristalina, presentándose con defectos estructurales que en un principio impiden su utilización en células fotovoltaicas, sin embargo al silicio amorfo se le añade una pequeña cantidad de hidrógeno, por un proceso de hidrogenación los átomos de hidrógeno se combinan químicamente para reducir al mínimo los efectos negativos de los defectos estructurales. El silicio amorfo absorbe la radiación solar de una manera más eficiente que el silicio cristalino. Es posible obtener rendimientos de aproximadamente 13%, pero las propiedades del convertidor deterioran el material en uso práctico, por lo que los rendimientos bajan a aproximadamente 6%.

5.7. Diagrama de una electrolinera

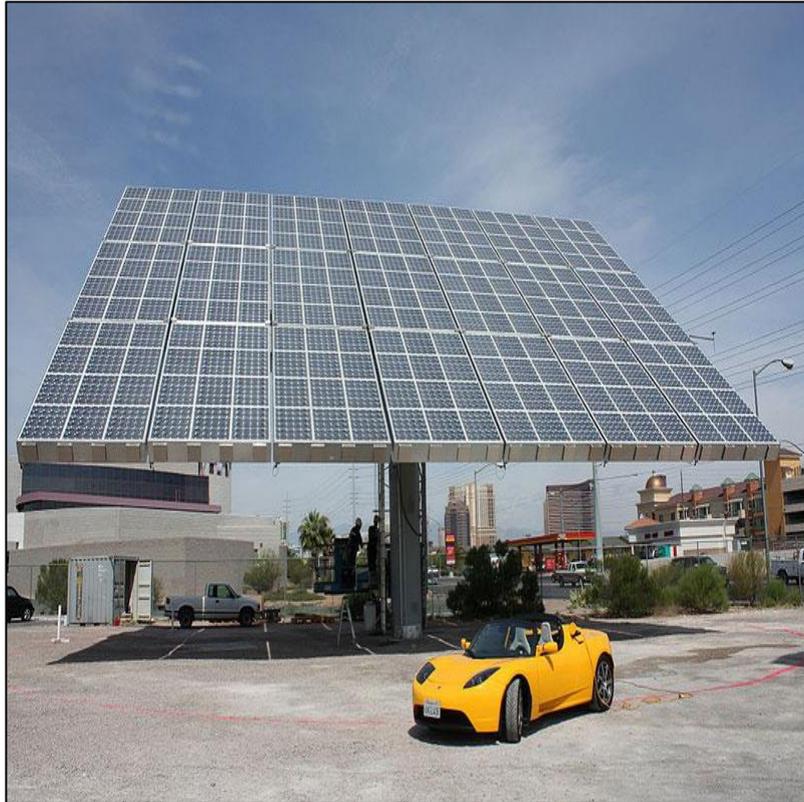
En la Fig. 5.9 se puede ver el diagrama de cómo está conformado una estación de recarga eléctrica con paneles fotovoltaicos.



Figura 5.9 Diagrama de bloque de una electrolinera
Fuente: (TESLA, 2016)

5.8. Fotolineras

En un artículo (MUERZA, 2012). Se define las fotolineras como estaciones de recarga con sistemas fotovoltaicos para vehículos eléctricos. Estas estaciones brindan un sistema limpio y económico para conectar al vehículo eléctrico. Ver Figura. 5.10. La fotolinera.



*Figura 5. 10 Fotolineras.
Fuente: (TESLA, 2016)*

Es una forma de aprovechar un estacionamiento y convertirlo en más eficiente ya que es el espacio ideal para cargar un vehículo eléctrico, porque en su parte superior se implementan placas solares de tal modo que se usa la energía del sol para cargar los vehículos eléctricos.

Las electrolinerías solares o fotolinerías se han convertido en una solución para lograr que los vehículos eléctricos sean menos contaminantes ya que la energía proviene del sol porque tienen implementado paneles solares fotovoltaicos.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

6. Introducción

El elevado y cotidiano consumo de combustible fósil en el sector del transporte ha producido a un fuerte impacto ambiental, por lo que el vehículo eléctrico se presenta como una alternativa para disminuir el impacto ambiental y lograr la sostenibilidad del sector automovilístico eléctrico.

En este capítulo se presenta un análisis del impacto ambiental del vehículo eléctrico, y se enfocará como ayuda a la mejora de la eficiencia energética, disminución de emisiones de efecto invernadero y un análisis económico prospectivo del presente y futuro del vehículo eléctrico.

El contenido de este análisis va estar estructurado por medio de algunas premisas.

- Análisis de sostenibilidad del sector transporte hacia la utilización energética y las emisiones de gases de efecto invernadero generados por éstos.
- Exponer las últimas tendencias tecnológicas en el sector automovilístico para demostrar las mejoras significativas de la eficiencia energética de los vehículos.
- Realizar comparaciones sobre la eficiencia de los vehículos eléctricos y convencionales.
- Análisis con los principales elementos que caracterizan el costo de producción y de operación del vehículo eléctrico.
- Análisis económico en términos de adquisición de un vehículo eléctrico y el tiempo necesario para compensar el gran costo inicial con su menor costo por kilómetro.
- Exponer todos los beneficios del vehículo eléctrico frente al convencional en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y su aportación a la disminución de emisiones de gases globales del sector transporte.

- Describir los aspectos regulatorios, sociales y económicos asociados al vehículo eléctrico y que condicionarán el desarrollo futuro.

6.1. Los vehículos eléctricos en el marco de un sector automovilístico insostenible

Organizaciones Internacionales como la (ONU y UE) tienen como aspiración el poder cumplir algunas metas; entre ellas una estricta protección ambiental disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero, y la reducción de la dependencia energético mediante la utilización de combustibles fósiles.

Si se quieren cumplir estas metas, se deben realizar grandes cambios, uno de ellos en el sector del transporte, el primer consumidor de energía y depende de un 90% del petróleo para abastecer sus necesidades energéticas. La dependencia del transporte hacia este recurso fósil es tan grande que consume el 65% de la producción anual mundial del petróleo.

De forma proporcional el análisis del consumo energético, el 24.4% de las emisiones totales de CO2 son originadas por el sector transporte.

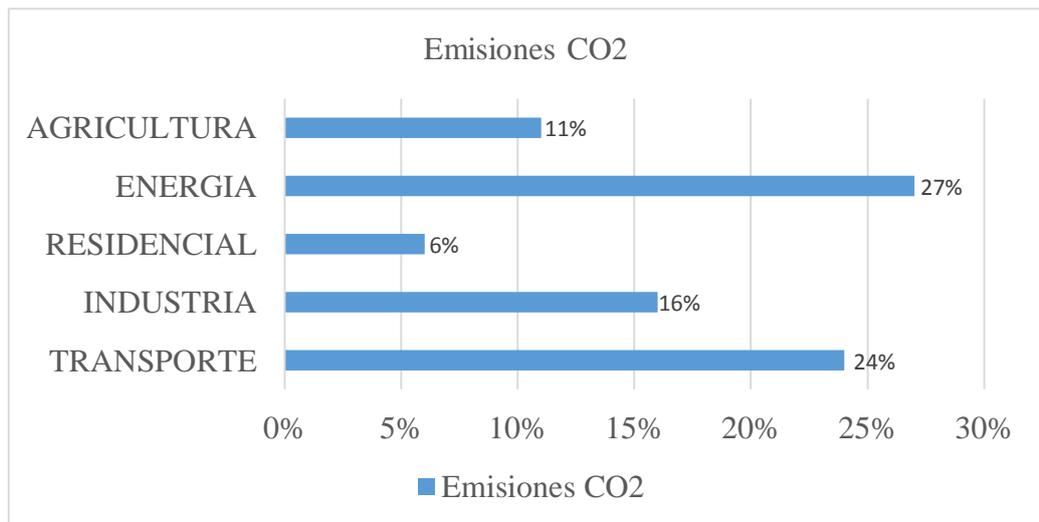


Figura 6. 1 Tabla de emisiones de CO2
Fuente: El Autor

Se muestra una alta tendencia de crecimiento del uso de combustibles fósiles de acuerdo a los indicadores energéticos y ambientales descritos y se puede concluir una tendencia insostenible que se ve en la exigencia de tomar medidas que estén orientadas hacia el cumplimiento de las metas.

6.1.1. Posibles soluciones a la insostenibilidad del sector transporte

La relevancia del sector transporte en lo económico y su influencia en el consumo energético y en las emisiones son los temas primordiales de las políticas públicas si se pretenden alcanzar un objetivo de competitividad, reducción de gases efecto invernadero y seguridad de suministro energético.

