



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: BASTIDAS ARROYO CHRISTIAN DAVID
CABRERA DÍAZ DARWIN ENRIQUE**

**TEMA: CONVERSIÓN DE UNA MOTO DE COMBUSTIÓN INTERNA A
ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y CON CARGA DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

**DIRECTOR: ING. MENA EURO
CODIRECTOR: ING. BONILLA WILLIAM**

LATACUNGA, JULIO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Euro Mena, Ing. William Bonilla

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado denominado “CONVERSIÓN DE UNA MOTO DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y CON CARGA DE ENERGÍA ELÉCTRICA” realizado por CHRISTIAN DAVID BASTIDAS ARROYO y DARWIN ENRIQUE CABRERA DÍAZ, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a los resultados obtenidos en el presente proyecto sí recomendamos la publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a CHRISTIAN DAVID BASTIDAS ARROYO y DARWIN ENRIQUE CABRERA DÍAZ que lo confieran al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Julio del 2014

Ing. Euro Mena
DIRECTOR

Ing. William Bonilla
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CHRISTIAN DAVID BASTIDAS ARROYO
DARWIN ENRIQUE CABRERA DIAZ

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “CONVERSIÓN DE UNA MOTO DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y CON CARGA DE ENERGÍA ELÉCTRICA” ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Julio del 2014

Christian Bastidas A.
CC. 171897369-4

Enrique Cabrera D.
CC. 171935505-7

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Christian David Bastidas Arroyo y Darwin Enrique Cabrera Diaz

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “CONVERSIÓN DE UNA MOTO DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICA CON ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y CON CARGA DE ENERGÍA ELÉCTRICA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Julio del 2014

Christian Bastidas A.

CC. 171897369-4

Enrique Cabrera D.

CC. 171935505-7

DEDICATORIA

Al culminar este proyecto de tesis, quiero dedicar primero a Dios por haberme dado la fortaleza, confianza y apoyo necesario para llegar hasta este punto de mi vida, llenándome de bendiciones en el camino.

A mis padres, en especial a mi madre a quien admiro por su forma de enfrentar la vida y sacarme adelante sin importar los obstáculos convirtiéndote en un pilar fundamental en mi vida, me enseñaste que no hay límites, que si uno se lo propone lo puede cumplir, este logro es gracias a ti mami, Te amo.

A mis abuelos Oswaldo y Maru quienes son mis segundos padres, me inculcaron sus valores los cuales les agradezco porque me hicieron ser la persona que soy ahora.

A mi hermano Gabriel quien es mi ejemplo de responsabilidad y un jefe de hogar, de que la más mínima oportunidad que se presente hay que tomarle sin importar.

A mi familia en general, quienes siempre me apoyaron con sus palabras y actos para darme la seguridad necesaria para llegar a esta etapa de mi vida.

Christian David Bastidas Arroyo

DEDICATORIA

A mis padres por ser esa bendición que Dios regalo a mi vida para que sean el mayor ejemplo de perseverancia, esfuerzo y constancia, quienes durante toda mi carrera me han apoyado a pesar de todo ,hoy no puedo más que decirles este logro es para ustedes mis viejitos.

A mi hijo Didier por ser ese regalo divino de vida, ternura y amor capaz de despertar los sentimientos más hermosos con su existir para convertirse en uno de los pilares más importantes de mi vida.

A mi abuelita María por ser quien con su infinito amor y alegría brinda a mi vida esa ganas de cumplir mis metas y sueños.

A mi abuelito Alipio por ser quien con sus palabras encamino mi vida de una manera única a pesar de que hoy las mismas sean recuerdos gratos de un maravilloso ser.

Darwin Enrique Cabrera Díaz

AGRADECIMIENTO

A mi familia y en especial a mi madre porque nunca podre agradecerle todo lo que ha hecho por mí, pero este es una pequeña forma de hacerlo ya que sin ella nunca podría llegar a donde me encuentro ni ser la persona que soy.

A los Ing. Euro Mena e Ing. William Bonilla, quienes me brindaron sus conocimientos, confianza y paciencia para poder culminar este proyecto.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE porque fue testigo de mis logros y decepciones en donde conocí a mis compañeros y profesores los cuales me enseñaron la amistad y me brindaron sus conocimientos para ser un líder.

Christian David Bastidas Arroyo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen por sus bendiciones y darme la fortaleza para siempre seguir siempre adelante sin importar las circunstancias.

A mis padres Nelson y Nelly por ser quienes con su trabajo arduo, paciencia infinita y pensamiento triunfador supieron sembrar con amor esa semilla que ha de germinar en dicha y felicidad. Mi hermana Ximena ejemplo de fortaleza y perseverancia quien supo brindarme su apoyo incondicional en cada una de mis metas.

A Susana mi compañera de vida por haberme brindado ese amor y apoyo incondicional en varias etapas de mi carrera y haber estado en los momentos difíciles dándome todo el cariño necesario para recobrar fuerzas y continuar con mis ideales.

A mis profesores especialmente al Ing. Euro Mena e Ing. William Bonilla, por habernos brindado sus conocimientos y ayudarnos para culminar nuestra carrera.

A todas las personas que sin importar sean amigos o familiares creyeron en mí y supieron brindarme su apoyo y también a las que no porque gracias a ellos hoy puedo decir soy lo que soy.

Darwin Enrique Cabrera Díaz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
PORTADA	i
CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
ÍNDICE DE CUADROS	xxi
RESUMEN	xxii
SUMMARY	xxiii
CAPÍTULO 1	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Justificación e importancia	2
1.1.3. Objetivo general	2
1.1.4. Objetivos específicos	3
1.1.5. Metas del proyecto	3
CAPÍTULO 2	4
2. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES A IMPLEMENTAR EN EL SCOOTER ELÉCTRICO	4
2.1. MOVILIDAD EN MOTOCICLETA EN ECUADOR	4
2.2. SCOOTER EN ECUADOR	8
2.2.1. Motor Uno Joy 150	8
2.2.2. Loncin LK 150T	9
2.3. SCOOTER ELÉCTRICOS EN EL MUNDO	12

2.3.1.	Honda Ev-Neo	12
2.3.2.	Peugeot E-Vivacity	15
2.3.3.	Yamaha Ec-03	16
2.3.4.	Bmw C Evolution.....	19
2.3.5.	Smart scooter concept	20
2.4.	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	21
2.5.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.6.	CHASIS DEL SCOOTER	25
2.7.	MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA	26
2.7.1.	Tipos de motores eléctricos dc	26
2.7.2.	Motor eléctrico pm.....	27
a.	Ventajas de motores brushless (pm).....	28
2.8.	CONTROLADORES DE MOTORES ELÉCTRICOS.....	29
2.8.1.	Controlador multiswitching	29
2.8.2.	Controlador de estado sólido	30
2.9.	ACELERADOR DE MOTORES ELÉCTRICOS	31
2.10.	BATERÍAS PARA MOTORES ELÉCTRICOS.....	32
2.10.1.	Baterías de gel.....	32
2.10.2.	Baterías agm.....	33
2.11.	PANELES SOLARES PARA ALIMENTACIÓN	33
2.12.	REGULADOR DE CARGA DIGITAL.....	35
	CAPÍTULO 3.....	37
3.	SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL SCOOTER	37
3.1.	CÁLCULO DE LA POTENCIA TORQUE NECESARIO PARA LA ELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.....	37
3.1.1.	Cálculo para el torque necesario	38
3.1.2.	Cálculo de la potencia requerida.....	39
3.1.3.	Cálculo de la velocidad angular	39
3.2.	MOTOR ELÉCTRICO	42

