



**Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión  
del triciclo de carga**

Carrera Medina, Juan Daniel

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Ramos Jinez, Alex Javier

5 de septiembre de 2021

Latacunga



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, **“Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión del triciclo de carga”** fue realizado por el señor **Carrera Medina, Juan Daniel** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 5 de septiembre de 2021

**Ing. Ramos Jinez, Alex Javier**

**C.C.: 180432662-5**

## RESULTADO DE ANÁLISIS URKUND

### Informe de originalidad

#### NOMBRE DEL CURSO

MIC PI Profesionalizante

#### NOMBRE DEL ALUMNO

JUAN DANIEL CARRERA MEDINA

#### NOMBRE DEL ARCHIVO

JUAN DANIEL CARRERA MEDINA - Documento sin título

#### SE HA CREADO EL INFORME

22 sept 2021

#### Resumen

Fragmentos marcados	14	3 %
Fragmentos citados o entrecomillados	8	1 %

#### Coincidencias de la

Webuide.edu.ec	10	2 %
espe.edu.ec	3	0,9 %
bcn.cl	2	0,4 %
docplayer.es	1	0,3 %
fulchis.es	1	0,3 %
unep.org	1	0,3 %
motorparabicieta.com	2	0,2 %
hibridosyelectricos.com	1	0,1 %
marantz.com	1	0,1 %



Ing. Ramos Jinez, Alex Javier  
C.C.: 180432662-5



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Carrera Medina, Juan Daniel**, con cédula de ciudadanía n° **050443746-8**, declaro que el contenido, ideas y criterios, de la monografía: ***“Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión del triciclo de carga”***, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 5 septiembre de 2021

.....  
**Carrera Medina, Juan Daniel**

**C.C.: 050443746-8**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Carrera Medina, Juan Daniel** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión del triciclo de carga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 5 septiembre de 2021

**Carrera Medina, Juan Daniel**

**C.C.: 050443746-8**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a mi madre María y a mi novia Johana, quienes fueron las mujeres que me motivaron a seguir adelante con mis estudios y que estuvieron en buenos y malos momentos, nunca dejaron de alentarme y que permanecieron a mi lado apoyándome constantemente; a mi padre, quien es mi inspiración y motivación para seguir en mi carrera.

A mis padres Luis y María y mi novia Johana, fueron el pilar fundamental durante todo este trayecto, les agradezco por el apoyo incondicional, sus palabras, y bendiciones, siempre estuvieron a mi lado apoyándome moral y económicamente.

A mis hermanos que de igual forma fueron las principales personas que creyeron en mí, alentándome para culminar mi vida como estudiante universitario.

Carrera Medina, Juan Daniel

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, la Virgen de la merced, mi familia y mi novia por todo su apoyo que me daban día a día, a mis compañeros de Universidad de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz y a todo el personal de señores docentes, por brindarnos todos sus conocimientos durante todo el trayecto de la carrera universitaria, en especial al Sr. Ing. Alex Ramos Jinez por su dedicación y apoyo incondicional para que este trabajo culmine de la mejor manera.

Carrera Medina, Juan Daniel

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Resultado de análisis urkund.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría .....</b>	<b>14</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>25</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenidos .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>16</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>17</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>18</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>19</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>Justificación e importancia .....</b>	<b>21</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>22</b>
<b><i>Objetivo general.....</i></b>	<b>22</b>
<b><i>Objetivos específicos.....</i></b>	<b>22</b>

Alcance.....	22
<b>Marco teórico .....</b>	<b>23</b>
Introducción.....	23
<i>Ventajas.....</i>	24
Clasificación de los vehículos híbrido .....	24
<i>Configuración en serie.....</i>	24
Ventajas de la configuración en serie.....	24
<i>Configuración en paralelo.....</i>	25
Ventajas de la configuración en paralelo .....	25
<i>Configuración mixta.....</i>	25
Ventajas de la configuración mixta .....	26
<b>Motor eléctrico .....</b>	<b>26</b>
<i>Motores de corriente continua (cc).....</i>	27
Excitación en serie:.....	27
Excitación en paralelo: .....	27
<i>Motores de corriente alterna (ca) .....</i>	28
Motor asíncrono: .....	28
Motor síncrono: .....	29
<b>Sistema de alimentación y almacenamiento de energía.....</b>	<b>30</b>
<b>Sistema de control.....</b>	<b>30</b>
<b>Baterías .....</b>	<b>30</b>

Fundamentos de la batería .....	31
Agrupación de celdas.....	32
Parámetros electroquímicos de las baterías recargables .....	33
<i>Fuerza electromotriz, voltaje o potencial (e)</i> .....	33
<i>Capacidad específica (q)</i> .....	34
<i>Energía específica (w)</i> .....	34
<i>Ciclos de vida</i> .....	34
<i>Temperatura de trabajo</i> .....	34
Tipos de baterías utilizadas en autos eléctricos.....	35
<i>Plomo-ácido</i> .....	35
Ventajas: .....	35
Desventajas:.....	36
<i>Baterías de níquel-hidruro metálico (nimh)</i> .....	36
Ventajas: .....	37
Desventajas:.....	37
<i>Iones de litio (li-ion)</i> .....	37
Ventajas: .....	38
Desventajas:.....	38
Gestión de residuos .....	38
Normas internacionales de manejo de residuos peligrosos.....	39
Sistema de colección .....	40

Tratamiento y reciclado.....	40
Eliminación .....	41
Reutilización y valorización.....	41
Análisis y desarrollo del contexto legislativo .....	42
Procesos de reciclado de baterías .....	42
<i>Etapa 1: fundido y valorización energética</i> .....	42
<i>Etapa 2: refinado y tratado de metales</i> .....	43
<i>Etapa 3 y 4: oxidación</i> .....	43
Proceso hidro metalúrgico .....	44
Reciclaje de baterías de li-ion .....	44
Toxicidad de componentes de la batería hacia el medio ambiente.....	46
Impacto sobre el medio ambiente.....	47
Desarrollo de la práctica .....	48
Controlador.....	48
<i>Conexiones del controlador</i> .....	49
<i>Modo de instalación</i> .....	50
Panel/monitor lcd5-plus .....	52
<i>Características:</i> .....	52
<i>Ventajas</i> .....	52
<i>Funciones del panel lcd5-plus</i> .....	54
Encendido.....	54

Retroiluminación y encendido de luces .....	54
Cambio del nivel de asistencia .....	54
Función 6 km/h .....	54
Función de cruceo .....	55
Ver y borrar datos parciales.....	55
Velocidad media .....	55
Velocidad máxima y voltaje.....	55
Códigos de error.....	56
<i>Modo de instalación.....</i>	<i>56</i>
Acelerador.....	59
<i>Modo de instalación.....</i>	<i>59</i>
Selección de baterías para el triciclo de propulsión eléctrica .....	61
<i>Cálculo para la selección de la batería.....</i>	<i>61</i>
<i>Tasa de descarga .....</i>	<i>64</i>
<i>Selección de la batería.....</i>	<i>64</i>
<i>Utilización y cuidados de la batería .....</i>	<i>66</i>
<i>Modo de instalación.....</i>	<i>67</i>
Prueba de funcionamiento .....	70
Prueba de autonomía .....	70
Tiempo de descarga de la batería.....	70
Tiempo de carga de la batería .....	72

Pruebas en recta .....	73
<b>Marco administrativo.....</b>	<b>76</b>
<b>Recursos humanos.....</b>	<b>76</b>
<b>Recursos tecnológicos .....</b>	<b>77</b>
<b>Recursos materiales.....</b>	<b>77</b>
<b>Presupuesto.....</b>	<b>78</b>
<b>Cronograma.....</b>	<b>79</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>81</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>81</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>84</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Vehículo híbrido</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Configuraciones de los Vehículos Híbridos</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Motor de corriente continua</i> .....	28
<b>Figura 4</b> <i>Motor de corriente alterna</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Diagrama de carga y descarga de la batería</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>Agrupación de celdas en disposición serie</i> .....	33
<b>Figura 7</b> <i>Batería Plomo-ácido</i> .....	35
<b>Figura 8</b> <i>Batería de níquel-hidruro metálico</i> .....	36
<b>Figura 9</b> <i>Batería de Iones de litio (LI-ION)</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Proceso Hidro metalúrgico (Divisiones)</i> .....	45
<b>Figura 11</b> <i>Controlador (B.O.S)</i> .....	49
<b>Figura 12</b> <i>Controlador</i> .....	50
<b>Figura 13</b> <i>Diseño de la Caja</i> .....	51
<b>Figura 14</b> <i>Sujeción del Controlador mediante Pernos</i> .....	51
<b>Figura 15</b> <i>Panel LCD5-PLUS</i> .....	53
<b>Figura 16</b> <i>Descripción del panel LCD5-PLUS</i> .....	53
<b>Figura 17</b> <i>Panel Led y Colocación en el manubrio</i> .....	57
<b>Figura 18</b> <i>Sujeción del panel al manubrio del remolque del triciclo</i> .....	58
<b>Figura 19</b> <i>Conexión de los cables del panel con los cables del controlador</i> .....	58
<b>Figura 20</b> <i>Pedal acelerador</i> .....	59
<b>Figura 21</b> <i>Colocación del acelerador en la parte izquierda del manubrio del triciclo</i> .....	60
<b>Figura 22</b> <i>Sujeción del acelerador al manubrio</i> .....	60
<b>Figura 23</b> <i>Conexión del cable del acelerador con los cables del controlador</i> .....	61
<b>Figura 24</b> <i>Batería Ion de litio CK 48V 15Ah y características del cargador</i> .....	65

<b>Figura 25</b> <i>Batería y soporte sujetos con pernos hacia la caja</i> .....	67
<b>Figura 26</b> <i>Conexión de los cables del controlador con los cables (Positivo y Negativo) de la batería</i> .....	68
<b>Figura 27</b> <i>Toma de carga para la batería</i> .....	69
<b>Figura 28</b> <i>Colocación de la Batería y finalización de las conexiones</i> .....	69
<b>Figura 29</b> <i>Carga de la batería</i> .....	73

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Modelos de Controladores B.O.S. (Bike Optimised Sine-Wave)</i> .....	48
<b>Tabla 2</b> <i>Modelos de baterías de las que dispone cicloTEK</i> .....	63
<b>Tabla 3</b> <i>Resultados de pruebas lineales de baja carga</i> .....	74
<b>Tabla 4</b> <i>Resultados de la prueba lineal con carga media</i> .....	74
<b>Tabla 5</b> <i>Resultado de la prueba de carga completa</i> .....	75
<b>Tabla 6</b> <i>Recursos humanos</i> .....	76
<b>Tabla 7</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	77
<b>Tabla 8</b> <i>Recursos materiales</i> .....	78
<b>Tabla 9</b> <i>Presupuesto</i> .....	79
<b>Tabla 10</b> <i>Cronograma</i> .....	79

## Resumen

Esta propuesta de trabajo consistió en la reutilización de batería para implementarlas en el sistema de propulsión eléctrica por lo que se empezará por el estudio de las baterías que puedan ser reutilizables y a la vez que sean menos contaminantes, mismas que serán parte vital para la implementación del sistema de propulsión en el triciclo de carga lo que beneficiaría de este modo a las personas que utilizan de los triciclos en varios mercados del país a la reducción esfuerzos físicos. Demostrando con ello que este tipo de triciclo de propulsión eléctrica, puede ser incluido en el mercado como una nueva alternativa de movilidad eficiente y con cero emisiones al medio ambiente específicamente en el sector de mercados. Se detallará información sobre los diferentes tipos de baterías de vehículos eléctricos que son transitados frecuentemente en el país para poder darle una posible reutilización a las mismas. Cabe resaltar que hoy en día existe gran presencia de movilidad eléctrica en el país y por ende una reducción de gases contaminantes hacia el ambiente por lo que esta propuesta sería favorable al impulso de la movilidad eléctrica dentro de los mercados del país.