Para la sostenibilidad del transporte existe un amplio abanico de políticas:

- **Políticas de Demanda**
Son normas que apuestan por desarrollar proyectos urbanísticos que minimicen las necesidades de movilidad de los ciudadanos o las que incentivan las modalidades de transporte más sostenible.
- **Medidas de Control**
Es la imposición de límites de velocidad en determinado tipo de vías o como los límites de emisiones por kilómetro establecidos a los vehículos.
- **Políticas de Oferta**
Son aquellas que están destinadas a promover nuevas tecnologías más eficientes en el transporte, desarrollando vehículos menos dependientes e incluso independientes de los combustibles fósiles para su movilidad.

6.1.2. El vehículo eléctrico como una buena opción

La idea de impulsar la implementación masiva del vehículo eléctrico ha suscitado gran expectativa. Los desarrolladores de estas tecnologías han mejorado algunas características de esta clase de vehículo como por ejemplo la mayor capacidad y el menor costo de baterías han permitido que se pase de una etapa de prototipos a una

potencial etapa de comercialización. Además por lo general existe un consenso que el costo del petróleo y sus derivados siempre tenderá a un alza a mediano o largo plazo.

Los beneficios que ofrece el vehículo eléctrico en relación al vehículo de combustión tradicional son mayores; una de las principales es la menor intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero por kilómetro justificando al vehículo eléctrico como una prioridad en políticas energéticas. Además que facilitará la inclusión de las energías renovables en un sector que es muy difícil su introducción.

6.2. Nuevas alternativas ante el vehículo tradicional de combustión

Las nuevas tecnologías implantadas en los vehículos eléctricos favorecerán a la reducción del consumo de petróleo y emisiones de CO₂ originados por el transporte.

6.2.1. Vías de evolución tecnológica

Actualmente se han desarrollado diversas tecnologías que aportan a la disminución de la contaminación ambiental por parte de los gases de efecto invernadero entre estas tecnologías está: el vehículo híbrido eléctrico de gasolina (HEV) que cumple un papel primordial, cuya tecnología es puente entre las tecnologías de combustión interna actuales y otras opciones. Con mucho mayor potencial de desarrollo tenemos al vehículo eléctrico puro (VE) y el vehículo híbrido enchufable (PHEV). Otra tecnología novedosa es la que está basada en células de combustibles, principalmente de hidrógeno pero por su elevado costo se le asigna un menor potencial referente a las tecnologías anteriores.

Conociendo todas las tecnologías existentes se hará un análisis realizando una comparación técnica de los sistemas convencionales frente a los distintos tipos de vehículos eléctricos. En cuanto al desarrollo de los vehículos eléctricos, se aprecia al vehículo eléctrico híbrido como una posibilidad de transición, ya que es la combinación de un motor de combustión interna y un motor eléctrico. El motor eléctrico posee poca potencia y las baterías sólo admiten una autonomía de pocos kilómetros. Entre las ventajas está que no consume energía cuando está parado. Es importante mencionar que el hecho de que no sea enchufable, limita su aportación a la sostenibilidad ambiental del sector transporte, ya que no permite favorecer la

introducción de energías renovables de origen eléctrico a través de la carga de electricidad.

Analizando desde el punto de vista de sostenibilidad los vehículos híbridos eléctricos enchufables pueden cargar sus sistemas de baterías con electricidad procedente de fuentes renovables, permitiendo la introducción de ésta en el sector transporte de tal manera que se incrementa la eficiencia energética y se reducen emisiones.

6.3. La economía del vehículo eléctrico desde un punto de vista prospectivo

En este capítulo se ha venido estudiando sobre los dinamizadores del vehículo eléctrico como su eficiencia energética y su sostenibilidad ambiental y económica dentro sector transporte. Pero vale destacar otra ventaja; y, es el análisis desde el enfoque del consumidor, mostrar al vehículo eléctrico como una buena elección por su costo frente al vehículo tradicional.

6.3.1. Costo de producción

De acuerdo a los análisis establecidos se puede apreciar que existe un sobre costo de los vehículos que poseen mejoras en eficiencia energética frente a un vehículo tradicional que va de los \$3.300 para un vehículo a gasolina y \$6.800 para un vehículo híbrido. Los vehículos de combustión tienen su mayor costo de producción debido a las modificaciones que hay que establecer en los motores para conseguir mayor eficiencia. En comparación el vehículo híbrido que a pesar que tiene un 57% de sobre costo por modificaciones del motor, tiene adicional un 30% más de sobre costo por la necesidad de contar con sistema de baterías.

Para el futuro se seguirán desarrollando mejoras progresivas en eficiencia energética para los vehículos tradicionales de combustión para que estos puedan aún competir en el mercado con los vehículos eléctricos. Pero estas mejoras significan asumir un sobre costo de la producción. En los vehículos eléctricos existen diferencias significativas en el sobre costo ya que el 80% de éste, es derivado en el sistema de baterías. Es por ello que la evolución para minimizar los costos de estos sistemas hará una incidencia decisiva en la competitividad de esta opción, por lo que las

proyecciones en relación a los costes de las baterías deberán mostrar una tendencia marcadamente decreciente.

6.3.2. Costo de operación

Teniendo el conocimiento del sobrecosto en la producción del vehículo eléctrico, el usuario está en pleno juicio de ser capaz de poder comparar el costo por kilometraje de un vehículo tradicional de combustión frente a un eléctrico, y así conocer la economía de un modelo frente a otro. Y de este modo puede determinar el periodo de recuperación de la inversión.

En el marco de consumo energético, el vehículo convencional registra un costo muy superior al vehículo eléctrico. Estimando un consumo de siete litros por cada cien kilómetros y un precio de la gasolina de \$1.69, se obtiene un valor de 17 centavos de dólar por kilómetro; cifra totalmente elevada ya que si se considera un consumo de 0.15kWh por kilómetro y un precio de electricidad de 80 dólares por cada MWh, el costo de operación es menor.

De acuerdo a estos valores se puede establecer que el costo de mantenimiento es de 21 centavos de dólar para el vehículo tradicional y de 16 centavos de dólar para el vehículo eléctrico puro. Se pueden concluir que los costos de producción y de operación del vehículo eléctrico en un futuro serán más económicos.

6.4. Análisis de los beneficios en la adquisición de un vehículo eléctrico

No se puede realizar un análisis cuantitativo sobre características económicas en la actualidad por motivos que aún no existen en venta a escala comercial masiva y no hay un precio oficial fijo con el que se pueda realizar este análisis. Pero se presentan unos cálculos ilustrativos cuya correspondencia con la realidad en el futuro podrá ser más o menos ajustada.

6.4.1. Vehículo convencional vs. Eléctrico puro

Cuando el cliente adquiere un vehículo se enfrenta inicialmente con el costo de adquisición. De acuerdo a información de algunas concesionarias automovilística descontando la ayuda pública por acceder a vehículos verdes, este podría tener un valor

de adquisición de unos \$30.000. En cambio un modelo con la tecnología de combustión se puede encontrar desde un costo de \$18.000. De acuerdo a estas cifras el costo inicial es considerable.

Pero aún se puede continuar realizando un análisis cuantitativo, considerando los costos de operación y mantenimiento descrito anteriormente se puede determinar una viabilidad económica de adquisición del vehículo eléctrico, ya que tardaría alrededor de 5 a 7 años el poder compensar este sobrecosto inicial. El sobrecosto inicial del vehículo eléctrico se puede compensar antes o después según los supuestos utilizados. Por ejemplo, a menor utilización, más lejos estará el punto de corte de los costes.

6.4.2. Vehículo convencional vs. Vehículo híbrido eléctrico enchufable

Al igual que en el caso del vehículo eléctrico puro, en este caso tampoco hay disponibles en el mercado precios oficiales del vehículo híbrido eléctrico enchufable.

Como se ha venido mencionando el vehículo híbrido eléctrico enchufable dispone de dos motores un eléctrico y uno convencional, lo que supone una utilización del 60% para el motor eléctrico y 40% para el motor convencional; se obtiene un costo por kilómetro del PHEV de 57 centavos de dólar por kilómetro, esta cifra es casi la mitad que el coste por kilómetro del vehículo convencional, que asciende a 10 centavos de dólar por kilómetro. De acuerdo a esta información, si calculamos el coste total, se demuestra cómo, a los a partir de los 177 mil kilómetros (casi 9 años), se compensa el sobrecoste inicial asumido por la adquisición del vehículo híbrido eléctrico enchufable frente al convencional.