3.3.	CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA TEÓRICA	43
3.4.	SISTEMA DE CARGA DE LAS BATERÍAS DEL MOTOR	45
3.4.1.	Componentes del sistema de carga.....	45
a.	Baterías.....	45
b.	Cargador	46
3.4.2.	Elementos de seguridad del sistema de carga	47
3.4.3.	Circuito del sistema de carga.....	47
3.5.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESORIOS	48
3.5.1.	Componentes del sistema de alimentación.....	48
a.	Batería	48
b.	Regulador de carga.....	49
c.	Panel solar	52
3.5.2.	Elementos de seguridad del sistema de carga	53
3.5.3.	Circuito del sistema de alimentación.....	54
3.6.	CONTROLADOR	55
3.6.1.	Conexiones del controlador	56
3.7.	CONVERTIDOR DE VOLTAJE.....	57
3.7.1.	Conexiones del convertidor de voltaje	58
3.8.	SISTEMA DE ACCESORIOS	58
3.9.	DISEÑO MECÁNICO DEL CHASIS.....	61
3.9.1.	Criterios de diseño de la placa soporte del motor	61
3.9.2.	Aplicación de las cargas	62
3.9.3.	Análisis de la estructura	63
3.9.4.	Factor de Seguridad.....	65
3.10.	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	66
3.10.1.	Implementación de las baterías del sistema de carga	69
3.10.2.	Implementación del motor.....	72
3.10.3.	Implementación del controlador y convertidor.....	73
3.10.4.	Implementación del sistema de alimentación.....	75
3.10.5.	Implementación del sistema de accesorios.....	77

3.11.	PROTOTIPO DEL SCOOTER	78
3.12.	MONTAJE DEL CARENADO DEL SCOOTER	78
CAPÍTULO 4.....		81
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS ALCANZADOS	81
4.1.	VELOCIDAD MAX. DISTANCIA TOTAL RECORRIDA.....	81
4.2.	ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SCOOTER 100CC	84
4.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO	87
4.4.	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	99
CAPÍTULO 5.....		101
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1.	CONCLUSIONES	101
5.2.	RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA		103
NETGRAFÍA		103
ANEXOS		109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Matriculación de motos en el mes de Abril en Ecuador	5
Figura 2.2 Matriculación de motos por ciudad en el mes de Abril.....	5
Figura 2.3 Unidades vendidas por segmento	6
Figura 2.4 Scooter Joy 150.....	9
Figura 2.5 Scooter Loncin 150T-7.....	10
Figura 2.6 Scooter Pegasso 150-SC2	10
Figura 2.7 Scooter Qijan Honor 125	11
Figura 2.8 Scooter Bultaco Falcon 150.....	11
Figura 2.9 Honda EV-NEO	13
Figura 2.10 Recorrido del sistema EV	14
Figura 2.11 Indicadores Honda EV-NEO.....	14
Figura 2.12 Indicadores Peugeot e-Vivacity	15
Figura 2.13 Estación de carga Peugeot e-Vivacity	15
Figura 2.14 Vista Frontal Peugeot e-Vivacity.....	16
Figura 2.15 Estructura Yamaha EC-03.....	16
Figura 2.16 Llanta posterior Yamaha EC-03.....	17
Figura 2.17 Pantalla LCD Yamaha EC-03	17

Figura 2.18 Cable del cargador Yamaha EC-03	18
Figura 2.19 Yamaha EC- 03	18
Figura 2.20 BMW C Evolution.....	19
Figura 2.21 Pruebas de pista BMW C Evolution.....	19
Figura 2.22 Scooter Smart Concept.....	20
Figura 2.23 Panel solar Scooter Smart Concept.....	21
Figura 2.24 Venta de motocicletas en Ecuador	21
Figura 2.25 Contaminantes en la ciudad de Quito	22
Figura 2.26 Pared ennegrecida por efecto de la contaminación en Quito	23
Figura 2.27 Bicicleta eléctrica	24
Figura 2.28 Esquema del scooter eléctrico	25
Figura 2.29 Chasis de un scooter	25
Figura 2.30 Recorrido del sistema EV	26
Figura 2.31 Despiece de motor brushless de bicicleta eléctrica	28
Figura 2.32 Motor 36v350w en llanta rígida 16"	28
Figura 2.33 Sistema multiswitching.....	30
Figura 2.34 Controlador de estado sólido 48V 4000W 90A	31
Figura 2.35 Acelerador para motor eléctrico	31
Figura 2.36 Batería de gel 12V 40AH	32

Figura 2.37 Batería de gel 12V 150A/H 10H.....	33
Figura 2.38 Panel solar policristalino de 3W12V.....	34
Figura 2.39 Controlador Mino V2.....	35
Figura 3.1 Motor eléctrico Brushless de 500W.	42
Figura 3.2 Batería de ácido de plomo en gel de 12V/18Ah.....	45
Figura 3.3 Conexión de baterías en serie.	46
Figura 3.4 Cargador Talent 110V.....	46
Figura 3.5 Socket del cargador.....	47
Figura 3.6 Breaker.	47
Figura 3.7 Sistema de carga-Liveware.	48
Figura 3.8 Batería de ácido de plomo en gel de 12V/7Ah.....	49
Figura 3.9 Regulador de carga mino V2.	49
Figura 3.10 Conexión electrónica del regulador de carga.....	50
Figura 3.11 Panel solar de 25W / 12V	52
Figura 3.12 Fusible de 4.0 A para el sistema de carga.....	54
Figura 3.13 Diagrama del sistema de alimentación-Liveware.....	54
Figura 3.14 Controlador.	55
Figura 3.15 Conversor de voltaje.....	57
Figura 3.16 Sistema de accesorios-Liveware.	59

Figura 3.17 Alimentación del sistema de accesorios-Liveware.....	60
Figura 3.18 Diseño geométrico del chasis-Ansys	61
Figura 3.19 Aplicación de cargas en el chasis	62
Figura 3.20 Deformación del chasis.....	63
Figura 3.21 Deformación elástica equivalente	64
Figura 3.22 Equivalente de Von Mises	64
Figura 3.23 Factor de seguridad.....	65
Figura 3.24 Condiciones iniciales del scooter HDM50E-1 100cc.....	66
Figura 3.25 Preparación del chasis del scooter.	68
Figura 3.26 Disposición de los elementos	69
Figura 3.27 Porta-batería para tres baterías.....	69
Figura 3.28 Porta-batería para una batería.....	70
Figura 3.29 Disposición de porta-baterías.	70
Figura 3.30 Conexión de las baterías.	71
Figura 3.31 Corte para socket del cargador.....	71
Figura 3.32 Ubicación del breaker.	72
Figura 3.33 Implementación del motor.....	73
Figura 3.34 Base para colocación del controlador y convertidor.....	73
Figura 3.35 Disposición del controlador y convertidor	74

Figura 3.36 Controlador y convertidor instalados.....	74
Figura 3.37 Baúl para motos.....	75
Figura 3.38 Base para el panel solar.	75
Figura 3.39 Disposición del panel solar en el baúl.....	76
Figura 3.40 Disposición del regulador y el relé	76
Figura 3.41 Disposición de la batería.....	77
Figura 3.42 Implementación del sistema de accesorios.	77
Figura 3.43 Prototipo del scooter.....	78
Figura 3.44 Parte frontal del carenado.....	79
Figura 3.45 Parte posterior del carenado.....	79
Figura 3.46 Parrilla para baúl.....	80
Figura 4.6 Temperatura en Latacunga.....	81
Figura 4.7 Ubicación de la Universidad de las Fuerzas Armadas.....	82
Figura 4.8 Parqueadero de la Universidad de las Fuerzas Armadas.....	82
Figura 4.9 Pruebas de velocidad a 15km/h y distancia máxima.	83
Figura 4.10 Velocidad marcada durante la prueba	83
Figura 4.11 Pruebas de velocidad máxima.....	84
Figura 4.12 Distancia marcada durante la prueba.	84
Figura 4.1 Consumo energético mensual del scooter	92

Figura 4.2 Comparación de gastos de operación y mantenimiento.	98
Figura 4.3 Porcentaje de ahorro.	98
Figura 4.4 Comparación de consumos	99
Figura 4.5 Componentes que se analizan en el aire de Quito	100