- Palabras clave:

- **MOVILIDAD ELÉCTRICA**
- **REUTILIZACIÓN DE BATERIAS RECARGABLES**
- **REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN**

### **Abstract**

This work proposal consisted in the reuse of batteries to implement them in the electric propulsion system, so it will start with the study of batteries that can be reusable and at the same time that are less polluting, which will be a vital part for the implementation of the propulsion system in the cargo tricycle, thus benefiting the people who use tricycles in various markets in the country by reducing physical efforts. Thus demonstrating that this type of electric propulsion tricycle can be included in the market as a new alternative of efficient mobility and with zero emissions to the environment, specifically in the market sector. Information on the different types of batteries of electric vehicles that are frequently used in the country will be detailed in order to be able to give a possible reuse to them. It should be noted that nowadays there is a large presence of electric mobility in the country and therefore a reduction of polluting gases to the environment so this proposal would be favorable to the promotion of electric mobility within the country's markets.

- Keywords:

- **ELECTRIC MOBILITY**
- **REUSE OF RECHARGEABLE BATTERIES**
- **POLLUTION REDUCTION**

## Capítulo I

### 1. Planteamiento Del Problema

#### 1.1. Antecedentes

Los vehículos híbridos son una alternativa para controlar el inconveniente que genera las emisiones de gases produciendo la contaminación del medio ambiente. Este tipo de vehículo combina un motor eléctrico con un motor de gasolina para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El objetivo que se pretende ilustrar a futuro, es obtener electricidad de fuentes de energía limpia. Al reutilizar o reciclar una batería de automóvil híbrido, se debe tener en cuenta su constitución química que es la que contribuye a la vida útil restante, además el precio al que se utilizan estos materiales, valor de Mercado en el momento del reciclaje.

La contaminación durante la fabricación, uso y eliminación de baterías de vehículos híbridos y eléctricos es muy significativa, pero los vehículos híbridos de nueva generación usan baterías recargables de hidruro metálico de níquel (NiMH) y pueden durar 100,000 millas. El número de ciclos completos de carga y descarga en una unidad transitoria (día, mes, año) determinaran la vida útil de la batería.

Las baterías de iones de litio son reciclables en un 90-95% aproximadamente. La vida útil de la batería de un vehículo eléctrico (híbrido enchufable o eléctrico) se define como el 100% del nivel de su capacidad de carga y del tiempo que tarda la capacidad de carga actual en bajar al 80%. Según algunos fabricantes de automóviles híbridos, la duración de la batería es de 8 a 10 años, o alrededor de 200.000 km.

La reutilización en "segunda vida" se considera la más sostenible porque es el paso intermedio antes del reciclaje final. Sin embargo, hay otros factores que deben tenerse en cuenta antes de tomar una decisión, el más importante de los cuales es la composición química de la batería. Debido a la reutilización, esta será la responsable de la vida útil restante de la batería y del precio de venta de los materiales.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

Los vehículos híbridos y eléctricos tienen diseños eficientes, pero la contaminación que se produce durante la producción, uso y eliminación de baterías es muy grave. El vehículo híbrido de próxima generación utiliza baterías recargables de hidruro metálico de níquel (NiMH), iones de litio (ion Li) y níquel cadmio (NiCd) con una vida útil de 8 a 10 años.

Independientemente del tipo de batería, el mayor impacto ambiental en el ciclo de vida de la batería ocurre durante el proceso de fabricación, por lo que el daño ambiental neto de las baterías recargables es solo del 20% en comparación con las baterías desechables. Como resultado, el uso de baterías recargables en lugar de baterías desechables representa un beneficio neto del 18% para la salud humana, el 13% para la calidad del ecosistema y el 4% para los recursos naturales.

Las baterías de hidruro metálico de níquel (NiMH) y de iones de litio (Li-ion) son recargables y, por lo tanto, menos contaminantes que las baterías desechables, pero son peligrosas porque contienen grandes cantidades de níquel y litio. Los depósitos de níquel liberan dióxido de azufre a la atmósfera, provocando lluvia ácida. El litio no se evapora y puede volver a la superficie debido a depósitos húmedos o secos.

De no solucionarse este problema la intoxicación por litio causa insuficiencia respiratoria, insuficiencia miocárdica, edema pulmonar y anestesia intensa. También puede provocar la muerte si daña el sistema nervioso y provoca un coma. La producción y transporte de baterías están tan lejos de las ciudades que generan residuos peligrosos y emisiones invisibles. La realidad es que las emisiones que producen los vehículos híbridos y eléctricos son bajas o nulas.

### **1.3. Justificación e importancia**

El principal fundamento de nuestro proyecto de investigación es un esfuerzo como estudiante de la carrera de Tecnología superior en mecánica automotriz para resolver el problema de la contaminación causada por las baterías de los vehículos híbridos.

Demostrar la capacidad de estas baterías para reciclar y generar energía eléctrica en el sistema de propulsión del triciclo de carga lo que beneficiará al buen funcionamiento del sistema eléctrico del triciclo de carga y ayudará a que este proyecto sea ecológico.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

RECICLAR BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS PARA IMPLEMENTAR EN EL SISTEMA DE PROPULSIÓN DEL TRICICLO DE CARGA.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Investigar sobre el protocolo de reciclaje para baterías de vehículos híbridos en el Ecuador.
- Estudiar casos de adaptación y ejecución de “Second Life Batteries” para implementar en el triciclo de carga.
- Conseguir las baterías necesarias para el sistema de propulsión del triciclo de carga y baterías adicionales de repuesto.

## **1.5. Alcance**

Como Técnico en mecánica automotriz y parte de una carrera de alta tecnología, queremos ayudar a resolver los problemas ambientales causados por las baterías de vehículos híbridos. Estas baterías se pueden reutilizar como parte de un sistema de almacenamiento de energía para el sistema de propulsión del triciclo. Teniendo como finalidad brindar soluciones ambientales para un manejo más cuidadoso y libre de contaminación, utilizadas para contribuir al medio ambiente y generar energía limpia para los sistemas de propulsión.

## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

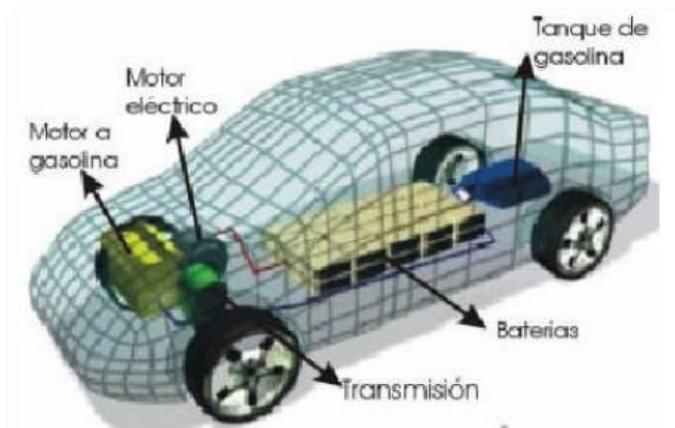
#### 2.1. Introducción

El funcionamiento de un vehículo híbrido se basa en la combinación de dos tipos de motores (un motor eléctrico y uno de combustión interna) mediante un sistema de control híbrido y una serie de baterías (JORGE, N/F).

En general, los vehículos híbridos se comportan como vehículos tradicionales con la incorporación de un motor eléctrico. Su trabajo es apoyar el motor térmico cuando necesita más potencia o conducir el auto solo cuando el motor térmico está apagado (JORGE, N/F).

#### Figura 1

*Vehículo híbrido*



*Nota.* Esta figura muestra la constitución de un vehículo híbrido. Tomado de (Pauta, S/F).

### **2.1.1. Ventajas:**

- Además de reducir la pérdida de energía durante el frenado de conducción normal el frenado regenerativo permite recargar la batería.
- Se puede lograr un ahorro de 50% reduciendo el consumo de combustible.
- El motor de combustión interna opera con alta eficiencia reduciendo así las emisiones contaminantes.
- Utilizar una variedad de fuentes de energía para reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles (JORGE, N/F).

## **2.2. Clasificación de los vehículos híbrido**

### **2.2.1. Configuración en serie**

Los vehículos híbridos en serie tienen un motor térmico que recargan a la batería que alimenta el motor eléctrico por lo que el trabajo solo lo genera el motor eléctrico (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017).

### **2.2.2. Ventajas de la configuración en serie**

- En algunos casos se puede evitar la transmisión ya que estaríamos eliminando una de las causas del bajo rendimiento del sistema.
- El grupo motor generador funciona en puntos diseñados para un rendimiento óptimo.
- Se permite usar diferentes posiciones para el generador ya que el motor térmico no necesita ser impulsado por ruedas (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017).

### **2.2.3. Configuración en paralelo**

Los vehículos híbridos en configuración paralela cuentan con el motor que se envía directamente a las ruedas como un motor eléctrico. Ambos pueden funcionar simultáneamente o el motor térmico puede impulsar el vehículo y el motor eléctrico actúa como generador (Anónimo, ABC de los vehículos híbridos, 2017).

### **2.2.4. Ventajas de la configuración en paralelo**

- El coche funciona con más potencia porque los dos motores funcionan al mismo tiempo.
- La mayoría de los vehículos construidos de esta manera no necesitan un generador lo que ahorra dinero y espacio (Anónimo, ABC de los vehículos híbridos, 2017).

### **2.2.5. Configuración mixta**

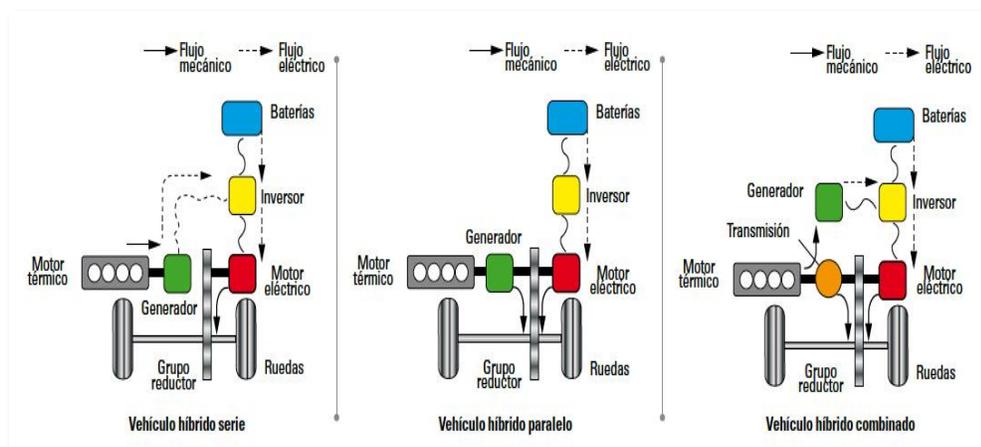
Un vehículo híbrido con una configuración mixta que permite que el vehículo sea impulsado por un motor de combustión interna solamente, un motor eléctrico solamente o una combinación de dos motores. En otras palabras, el vehículo híbrido mixto tiene una configuración en serie en la que el motor de combustión está conectado directamente a las ruedas y el motor de combustión el generador y el motor eléctrico están todos conectados a través de un sistema de caja de cambios diferencial conectados entre sí para las transmisiones de los vehículos (Anónimo, ABC de los vehículos híbridos, 2017).

### 2.2.6. Ventajas de la configuración mixta

- El diferencial permite conectar el motor de combustión interna a la rueda 25 veces durante las cuales opera en el rango de rotación óptimo.
- Si el motor de combustión interna opera en este rango y es impulsado por un motor eléctrico estos vehículos no necesitan estar equipados con transmisiones complejas y costosas. El sistema de control de los dos motores siempre permite optimizar su funcionamiento (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017).

**Figura 2**

*Configuraciones de los Vehículos Híbridos*



*Nota.* La figura muestra las diferentes configuraciones que constituyen los vehículos híbridos. Tomado de (revista auto crash, S/F).

### 2.3. Motor eléctrico

Los motores eléctricos y sus mecanismos de funcionamiento son uno de los pilares básicos de todo vehículo híbrido y eléctrico y necesitan poder adaptarse rápidamente a las necesidades del vehículo para generar electricidad y generar energía

mecánica. Debe hacer esto para ser más efectivo y obtener mejores resultados (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017).