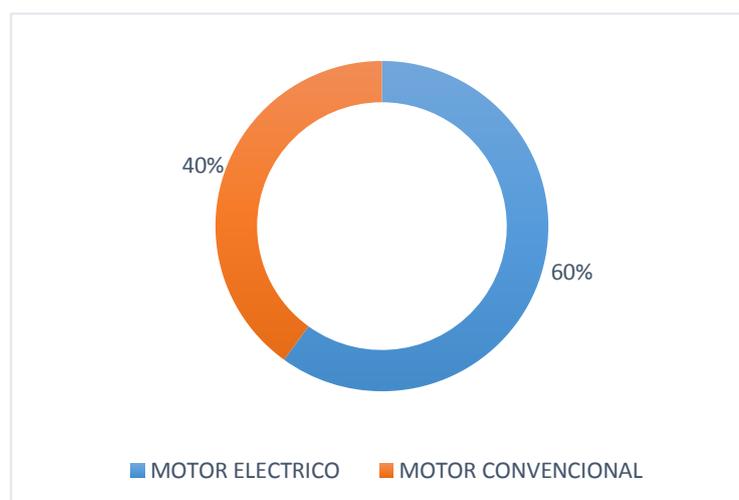


Figura 6. 2 Tabla de utilización de motores del vehículo híbrido enchufable
Fuente: El Autor

6.5. Impacto sobre las emisiones de CO2

El cambio climático es uno de los más preocupantes retos que debe enfrentar la humanidad a mediano y largo plazo en el sector transporte, ya que es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero. Es por ello que el vehículo eléctrico juega un papel importante para aminorar estas emisiones por dos razones; tiene una eficiencia energética mayor a la de los vehículos de combustión, es decir tiene menor consumo y por tanto menor intensidad de emisiones.

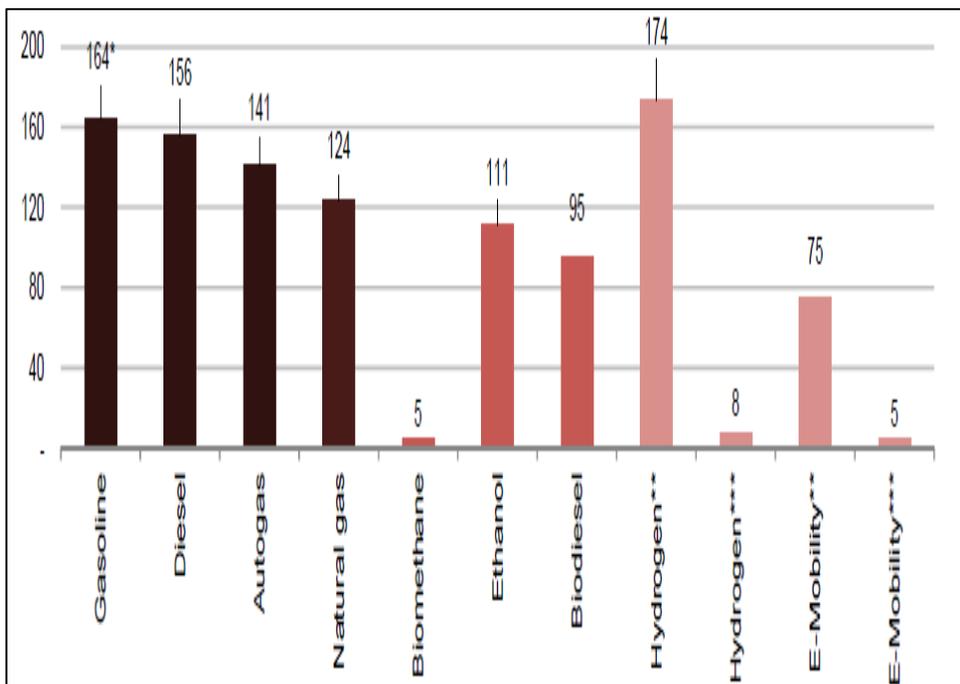


Figura 6. 3 Tabla estadística del porcentaje de emisión de cada combustible.
Fuente: (DANIEL FERNANDEZ CALDERON, 2016)

La electricidad es menos contaminante que los derivados del petróleo, y para que esta reducción tenga mayor impacto se puede incluir fuentes renovables.

Así, se obtiene que dicha inclusión mitigaría las emisiones anuales del sector transporte en un 12,3% en comparación a las del parque actual, lo que podría constituirse, como una aportación muy importante a la reducción de emisiones.

CAPÍTULO 7

CÁLCULO DE CARGA PARA ESTACIÓN DE RECARGA ELÉCTRICA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

7. Introducción

En este capítulo se va a establecer el dimensionamiento para instalar un sistema fotovoltaico autónomo (aislado de la red eléctrica) que pueda abastecer con garantía la demanda energética que se requiera. En este caso será la recarga de vehículos eléctricos.

En el mercado automotriz de Ecuador son muy pocos los vehículos eléctricos que están en circulación, y entre los que se comercializan está el Kia Soul EV, para este trabajo se eligió este modelo de vehículo eléctrico para tener como referencia y calcular la carga requerida

7.1. Arquitectura del sistema

Una instalación fotovoltaica autónoma para la recarga de baterías de vehículos eléctricos consta de un esquema de instalación cuyos componentes son convertidor, generador fotovoltaico, estación de recarga, y finalmente el vehículo eléctrico; como se muestra en la Fig. 7.1

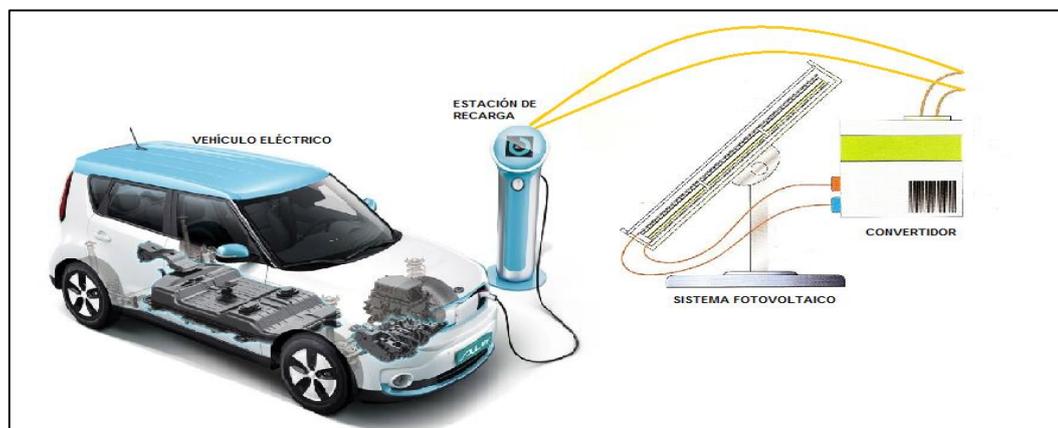


Figura 7. 1 Arquitectura del sistema de recarga de vehículos eléctricos con sistema fotovoltaico.
Fuente: (KIA, 2016)

7.2. Estimación de la demanda del consumo energético

La marca coreana KIA la noche del 27 de Enero del 2016 lanzó a la venta en Ecuador el primer modelo de vehículo 100% eléctrico, Kia Soul. Con una tracción delantera y motor eléctrico de casi 111 CV (81,4 kW) y 285 Nm de par motor, que le permite acelerar de 0 a 100 km/h en 11,2 segundos hasta alcanzar su velocidad máxima de 145 km/h.

El modelo Soul tiene una batería que tiene una capacidad de 27 kWh, con densidad energética de 200Wh/Kg, la más alta en comparación a otros fabricantes porque utiliza celdas de polímeros de litio con cátodos de níquel cobalto manganeso. Esta batería puede recargarse con corriente alterna monofásica de hasta 6.6kW (32A), por medio del conector Tipo 1 Yazaki. La recarga puede durar entre 5 a 10 horas según la potencia de carga pero si se utiliza el sistema de recarga rápida CHAdeMo puede demorar entre 20 a 30 minutos.

Con todas estas características técnicas descritas tenemos conocimiento del consumo energético teórico real E (KWh), pero en este momento se debe calcular el consumo energético real, muy necesario porque existen muchos factores de pérdida que van haber en el sistema de recarga fotovoltaico.

$$E = \frac{Et}{R} \quad (1)$$

Donde:

E: Consumo Energético Real

Et: Consumo Energético teórico

R: Parámetro de Rendimiento global de la instalación fotovoltaica

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left[\frac{1 - K_a * N}{P_D} \right] \quad (2)$$

Donde:

Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador y sus valores pueden ser:

0.5	En sistemas que no demanden descargas intensas.
0.1	En sistemas que demanden descargas profundas.

Kc: Coeficientes de pérdidas en el convertidor y sus valores pueden ser:

0.05	Convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo.
0.1	En otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

Kv: Coeficiente de pérdidas varias

Agrupar otras pérdidas como rendimiento de red, efecto joule

0.05 – 0.15, son valores de referencia para Kv

Ka: Coeficiente de autodescarga diario, sus valores referenciales pueden ser:

0.002	Para baterías de baja autodescarga Ni-Cd.
0.005	Para baterías estacionarias de Pb-acido. (las más habituales)
0.012	Para baterías de alta autodescarga (arranque de vehículos)

N: Número de días de autonomía de la instalación

Son los días que la instalación de recarga eléctrica debe operar bajo una irradiación mínima. Es decir son los días que no haya mucho sol y la Fotolinera no generará electricidad por lo que en ese caso entra en funcionamiento el banco de baterías.