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 Unidades vendidas por segmento.....	6
Tabla 2.2 Unidades vendidas por ciudad.....	7
Tabla 2.3 Venta de scooter por marca.....	7
Tabla 3.1 Peso estipulado del scooter.....	38
Tabla 3.2 Características técnicas motores brushless.....	41
Tabla 3.3 Características técnicas del motor de 500W.....	42
Tabla 3.4 Características eléctricas del regulador de carga.....	50
Tabla 3.5 Parámetros de trabajo del panel solar de 25W /12V.....	53
Tabla 3.6 Características técnicas del controlador.....	55
Tabla 3.7 Aplicación de cargas en el chasis.....	62
Tabla 3.8 Especificaciones técnicas del scooter HDM50E-1.....	67
Tabla 4.1 Condiciones iniciales para el análisis scooter 100cc.....	85
Tabla 4.2 Costos de mantenimiento preventivo scooter 100cc.....	85
Tabla 4.3 Costos de mantenimiento correctivo scooter 100cc.....	85
Tabla 4.4 Costo anual de mantenimiento preventivo scooter 100cc.....	86
Tabla 4.5 Costo anual de mantenimiento correctivo scooter 100cc.....	86
Tabla 4.6 Costos de operación scooter 100cc.....	87

Tabla 4.7 Costo total de operación y mantenimiento scooter 100cc.....	87
Tabla 4.8 Desglose de los materiales directos para la conversión	88
Tabla 4.9 Costo de implementación.....	89
Tabla 4.10 Costo Logística y Transporte	89
Tabla 4.11 Costo Total de la investigación.	90
Tabla 4.12 Costos de consumo eléctrico	92
Tabla 4.13 Costo de mantenimiento preventivo scooter eléctrico.....	93
Tabla 4.14 Costos de mantenimiento anual de un scooter eléctrico.....	93
Tabla 4.15 Costos de operación y mantenimiento scooter eléctrico	94
Tabla 4.16 Variación inflación anual	95
Tabla 4.17 Tasa pasiva.....	95
Tabla 4.18 Beneficios económicos totales (USD), al recorrer 45 km diarios	95
Tabla 4.19 Comparación de resultados obtenidos.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1 Estado de indicadores LED.....	51
Cuadro 3.2 Conexiones del controlador.....	56
Cuadro 3.3 Conexiones del convertidor de voltaje.....	58

RESUMEN

La contaminación vehicular se ha convertido en un tema de alto interés en nuestro país, la búsqueda de nuevas formas de movilidad han hecho de las motocicletas un segmento con mayor auge de ventas en el Ecuador dentro de las últimas décadas, y a su vez el problema de contaminación crece a la par. Es por eso que la existencia de scooter eléctricas conlleva ventajas como cero contaminación ambiental, cero ruidos y bajos costos de mantenimiento, buscando crear una alternativa importante para el mercado; esta alternativa además nos brinda una solución para todos esos scooter abandonados y desechados sin importar el motivo y su condición, convirtiéndolos a su vez en una forma de reutilización de los mismos. Con los antecedentes ya mencionados, se procederá con la selección de un scooter, en el cual se realizará las modificaciones necesarias para convertirlo de combustión interna a eléctrico, y que además cuente con un sistema de alimentación por energía solar para mejorar su autonomía. Se buscará que el mismo, cuente con las características necesarias para cumplir de manera eficiente y efectiva su trabajo; demostrando con ello que este tipo de automotores, pueden ser incluidos en el mercado como una nueva alternativa de movilidad más eficiente y con cero emisiones al medio ambiente, para las principales ciudades de nuestro país, las cuales en tema de tráfico vehicular cuentan con elevados índices de congestión.

Palabras Clave: Ingeniería Automotriz, Vehículos monoplaza ecológicos, Motocicletas eléctricas.

SUMMARY

The vehicular pollution has become a topic of high interest in our country, the search for new forms of mobility have a segment of motorcycles more sales boom in Ecuador in recent decades, and in turn the problem grows with pollution. That is why the existence of electric scooter has advantages as zero pollution, zero noise and low maintenance costs, seeking to create an important alternative to the market; This alternative also provides us with a solution for all those abandoned and discarded regardless of motive scooter and condition, making your time in a way to reuse them. With the aforementioned background, we will proceed with the selection of a scooter, in which the changes necessary to convert internal combustion to electric will be held, and also has a system of solar power to improve their autonomy. They look the same, have the necessary to meet efficiently and effectively his job characteristics; demonstrating that this type of motor can be included in the market as a new alternative and more efficient mobility with zero emissions into the environment, to the major cities of our country, which the subject of vehicular traffic have higher rates congestion.

Keywords: Automotive Engineering Vehicle ecological car, Electric Motorcycles.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La contaminación causada en el ambiente por el consumo de petróleo como fuente de energía en motores de combustión interna y, el agotamiento de los hidrocarburos debido a la creciente demanda en la industria, ha provocado un interés en buscar nuevas alternativas como fuentes de energía. En este contexto, la energía eléctrica y solar constituye una importante alternativa. La ventaja de usar la energía eléctrica y solar, como fuente de energía alternativa, es que genera cero emisiones contaminantes.

Sumado a esto, la adquisición de motocicletas en el país ha crecido en los últimos años y la existencia de diferentes tipos de marcas, en su mayoría de procedencia china que son de fácil adquisición, ocasiona que muchos prefieran adquirir una nueva, a repararla debido a varios factores. La cantidad de motocicletas en desuso, crece a la par de la compra de unidades nuevas.

En base a esta problemática, es necesario proporcionar una alternativa para reducir la contaminación producida por este tipo de automotores y, también dar una nueva oportunidad de uso a motocicletas del segmento scooter desechados sin importar su modelo, marca o procedencia.

Adicional de ello, se buscará proveer una solución eficiente y que cuente con cero emisiones al medio ambiente.

1.1.1. Planteamiento del problema

La Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, forma profesionales líderes y con las competencias necesarias para realizar consideraciones técnicas e implementar sistemas a vehículos, posibilitando la optimización de recursos y disminución

del impacto ambiental que conllevan en la sociedad. Por lo cual, se pretende utilizar un motor eléctrico como impulsor, en lugar de un motor de combustión interna y, que cuente con una alimentación de energía solar.

La presente investigación se la direccionará hacia la aplicación de motores eléctricos en lugar de los motores de combustión interna, para impulsar una motocicleta tipo scooter considerando la viabilidad, factibilidad y seguridad técnica, garantizando a su vez las mínimas condiciones para el uso y aplicación en la industria automotriz.

La necesidad de la sociedad de proteger el medio ambiente, nos ha obligado a impulsar el desarrollo y ejecución de este tipo de proyectos, vinculados con la energía alternativa.

1.1.2. Justificación e importancia

Actualmente, existen millones de motocicletas a gasolina circulando por el mundo, y cada una de ellas es una fuente de contaminación y consumo. En ciudades grandes, la contaminación de este tipo de automotores representa altos índices de gases nocivos para la salud y el medio ambiente.

El presente proyecto pretende impulsar la investigación de sistemas energéticos alternativos, aplicados en procesos industriales, en nuestro caso en la industria automotriz, contribuyendo de tal manera al desarrollo de tecnologías amigables con el ambiente, ya que este tipo de energía genera cero gases contaminantes.

1.1.3. Objetivo general

Convertir un scooter con motor de combustión interna de dos tiempos, en un scooter con motor eléctrico de alimentación de energía solar y con carga de energía eléctrica.

1.1.4. Objetivos específicos

- ✓ Reemplazar el motor de combustión interna, por un motor eléctrico en el scooter.
- ✓ Adaptar un sistema de alimentación de energía solar, para alimentar a los accesorios del scooter.
- ✓ Implementar un sistema eléctrico de 110 V, para la carga del acumulador de energía del scooter.
- ✓ Realizar las pruebas de consumo de vatios y autonomía de la motocicleta tipo scooter.