### **2.3.1. Motores de corriente continua (CC)**

Este tipo de motor se utiliza para aplicaciones de velocidad variable que utilizan motores eléctricos. Tiene la ventaja de ser más fácil de controlar que la corriente alterna porque solo necesita controlar la amplitud, pero es muy grande y pesado. Hay dos configuraciones posibles:

#### **2.3.2. Excitación en Serie:**

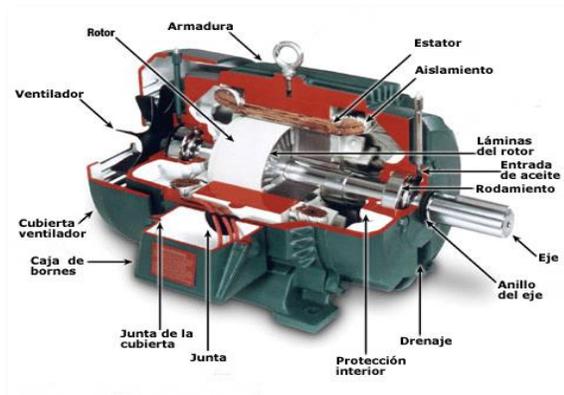
- Elevado Par de arranque.
- Par en altas velocidades (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017)

#### **2.3.3. Excitación en Paralelo:**

- Serie de excitación con las mejores prestaciones.  
Par constante a velocidad nominal.
- Potencia constante superior a la velocidad nominal.
- No es necesario cambiar de marcha (Anonimo, ABC de los vehiculos hibridos, 2017).

### Figura 3

#### *Motor de corriente continua*



*Nota.* La figura nos indica un motor de corriente continua y como está constituido internamente. Tomado de (motores eléctricos, S/F).

#### **2.3.4. Motores de corriente alterna (CA)**

Los motores de CA son más difíciles de controlar que los motores de CC porque necesitan controlar la frecuencia y la magnitud de la tensión de alimentación. La gestión y el control de velocidades variables requieren poderosas herramientas electrónicas que pueden cambiar la frecuencia de la señal al motor esto hace que el motor sea más pequeño y ligero (Anónimo, motores eléctricos, S/F).

Los motores de CA se distinguen entre los siguientes tipos:

#### **2.3.5. Motor Asíncrono:**

- Son muy efectivos y ligeros.
- El mantenimiento es fácil porque no contiene escobillas.
- Entre las limitaciones se encuentran su baja vida útil y su alto costo principalmente debido al precio de los imanes permanentes “necesitan ser

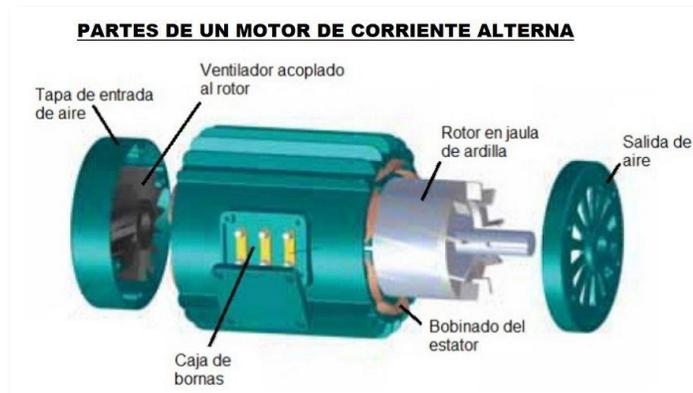
enfriados porque la temperatura tiene un efecto significativo en el rendimiento” (Anonimo, motores electricos, S/F).

### 2.3.6. Motor Síncrono:

- Pueden alcanzar altas velocidades de rotación.
- Alto rendimiento.
- El controlador y el montaje es muy caro.
- Ligeros y compactos (Anonimo, motores electricos, S/F)

### Figura 4

*Motor de corriente alterna*



*Nota.* La figura nos indica un motor de corriente alterna y como está constituido internamente. Tomado de (Anonimo, Areatecnologia, S/F) (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

#### **2.4. Sistema de alimentación y almacenamiento de energía**

Este sistema eléctrico tiene baterías y cargadores que afectan la autonomía y capacidad del vehículo el peso y la masa de la batería afectan el rendimiento del vehículo. La mayoría de los vehículos híbridos no tienen cargador y están instalados en vehículos eléctricos por lo que el cargador se puede combinar con estos (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

#### **2.5. Sistema de control**

La tarea del sistema de control del vehículo es organizar el funcionamiento del motor eléctrico y coordinar su arranque y parada esto se hace como parte de una estrategia para ahorrar significativamente el consumo de energía. Este sistema suministra la potencia necesaria al motor y regula su funcionamiento de esta manera la “velocidad, la potencia y el par” se ajustan según sea necesario. Hay muchas posibilidades que se cruzan completamente permitiendo que el motor y los parámetros de funcionamiento se diseñen de esta manera (Anonimo, Areatecnologia, S/F) .

#### **2.6. Baterías**

Una batería o acumulador es un dispositivo que puede almacenar energía eléctrica mediante una reacción electroquímica de “oxidación / reducción” y luego restaurarla con una pérdida específica. Este ciclo se puede repetir un número ilimitado de veces (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

La batería de un vehículo eléctrico es un elemento básico que puede describirse como un vehículo híbrido con la misma autonomía o tanto como un motor de combustión interna. Un parámetro importante es la densidad de energía esto es para hacer que el vehículo sea más autónomo (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

Las características de los vehículos eléctricos como “autonomía, la velocidad máxima, el tiempo de carga del y el costo” dependen en gran medida del tipo de batería del utilizado en el diseño y la construcción del vehículo. Por todas estas razones el tema de las baterías recargables uno de los más importantes en el campo de los vehículos eléctricos (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

Las baterías recargables tienen la capacidad de recargarse mediante una fuente de alimentación externa lo que claramente representa un ahorro de costes significativo. Por tanto, este desarrollo se basa en mejorar y ahorrar la tecnología y la eficiencia de baterías recargables capaces de realizar múltiples ciclos de carga y descarga (Anon.

Las primeras baterías recargables disponibles comercialmente llamadas “baterías de plomo-ácido” fueron desarrolladas por G. Planté en 1859. Esta batería se utilizó principalmente en vehículos cuya misión era proporcionar energía primaria al vehículo, desarrollar al motor y proporcionar la energía requerida para operar equipos eléctricos como (luces equipos de audio y ventanas). (Salvador, 2020)

Al igual que las baterías de plomo - ácido, las baterías de Ni-Cd se utilizan para arrancar motores, vehículos y otros equipos eléctricos, así como dispositivos que requieren altos voltajes de arranque y que operan en situaciones difíciles. (motorpasion, 2019)

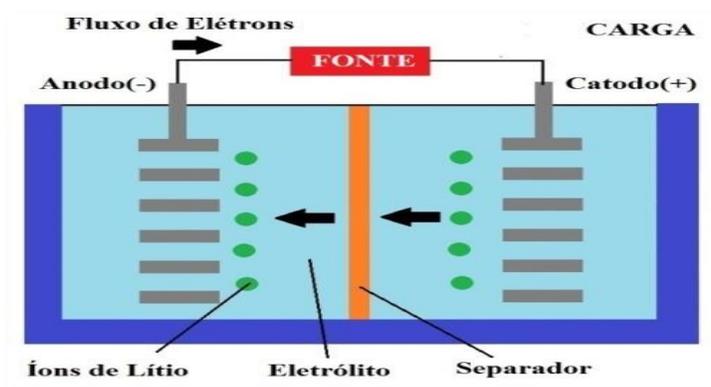
## **2.7. Fundamentos de la batería**

La operación básica del almacenamiento electroquímico de la batería es la carga y descarga los elementos principales son (ánodo, el cátodo y el electrolito) (Anonimo, Tecnologíaas de la batería, S/F).

- **Carga:** los electrones se mueven del cátodo al ánodo. El ion cargado positivamente viaja desde el cátodo a través del separador hasta el ánodo a través del electrolito.
- **Descarga:** Los iones cargados positivamente viajan desde el ánodo a través del separador a través del electrolito hasta el cátodo. Los electrones viajan desde el ánodo al cátodo a través de la carga externa, lo que da como resultado una corriente suministrada a la carga (Anonimo, Tecnologias de la bateria, S/F).

**Figura 5**

*Diagrama de carga y descarga de la batería*



*Nota.* La figura nos indica el proceso de carga y descarga que se produce internamente en la batería. Tomado de (sta-eletronica.com, s.f.).

## 2.8. Agrupación de celdas

La celda es la unidad más pequeña posible que consta de (un ánodo, un cátodo y un electrolito) y se caracteriza por su voltaje y corriente nominales. Si necesita buscar diferentes tipos de corriente y voltaje las celdas se pueden agrupar para formar un módulo proporcionando voltajes y corrientes más altos (Wikipedia, 2021).

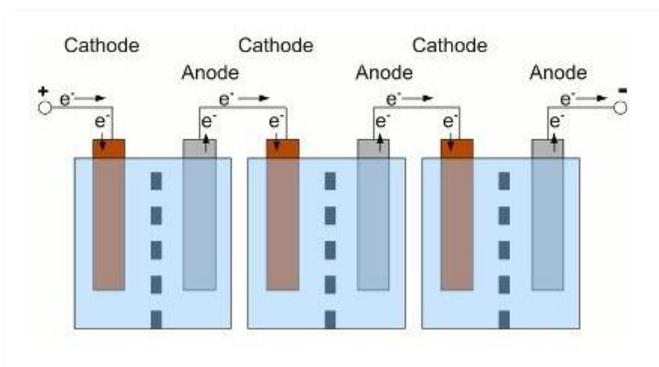
Hay tres tipos básicos de conexiones de celda:

“conexión en serie-paralelo, conexión en paralelo- serie y conexión de matriz”. La conexión en serie entre las celdas proporciona un voltaje más alto y la conexión en paralelo proporciona una corriente más alta.

Los parámetros de voltaje de la batería dependen de los requisitos de diseño del sistema del equipo las especificaciones de potencia y salida del paquete están determinadas por la aceleración y el alcance deseados del vehículo (Wikipedia, 2021).

## Figura 6

*Agrupación de celdas en disposición serie*



*Nota.* La figura nos indica sobre el proceso interno de las celdas de las baterías que están dispuestas en serie. Tomado de (Anonimo, Areatecnologia, S/F).

## 2.9. Parámetros electroquímicos de las baterías recargables

Los parámetros de la batería cubren el diseño de componentes y celdas y los elementos utilizados para generarlos las cuales son:

### 2.9.1. Fuerza Electromotriz, Voltaje o Potencial (E)

La diferencia de potencial de la celda electroquímica se da como la diferencia por el método “oxido – reducción” del material activo del cátodo y el

material activo del ánodo. Las celdas de alto voltaje son muy importantes porque pueden reducir la cantidad de elementos que deben conectarse en serie para aumentar el voltaje nominal de la batería. La fuerza electromotriz de la celda y la batería se medirá en voltios (Wikipedia, 2021).

### **2.9.2. Capacidad Específica (Q)**

La capacidad es una medida de la carga total que tiene una batería la unidad de uso común para la capacidad es el amperio-hora (Ah) (Wikipedia, 2021).

### **2.9.3. Energía Específica (W)**

La energía específica indica la cantidad total de energía eléctrica que se puede almacenar en la batería (Wikipedia, 2021).

### **2.9.4. Ciclos de vida**

El ciclo de vida es el número de ciclos de carga y descarga que se pueden realizar hasta que la capacidad de la batería alcanza el valor nominal de 80 % (Wikipedia, 2021).

### **2.9.5. Temperatura de trabajo**

El calor excesivo aumenta la actividad y la capacidad de los procesos químicos dentro de la batería, dentro de ciertos límites. Sin embargo, a bajas temperaturas la actividad química disminuye y el volumen disminuye gradualmente (Wikipedia, 2021).

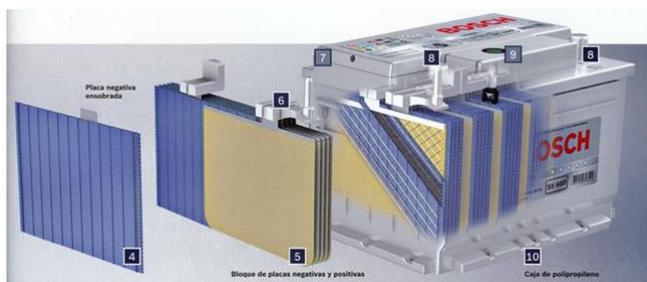
## 2.10. Tipos de baterías utilizadas en autos eléctricos

### 2.10.1. Plomo-ácido

Las baterías de plomo ácido son el tipo de batería más antiguo y tienen una relación peso - volumen baja de carga acumulada. Para alcanzar una autonomía de 50 km a una velocidad máxima de 70 km/h se requieren más de 400 kg de las mismas baterías, el tiempo de carga es de 8 a 10 horas (Wikipedia, 2021).