Se considera como días no aptos para la generación eléctrica.

4 – 10, son días como valores de referencia

Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería

Esta profundidad no excederá del 80% ya que la eficiencia decrece en gran medida con ciclos de carga y descarga.

Entonces utilizando la ecuación (2) se tiene:

$$R = (1 - 0.1 - 0.05 - 0.1) * \left[\frac{1 - 0.005 * 5}{0.07} \right]$$
$$R = 0.728$$

R: Rendimiento global de la instalación fotovoltaica

Conociendo los valores del consumo Energético teórico y el Rendimiento global de la instalación fotovoltaica los reemplazamos en la ecuación (1) para obtener el consumo energético real.

$$E = \frac{Et}{R}$$

$$E = \frac{27KWh}{0.728}$$

$$E = 37.08 \text{ KWh}$$

E: Consumo Energético Real en KWh

7.3. Cálculo de número de paneles solares

Para conocer el número de paneles solares que se implementará en una estación de recarga se debe calcular la energía consumida (E_c). La fórmula está dada e indica que el consumo en KWh y se lo multiplica por 1,000 y divide el resultado entre el promedio diario de horas de sol al que va operar la estación, en este caso será de 6 horas.

$$E_c = \frac{E * 1000}{h}$$

$$E_c = \frac{37.08 * 1000}{6}$$

$$E_c = 6180 \text{ Watts}$$

E_c : Energía consumida

El método más sencillo para calcular la cantidad de paneles solares requeridos para poder recargar eléctricamente el vehículo Kia Soul es utilizando la siguiente fórmula.

$$NP = \frac{Ec}{0.9 * Wp * HPS} \quad (3)$$

NP: Número de Paneles Solares

Ec: Energía Consumida

Wp: Potencia Pico de Cada Panel solar 100Watts

HPS: Irradiación Diaria Promedio

El valor de HPS se puede encontrar en la Tabla 7.1 suministrada por el INAMHI.

Tabla 7. 1 Valores mensuales de la irradiación solar en Ecuador

Meses	Horas de sol	%	Irradiación diaria/H
Enero	182	49	6
Febrero	98	29	3
Marzo	93	25	3
Abril	131	36	4
Mayo	152	41	5
Junio	113	31	3
Julio	167	45	5
Agosto	167	45	5
Septiembre	121	34	4
Octubre	143	39	4
Noviembre	165	46	5
Diciembre	192	52	6
Total año	1724	39	4,8

Fuente: INAMHI

Conociendo todos los valores procedemos a reemplazar en la ecuación (3)

$$NP = \frac{6180}{0.9 * 100 * 4.8}$$

$$NP = \frac{6180}{431.1}$$

$$NP = 14.33 \text{ Paneles}$$

De acuerdo a estos cálculos se ha seleccionado el modelo BlueSolar Policristalino 100 Watts, ver características técnicas en el Anexo B.

7.4. Cálculo del regulador de carga

Conociendo el tipo de generador fotovoltaico a implementar en la estación de recarga, se puede calcular el regulador de carga requerido, simplemente se multiplica la intensidad de cortocircuito de cada panel que está dada en el catálogo por el total de paneles solares a utilizar. Este resultado es la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador.

$$I_{MAX} = I_{cc} * N_p$$
$$I_{MAX} = 5.98 \text{ A} * 14.33$$
$$I_{MAX} = 85.69 \text{ (A)}$$

Se utilizará tres reguladores solares de 30 A en paralelo, marca Steca Solarix PRS 3030 12-24V.

7.5. Cálculo del inversor

Para realizar el cálculo del inversor se deben considerar la suma de las potencias de las cargas corrientes de alterna y aplicar un margen de seguridad del 20%. En el caso de estudio de este capítulo el consumo en alterna es de 6600 Watts por parte de la batería del Kia Soul.

$$P_{INV} = 1.2 * P_a$$
$$P_{INV} = 1.2 * 6600$$
$$P_{INV} = 7920 \text{ Watts}$$

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Los vehículos eléctricos en temas de impacto ambiental son una buena alternativa para ciudades que enfrenten problemas con el aire. Los vehículos eléctricos juegan un papel importante para aminorar las emisiones, al no tener un motor de combustión se reduce a gran escala las emisiones de gases de efecto invernadero generados por el sector automovilístico, disminuyendo así la contaminación del aire. En el aspecto económico; el costo de adquisición de un vehículo eléctrico con respecto a un vehículo de combustión interna es mucho más alto inicialmente. Pero esta diferencia de costos se compensa con los costos de mantenimiento de vehículo eléctrico que son mucho más económicos que el de combustible.
- El ritmo de entrada de los vehículos eléctricos en el mercado está ligado con las electrolineras, hay países donde no existen puntos de recargas lo que retrasa una mayor inserción de estos vehículos al uso cotidiano.
- Para diseñar una infraestructura electrolinera, se debe conocer el consumo energético del vehículo eléctrico (27KWh), para definir el número de paneles solares a implementar, seleccionar el tipo de regulador de carga y del inversor.
- El Trabajo de Titulación, me ha permitido aprender mucho acerca del tema vehículos eléctricos y estaciones de recarga, en un principio solo tenía ciertos conocimientos bases pero a medida que iba desarrollando mi trabajo de titulación esas bases se fueron profundizando para tener el suficiente criterio para poder debatir del tema.

8.2 Recomendaciones

- Es importante que se promuevan este tipo de trabajo en el tema de las electrolineras, para que en un futuro cercano se pueda desarrollar las primeras implementaciones de infraestructura de estación de recarga eléctrica autónoma con energía limpia alrededor del país.
- Los gobiernos de turno deben impulsar la implementación en las viviendas sistemas fotovoltaicos para que de esta manera los hogares no solo consuman la energía eléctrica generada y transmitida en las redes de distribución sino que también estos se conviertan en pequeñas centrales que puedan contribuir a la red nacional eléctrica.
- Se deben cumplir las normas internacionales IEC -61215 y reglamentos civiles de la construcción para poder instalar estructuras de recargas mediante sistemas fotovoltaicos, de esa manera se garantiza la integridad de las personas que operan la electrolinera y la vida útil de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ABELLA, M. A. (2013). ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. MADRID: CIEMAT.
- ✓ ARRIAZA, C. M. (2013). FUENTES DE GENERACIÓN ALTERNATIVA. SANTIAGO DE CHILE: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.
- ✓ CHARGENOW. (2016). COMO CARGAR SU COCHE ELECTRICO. MEXICO. OBTENIDO DE WWW.CHARGENOW.COM.MX
- ✓ CIRCUTOR. (2015). VEHICULOS ELECTRICOS. OBTENIDO DE TIPOS DE CONECTORES: [HTTP://CIRCUTOR.COM/ES/FORMACION/VEHICULO-ELECTRICO/TIPOS-DE-CONECTORES](http://CIRCUTOR.COM/ES/FORMACION/VEHICULO-ELECTRICO/TIPOS-DE-CONECTORES)
- ✓ CORDOVA, A. (2015). FACTIBILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DE VEHICULOS ELECTRICOS AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICO . QUITO: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA QUITO.
- ✓ ENEL. (2014). ENDESA EDUCA. OBTENIDO DE COCHE ELECTRICO: [HTTP://WWW.ENDESAEDUCA.COM/ENDESA_EDUCA/RECURSOS-INTERACTIVOS/EL-USO-DE-LA-ELECTRICIDAD/COCHE-ELECTRICO](http://WWW.ENDESAEDUCA.COM/ENDESA_EDUCA/RECURSOS-INTERACTIVOS/EL-USO-DE-LA-ELECTRICIDAD/COCHE-ELECTRICO)
- ✓ ENERGETICOS, C. B. (S.F.). LA ENERGÍA.
- ✓ FAEN, F. A. (2014). RECARGA DEL VEHICULO ELECTRICO. ESPAÑA.
- ✓ GONZALES, E. (2016). ENERGÍA MAREOMOTRIZ. ARGENTINA.
- ✓ GONZALES, J. (2015). EL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y LA INTEGRACIÓN A LAS RENOVABLES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO. MADRID: CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA.
- ✓ INTER. (2014). AGENERGIA. OBTENIDO DE AGENCIA INSULAR DE ENERGIA DE TENERIFE: [HTTP://WWW.AGENERGIA.ORG/FILES/RESOURCESMODULE/@RANDOM49914E4ED9045/1234267189_ENERGIA_SOLAR_FOTOVOLTAICA_ITER.PDF](http://WWW.AGENERGIA.ORG/FILES/RESOURCESMODULE/@RANDOM49914E4ED9045/1234267189_ENERGIA_SOLAR_FOTOVOLTAICA_ITER.PDF)