1.1.5. Metas del proyecto

- ✓ Se desmontó el motor de combustión interna y, se instaló el motor eléctrico en el primer mes de ejecución del proyecto.
- ✓ Se diseñó, construyó e implementó el sistema de carga de 110 V, para el acumulador de energía del scooter en el segundo mes de ejecución del proyecto.
- ✓ Se implementó paneles solares para la alimentación de los accesorios en el scooter y, con ello, se mejoró la autonomía del vehículo en el tercer mes de ejecución del proyecto.
- ✓ Se realizó las pruebas de velocidad, autonomía y tiempo de recarga del scooter eléctrica; con ello se obtuvo los costos de operación y, se evaluó los resultados alcanzados en el cuarto mes del proyecto.

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES A IMPLEMENTAR EN EL SCOOTER ELÉCTRICO

En este capítulo desarrollaremos el análisis de la movilidad en el Ecuador así como el de algunas scooter eléctricas existentes en el mundo; además se planteará los criterios de selección de los materiales necesarios para convertir una scooter de combustión interna en eléctrica. Cada componente será analizado utilizando justificaciones técnicas para posteriormente en el capítulo 3 ir seleccionando cada uno a través de cálculos para su implementación en el proceso de construcción del scooter eléctrico.

Vamos a dividir los criterios de selección de materiales en tres secciones que serán el chasis, motor eléctrico y alimentación del scooter eléctrico en base al análisis de los componentes.

2.1. MOVILIDAD EN MOTOCICLETA EN ECUADOR

En nuestro país, desde años atrás mucha gente se ha dado cuenta que la motocicleta es una gran alternativa de transporte personal, todo ello debido a la gran congestión vehicular en las principales ciudades del país.

Como resultado de todo lo antes mencionado, la venta de motocicletas en el Ecuador creció un 4,93% en 2012, con 116.633 motos vendidas, con lo cual se diría que se contaba con un crecimiento moderado en ese año. (El Telégrafo, 2013)

Para esta afirmación, tenemos datos estadísticos obtenidos por la empresa MarketWatch, de las motocicletas matriculadas en el mes de abril entre el 2007 y el 2012.

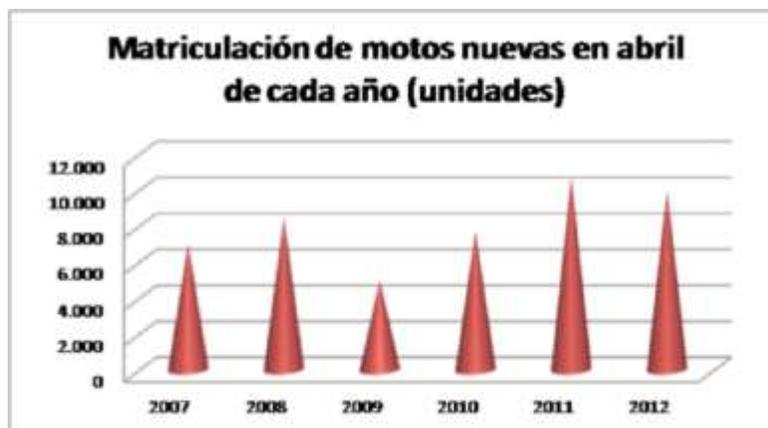


Figura 2.1 Matriculación de motos en el mes de Abril en Ecuador

Fuente: (MarketWatch, 2012)

También la mencionada empresa mostró como se dividía la matriculación por ciudades, dando como resultado que el 70% de las mismas se concentraban en 15 ciudades. (MarketWatch, 2012)

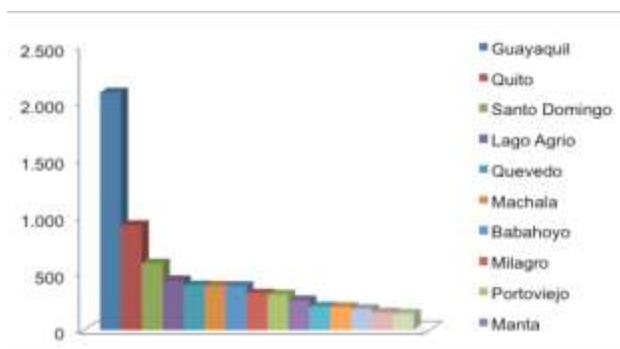


Figura 2.2 Matriculación de motos por ciudad en el mes de Abril

Fuente: (MarketWatch, 2012)

En Ecuador se vende un promedio de 100 mil motocicletas al año, con lo cual para el año 2013, se tuvo las siguientes cifras de ventas (El Telégrafo, 2014):

Tabla 2.1 Unidades vendidas por segmento

SEGMENTO	2013	%
UTILITARIA	66181	69,12
DOBLE PROPÓSITO	19025	19,9
SCOOTER	7008	7,3
TRICIMOTO	1048	1,1
ENDURO	415	0,4
CUADRON	1167	1,2
CUSTOM	419	0,4
DEPORTIVA	222	0,2
CROSS	145	0,2
MINIMOTO	96	0,1
OTROS	23	0,02
TOTAL	95749	100%

Fuente: (AEADE, 2013)

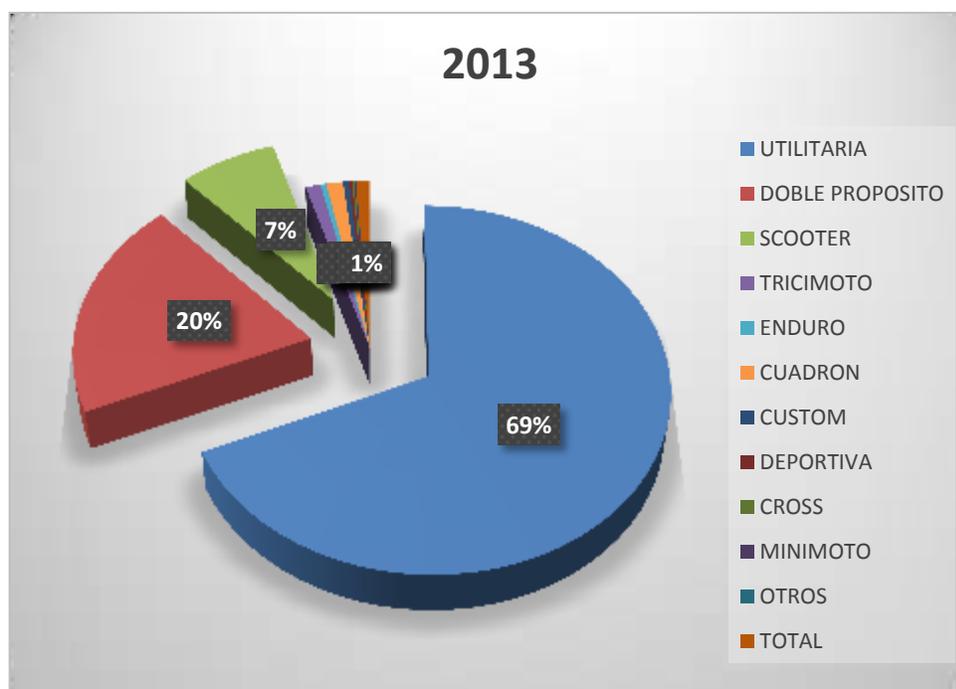


Figura 2.3 Unidades vendidas por segmento

Fuente: (AEADE, 2013)

Tabla 2.2 Unidades vendidas por ciudad

PROVINCIA	2013	%
GUAYAS	27657	28,88
PICHINCHA	11626	12,14
LOS RÍOS	9366	9,78
MANABÍ	8421	8,79
EL ORO	6394	6,68
STO. DOMINGO	5331	5,57
SUCUMBÍOS	4398	4,59
ESMERALDAS	3436	3,59
OTRAS	19120	19,97
TOTAL	95749	100%

Fuente: (AEADE, 2013)

Como se puede observar, tenemos un 80% de las ventas concentrado en 8 ciudades del país, lo cual no indica el crecimiento mesurado del segmento.