#### Figura 7

*Batería Plomo-ácido*



*Nota.* La figura nos indica una batería de plomo ácido y como está constituida internamente. Tomado de (Copyright energetika, S/F) (Copyright energetika, S/F).

### 2.10.2. Ventajas:

- Elevado voltaje, tienen un mayor voltaje nominal,  $E = 2,0 \text{ V}$ .
- Elevada Potencia, son capaces de suministrar una elevada intensidad de corriente y, por tanto, alta Potencia.
- Bajo Coste. La principal ventaja de estas baterías sin duda es su bajo precio que esta (100 – 125 \$/KWh).
- Componentes fácilmente reciclables (Copyright energetika, S/F)

### 2.10.3. Desventajas:

- Baja energía específica, las baterías de Pb – ácido son las 72 que menor energía específica poseen ( $10-40 \text{ WhKg}^{-1}$ ).
- **Moderadamente periódica:** Cuando la capacidad de la batería se agota casi por completo el número de ciclos de carga/descarga de la batería se reduce y la vida útil de la batería se reduce.
- **Liberación de gas:** Mientras se carga la batería se pueden formar hidrógeno y oxígeno en los electrodos. El hidrógeno liberado por estas baterías es un gas inflamable y puede ser peligroso.
- **Fuerte impacto en el medio ambiente:** Las baterías se han fabricado con plomo contaminante (Copyright energetika, S/F).

### 2.10.4. Baterías de níquel-hidruro metálico (NiMH)

Las baterías recargables de “níquel-hidruro metálico” son altamente confiable y tiene una larga vida útil. Su principal inconveniente es que son caras debido a su alto contenido en níquel y su elevado peso tienen una densidad de energía de aproximadamente  $80 \text{ Wh/kg}$  (El periodico de la energía, 2015).

#### Figura 8

*Batería de níquel-hidruro metálico*



*Nota.* La figura nos indica una batería de níquel-hidruro metálico y la disposición de las celdas internamente (El periodico de la energia, 2015).

#### **2.10.5. Ventajas:**

- Poseen mayor energía específica, las baterías tienen una energía específica ( $60-80 \text{ WhKg}^{-1}$ ). Superiores a las baterías de Pb-ácido ( $10-40 \text{ WhKg}^{-1}$ ).
- Permiten una recarga rápida. Estas baterías pueden soportar una carga rápida que dura de 1 a 3 horas.
- Menor impacto medioambiental.
- No requieren mantenimiento (El periodico de la energia, 2015)

#### **2.10.6. Desventajas:**

- Moderado número de ciclos de vidas.
- Costos muy elevados (El periodico de la energia, 2015)

#### **2.10.7. Iones de litio (LI-ION)**

Su densidad energética asciende a unos  $115 \text{ Wh/kg}$  su ciclo de vida es elevado 500-600 ciclos (XATAKA, 2010).

## Figura 9

Batería de Iones de litio (LI-ION)



*Nota.* La figura nos indica las típicas baterías de iones de litio. (XATAKA, 2010).

### 2.10.8. Ventajas:

- Alta densidad de potencia capaz de entregar grandes corrientes.
- Bajo porcentaje de auto descarga.
- Alto voltaje por celda.
- Son más ligeras (XATAKA, 2010)

### 2.10.9. Desventajas:

- Pueden envejecer incluso si no se usa.
- Muy costosas.
- Muy contaminantes (XATAKA, 2010)

## 2.11. Gestión de residuos

El tratamiento o manejo de desechos sólidos y peligrosos es una preocupación en todos los países los desarrollos tecnológicos y sociales de hoy han cambiado rápidamente la forma en que se producen y consumen diversos componentes y

dispositivos la empresa está haciendo la producción más eficiente y rápida, acortando la vida útil de los productos y haciéndolos más complejos. Como resultado, aumenta la cantidad de desechos peligrosos en nuestros productos. Debido al proceso de urbanización la cantidad de residuos se concentra en lugares específicos por lo que el ecosistema está en desventaja (Inecol, S/F).

“En general, el principal desafío que existe hoy es separar los residuos de producción del crecimiento económico para evitar el aumento de residuos que tradicionalmente acompaña al crecimiento económico y por lo tanto reducir la presencia física. Este proceso también debe ser coherente con las políticas productivas y de desarrollo social necesarias para el alivio de la pobreza para lograr este objetivo es fundamental el cumplimiento de la legislación sobre residuos peligrosos con estándares de eficiencia productiva y competitividad” (interempresas.net, 2011).

## **2.12. Normas Internacionales de Manejo de Residuos Peligrosos**

“El Convenio de Basilea sobre el control y la eliminación de desechos peligrosos transfronterizos se descubrió en Basilea, Suiza, el 22 de marzo de 1989 en respuesta a una fuerte oposición en África y en otros lugares, fue adoptado en la Conferencia Todopoderosa que se celebró, en países en desarrollo a partir de residuos peligrosos importados del exterior la Convención entró en vigor el 5 de mayo de 1992 y al 1 de enero de 2011 contaba con 175 Partes” (Ministerio del Ambiente, S/F).

“El principal objetivo del Convenio de Basilea es proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los desechos peligrosos, su alcance es una amplia gama de desechos, definidos como “desechos peligrosos” según su origen y/o composición y su naturaleza y dos tipos de desechos” (Campaña contra la

contaminacion, 2010). Las disposiciones de la Convención se estructuran en torno a los siguientes objetivos principales:

- a) Reduce la producción de residuos peligrosos y promueve la gestión ambientalmente responsable de los residuos peligrosos donde sea que se eliminen.
- b) Restringir los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos a menos que cumplan con los principios de gestión ambientalmente racional.
- c) El régimen reglamentario se aplica cuando se autorizan los viajes transfronterizos (Campaña contra la contaminación, 2010).

### **2.13. Sistema de colección**

Este texto estipula que los países de la Unión Europea deben garantizar la existencia de un sistema adecuado para la recogida de pilas usadas estos sistemas deben proporcionar puntos de recolección que sean accesibles para los usuarios dependiendo de la densidad de población. Los distribuidores también deben aceptar devoluciones de residuos y baterías sin cargo para el usuario o relacionadas con el precio (Campaña contra la contaminación, 2010).

### **2.14. Tratamiento y reciclado**

El 26 de septiembre de 2009 se solicitó al fabricante o tercero involucrado en este proceso que instalara la mejor tecnología disponible para los sistemas de manejo y reciclaje de baterías “desde el punto de vista ambiental y de salud”.

Los requisitos mínimos establecidos en la Directiva sobre reciclaje y eliminación de baterías son los siguientes:

- a) El tratamiento mínimo incluye la eliminación de todos los líquidos y ácidos.

- b) La manipulación de la planta de tratamiento de aguas residuales y todo el almacenamiento deben realizarse en un lugar protegido e impermeable o en un recipiente adecuado incluso temporalmente.
- c) El proceso de reciclaje requiere un promedio del 50% en peso de reciclaje de baterías de desecho relacionadas con la tecnología relacionada con la industria de vehículos eléctricos (Campaña contra la contaminación, 2010).

### **2.15. Eliminación**

Los Estados miembros están obligados a prohibir el vertido o la incineración de baterías industriales “incluidas las baterías para vehículos eléctricos” mediante la promulgación de legislación nacional. Sin embargo, en esta etapa la incineración de desechos no debe confundirse con el uso de pirolisis en el reciclaje y la recuperación (Campaña contra la contaminación, 2010).

Esta segunda práctica se enmarca en un sistema de reciclaje y eliminación de pilas usadas y en el marco de la Directiva sobre el uso de (mejores prácticas disponibles desde una perspectiva sanitaria y medioambiental) (Campaña contra la contaminación, 2010).

### **2.16. Reutilización y valorización**

La legislación regional indica que los estados miembros de la Unión Europea deben tomar las medidas necesarias para promover la reutilización de componentes reutilizables y la recuperación de componentes no reutilizables. También indica que se debe priorizar el reciclaje según sea necesario económica y ambientalmente factible sin comprometer los requisitos de seguridad del vehículo o los requisitos ambientales como

los relacionados con las emisiones atmosféricas y el control del ruido (Residuos profesionales, 2021).

### **2.17. Análisis y desarrollo del contexto legislativo**

Está claro que la Unión Europea tiene una clara intención de reciclar y restaurar la batería cuando llegue al final de su vida tanto en el estado de la batería del vehículo eléctrico como en el estado de las piezas del vehículo. Para lograr los objetivos de protección y protección del medio ambiente (Canales sectoriales, 2011).

En el marco de la normativa de la Unión Europea sin tener en cuenta que la producción y venta de baterías para vehículos eléctricos necesitan minimizar su impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida mediante diversas técnicas de reciclaje, valorización o recuperación (Canales sectoriales, 2011).

### **2.18. Procesos de reciclado de baterías**

El proceso de reciclado se compone de 5 sub-procesos:

- (Etapa 0) Recolección y Recepción de las baterías.
- (Etapa 1) Fundido + Valorización energética.
- (Etapas 2 y 3) Refinado y Purificado de metales.
- (Etapa 4) Oxidación del cloruro de cobalto a óxido de cobalto.
- (Etapa 5) Producción de óxido de litio metálico para nuevas baterías (L.Vaccaro, 2012).

#### **2.18.1. Etapa 1: Fundido y Valorización Energética**

En esta primera fase la batería con una caja de plástico se inserta directamente en el horno para obtener:

- Evaporación electrolítica.
- Derretir todos los metales.
- Restaura la capacidad calorífica total de resinas y otros compuestos inorgánicos.
- Utilizando un electrodo de grafito como agente reductor en la zona de reacción del reactor todos los óxidos metálicos se reducen a forma metálica (L.Vaccaro, 2012).

### **2.18.2. Etapa 2: Refinado y Tratado De Metales**

- Esta segunda etapa existe desde hace décadas como un proceso de fabricación en Umicore y cuenta con las certificaciones ISO9001 e ISO1 001 “control de calidad y medio ambiente respectivamente”. Este es el (29 Core Value) de Yumicore, un proceso metalúrgico hidráulico en el que las aleaciones producidas incluidos metales como (cobalto, níquel, cobre y hierro) se lavan en ácidos sulfúricos (L.Vaccaro, 2012).

Después de mucha disolución, luego de ajustar el pH de la solución se separaron los metales principales se obtuvo una solución de  $\text{NiSO}_4$  y  $\text{CoCl}_2$ . La solución de  $\text{NiSO}_4$  se purificó mediante extracción con disolvente dando como resultado la formación de cristales de  $\text{NiSO}_4$ . Estos cristales se pueden convertir en componentes esféricos de  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  que se pueden aplicar a la batería secundaria la solución de  $\text{CoCl}_2$  también se purificó mediante extracción posterior con disolvente y la solución de  $\text{CoCl}_2$  pura se transfirió al paso 3 (L.Vaccaro, 2012)

### **2.18.3. Etapa 3 y 4: Oxidación**

El  $\text{CoCl}_2$  se oxida en un horno especial para este fin de acuerdo con un proceso desarrollado por Umicore bajo ciertas condiciones el estricto control de los parámetros

del proceso da como resultado óxido de cobalto de alta calidad. Esto es necesario para obtener compuestos que también contengan litio (L.Vaccaro, 2012).

El  $\text{LiCoO}_2$  obtenido en el paso es el producto final utilizado en la fabricación de nuevas baterías de iones de litio o de polímero de litio como material de cátodo (L.Vaccaro, 2012).

### **2.19. Proceso Hidro metalúrgico**

El objetivo de este proceso es recuperar el litio teniendo en cuenta los precios actuales del mercado y los altos costos operativos. No es un proceso desarrollado para buscar economías de escala y rentabilidad (Anonimo, sites.google.com, S/F).