- ✓ MACÍAS, M. V. (2012). SALUD PÚBLICA Y ATENCIÓN PRIMARIA DE LA SALUD. ESPAÑA: UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
- ✓ MATEO, A. R. (2010). VEHICULOS ELECTRICOS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. MADRID: UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS.
- ✓ MUERZA, A. F. (OCTUBRE DE 2012). EROSKI CONSUMER. OBTENIDO DE FOTOLINERAS:
[HTTP://WWW.CONSUMER.ES/WEB/ES/MEDIO_AMBIENTE/ENERGIA_Y_CIENCIA/2012/10/24/213867.PHP](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2012/10/24/213867.php)
- ✓ OYARZUN, R. (2013). ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD Y ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA COGENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA A TRAVES DE ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES A NIVEL RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE PUERTO MONTT. PUERTO MONTT - CHILE: UNIVERSIDAD AUTRAL DE CHILE.
- ✓ ROBLES, I. D. (2014). CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
- ✓ SALMERON, J. M. (2012). DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA DE UNA ELECTROLINERA. MADRID: UNIVERSIDAD CARLOS III.
- ✓ SCHNEIDER. (2016). VEHÍCULO ELECTRICO. OBTENIDO DE INFRAESTRUTURA DE RECARGA:
[HTTPS://WWW.SCHNEIDERELECTRIC.ES/SITES/SPAIN/ES/PRODUCTOS-SERVICIOS/PRODUCT-LAUNCH/ELECTRIC-VEHICLE/RECHARGING-INFRASTRUCTURE.PAGE](https://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/product-launch/electric-vehicle/recharging-infrastructure.page)
- ✓ TESLA. (JUNIO DE 2016). SUPERCHARGER. OBTENIDO DE
[HTTPS://WWW.TESLAMOTORS.COM/ES_MX/SUPERCHARGER?REDIRECT=NO](https://www.teslamotors.com/es_mx/supercharger?redirect=no)

GLOSARIO

- ✓ Electrolinera.- es un lugar que provee electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos, incluyendo los vehículos híbridos enchufables, mediante procedimientos que no llevan más de diez minutos.
- ✓ Recurso finitos renovables.- son aquellos que pueden agotarse, sobre todo si se lleva sobre ellos un proceso de sobreexplotación.
- ✓ Fósiles.- son los restos o señales de la actividad de organismos pretéritos.
- ✓ Neutrones.- es una partícula eléctricamente neutra, de masa 1.838,4 veces mayor que la del electrón y 1,00137 veces la del protón; juntamente con los protones, los neutrones son los constitutivos fundamentales del núcleo atómico y se les considera como dos formas de una misma partícula: el nucleón.
- ✓ Protones.- es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental positiva 1 ($1,6 \times 10^{-19}$ C), igual en valor absoluto y de signo contrario a la del electrón, y una masa 1836 veces superior a la de un electrón.
- ✓ Electrón.- comúnmente representado por el símbolo: e^{-} , es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental negativa.
- ✓ Poseyendo.- Saber suficientemente algo, como una doctrina, un idioma, etc.
- ✓ Aerogeneradores.- es un generador eléctrico que funciona convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica a través de una hélice y en energía eléctrica gracias a un alternador.
- ✓ Rotor.- es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico.
- ✓ Aspas.- Aparato exterior del molino de viento y cada uno de sus brazos.
- ✓ Gravitacionales.- La gravedad es una de las cuatro interacciones fundamentales. Origina la aceleración que experimenta un cuerpo físico en las cercanías de un objeto astronómico.
- ✓ Embalses.- Se denomina embalse a la acumulación de agua producida por una construcción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.
- ✓ Gradiente térmico.- a la variación de temperatura por unidad de distancia. La unidad del gradiente térmico en el sistema internacional es el Kelvin/metro.

- ✓ Energía híbrida.- es un sistema que combina energía solar usando un sistema fotovoltaico con otra fuente de energía. Un ejemplo común es un sistema híbrido diésel fotovoltaico, combinando la energía fotovoltaica (PV) con generadores de diésel.
- ✓ Prototipos.- también se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.
- ✓ Idóneas.- Que es adecuado o conveniente para una cosa, especialmente para desempeñar una función, una actividad o un trabajo
- ✓ Vanguardista.- se refiere a las personas o a las obras que son experimentales o innovadoras, en particular en lo que respecta al arte, la cultura, la política, filosofía y la literatura.
- ✓ Estándares.- Consiste en el establecimiento de normas a las que debe ajustarse la información geográfica, los procesos de intercambio de ésta y la interoperación de los sistemas que deben manejarla.
- ✓ Amperios.- es la unidad de intensidad de corriente eléctrica.
- ✓ Voltaje.- Potencial eléctrico, expresado en voltios.
- ✓ Potencia.- Capacidad para realizar una función o una acción, o para producir un efecto determinado.
- ✓ Bornes.- es cada una de las partes metálicas de una máquina o dispositivo eléctrico donde se produce la conexión con el circuito eléctrico exterior al mismo.
- ✓ Monofásico.- Que está formado por una sola fase.
- ✓ Trifásico.- Que está formado por tres fase.
- ✓ Interfaz.- Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro.
- ✓ Smartphone.- es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional.
- ✓ App.- es una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles o tablets para ayudar al usuario en una labor concreta, ya sea de carácter profesional o de ocio y entretenimiento, a diferencia de una webapp que no es instalable.
- ✓ Polución.- Contaminación del medio ambiente, en especial del aire o del agua, producida por los residuos procedentes de la actividad humana o de procesos industriales o biológicos.

- ✓ Densidad.- es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.
- ✓ Descarbonización.- el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero marcado por la Unión Europea.
- ✓ Reivindicación.- Adjudicación de la autoría de un hecho por parte de alguien
- ✓ Hipótesis.- Suposición hecha a partir de unos datos que sirve de base para iniciar una investigación o una argumentación.
- ✓ Analogía.- Relación de semejanza entre cosas distintas.
- ✓ Lúdico.- Del juego o relacionado con esta actividad.
- ✓ Inversor.- es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.
- ✓ Senoidal.- Para estudiar los circuitos de alterna es necesario previamente entender como es la señal de alterna y sus magnitudes características.
- ✓ Transición.- Paso o cambio de un estado, modo de ser, etc., a otro.
- ✓ Dinamizadores.- Se les conoce como dinamizadores, tutores on line, formadores virtuales.
- ✓ Polímeros.- formado a partir de la unidad repetitiva conocida como estireno.
- ✓ Cátodos.- en una celda electrolítica, el conductor es el electrolito, no un metal. En aquél pueden coexistir iones negativos y positivos, que al desplazarse toman sentidos opuestos.
- ✓ Ánodos.- Polo positivo de una pila eléctrica.
- ✓ Inserción.- Acción de insertar o inserir.

MEMORIA TÉCNICA

Objetivo, alcance

El presente proyecto eléctrico contempla el diseño y cálculo de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica y conectada a la red eléctrica de acuerdo a las especificaciones y necesidades establecidas.

La electrolinera se puede instalar en estacionamientos de universidades, centros comerciales, terminales terrestres o aéreas, etc... y también se puede instalar afuera de la residencia.

Se tomará en consideración las normas técnicas del Código Eléctrico Nacional y disposiciones establecidas por la empresa eléctrica suministradora de la energía eléctrica capaz de garantizar: confiabilidad, seguridad y continuidad del servicio de energía y dotar así de un sistema eléctrico satisfactorio.

Características de la obra

- ✓ La instalación de la electrolinera y los sistemas fotovoltaicos se instalara en universidades, centro comerciales, terminales terrestres o terminales terrestres o aéreas, etc... y también se puede instalar afuera de la residencia.
- ✓ El proyecto eléctrico contempla una electrolinera, los sistemas fotovoltaicos, para la recarga de vehículos eléctricos con capacidad baterías 27kWh; con carga lenta y rápida.

Características eléctricas

El presente trabajo, se orienta por la necesidad de tener disponible energía eléctrica limpia, renovable, gracias a los sistemas fotovoltaicos con voltaje a nivel de 220 V en los diferentes puntos de interés.

Para la instalación de la electrolinera con la conexión de red eléctrica y sistemas fotovoltaicos, hay que instalar un panel de transferencia automático para que trabaje las dos conexiones tanto con la red eléctrica y con el generador fotovoltaico.