Para nuestro caso, se eligió una motocicleta del segmento scooter, el cual en nuestro país según cifras de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador para el 2013, cuenta con la siguiente participación por marcas:

Tabla 2.3 Venta de scooter por marca

MARCAS	2013	%
MOTOR UNO	1162	16,58
LONCIN	1800	25,7
TEKNO	419	6,0
SHINERAY	580	8,3
QMC	533	7,6
YAMAHA	106	1,5
SUZUKI	385	5,5
FORMOSA	279	4,0
OTRAS MARCAS	1744	24,9
TOTAL	7008	100%

Fuente: (AEADE, 2013)

2.2. SCOOTER EN ECUADOR

Como podemos observar en la tabla 2.3 existe un buen porcentaje de scooter de otras marcas, por lo general de procedencia china, que son fáciles de adquirir en nuestro mercado, pero que con el tiempo caen en desuso al no contar con suficiente stock de repuestos, debido a que quienes las venden en su gran mayoría, solo traen las piezas de cierta cantidad de motocicletas de alguna serie, las ensamblan y las venden, lo cual no garantiza que después del periodo de uso, que para una moto es de 4 años, se pueda encontrar un repuesto para la misma; ya que si determinado modelo no tuvo éxito en el mercado, simplemente se escoge otro, todo esto, desemboca en que al contar con ciertos desperfectos que ya no se pueden solucionar, estas son desechadas y se adquiere una nueva, debido a los bajos costos de las mismas que se ha convertido en una tendencia en nuestro país. (El Comercio, 2011)

2.2.1. Motor Uno Joy 150

MOTOR1 es una marca que en sus inicios, para el año 2005, ofrecía servicios de transporte a las Fuerzas Armadas del Ecuador , para el año 2008 se asocia con el grupo empresarial Pintulac y crea la compañía UNNOMOTORS, la cual crea su propia planta de ensamblaje en Quito

Para el 2009, el grupo UNNOMOTORS hace una alianza estratégica con Importadora Tomebamba, para crear una red de distribución más grande dentro del mercado.

Entre sus modelos se encuentra el scooter Joy 150 con un precio de \$ 1500 que cuenta con las siguientes características (UNNOMOTORS, 2009):

- Tipo de Motor: 4 Tiempos. 1 cilindro refrigerado por aire
- Cilindrada:150 cc
- Alto: 1200 mm Largo: 1970 mm Ancho: 670 mm
- Peso sin fluidos: 115 kg

- Peso con fluidos: 125 kg
- Capacidad del Tanque: 1.5 gal



Figura 2.4 Scooter Joy 150

Fuente: (UNNOMOTORS, 2009)

2.2.2. Loncin LK 150T

La empresa encargada de la importación y distribución de esta marca en el Ecuador es PROINTER Productos Internacionales S.A., fundada en mayo del 2007, la cual cuenta con su propia planta de ensamblaje en la ciudad de Ibarra.

Entre sus productos se encuentra la Loncin LX 150T-7, que se vende a un precio de aproximado de \$ 1800, la misma que cuenta con las siguientes características:

- Tipo de motor: Un cilindro, 4 tiempos, refrigerado por aire
- Cilindrada: 149.6 cc
- Tamaño total: (LxWxH) (1970mm x 700mm x 1120mm)
- Peso neto: 110 kg
- Capacidad de combustible en tanque: 6 L



Figura 2.5 Scooter Loncin 150T-7

Fuente: (PROINTER PRODUCTOS INTERNACIONALES S.A, 2014)

Adicionalmente dentro del segmento scooter referidos como otras marcas hemos encontrado de venta en el Ecuador los siguientes:

- Pegasso 150-SC2



Figura 2.6 Scooter Pegasso 150-SC2

Fuente: Autores

- Qijan Honor 125



Figura 2.7 Scooter Qijan Honor 125

Fuente: Autores

- Bultaco Falcon 150



Figura 2.8 Scooter Bultaco Falcon 150

Fuente: Autores

Además de las marcas ya mencionadas, encontramos algunas como:

- Matrix UM
- Qingji
- Oromoto
- Jianshe

La mayoría de estas marcas son de origen chino y, se las encuentra en algunos almacenes de nuestro país.

2.3. SCOOTER ELÉCTRICOS EN EL MUNDO

Las motos eléctricas están ganando cada día mayor cuota de mercado mundial, ya que cuentan con muchas ventajas respecto a las convencionales, sobre todo si hacemos un uso exclusivamente urbano dentro del segmento scooter. Una moto eléctrica permite desplazamientos silenciosos y no contaminantes.

Ahora dentro de este segmento en la actualidad, contamos con marcas reconocidas que cuentan con modelos de este tipo, es así que tenemos:

2.3.1. Honda Ev-Neo

En 1997 se lanzó al mercado el EV Plus, el primer vehículo totalmente eléctrico de Honda.

La comercialización del EV-neo comenzó en Japón en Abril de 2011, con unas expectativas de ventas por parte de Honda, de aproximadamente 1000 unidades en el primer año. El precio base, es de aproximadamente 4000 € (\$ 5440), para el mercado europeo (Honda Motor, 2011).



Figura 2.9 Honda EV-NEO

Fuente: (Honda Motor, 2011)

Este scooter cuenta con el sistema EV, de forma que el EV-neo se comporta básicamente como una moto con motor de gasolina, el cual funciona de la siguiente manera:

- El conductor acciona el acelerador y un APS (Sensor de Posición del Acelerador), convierte los grados de giro del puño en una señal eléctrica.
- La PDU (Unidad de Transmisión de Potencia) calcula el nivel óptimo de potencia del motor, basándose en la señal del APS y la información de la BMU (Unidad de Control de la Batería).
- Después, para producir el nivel óptimo de potencia, la PDU envía la cantidad apropiada de electricidad desde la batería al motor.

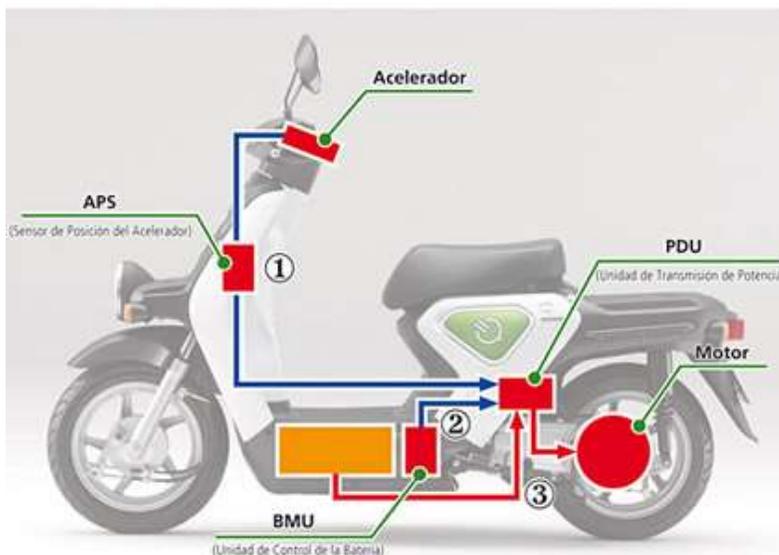


Figura 2.10 Recorrido del sistema EV

Fuente: (Honda Motor, 2011)

Además cuenta con una batería (72V x 12,6 Ah-1HR), según cálculos de Honda en pruebas de uso normal. Esta capacidad, permite una autonomía de 34 km a 30 km/h en superficie nivelada.



Figura 2.11 Indicadores Honda EV-NEO

Fuente: (Honda Motor, 2011)

2.3.2. Peugeot E-Vivacity

Este modelo forma parte de la nueva generación de scooters eléctricos, con cero emisiones y un nivel de ruidos bajos, con ello aporta a la movilidad urbana. (Motor Pasion Moto, 2011).