### **2.20. Reciclaje de baterías de Li-ion**

El reciclado de este tipo de baterías consta de tres etapas fundamentales que son las siguientes:

- (Etapa 0) Recolección de las baterías, recepción en las baterías y selección del tipo Li-ion.
- (Etapa 1) Criogenización.
- (Etapa 2) Subdivisión (Anonimo, sites.google.com, S/F)

#### **Etapas 1: Criogenización**

El litio es generalmente muy reactivo y peligroso cuando se saca del compartimiento de la batería, pero se vuelve relativamente inactivo después de congelarse (Anonimo, sites.google.com, S/F).

Las baterías de litio se enfrían a  $-325\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $198\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) usando un baño de nitrógeno líquido

y luego se conectan a tierra de manera segura. Esto separa todos los materiales (Anonimo, sites.google.com, S/F).

## Etapa 2: Subdivisión

Una vez que los (paquetes de baterías o pack) se han cortado en pedazos de menos de 2 pulgadas (5 cm) se llevan a un molino de martillos y se rompen. Todos los materiales se rocían con agua para curar los materiales Llamado también como proceso de enfriamiento (mantiene intacto el Li). El gas resultante se recoge se lava y se filtra antes de ser liberado a la atmósfera (Anonimo, sites.google.com, S/F).

**Figura 10**

*Proceso Hidro metalúrgico (Divisiones)*



*Nota.* La figura nos indica el proceso Hidro metalúrgico o filtrado para el reciclaje de las baterías. Tomado de (Anonimo, sites.google.com, S/F).

## 2.21. Toxicidad de componentes de la batería hacia el medio ambiente

Las nuevas innovaciones en el campo de los vehículos a batería permiten que los vehículos avancen más con menos cortes de descarga, pero estos vehículos requieren más capacidad de batería que los vehículos normales y esta producción masiva de baterías tiene un gran impacto en el medio ambiente (ccee, S/F).

Los vehículos híbridos y eléctricos tienen cinco tipos de baterías (níquel-hidruro metálico, ácido-plomo, níquel-cadmio, zinc-aire e iones de litio). Todas estas baterías están hechas de metal tratado y se fabrican con diversos grados de impacto ambiental. Las baterías de plomo-ácido son las más contaminadas y si bien las baterías de iones de litio tienen un bajo riesgo ambiental continúan contaminando y haciendo que los recursos naturales sean más pesados (ccee, S/F).

Gran parte de los desechos contaminados proviene de la producción masiva de baterías en vehículos híbridos que tienen tanta demanda como los equipos tradicionales de fabricación de vehículos. Las consecuencias de esta contaminación están dirigidas al medio ambiente y pueden conducir a la reducción del hábitat de los peces la reducción de la calidad del aire y la asociación con enfermedades pulmonares en áreas cercanas a las minas (ccee, S/F).

Para comprender la importancia de la industria minera que es el proceso de extracción de grandes cantidades de rocas que contienen minerales extraídos de la tierra es necesario comprender el impacto en el medio ambiente. Para que el metal sea separable para el comercio el metal debe descomponerse en partículas finas que pasan por varios procesos para separar el metal de la roca (ccee, S/F).

## **2.22. Impacto sobre el medio ambiente**

Los principales componentes de las pilas y baterías son (mercurio, el cadmio, el litio, el manganeso, la plata, el zinc, el níquel y el plomo) que en su estado libre provocan altos niveles de toxicidad para los seres humanos y los ecosistemas según su concentración (ccee, S/F).

En general, las celdas y baterías de los países que no cuentan con un sistema de recolección y tratamiento particular comparten la misma ruta de todos los residuos domésticos. Es decir, se recoge independientemente de su composición “residuos orgánicos, plástico, vidrio, etc.” y se desecha en vertederos o vertederos. Los vertederos mal ejecutados y los vertederos de desechos peligrosos pueden contaminar el medio ambiente ya que la escorrentía superficial y subterránea cercana es parte del principal punto de contaminación (ccee, S/F).

## Capítulo III

### 3. Desarrollo de la Práctica

#### 3.1. Controlador

Conocido como el cerebro de los sistemas de motores eléctricos dependiendo de la versión existen:

- Monitores
- Aceleradores
- Sensores de trayectoria
- Salidas de luces.

**Tabla 1**

*Modelos de Controladores B.O.S. (Bike Optimised Sine-Wave)*

<b>MODELO</b>	<b>AMPERAJE</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>PANTALLA</b>
<b>Platinum L1</b>	15	36	NO
<b>Platinum LED3</b>	15	36	LED
<b>Platinum LCD5</b>	15/17	36	LCD5/LCD5 PLUS
<b>Platinum HIC</b>	15	36	LCD5/LCD5 PLUS
<b>BPM LCD5</b>	22	36	LCD5/LCD5 PLUS
<b>BPM HIC</b>	22	36	LCD5/LCD5 PLUS
<b>NITRO LCD5</b>	22/30	48	LCD5/LCD5 PLUS

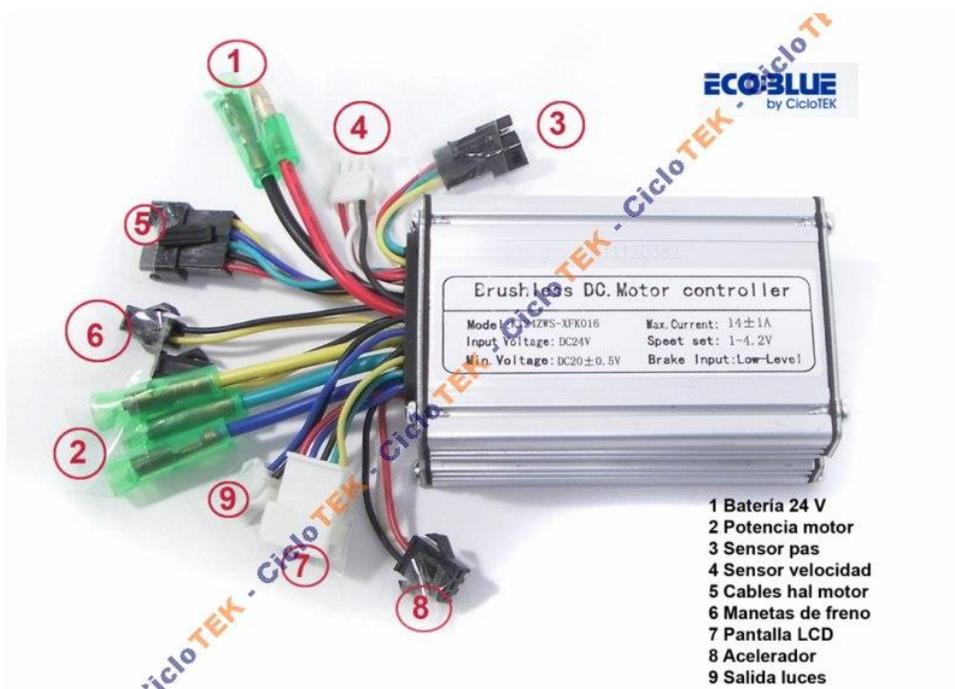
*Nota.* La siguiente tabla nos muestra los diferentes tipos de controladores y sus características principales. Tomado de *B.O.S. (Bike Optimised Sine-Wave)*

### 3.1.1. Conexiones del controlador

El controlador (B.O.S) tiene todas las conexiones de controlador típicas además los montajes electrónicos ya están conectados con diferentes elementos y los cables se conectarán de forma diferente por lo que prácticamente no hay posibilidad de fallo.

**Figura 11**

Controlador (B.O.S)



*Nota.* La figura nos indica el controlador B.O.S con su respectivo cableado y sus numeraciones. Tomado de (motorpasion, 2019).

1. Alimentación (24v – color de cable :rojo y negro).
2. Motor eléctrico brushless (3 cables gruesos: verde – amarillo - azul).
3. Sensor de pedaleo (Conector negro: color de cables: rojo – verde – azul).
4. Sensor Velocidad ( Conector blanco: Color de cables: rojo – blanco – negro).
5. Cables sensor hall motor (Conector negro: Color de cables: amarillo – azul – verde –

negro – rojo).

6. Manetas de freno (Color de cables: amarillo - negro (dos conexiones)).

7. Panel LED (Conector blanco: Color de cables: rojo – azul – negro – verde - amarillo.).

8. Acelerador (Conector negro: Color de cables: negro- rojo – blanco).

### **3.1.2. Modo de Instalación**

- El controlador del motor eléctrico no puede ir a ninguna parte. Hay casos en los que los cables se deslizan, pero en términos de funcionalidad y estética dejar el cable afuera es inconveniente y visible para todos por lo que siempre existe el riesgo de que se moje o se estropee.

### **Figura 12**

*Controlador*



- Para su instalación se desarrolló una caja en la parte izquierda del remolque del triciclo, se lo instalo en esta parte debido a que se consideró posibles riesgos de golpes al controlador.

### Figura 13

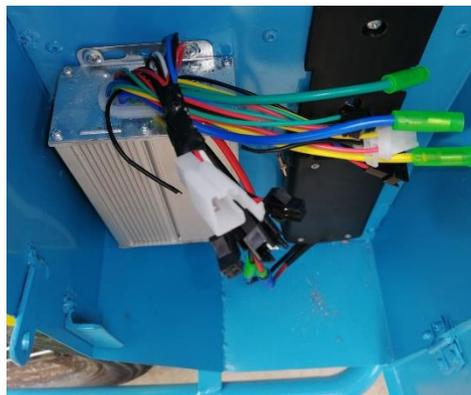
*Diseño de la Caja*



- El controlador fue sujeto con pernos pasantes que fueron sujetos en la base de la caja del controlador hacia la misma caja para evitar golpes y a la vez que el mismo se encuentre estático.

### Figura 14

*Sujeción del Controlador mediante Pernos*



### **3.2. Panel/monitor LCD5-PLUS**

#### **3.2.1. Características:**

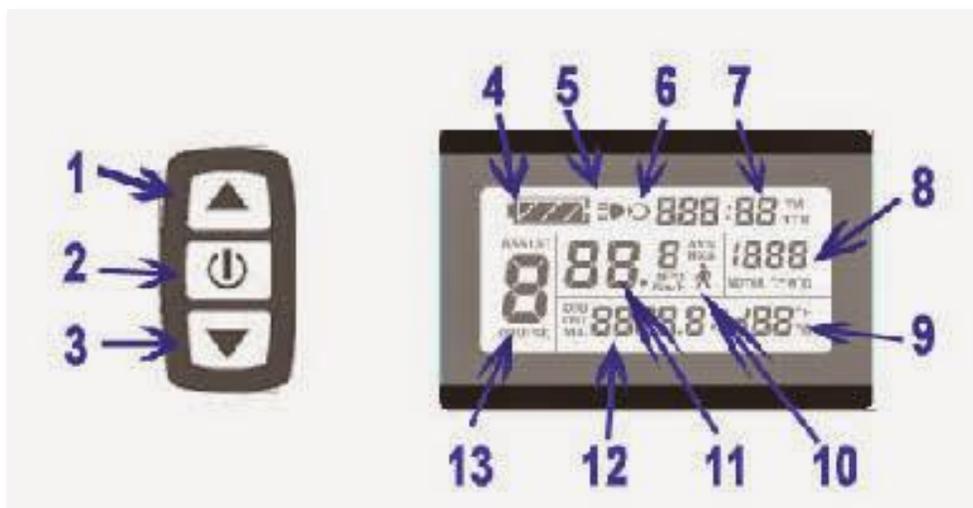
- Cinco niveles de soporte.
- Parada.
- Velocímetro digital.
- Velocímetro.
- Limitador de velocidad.
- Retroiluminación.
- Indicador de carga.
- Indicador de consumo instantáneo.
- Termómetro.
- Control de crucero (motorparabicileta, S/F)

#### **3.2.2. Ventajas**

- Un inicio de arranque más suave.
- Funcionamiento silencioso.
- Mejor eficiencia de energía (alrededor del 3% o más).
- La vida útil del motor se prolonga debido a un funcionamiento más suave (motorparabicileta, S/F).

**Figura 15**

Panel LCD5-PLUS



*Nota.* La figura nos indica el panel con la numeración de sus funciones. Tomado de (motorparabicileta, S/F).