Suministro de energía – acometida en baja tensión

La energía eléctrica será suministrada por la empresa eléctrica local y por el generador fotovoltaico

La acometida principal de la electrolinera, partirá desde la red de distribución de baja tensión, hasta la caja del medidor que se ubicará en un pilar de concreto, en la parte frontal de la residencia, de tal forma que no interrumpa el paso de peatones ni vehículos que entran al garaje de la villa.

El ducto y los conductores que se utilicen en la acometida, están descritos en el diagrama unifilar respectivo.

Tablero de medición

Se encuentra construido para una tensión de operación de 220V, 60Hz; y su estructura debe ser construido en plancha metálica de 1/16, de rigidez y resistencia mecánicas apropiadas para soportar vibraciones y esfuerzos mecánicos exteriores.

Para protección del medio ambiente, deberá ser pintado con una capa de pintura anticorrosiva, y con una capa de pintura horneable como capa final de acabado.

El panel de medidor, debe alojar en su interior el socket clase 100, y el breaker principal como se indica en el diagrama unifilar respectivo.

La altura de montaje del medidor debe ser de 1.80mt desde el piso terminado hasta el eje del medidor.

Panel de distribución

Su instalación debe ser empotrada en la pared de acuerdo al plano.

Se construirá en plancha metálica 1/16, de rigidez y resistencia mecánicas apropiadas para soportar vibraciones y esfuerzos mecánicos exteriores.

Contiene dos cargas: una carga 2P- 20A y otra carga 2P – 85^a

Alimentadora a panel de breaker

Las características de los conductores que alimentan al PD, están indicadas en el diagrama unifilar.

Los conductores deben ser de cobre con aislamiento de 600 V.

Carga nominal

La carga total de la electrolinera, está contenida en un sólo panel de breaker, como se muestra a continuación.

1. Puntos de carga normal (con cargador interno).....	6.6
kW	
2. Puntos de carga rápida (con CHAdeMO).....	30
kW	
3. Carga total de PD.....	36.6 kW
4. Factor de coincidencia.....	0.6
5. Demanda requerida.....	21.96 KW

Para calcular la demanda requerida tendremos la siguiente ecuación:

$$D_{\text{req}} = P_T \times F_C$$

$$D_{\text{req}} = 36.6 \times 0.6$$

$$D_{\text{req}} = 21.96\text{kW nueva carga total}$$

Donde;

D_{req} = Demanda requerida

P_T = Potencia total o instalada

F_C = Factor de coincidencia

Para calcular la corriente se debe de aplicar la siguiente ecuación:

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

$$I = \frac{21.96\text{kW}}{220\text{V}}$$

$$I = 99.818 \dots \text{A}$$

Donde;

Para calcular la corriente se debe de aplicar la siguiente ecuación:

I = Corriente

P = Potencia

V = Voltaje

Tubería y accesorios

Toda la tubería que se utilice en la instalación, debe ser del tipo PVC para uso eléctrico con sus respectivos accesorios.

La instalación deberá ser empotrada en su totalidad, tanto en paredes, contra piso y cielo raso

No podrán hacerse más de tres curvas de 90 grados en los tubos entre dos cajas de revisión contiguas.

Toda la tubería debe ser instalada de forma completa antes de instalar los conductores en su interior.

Para evitar que los conductores sufran algún daño al pasar por los tubos, previamente éstos deben ser limpiados de material y de la humedad.

Conductores

Los conductores que se utilicen, deben ser de las características que se indica en los planos todos los conductores de calibre #16 - #12 - #8 - #6 AWG y superiores, obligadamente deben ser del tipo cableado, del tipo TW u otro.

No se permitirá hacer empalmes dentro de los ductos.

Conectores

CHAdEMO es el nombre registrado de un protocolo de recarga de baterías para vehículos eléctricos que suministra hasta 62.5 kW de corriente continua DC de alto voltaje a través de un conector eléctrico.

Recomendaciones generales.

El contratista que ejecute la obra eléctrica, deberá respetar las especificaciones antes mencionadas y ceñirse a todo lo indicado en los planos y memorias del presente trabajo

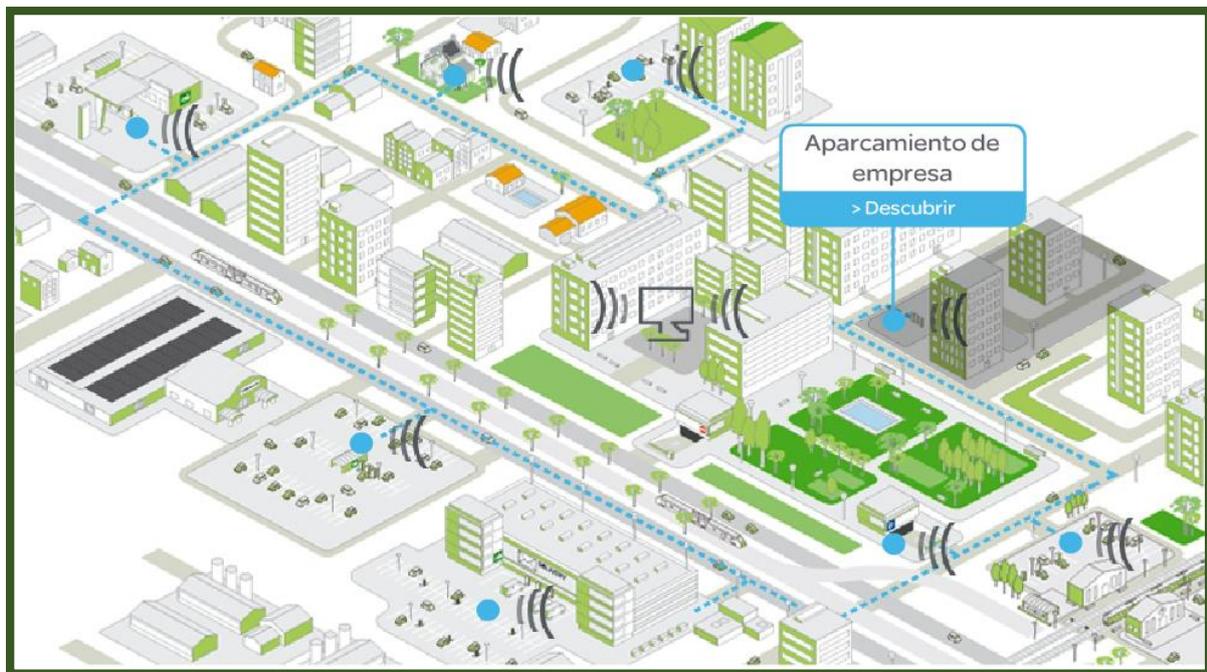
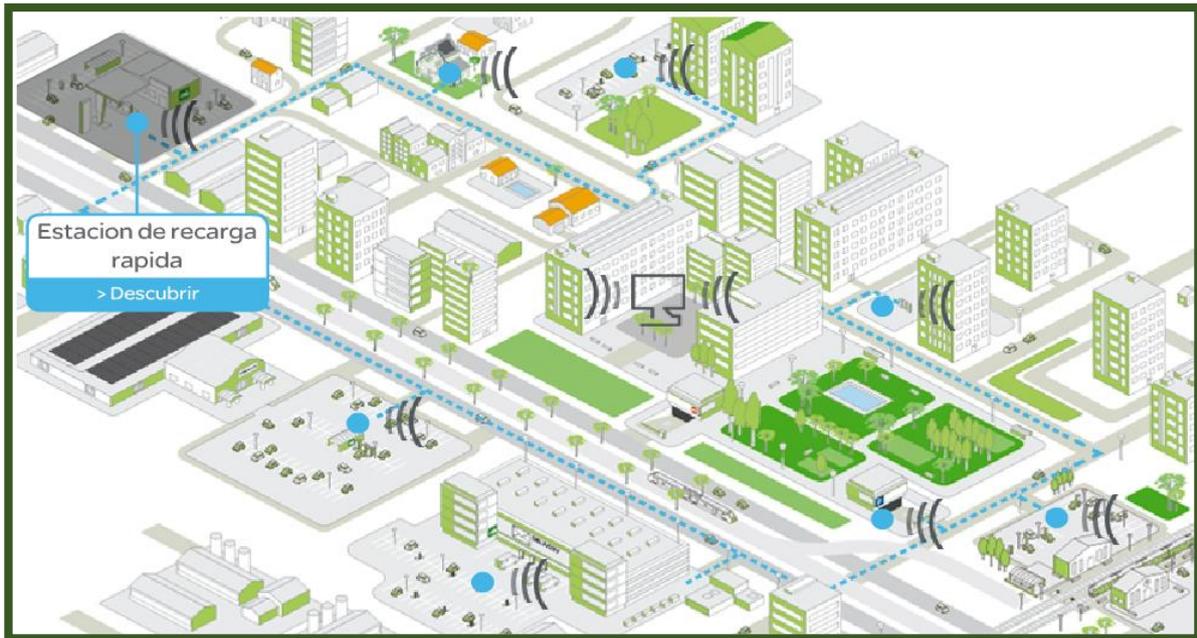
Además deberá utilizar mano de obra calificada al igual que herramientas apropiadas, con la supervisión de un Ingeniero Eléctrico colegiado.