Figura 2.12 Indicadores Peugeot e-Vivacity

Fuente: (AutoScout24, 2012)

Este modelo brinda 60 kilómetros de autonomía, a una velocidad de 50 Km/h y su precio base para el mercado europeo es de 4200 € (\$ 5712). (AutoScout24, 2012)



Figura 2.13 Estación de carga Peugeot e-Vivacity

Fuente: (AutoScout24, 2012)

Según sus especificaciones, podemos compararla con cualquier modelo de 50cc con motor de combustión interna y, algo que hay que destacar, es que cuenta con dos baterías de Litio-Ion de 1 kW/h. (AutoScout24, 2012)



Figura 2.14 Vista Frontal Peugeot e-Vivacity

Fuente: (Motor Pasion Moto, 2011)

2.3.3. Yamaha Ec-03

La Yamaha EC-03 es 100% eléctrica cuenta con un motor AC asíncrono de 0,58 kW y, representa un concepto totalmente innovador de medio de transporte para ir a trabajar, ya que su batería de 50 V se carga a través de un enchufe convencional, en un periodo de 7 horas, con un precio base para el mercado europeo de 2599 € (\$ 3534,64) (Yamaha Motor España Marketing, 2011).



Figura 2.15 Estructura Yamaha EC-03

Fuente: (Arpem Networks, 2010)

Los factores que ofrece desde su salida al mercado son:

- Comodidad
- Sencillo diseño



Figura 2.16 Llanta posterior Yamaha EC-03

Fuente: (Yamaha Motor España Marketing, 2011)

- Pantalla LCD
- Sencilla de conducir



Figura 2.17 Pantalla LCD Yamaha EC-03

Fuente: (Yamaha Motor España Marketing, 2011)

- Carga mediante un enchufe convencional



Figura 2.18 Cable del cargador Yamaha EC-03

Fuente: (Yamaha Motor España Marketing, 2011)

- Estrecha y ligera
- Doble modo de conducción (Standard, Power)
- Bajo impacto medioambiental
- Sumamente silencioso



Figura 2.19 Yamaha EC- 03

Fuente: (Yamaha Motor España Marketing, 2011)

2.3.4. Bmw C Evolution

Este scooter cuenta con un motor de 11 kW lo que nos indica que cuenta con potencia máxima de 48 CV y 72 Nm de par teórico. Se tiene datos entre los cuales se registra que su aceleración de 0 a 100 km/h es en 6,2 segundos (BMW Motorrad, 2014).



Figura 2.20 BMW C Evolution

Fuente: (BMW Motorrad, 2014)

También cuenta con una batería de litio de 8 kW/h, la cual cuenta con 3 módulos doce celdas por módulo de 60 Ah, otorgándole una autonomía de unos 100 km recargándose en 3 o 4 horas (BMW Motorrad, 2014).



Figura 2.21 Pruebas de pista BMW C Evolution

Fuente: (BMW Motorrad, 2014)

Además salió a la venta en mayo del 2014, y su precio de venta al mercado europeo es de 15200 € (\$ 20802,53). (Queautocompro, 2014)

2.3.5. Smart scooter concept

El Smart scooter cuenta con un motor eléctrico de 4kW, ubicado en la rueda trasera con lo cual no existe pérdida de potencia alguna. Tiene una batería de ion litio de 48 V. Gracias a su capacidad de 80 Ah, la autonomía del Smart scooter es de 100 km y, el tiempo de recarga completa en enchufe convencional es de máximo cinco horas.

La velocidad máxima que alcanza es de 45 km/h; durante la frenada el motor actúa como generador, permitiendo convertir la energía de la frenada en electricidad que se almacena en la batería de ión-litio. (Arpem Networks, 2010).



Figura 2.22 Scooter Smart Concept

Fuente: (Clavero, 2012)

Además para recargar su batería, también cuenta en la parte frontal con pequeños paneles solares, que permiten reforzar la recarga con el scooter circulando. (Arpem Networks, 2010)



Figura 2.23 Panel solar Scooter Smart Concept

Fuente: (Arpem Networks, 2010)

2.4. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El mercado de la venta de motocicletas, en los últimos años ha tenido un crecimiento notable en el Ecuador y, en el segmento del scooter podemos considerarlo como una excelente alternativa de movilidad en nuestro país.

Desde aproximadamente 6 años, este sector ha crecido gracias a esta consideración, con lo cual la contaminación de este tipo de automotores crece a la par de sus ventas.



Figura 2.24 Venta de motocicletas en Ecuador

Fuente: (REVISTA LIDERES, 2013)

Pero algunos especialistas en cuidado ambiental, comentan que los efectos de la contaminación atmosférica y del cambio climático en la región andina son

alarmantes, aún mayores que en otras regiones del planeta. “El Ecuador ha experimentado un crecimiento acelerado del parque automotor, lo que agrava el problema. Entre estos, aquellos con motores dos tiempos son los más nocivos para el ambiente y la salud humana, pues una motocicleta dos tiempos expulsa más partículas contaminantes que 50 automóviles” (Isch, 2011).



Figura 2.25 Contaminantes en la ciudad de Quito

Fuente: (EL COMERCIO, 2012)

Y a esto se suma, que “las motocicletas son las mayores infractoras por contaminación ambiental por efectos del ruido”. (La Hora, 2011)

En la actualidad ciudades como Quito cuentan con una calidad del aire aceptable, en razón de que la normativa del país para el material particulado fino, es de 15 microgramos por metro cúbico y, según la OMS, es de 10. Pero en Quito, se tiene un promedio anual de entre los 17 y 20; cabe mencionar que el material particulado fino, son las resultantes de las emisiones y por ello según datos de la Secretaría Metropolitana de Ambiente, es factible corroborar que el aumento del parque automotor, es una de las principales causas de contaminación en el país.

Y aunque se ha intentado bajar estos parámetros, con la adopción de nuevas medidas tales como el mejoramiento de los combustibles en el 2012, la salida de vehículos considerados como viejos, el control existente de la revisión vehicular, y el monitoreo permanente en la ciudad de Quito.

Este problema sigue evidenciándose todavía en la actualidad, pues según indica el Centro de Derecho Ambiental, una de las principales complicaciones es el crecimiento del parque automotor, señalándose la urgente necesidad de encontrar transportes alternativos. (Guerrero, 2014)



Figura 2.26 Pared ennegrecida por efecto de la contaminación en Quito

Fuente: (Guerrero, 2014)

Es por ello, que una alternativa de movilidad es el presente proyecto, el cual está enfocado en el segmento que cuenta con una presencia del 7,3% de ventas en el 2013, correspondiente a los scooter. Ya que al convertir un scooter con motor de combustión interna a eléctrica, tendremos una nueva alternativa de movilidad eficiente, y que además no provoca daño al medio ambiente. Para lo cual, se puede ocupar todas aquellas que se encuentren en desuso o abandonadas promoviendo además también una alternativa de reciclaje y mejora de este tipo de transporte.

2.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA INVESTIGACIÓN

Partimos del concepto del que se trata una bicicleta eléctrica, la cual cuenta con un motor eléctrico, además posee una batería para ayudar en el avance de la misma, y cuya autonomía puede alcanzar los 50 km dependiendo de las especificaciones técnicas de sus elementos.