**Figura 16**

Descripción del panel LCD5-PLUS

1		Botón "+"	10		Asistencia de 6 km/h
2		On/off	11		Velocidad (km)
3		Botón "-"			Velocidad (millas)
4		Indicador de batería			Velocidad máxima
5		Indicador de luces			Velocidad media
6		Indicador de freno	12		Distancia (km)
7		Tiempo parcial			Distancia (millas)
		Tiempo total			Distancia parcial
8		Consumo en vatios			Distancia total
		Temperatura Motor Celsius			Voltaje de la batería
		Temperatura Motor Fahrenheit	13		Nivel de asistencia
9		Temperatura exterior Celsius			Control de crucero
		Temperatura exterior Fahren.			

*Nota.* La siguiente figura muestra de acuerdo a las numeraciones las funciones que tiene el panel. Tomado de (motorparabicileta, S/F).

### **3.2.3. Funciones del panel LCD5-PLUS**

#### **3.2.4. Encendido**

- Presione 2 para encender el dispositivo.
- Manténgalo pulsado durante unos instantes para apagarlo.
- Si el motor se detiene y la bicicleta eléctrica se detiene durante más de 5 minutos la bicicleta se apagará automáticamente (motorparabicileta, S/F).

#### **3.2.5. Retroiluminación y encendido de luces**

- Presione el botón de encendido 2 para acceder a la pantalla.
- Mantenga presionado el botón 1 durante unos segundos para encender la luz, si la luz ya está configurada.
- La luz nocturna 5 está encendida y la pantalla está retroiluminada.
- Presione el botón 1 durante unos segundos para apagar (motorparabicileta, S/F).

#### **3.2.6. Cambio del nivel de asistencia**

- Presione el botón 1 para aumentar el nivel de asistencia.
- Presione el botón 3 para disminuir el nivel de asistencia.
- El rango de niveles de asistencia es de 1 a 5.
- El nivel 0 significa que el motor está desconectado (motorparabicileta, S/F).

#### **3.2.7. Función 6 km/h**

- Mantenga pulsado el botón 3 durante unos segundos.
- El número 10 parpadea y la bicicleta no supera los 6 km/h.

- Cuando se suelta el botón esta función se detiene (motorparabicileta, S/F).

### **3.2.8. Función de crucero**

- Si la velocidad supera los 11 km/h, presione el botón 3 durante unos segundos y el motor eléctrico mantendrá la velocidad.
- Pise el freno, acelere o presione cualquier botón para apagar.
- Se recomienda no utilizar la función de crucero a menos que esté instalada una palanca de freno con señal de parada (motorparabicileta, S/F).

### **3.2.9. Ver y borrar datos parciales**

- Al menos 5 segundos después de encender el dispositivo presione los botones 1 y 3 simultáneamente.
- Presione el botón 2 para reiniciar (motorparabicileta, S/F)

### **3.2.10. Velocidad media**

- Cuando la unidad está encendida presione brevemente el botón 2 para mostrar la velocidad promedio.
- Si no se realiza ninguna operación durante 5 segundos la pantalla volverá a la pantalla principal (motorparabicileta, S/F).

### **3.2.11. Velocidad máxima y Voltaje**

- Para comprobar la velocidad máxima de desplazamiento y la tensión máxima vuelva a pulsar brevemente el botón 2.
- Aquí puede ver los ajustes de velocidad máxima y velocidad media.

- Después de 5 segundos de inactividad volverá a la pantalla principal (motorparabicileta, S/F).

### **3.2.12. Códigos de error**

- (01): Error de operación del acelerador.
- (03): Mal funcionamiento del sensor hall.
- (04): Mal funcionamiento del sensor de par.
- (05): Mal funcionamiento del sensor del eje.
- (06): Cortocircuito en el motor o controlador.
- (09): Motor Eléctrico desconectado (motorparabicileta, S/F)

### **3.2.13. Modo de Instalación**

- El panel led se lo instalo en la mitad del tubo del manubrio del remolque del triciclo, tomando en cuenta la mejor visibilidad y accesibilidad para que el conductor del triciclo pueda acceder a sus funcione.

**Figura 17**

*Panel Led y Colocación en el manubrio*



- Este panel se sujetó al tubo del manubrio mediante abrazaderas con base de gomas plásticas o cauchos propios que poseía el propio panel y fue ajustado mediante pernos al tubo del manubrio para evitar que el panel por movimiento del triciclo este se mueva y dificulte la visibilidad y utilización del mismo por parte del conductor del triciclo.

**Figura 18**

*Sujeción del panel al manubrio del remolque del triciclo*

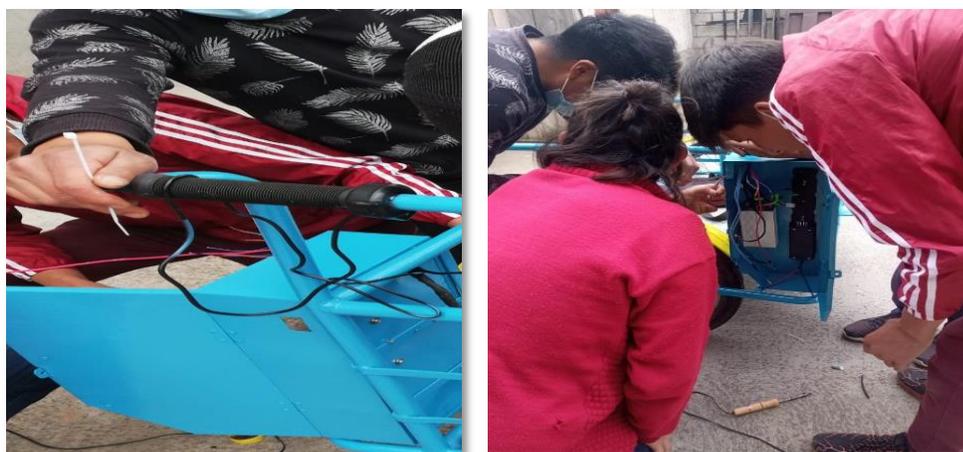


*Nota.* La siguiente figura muestra la sujeción del panel al manubrio del triciclo una vez que fue colocado en el centro del manubrio del triciclo.

- Los cables salientes del panel se lo conectaron al controlador teniendo en cuenta el color específico del cable del panel con los colores de los cables que posee el controlador para evitar confusiones con las conexiones.

**Figura 19**

*Conexión de los cables del panel con los cables del controlador*



### 3.3. Acelerador

El pedal del acelerador es un mecanismo que debe tener un automóvil para ajustar la cantidad de potencia que el conductor desea enviar a las ruedas motrices. En este caso el acelerador es un dispositivo que permite que la corriente fluya a través del motor eléctrico cuando el conductor pisa u opera el pedal correspondiente. De esta manera el acelerador puede ajustar el par del motor para impulsar la rueda motriz.

#### Figura 20

*Pedal acelerador*



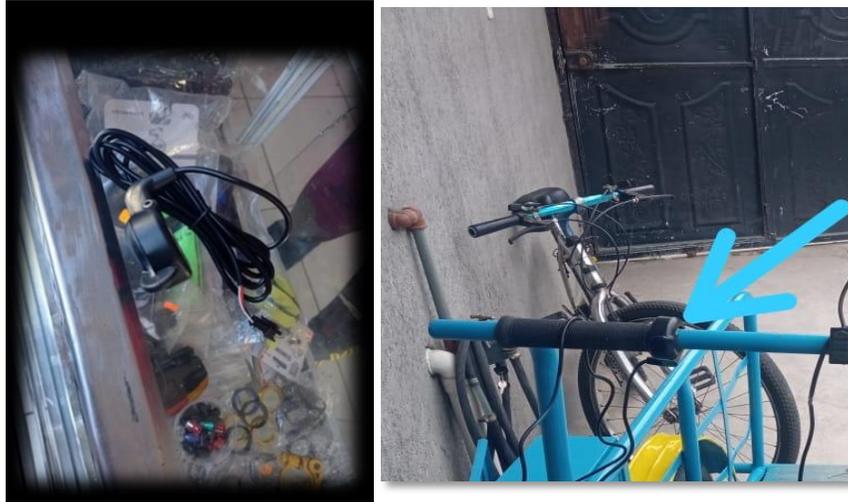
*Nota.* La siguiente figura muestra el acelerador que se adquirió para la implementación del sistema de propulsión. Tomado de (motorparabicicleta, S/F).

#### 3.3.1. Modo de Instalación

- El acelerador fue instalado por comodidad del conductor del triciclo en el tubo del manubrio del remolque del triciclo específicamente en la parte izquierda del manubrio del triciclo.

**Figura 21**

*Colocación del acelerador en la parte izquierda del manubrio del triciclo*



*Nota.* Las siguientes figuras muestran la adquisición del acelerador y su colocación en el manubrio del triciclo.

- Se sujetó con la propia abrazadera mediante un perno ajustable del acelerador hacia el tubo del manubrio para evitar que este se mueva al ser accionado.

**Figura 22**

*Sujeción del acelerador al manubrio*



- Los cables salientes del acelerador se lo conectaron al controlador teniendo en cuenta el color específico de los cables del acelerador con los colores de los cables que posee el controlador para evitar confusiones con las conexiones.

### Figura 23

*Conexión del cable del acelerador con los cables del controlador*



## 3.4. Selección de baterías para el triciclo de propulsión eléctrica

### 3.4.1. Cálculo para la selección de la Batería

El motor seleccionado funcionara a (48V) y entregara una potencia nominal de (1000W) con una eficiencia del (60%). Se recomienda descargar la batería a un nivel de carga de hasta el (80 %) ya que no es necesario que la batería esté completamente descargada para funcionar correctamente sin afectar el ciclo de trabajo.

Proceso para calcular la capacidad específica de la batería.

$$I_{Bateria} = \frac{(P_{Motor})(\eta_{Motor})}{(V_{Banco})(\%Descarga)}$$

Donde:

$(I_{Bateria})$  = Capacidad especifica de la batería (A).

$(P_{Motor})$  = Potencia nominal del motor (W).

$(\eta_{Motor})$  = Eficiencia del motor.

$(V_{Banco})$  = Voltage necesario para el funcionamiento del motor (V).

$(\%_{Descarga})$  = Porcentaje (%) de descarga de la batería.

$$I_{Bateria} = \frac{(1000W)(0.60)}{(48V)(0.8)}$$

$$I_{Bateria} = 15.62 A$$

Por lo tanto, con una capacidad específica de (15,62 Ah) se puede determinar el tipo correcto de batería. Indagando en el mercado baterías con diferentes características, se determinó lo siguiente como se muestra en la tabla 2.

El éxito del triciclo eléctrico es la reducción de peso que viene hacer una reducción significativa y más factible. Por ello, el peso es un factor determinante a la hora de elegir una batería.

**Tabla 2***Modelos de baterías de las que dispone cicloTEK*

Tipo	Voltaje	Ah	Medidas	Peso	Autonomía
<b>CK</b>	24	10Ah	35x15x5	2,18	40-45km
<b>RN</b>	24	10Ah	24x15x8,5	2.05	40-45km
<b>LF</b>	36	9Ah	20x11x10	2,69	45-55km
<b>BT</b>	36	9Ah	32x10	2,50	45-55km
<b>BN</b>	36	9Ah	24x15x8,5	2,43	45-55km
<b>CK</b>	36	10Ah	38x15x7	4.03	50-60km
<b>CK</b>	36	11Ah	37x16x5.5	3.50	60-70km
<b>BS</b>	36	11Ah	22x12x15	2.53	60-70km
<b>GP</b>	36	13.2Ah	31x15x10	3.10	90-100km
<b>CK</b>	36	15Ah	38x15x7	4,53	90-100km
<b>CK</b>	48	15Ah	38x15x7	4,92	40-50km

*Nota.* La siguiente tabla muestra las diferentes baterías de ciclo tek y sus características principales. Tomado de (motorparabicicleta, S/F).

### **3.4.2. Tasa de Descarga**

“La tasa de descarga se mide en (C) y es la velocidad a la que se puede descargar la batería, que es la fuerza máxima que la batería puede entregar de manera segura. La unidad (C) básicamente significa cuántas veces hay que multiplicar la capacidad de la batería para conocer la descarga máxima y está determinada por la capacidad de la batería” (fulchis RC, 2015).

“Todas las baterías de litio tienen velocidades de descarga de (2C y 3C) para picos cortos. Esto significa que puede alimentar un controlador que funcione al doble del amperaje, en concreto una batería de 9Ah cuando está completamente cargada puede alimentar al controlador de 18 amperios” (motorparabicicleta, S/F).