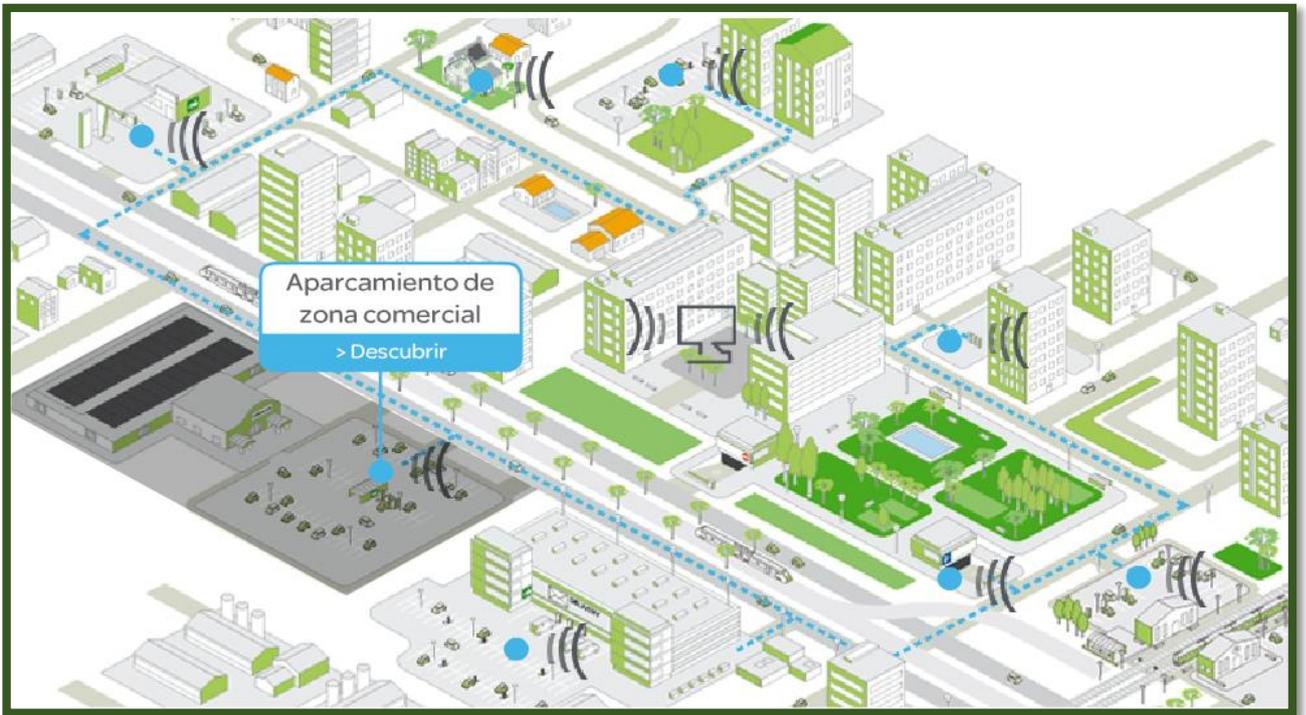
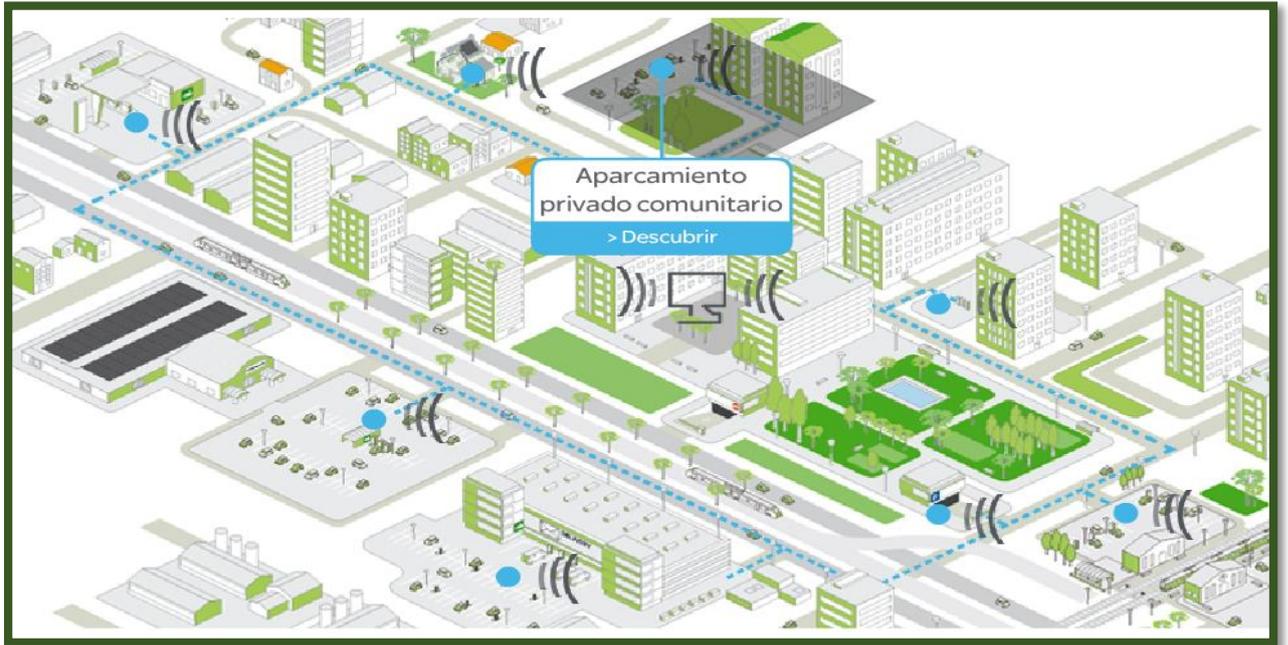
ANEXOS

Anexo A

En este Anexo se puede visualizar lugares estratégicos donde se pueden implementar estaciones de recarga eléctrica para vehículos.

Fuente: (Schneider, 2016)





Anexo B

Descripción Técnica del modelo del panel solar escogido en el cálculo de carga para la estación de recarga eléctrica.



Paneles policristalinos BlueSolar

www.victronenergy.com



BlueSolar policristalino 100 W

- El coeficiente de baja tensión-temperatura mejora el funcionamiento a altas temperaturas.
- Rendimiento excepcional con baja luminosidad y alta sensibilidad a la luz en todo el espectro solar.
- Garantía limitada de 25 años en la entrega de potencia y el rendimiento.
- Garantía limitada de 5 años en materiales y mano de obra.
- La caja de conexiones, sellada, hermética y multifuncional, proporciona altos niveles de seguridad.
- Los diodos de derivación de alto rendimiento minimizan las caídas de potencia provocadas por la sombra.
- El sistema avanzado de encapsulación EVA (etileno acetato de vinilo, por sus siglas en inglés) con láminas traseras de triple capa cumple con los requisitos más exigentes para su funcionamiento de alta tensión.
- Un sólido bastidor de aluminio galvanizado permite instalar los módulos sobre el tejado con distintos sistemas estándar de montaje.
- Su vidrio templado de alta transmisión y alta calidad proporciona una dureza y resistencia a los impactos mejorada.
- Modelos precableados de alta capacidad con sistema de conexión rápida y conectores MC4 (PV-ST01).