Entre las partes más importantes de una bicicleta eléctrica, tenemos:

- Batería
- Controlador
- Motor Eléctrico



Figura 2.27 Bicicleta eléctrica

Fuente: Autores

Comparando los elementos de esta bicicleta a la de los scooter existentes, tenemos que los principales elementos para este proyecto, se compondrían de:

- Chasis
- Motor Eléctrico Brushless, Baterías y Controlador

Pudiendo plantear un esquema del scooter eléctrico, el cual se puede observar en el siguiente gráfico:

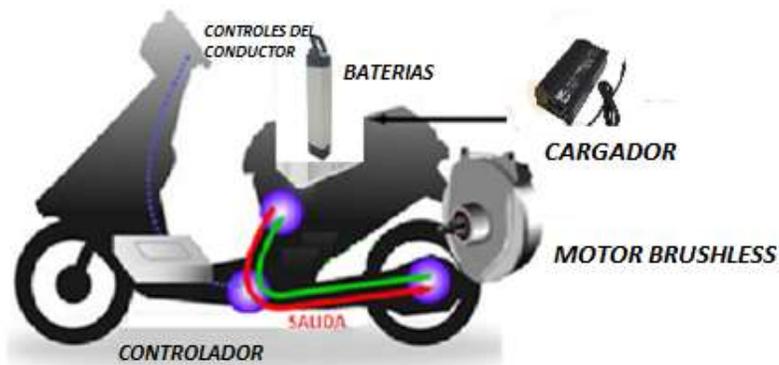


Figura 2.28 Esquema del scooter eléctrico

Fuente: Autores

2.6. CHASIS DEL SCOOTER

El chasis de un scooter nos ofrece el espacio suficiente para la incorporación de los componentes, ya que se eliminan partes del mismo, como:

- Tanque de Combustible
- Motor de Combustión Interna

Al no contar con estos elementos, la instalación del motor eléctrico y demás componentes, se facilita para cumplir con la conversión.



Figura 2.29 Chasis de un scooter

Fuente: Autores

Además, tenemos que tener en cuenta que el centro de gravedad de este tipo de chasis es bajo, con lo cual, podemos tener un factor de seguridad en su manejo.



Figura 2.30 Recorrido del sistema EV

Fuente: (Honda Motor, 2011)

2.7. MOTORES ELÉCTRICOS DE CORRIENTE CONTINUA

Básicamente se puede definir a los motores eléctricos, como máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica, que absorben por sus bornes, y en este caso los motores de corriente continua nos brindan ciertas ventajas para la conversión.

Se eligió este tipo de motores debido a las ventajas de los mismos, que incluyen un excelente control de la velocidad, y la capacidad de proporcionar alto par a bajas velocidades (TodoProductividad, 2010).

2.7.1. Tipos de motores eléctricos dc

Hay cuatro clases principales de motores de corriente continua: es preciso mencionar al respecto, que los devanado serie, shunt, y compuesto requieren escobillas para suministrar corriente al estator. Además las diferencias entre estos motores, se basan en cómo el estator y el rotor se conectan. (TodoProductividad, 2010).

- **Motor serie:** En éste, el estator y el rotor se conectan en serie y, la misma corriente pasa a través de ambos. En esta configuración, el par se incrementa en proporción al cuadrado del incremento de la corriente.
- **Motor Shunt:** En este tipo de motores, los circuitos del rotor y el estator se conectan en paralelo; hay que tomar en cuenta, que el par y la velocidad de estos motores son relativamente independientes de la carga.
- **Motor compuesto:** Este motor, es una combinación de un motor serie y un motor shunt. Tiene dos ramales de circuitos básicos; una envolvente del circuito alrededor del estator, y el otro es un circuito serie que incluye tanto estator como rotor.
- **Magnetismo permanente (PM):** Estos motores dependen del magnetismo inherente de los materiales, para crear un campo magnético con motores que pueden tener hasta 600 HP. Sin embargo, la mayoría de los motores PM son de tipo DC sin escobillas.

2.7.2. Motor eléctrico pm

A este tipo de motores también se los conoce como motores brushless, por su denominación en inglés, estos son conmutados electrónicamente (ECM), es un tipo de motor sin escobillas que tiene control del par y velocidad. Y ellos, usan sensor de fuerza electromagnética para determinar la posición del rotor, y realizar la función de conmutación.

Este tipo de motor, no presenta el desgaste de escobillas y ruido asociado a los motores de corriente continua.

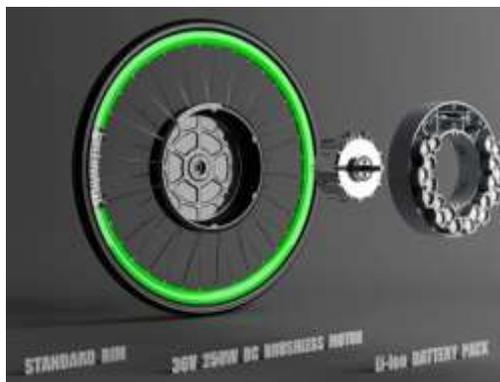


Figura 2.31 Despiece de motor brushless de bicicleta eléctrica

Fuente: (Civantos, 2011)

a. Ventajas de motores brushless (pm)

Estos motores tienen ciertas ventajas de rendimiento sobre los motores de corriente alterna, especialmente en aplicaciones con amplias variaciones en carga y velocidad, pues una de sus características, es mantener eficiencias relativamente altas a cargas de motor bajas.

Ya que no requieren escobillas, se eliminan problemas de mantenimiento normalmente asociados con los motores de corriente continua, además son competitivos por su capacidad de desarrollar múltiples aplicaciones de eficiencia energética. Una desventaja de los motores PM es su tendencia a acumular magnetismo, incluso cuando el motor está sin uso.



Figura 2.32 Motor 36v350w en llanta rígida 16"

Fuente: (Ruedas Electricas, 2011)

2.8. CONTROLADORES DE MOTORES ELÉCTRICOS

El controlador, es el componente más importante para el funcionamiento del motor eléctrico brushless, y en la actualidad en su mayoría son muy eficientes.

Las funciones principales del controlador en el motor eléctrico, son:

- Regulación de velocidad
- Regulación de par

Su principal objetivo es limitar el arranque del motor eléctrico, ya que este puede exigir enorme intensidad eléctrica, tanto como las baterías o la fuente de alimentación se lo permitan. (Abatta & Moya, 2013).

2.8.1. Controlador multiswitching

Entre los controladores existentes para este tipo de motores, este es el más simple en la limitación de velocidad. Este controlador, usa filas de baterías separadas por paquetes que suministran diversas tensiones. Por ejemplo, si los tenemos en un paquete con un total de 120 V, este puede ser separado en cuatro secciones, cada sección daría una tensión independiente de 30 V, en un inicio, una sección de baterías está activada, dando 30 V, lo que limita la tensión y la corriente en el comienzo. A medida que el vehículo comienza a desplazarse, otra sección de baterías se conecta añadiendo 30 V, este paquete de cuatro secciones nos indica que el controlador tiene 4 velocidades (Abatta & Moya, 2013).

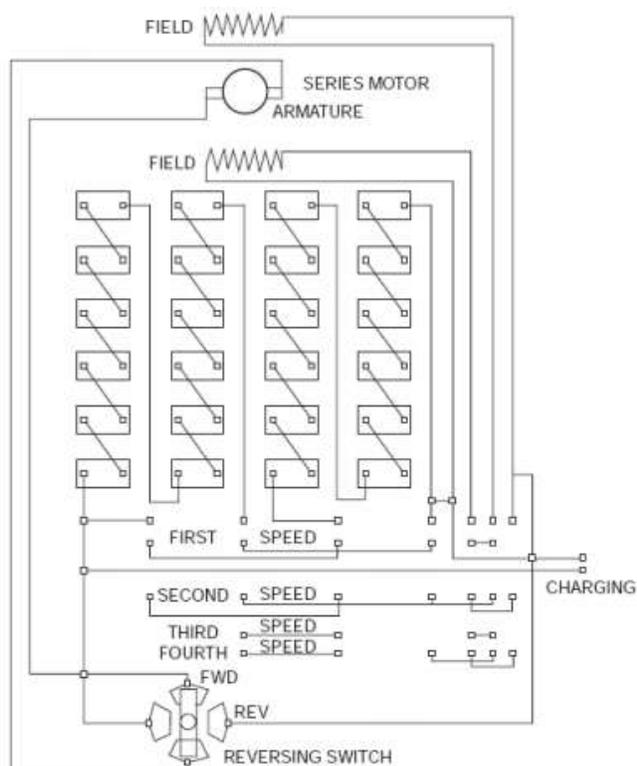


Figura 2.33 Sistema multiswitching

Fuente: (Abatta & Moya, 2013)

2.8.2. Controlador de estado sólido

Este tipo de controladores, se utilizan para el procesamiento de las señales y la gestión de la energía. A medida en que el procesador se activa, permite arrancar o parar el motor y habilitar los componentes electrónicos, que reciben órdenes directas del usuario. Además está equipado con muchas funciones de protección, como la utilizada contra caídas de tensión o sobre corrientes.