### **3.4.3. Selección de la Batería**

Con los parámetros dispuestos anteriormente la batería seleccionada es de tipo Ion de litio CK (48V) a continuación, se detallan sus características:

- Voltaje nominal (48v).
- Voltaje a carga completa (52v).
- Amperaje (15Ah).
- Tasa de descarga (nominal 2C y máxima 3C)
- Dispone de cerradura de bloqueo.
- Dimensiones (38cm. X 15 cm. X 7 cm).
- Peso (4.92kg).
- Autonomía (40-50km) (fulchis RC, 2015)

Figura 24

Batería Ion de litio CK 48V 15Ah y características del cargador



*Nota.* Las siguientes figuras muestran la batería de ion de litio y el respectivo cargador con sus principales características.

El paquete de baterías perfecto para viajar en carreteras medianas, áreas planas y pequeñas pendientes. Cuenta con iluminación incorporada y está aprobado para funcionar independientemente de la batería que se enciende. La luz tiene un botón en la parte superior de la batería (motorparabicileta, S/F).

Equipado con sistema anti-vibración, el bastidor de la batería tiene un sistema que absorbe (vibraciones, evita el ruido de los baches y las condiciones de la carretera) (motorparabicileta, S/F).

#### **3.4.4. Utilización y Cuidados de la Batería**

- Las baterías de litio no tienen efecto memoria y deben recargarse con cada uso incluso por períodos cortos.
- Nunca almacene baterías agotadas.
- La batería debe cargarse al menos cada 30 días.
- No dejar que la batería se descargue durante mucho tiempo.
- Si la batería tiene un interruptor de ENCENDIDO / APAGADO el interruptor debe estar en la posición de APAGADO durante la carga.
- Siempre conecte el cargador primero a la batería y luego al tomacorriente de 110v o 220v.
- Verifique los contactos de la batería mensualmente y límpielos con un paño seco si es necesario. Inspeccione los cables y conectores (Retire rápidamente los cables dañados o defectuosos).
- Verifique visualmente el estado de la batería y retire cualquier batería (deformada, dañada o descolorida).
- Tenga especial cuidado de no dejar que objetos metálicos toquen los contactos de la batería.

- La vida útil de la batería se considera agotada cuando alcanza el 60% de su capacidad original.
- Utilice únicamente el cargador original para cargar la batería.
- El uso de cualquier otro cargador es peligroso y puede provocar un incendio o la explosión de la batería.
- Asegúrese de que la batería esté bien sujeta al soporte para evitar que se caiga al andar en bicicleta o triciclo (motorparabicileta, S/F).

#### **3.4.5. Modo de Instalación**

- Una vez diseñada la caja, se sujetó junto al controlador mediante pernos la base de la batería que contenía al sistema antivibraciones y el cable positivo (rojo) y negativo (negro) salientes de la batería, esta batería es auto ajustable (fulchis RC, 2015).

#### **Figura 25**

*Batería y soporte sujetados con pernos hacia la caja*





- El motivo por lo que sujeto la base de la batería junto al controlador fue para no realizar extensiones de cables para conectarlos al controlador.
- Antes de conectar los cables de la batería asegurarse que la batería este apagada.
- El controlador contiene un cable rojo y uno negro perteneciente a la salida de los cables de la batería mismas que se conectaron sin confusión alguna.

### Figura 26

*Conexión de los cables del controlador con los cables (Positivo y Negativo) de la batería*



*Nota.* La siguiente figura muestra la respectiva conexión de los cables de la base de la batería con los cables de alimentación del controlador.

- El diseño de la caja contiene un espacio para la toma del cargador de la batería.

**Figura 27**

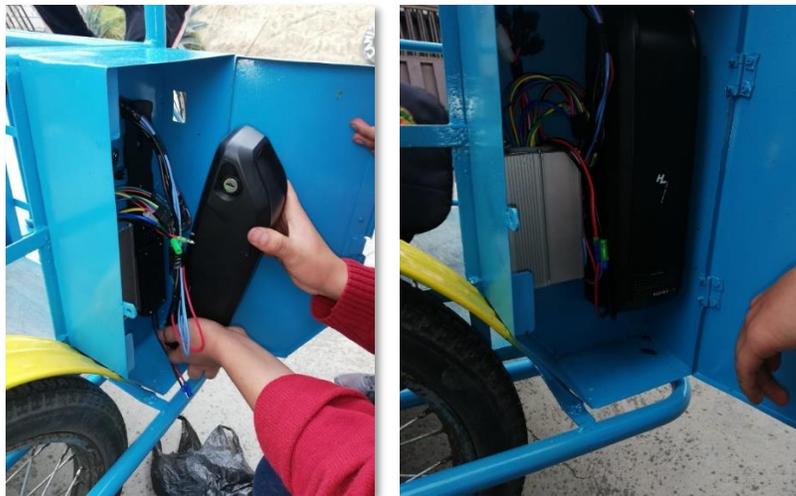
*Toma de carga para la batería*



- Una vez colocada la batería y finalizada las conexiones se procede a cambiar la posición de OFF a ON del interruptor de la batería para dar funcionamiento al sistema.

**Figura 28**

*Colocación de la Batería y finalización de las conexiones*



*Nota.* Últimas conexiones de cables hacia el controlador y la batería.

## Capítulo IV

### 4. Prueba de Funcionamiento

Se intentó mantener la carga de la batería al 100% para obtener resultados de prueba más precisos. Todas las pruebas de este capítulo se realizan con la carga máxima calculada (200 kg triciclo con peso). La superficie ensayada era pavimentada o adoquinada porque es un vehículo para el transporte de carga semipesada en los mercados de la ciudad.

#### 4.1. Prueba de Autonomía

Esta prueba depende de las características de la batería seleccionada. Sabiendo que la capacidad de la batería es de 15Ah y con una capacidad de 48v Con la batería completamente cargada se realizó una prueba de conducción autónoma a 30 km/h. Es decir, el triciclo recorrió aproximadamente 15 km lo que cumplió con los cálculos teóricos establecidos.

#### 4.2. Tiempo de descarga de la Batería

$P_{bateria}$  = Potencia que entrega la batería (w).

$V$  = Voltaje de la Batería (v).

$I$  = Intensidad de corriente (amperaje) de la batería (A).

$T_{descarga}$  = Tiempo de descarga de la batería (h).

$P_{carga}$  = Potencia del consumidor (motor eléctrico) (w).

$$P_{bateria} = V \times I$$

$$P_{bateria} = 48v \times 15Ah$$

$$P_{bateria} = 720Wh$$

$$T_{descarga} = \frac{P_{bateria}}{P_{carga}}$$

$$T_{descarga} = \frac{720Wh}{1000w}$$

$$T_{descarga} = 43min$$

Una vez detallado el tiempo de descarga de la batería se determinó que el tiempo de funcionamiento de la misma es de 43 minutos, este dato fue comprobado con la prueba de autonomía y verazmente tubo similitud con el cálculo establecido., sin embargo, hay que tener en cuenta que cuando el triciclo está cargado y tiende a subir pendientes no tan pronunciadas el motor eléctrico va a generar una demanda de consumo de más cantidad de corriente por lo que el tiempo de descarga de la batería va a disminuir a lo establecido, de igual forma se deberá tener en cuenta que cuando inicia la propulsión eléctrica o el arranque del triciclo para que se mueva el motor eléctrico de igual forma consumirá más corriente de la batería por lo que el tiempo de descarga de la batería de igual forma disminuiría a la establecida. Para favorecer al arranque o inicio de la propulsión para que el triciclo (con carga o sin carga) avance es recomendable dar el arranque mediante el pedal del triciclo y luego acelerar con el propio acelerador del sistema para que el triciclo adquiera velocidad y pueda movilizarse sin problema alguno.

De esta forma estaríamos evitando que el motor eléctrico consumiera más energía de la batería y así el tiempo de descarga de la batería se prolongaría.

### 4.3. Tiempo de carga de la batería

$P_{Cargador}$  = Potencia del cargador de la batería (w).

$V_{salida}$  = Voltaje de salida del cargador (v).

$I_{salida}$  = Intensidad de salida del cargador (A).

$T_{Carga}$  = Tiempo de carga de la batería (h).

$P_{bateria}$  = Potencia de la batería (w).

$$P_{Cargador} = V_{salida} \times I_{salida}$$

$$P_{Cargador} = 54,6v \times 2A$$

$$P_{Cargador} = 109,2W$$

$$T_{Carga} = \frac{P_{bateria}}{P_{cargador}}$$

$$T_{Carga} = \frac{720Wh}{109,2W}$$

$$T_{Carga} = 6,6h.$$

Una vez detallado el tiempo de carga de la batería se determinó que el tiempo de carga completa de la misma es de alrededor de las 6 horas. Se procedió con la carga de la batería una vez descargada y efectivamente el tiempo de carga de la batería concordó con en el tiempo calculado y establecido, sin embargo, hay que tener en cuenta que cuando el triciclo está cargando la batería debe estar apagada con el objetivo de prolongar el tiempo de carga de la batería ya que no habría consumidores que consuman corriente de la batería.

Además, la carga de la batería siempre se deberá hacerlo con el cargador propio u original de la batería para evitar posibles sobrecargas en la batería y el tiempo de carga de la misma sea en el tiempo establecido.

### Figura 29

*Carga de la batería*



#### 4.4. Pruebas en Recta

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos de las pruebas de carga baja, media y completa respectivamente. En cada una de estas pruebas, la tensión de la batería y el amperaje consumido por el motor se observan en función de la posición del motor.

**Tabla 3***Resultados de pruebas lineales de baja carga*

<b>% de la Posición del Acelerador.</b>	<b>Valor en voltios (v)</b>	<b>Valor en amperaje (A)</b>
<b>5</b>	52	60
<b>10</b>	51,8	62,3
<b>15</b>	51,3	63,3
<b>20</b>	51	66,5
<b>25</b>	50,8	67,8

*Nota.* En esta tabla se muestran que fueron tomados mediante un multímetro digital, la posición del acelerador fue del 25%, el voltaje se redujo de 52V a 50,8V y el amperaje requerido para el motor aumentó de 60A a 67,8A.

**Tabla 4***Resultados de la prueba lineal con carga media*

<b>% de la Posición del Acelerador.</b>	<b>Valor en voltios (v)</b>	<b>Valor en amperaje (A)</b>
<b>30</b>	50,7	69,8
<b>35</b>	50,1	71,3
<b>40</b>	49,6	73,5
<b>45</b>	48,8	76,1
<b>50</b>	48	78,2

*Nota.* En esta tabla se muestran que fueron tomados mediante un multímetro digital, aumentar la posición del acelerador en un 50% reduce el voltaje a 48v y aumenta el amperaje requerido para el motor a 78,2A.

**Tabla 5**

*Resultado de la prueba de carga completa*

<b>% de la Posición del Acelerador.</b>	<b>Valor en voltios (v)</b>	<b>Valor en amperaje (A)</b>
<b>60</b>	47,2	83,4
<b>70</b>	46,4	85,7
<b>80</b>	44,9	87
<b>90</b>	43,6	89,1
<b>100</b>	42,8	92.9

*Nota.* En esta tabla se muestran que fueron tomados mediante un multímetro digital, la posición del acelerador al 100% reduce el voltaje a 42,8V y aumenta el amperaje requerido para el motor a 92,9A. En este caso, el motor requiere un alto amperaje para funcionar a pleno torque, por lo que no se recomienda acelerar hasta el 100% para mantener la autonomía de la batería.

## Capítulo V

### 5. Marco Administrativo

#### 5.1. Recursos humanos

Las personas que aportaron en el desarrollo de este proyecto de titulación se detallan en la siguiente tabla, en la misma que se describe el aporte específico de cada uno de los colaboradores.