Conectores MC4

Número de artículo	Descripción	Peso neto	Rendimiento eléctrico bajo STC ⁽¹⁾				
			Nominal Potenci	Tensión máxima	Corriente máxima	Tensión en vacío	Corriente de cortocircuito
			P _{MPP}	V _{MPP}	I _{MPP}	V _{oc}	I _{sc}
		Kg	W	V	A	V	A
SPP030201200	20W-12V Poly 480x350x25mm series 3a	2.2	20	18	1.11	22.5	1.23
SPP030301200	30W-12V Poly 410x670x25mm series 3a	3.7	30	18	1.67	22.5	1.85
SPP020401200	40W-12V Poly 670x475x25mm series 2a	4.2	40	18	2.22	22.5	1.85
SPP030501200	50W-12V Poly 540x670x25mm series 3a	4.3	50	18	2.78	22.2	3.09
SPP020751200	75W-12V Poly 780x670x25mm series 2a	6.6	75	18	4.17	22.2	4.64
SPP030801200	80W-12V Poly 840x670x35mm series 3a	6.8	80	18	4.44	21.6	5.06
SPP031001200	100W-12V Poly 1000x670x35mm series 3a	8.9	100	18	5.56	21.6	6.32
SPP031401200	140W-12V Poly 1480x673x35mm series 3a	12	140	20	7.78	21.6	8.85
SPP032502400	250W-20V Poly 1650x992x40mm series 3a	18	250	30	8.33	36.01	9.40
SPP032902400	290W-24V Poly 1956x992x45mm series 3a	24	290	36	8.06	44,10	8.56

Módulo	SPP 030201200	SPP 030301200	SPP 020401200	SPP 030501200	SPP 020751200	SPP 030801200	SPP 031001200	SPP 031401200	SPP 032502400	SPP 032902400
Potencia nominal (tolerancia ±3%)	20W	30W	40W	50W	75W	80W	100W	140W	250W	290W
Tipo de celda	Policristalina									
Cantidad de celdas en serie	36							40	60	72
Tensión máxima del sistema (V)	1000V									
Coefficiente de temperatura de PMPP	-0,47/°C	-0,48/°C			-0,48/°C		-0,48/°C		-0,47/°C	
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,34/°C	-0,34/°C			-0,34/°C		-0,35/°C		-0,34/°C	
Coefficiente de temperatura de Isc (%)	+0,045/°C	+0,037/°C			+0,037/°C		+0,037/°C		+0,045/°C	
Rango de temperatura	-40°C a +85°C									
Capacidad de carga máxima en su	200kg/m ²									
Resistencia máxima al impacto	23m/s, 7,53g									
Tipo de caja de conexiones	PV-LH0801				PV-JH02	PV-LH0808			PV-JB002	
Longitud de los cables/conector	Sin cable	Sin cable	Sin cable	Sin cable	900mm / MC4					
Tolerancia de salida	+/-3%									
Bastidor	Aluminio									
Garantía del producto	5 años									
Garantía sobre el rendimiento eléctrico	10 años 90% + 25 años 80% de la entrega de potencia									
Cantidad mínima de unidades por embalaje	1 panel									
Cantidad por palet	150	100			20			19	18	

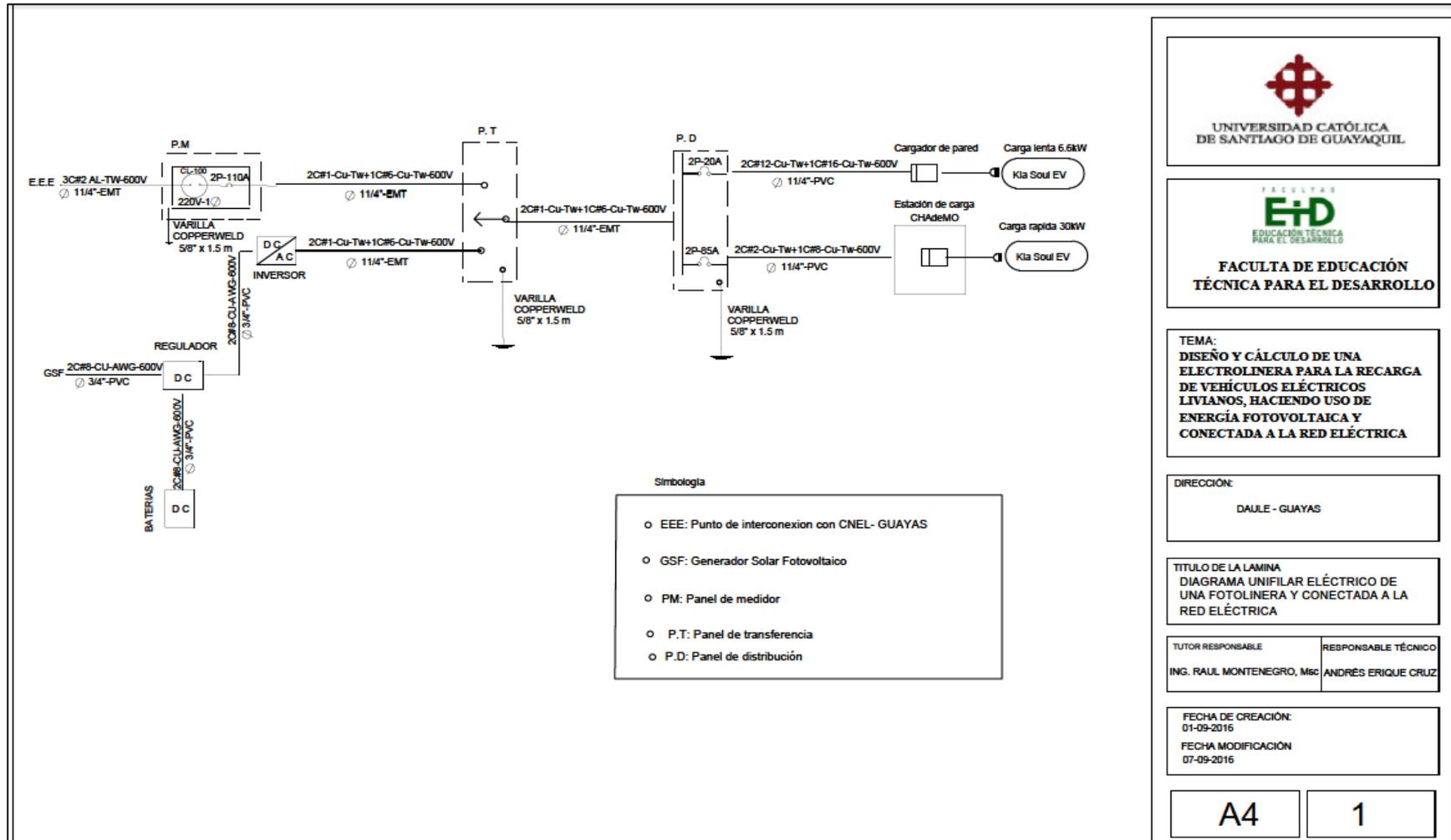
1) STC (Condiciones de prueba estándar): 1000W/m², 25°C, AM (masa de aire) 1,5

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
 Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
 E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com



Anexo D

En el Anexo D se puede observar el Diagrama unifilar eléctrico de la fotolinera y conectada a la red eléctrica.



TEMA:
DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ELECTROLINERA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS LIVIANOS, HACIENDO USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

DIRECCIÓN:
DAULE - GUAYAS

TÍTULO DE LA LAMINA
DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO DE UNA FOTOLINERA Y CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

TUTOR RESPONSABLE ING. RAUL MONTENEGRO, Msc	RESPONSABLE TÉCNICO ANDRÉS ERIQUE CRUZ
--	---

FECHA DE CREACIÓN:
01-09-2016
FECHA MODIFICACIÓN
07-09-2016

A4

1



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Erique Cruz, Carlos Andrés**, con C.C: # 0704663160 autor del trabajo de titulación: **“Análisis y diseño de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de Septiembre del 2016

f. _____

Nombre: Erique Cruz, Carlos Andrés

C.C: 0704663160



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis y diseño de una electrolinera para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica		
AUTOR	Erique Cruz, Carlos Andrés		
TUTOR	Montenegro Tejada, Raúl		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de Septiembre del 2016	No. DE PÁGINAS:	104
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energías no renovables, renovables, problemas ambientales y sus soluciones.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA; VEHÍCULOS ELÉCTRICOS LIVIANOS; ELECTROLINERAS; ESTACIÓN DE CARGA ELÉCTRICA; EFICIENCIA ENERGÉTICA; EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO.		
RESUMEN/ABSTRACT (150 – 250 palabras): Este Trabajo de Titulación tiene como objetivo central analizar una estación de recarga eléctrica o electrolinera mediante el uso de energía solar fotovoltaica para la recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo hincapié en el estudio de conceptos, fundamentos y reglamentos para tener las bases necesarias y poder realizar un cálculo y diseño de la misma. En los capítulos que se desarrollan en este trabajo, se explicará los conceptos de los tipos de energía renovables, enfatizando en un solo capítulo la energía solar fotovoltaica que es el eje central de esta investigación. Además se expondrá el funcionamiento de una electrolinera: tipos de estaciones, arquitectura de recarga, modos de recarga, características técnicas y procedimientos para realizar una recarga. Conjuntamente realizando una explicación de cómo opera un vehículo eléctrico. Además se hará un análisis económico/energético de los vehículos eléctricos que se enfocará como ayuda a la mejora de la eficiencia energética, disminución de emisiones de efecto invernadero y un análisis económico prospectivo del presente y futuro del vehículo eléctrico.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593-4-2369784 ; +593-9-98779630	E-mail: carlos.erique@cu.ucsg.edu.ec / anderi2405@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Philco Asqui, Orlando		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: Orlando.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			