**Tabla 6**

*Recursos humanos*

<b>Nombre</b>	<b>Aporte</b>
Solis Basantes Erik Leonardo	Ensamblaje del triciclo de carga de acuerdo a selección de componentes y materiales idóneos.
Garcés Morales Sebastián Alexander	Implementación de un sistema de propulsión eléctrico en el triciclo de carga
Carrera Medina Juan Daniel	Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión del triciclo de carga.
Pumashunta Pumashunta José Alberto	Propuesta de implementación de una estación de carga para baterías eléctricas vehiculares.
Cocha Tixi Jhoel Anderson	Análisis del rendimiento de un triciclo de carga con la implementación del sistema de propulsión eléctrica

<b>Nombre</b>	<b>Aporte</b>
Ing. Alex Ramos Jinez.	Director y asesor general de tesis.
Ing. Jaime León Almeida.	Asesoría en el sistema eléctrico e implementación del motor.

## 5.2. Recursos tecnológicos

Se consideran recursos tecnológicos a todas las herramientas que facilitaron la realización del proyecto de titulación, tanto en la parte escrita como en el desarrollo práctico del mismo; dichos recursos se detallan en la siguiente tabla con sus respectivos valores.

**Tabla 7**

*Recursos tecnológicos*

<b>Orden</b>	<b>Recurso tecnológico</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
			<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Licencia Software SolidWorks	1	\$ 60.00	\$ 60.00
2	Licencia Microsoft Office	1	\$ 17.68	\$ 17.68
			<b>Total:</b>	<b>\$ 77.68</b>

## 5.3. Recursos materiales

Se consideran recursos materiales a todos los elementos físicos utilizados para el desarrollo del proyecto de titulación, dichos recursos se detallan en la tabla detallada a continuación, con sus correspondientes valores.

**Tabla 8***Recursos materiales*

Orden	Recurso material	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario	Total
1	Estructura del triciclo de carga	1	\$ 300.00	\$ 300.00
2	Sistema eléctrico 1000W	1	\$ 600.00	\$ 600.00
3	Sistema de transmisión	1	\$ 46.00	\$46.00
4	Sistema de frenado	1	\$60.00	\$ 60.00
5	Llantas aro 263	3	\$40.00	\$ 120.00
6	Estaño	3m	\$ 0.60	\$ 1.80
7	Cables	6m	\$ 0.60	\$ 3.60
8	termo encogible	4m	\$ 0.80	\$ 3.20
9	Impresiones	200	\$ 0.15	\$ 30.00
10	Mano de obra	1	\$ 30.00	\$ 30.00
			<b>Total:</b>	\$
				1194.60

**5.4. Presupuesto**

Una vez determinados los gastos de los recursos tecnológicos y materiales que permitió la ejecución del proyecto de titulación, se realiza la tabla que a continuación refleja los valores invertidos en la misma.

**Tabla 9***Presupuesto*

<b>Orden</b>	<b>Recurso</b>	<b>Valor Total</b>
1	Recursos tecnológicos	\$ 77.68
2	Recursos materiales	\$ 1194.60
3	20 % Imprevistos	\$254.46
<b>Total:</b>		<b>\$ 1526.74</b>

**5.5. Cronograma**

En la siguiente tabla se detalla el tiempo empleado en el desarrollo del presente proyecto.

**Tabla 10***Cronograma*

**CRONOGRAMA**

**2021**

80

ORD	ACTIVIDAD	2021					LUGAR
		ABRIL	MAYO	JUNIO JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	
1	Selección y adquisición de componentes. Estructurales para el chasis						DIPAC – AMBATO.
2	Diseño y construcción del chasis del triciclo.						Quito
3	Adquisición de componentes eléctricos.						CTSBIKE S.A.S "CICLOTORRES"- Quito
4	Adquisición de componentes de transmisión y freno.						Quito
5	Implementación y colocación del sistema eléctrico en el triciclo.						Quito
6	Implementación y colocación del sistema de transmisión y freno en el triciclo.						Latacunga
7	Pruebas de funcionabilidad.						Latacunga
8	Desarrollo Marco Teórico.						Latacunga
9	Defensa del Proyecto.						Campus ESPE Centro

## Capítulo VI

### 6. Conclusiones y Recomendaciones

#### 6.1. Conclusiones

- En función de los datos de capacidad específica calculados de la batería, se seleccionó la batería de ciclo profundo de iones de litio tipo CK. Lo que ayudo a implementar el sistema de propulsión y debía ser capaz de abastecer de corriente y voltaje a un motor eléctrico capaz de generar una potencia operativa de 1000 W, alcanzando una velocidad de 50 km / h con un voltaje de 8 voltios para operar.
- Después de las pruebas en tramos de carretera de carga (baja, media y plena) el voltaje y el amperaje también cambian directamente y viceversa con una caída de voltaje máxima de 42.8 voltios al 100% de aceleración debido a que el consumo de amperaje del 25% al 100% es 23.1 A, por lo que no conviene acelerar al 100% para mantener la autonomía de la batería.
- La importancia de los triciclos de propulsión eléctrica es contra la degradación ambiental porque el uso de vehículos con motor de combustión interna es una fuente de contaminación ambiental y por lo tanto este triciclo ayuda a reducir la contaminación ambiental.
- Mediante este proyecto se entendió la importancia que tiene la movilidad eléctrica dentro la ciudad por lo que el triciclo de propulsión eléctrica contribuiría favorablemente en los transportes de carga dentro y fuera de los mercados de la ciudad además existen varios transportes de movilidad

eléctrica que prestan diferentes servicios dentro de la ciudad, por lo que el triciclo ayudaría especialmente en el sector de mercados.

- La adquisición de la batería fue muy favorable ya que encontramos la batería con las especificaciones planteadas además se concluyó que el proceso de carga y descarga de la misma será de fácil entendimiento y menos trabajoso en el mismo para el operario del triciclo además para el mantenimiento y uso adecuado del mismo no se necesitan herramientas especializadas. La descarga de la batería se manifestará en la falta de fuerza para la propulsión del triciclo y el panel notificará al chofer del triciclo y se dará cuenta fácilmente la descarga de la misma y procederá a la carga de la misma.
- La adquisición de una batería recargable será de gran ayuda para el operario del triciclo ya que la batería consta de un cargador portátil mismo que podría ser enchufado o conectado por el operario en las diferentes tomas de carga que poseen los mercados para la carga de la batería.
- Con el diseño de la caja en la estructura del remolque del triciclo para la sujeción de la batería fue favorable para la conducción del mismo además el diseño de la caja contiene un espacio para que el operario del triciclo pueda conectar fácilmente el cargador de la batería, además para cargar la batería el triciclo se podrá ubicar lo más cerca posible a la toma de corriente ya que el cargador de la batería es lo suficientemente extenso para llegar a la caja que protege a la batería y conectarla para su proceso de carga.

## 6.2. Recomendaciones

- Seleccionar la batería apropiada de acuerdo a cálculos matemáticos para que suministre la corriente y el voltaje necesario al motor según las necesidades del operario del triciclo.
- Tener precaución al manipular los cables y conectores de la batería.
- Antes de cargar la batería asegurarse que este apagada.
- Si se desea hacer alguna conexión extra o manipular cables o la batería asegurarse primeramente que la batería este apagada para evitar cortocircuitos.
- Para mejorar la autonomía del triciclo se debe implementar una batería y un motor con altas prestaciones a las ya mencionadas.
- Utilizar siempre el cargador propio de la batería para cargarla así podríamos evitar posibles daños a futuro en la batería.
- Verificar siempre que la batería este bien sujeta para evitar que se caiga durante el trayecto del triciclo.
- Tener en cuenta el tiempo de carga para la batería de lo contrario si se pasa el tiempo esta podría tener daños internos a futuro.

## Bibliografía

Anonimo. (5 de julio de 2017). ABC de los vehiculos hibridos. Recuperado el 20 de Agosto de 2021

Anonimo. (S/F). *Areatecnologia*. Recuperado el 23 de Agosto de 2021, de <https://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

Anonimo. (S/F). *jacomstephens*. Recuperado el 25 de Agosto de 2021, de <http://www.motorparabicicleta.com/p/indice.html>

Anonimo. (S/F). *motores electricos*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2021, de <http://motores.nichese.com/motor%20cc.htm>

Anonimo. (S/F). *sites.google.com*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2021, de <https://sites.google.com/site/trabajandolametalurgia/hdrometalurgia>

Anonimo. (S/F). *Tecnologiaas de la bateria*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2021, de Anonimo. (S/F). *Tecnologias de las baterias*. 05/09/2021, de <http://www2.elo.utfsm.cl/> Sitio web:  
<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>

Campaña contra la contaminacion. (junio de 2010). *residuoselectronicos.net*. Recuperado el 21 de Julio de 2021, de <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2010/12/gestion-residuos-pilas-baterias-2010.pdf>

Canales sectoriales. (113 de 12 de 2011). *interempresas.net*. Recuperado el 05 de Agosto de 2021, de

<https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/58972-Posibilidades-en-el-tratamiento-de-residuos-de-pilas-y-baterias.html>

cceea. (S/F). *cceea.mx*. Recuperado el 08 de Junio de 2021, de

<https://cceea.mx/blog/sustentabilidad/el-impacto-de-las-baterias-en-el-medio-ambiente>

Copyright energetika. (S/F). *energetika.com*. Recuperado el 15 de Julio de

2021, de <http://www.energetika.com.ar/constitucion.html>

El periodico de la energia. (24 de Febrero de 2015). *El periodico de la energia*.

Recuperado el 09 de Junio de 2021, de

<https://elperiodicodelaenergia.com/la-vieja-bateria-de-hidruro-de-niquel-metal-renace-para-competir-con-las-de-ion-litio/>

fulchis RC. (26 de Abril de 2015). *fulchis.es*. Recuperado el 18 de Julio de 2021,

de <http://fulchis.es/baterias-lipo/>

*Inecol*. (S/F). Recuperado el 01 de Agosto de 2021, de

<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/995-el-correcto-desecho-de-pilas-y-baterias-para-reciclar-y-proteger-la-salud>

*interempresas.net*. (13 de diciembre de 2011). Recuperado el 03 de Agosto de

2021, de <https://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/58972-Posibilidades-en-el-tratamiento-de-residuos-de-pilas-y-baterias.html>

JORGE, A. (N/F). *monografias.com*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2021,

de <https://www.monografias.com/trabajos89/los-autos-hibridos/los-autos-hibridos.shtml>

L.Vaccaro. (2012). *fcad.uner.edu.ar/*. Recuperado el 12 de Junio de 2021, de <https://www.fcad.uner.edu.ar/wp-content/uploads/file/proyectos%20extension/calidad%20nivel%20II/Conceptos-basicos-ISO-9001-y-14001.pdf>

Ministerio del Ambiente. (S/F). *ambiente.gob.ec*. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-191-Intructivo-para-reciclaje-para-celulares\\_final.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-191-Intructivo-para-reciclaje-para-celulares_final.pdf)

motores eletricos. (S/F). *motores.nichese.com*. Recuperado el 07 de Agosto de 2021, de <http://motores.nichese.com/>

motorparabicileta. (S/F). *motorparabicileta.com*. Recuperado el 09 de Agosto de 2021, de <http://www.motorparabicileta.com/>

*motorpasion*. (12 de marzo de 2019). Recuperado el 20 de Julio de 2021, de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>

Pauta, J. A. (S/F). *monografias.com*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2021, de <https://www.monografias.com/trabajos89/los-autos-hibridos/los-autos-hibridos.shtml>

Residuos profesionales. (28 de mayo de 2021).

<https://www.residuosprofesional.com/>. Recuperado el 14 de Junio de 2021, de <https://www.residuosprofesional.com/>

revista auto crash. (S/F). *autocrash.com*. Recuperado el 13 de Julio de 2021, de <https://www.revistaautocrash.com/abc-los-vehiculos-hibridos/>

Salvador. (22 de enero de 2020). *e-Automotive*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021, de <https://noticias-renting.aldautomotive.es/nacieron-baterias-coches-electricos/>

*sta-eletronica.com*. (s.f.). Recuperado el 23 de Julio de 2021, de <https://www.sta-eletronica.com.br/resources/artigos/fg3.jpg>

Wikipedia. (18 de Agosto de 2021). *Wikipedia*. Recuperado el 19 de Agosto de 2021, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Celda\\_electroqu%C3%ADmica](https://es.wikipedia.org/wiki/Celda_electroqu%C3%ADmica)

XATAKA. (04 de Febrero de 2010). *XATAKA.COM*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de <https://www.xataka.com/otros/mejoras-en-las-baterias-de-ion-litio-prometen-10000-recargas-y-20-anos-de-vida-util>