Los controladores de estado sólido, han sido dotados además de prestaciones superiores, tales como:

- Protección contra fugas
- Baja generación de calor
- Ausencia de ruido



Figura 2.34 Controlador de estado sólido 48V 4000W 90A

Fuente: (Motors Watts, 2012)

2.9. ACELERADOR DE MOTORES ELÉCTRICOS

Para los motores eléctricos se utilizan aceleradores de tipo electrónico, los cuales trabajan enviando señales mediante un sensor de “efecto hall” hacia el controlador.

Para su funcionamiento requiere alimentación (+5V), y masa. Devuelve como señal una onda de amplitud variable (0,9V- 4,8V), dependiendo de los deseos del conductor 0-100% de aceleración (Fernández & Efrén, 2012).



Figura 2.35 Acelerador para motor eléctrico

Fuente: (Fernández & Efrén, 2012)

2.10. BATERÍAS PARA MOTORES ELÉCTRICOS

Las baterías de uso más común, son las llamadas de electrolito líquido. Pero existen otro tipo de baterías, las llamadas “secas”. Internamente no hay electrolito en estado de fluido. Es decir, el electrolito está inmovilizado. Durante su normal funcionamiento estas baterías no emanan gases al exterior, por tanto es nulo el peligro de corrosión en los alrededores de la batería.

Técnicamente, hay dos formas de inmovilizar el electrolito:

1. Volviendo gelatina al electrolito (o sea GEL);
2. Uso de separador, de fibra de vidrio con gran capacidad de absorción, en inglés AGM (Absorbed Glass Mat).

2.10.1. Baterías de gel

En estas baterías se agrega al electrolito un compuesto de silicona, lo que provoca que el líquido se vuelva una masa sólida como gelatina. Esta batería tiene la mejor durabilidad del ciclo profundo y una vida estante larga.



Figura 2.36 Batería de gel 12V 40AH

Fuente: (Comercial Guiralsa S.L., 2012)

2.10.2. Baterías agm

Es la tecnología más moderna en la fabricación de baterías. Se usan separadores a base de fibra de vidrio absorbente, material que tiene la consistencia parecida al muletón. Al ensamblar la batería y agregar el electrolito líquido, este es absorbido por el fibra AGM que actúa como una esponja. Al igual que la batería de gel, las baterías AGM en caso de rotura no tendrán fugas de líquido, esta tecnología también tiene la ventaja de que la batería se puede instalar tumbada.

Las baterías AGM tienen una resistencia interna muy baja. Estas baterías son muy convenientes para los usos tales como inversores, propulsores y motores de arranque (Direct Industry, 2012).



Figura 2.37 Batería de gel 12V 150A/H 10H.

Fuente: (Direct Industry, 2012)

2.11. PANELES SOLARES PARA ALIMENTACIÓN

Los paneles o módulos fotovoltaicos, o conocidos comúnmente como paneles solares están formados por un conjunto de celdas, que producen electricidad a partir de la luz que recae sobre ellos.

Para clasificar su potencia, contamos con algunas particularidades como la que se denomina potencia pico, y que corresponde a la potencia máxima que el

módulo puede entregar bajo unas condiciones normales, que son (Wikipedia, 2014):

- Radiación de 1000 W/m²
- Temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente).

Los paneles fotovoltaicos se dividen en:

Cristalinas

- Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (Si).
- Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
- Amorfos: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Hay que tomar en cuenta que los paneles solares de tipo policristalino, son considerados de gama media, debido a su costo y además que la vida útil de un panel solar es alrededor de 25 años.



Figura 2.38 Panel solar policristalino de 3W12V

Fuente: (Webo Solar, 2012)

- Eficiencia: Tienen una eficiencia de alrededor del 12%, esto es menor que los paneles solares monocristalinos, pero mayor a los paneles solares de película
- Costo: Debido a su eficiencia, estos paneles solares son más económicos que los monocristalinos debido a sus materiales de fabricación, y también dependerá de la marca del panel solar
- Desventaja: La eficiencia del panel solar, dependerá mucho de las condiciones meteorológicas

2.12. REGULADOR DE CARGA DIGITAL

Los reguladores de este tipo, proporcionan el control necesario de la carga y descarga del acumulador en un sistema fotovoltaico.

Este sistema puede considerarse de control, ya que es construido con tecnología SMD, es decir que los componentes electrónicos se montan en la superficie de un circuito impreso.

También utiliza un algoritmo de carga por etapas, en función del tipo de batería, que permite una sofisticada carga del acumulador con compensación por temperatura (ATERSA, 2011).



Figura 2.39 Controlador Mino V2

Fuente: (ATERSA, 2011)

Adicional, se puede mencionar que el regulador de carga digital cumple con tres funciones básicas (Style, 2012):

1. Proteger la batería contra la sobre carga;
2. Proteger la batería contra la sobre descarga;
3. Dar información básica del estado del sistema

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES EN EL SCOOTER

Según los criterios de selección de materiales se procederá a la selección de cada uno de los componentes que intervienen en la conversión a través de tres pasos que serán: identificar cuáles son las características que necesitamos para la implantación de los mismos, determinar qué tipo de componentes se va a utilizar y finalmente seleccionar el componente en base a los dos pasos anteriores para proseguir con la construcción y montaje de los componentes necesarios para la conversión.

3.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA TORQUE NECESARIO PARA LA ELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

Para calcular la potencia necesaria del motor, se tiene que tomar en cuenta el torque que se requiere y así proseguir con la selección del motor.

Para ello, se utilizaron las siguientes ecuaciones (Becerril Sandoval, 2014):

$$F = C_{rr}Nf \quad (3.1)$$

$$Nf = mg \quad (3.2)$$

Dónde:

- F = Fuerza para mover el scooter del reposo
- C_{rr} = Coeficiente de resistencia a la rodadura (0.03 para una llanta sobre asfalto) (Wikipedia, 2013)
- Nf = Fuerza normal, que para este caso esta fuerza es igual al peso,
- m = Masa del objeto a mover
- g = Gravedad (9.81m/s²).

Para los cálculos de los parámetros requeridos del motor, se necesitan datos como el peso de cada uno de los componentes del scooter.

Datos iniciales:

Tabla 3.1 Peso estipulado del scooter

Descripción	Peso
Chasis	55 kg
Motor	5 kg
Batería (4 x 12V – 18 Ah)	22.4 kg
Controlador, convertidor y accesorios	1 kg
Baúl de sistema de alimentación	10 kg
Persona promedio	70 kg
TOTAL	163.4 kg

Fuente: Autores

Sustituyendo los datos obtenidos en la ecuación 3.1., en donde el peso estipulado se muestra en la (tabla 3.1), se obtiene:

$$F = (0.03)(163.4 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$F = 48.09 \text{ N}$$

3.1.1. Cálculo para el torque necesario

Para calcular el torque necesario, se depende del radio de las ruedas y de la fuerza de empuje: (Becerril Sandoval, 2014)

$$Tn = R \cdot F \tag{3.3}$$

Dónde:

- Tn = Torque necesario

- R = Radio de la llanta
- F = Fuerza de empuje

Se utiliza llantas de 16 in de diámetro, es decir, $R=0.203m$

$$Tn = (0.203m)(48.09 N)$$

$$Tn = 9.77 Nm$$

3.1.2. Cálculo de la potencia requerida

Para llegar a la velocidad máxima deseada, se calcula el valor de la potencia requerida; tomando en cuenta la velocidad máxima del scooter a gasolina, que según la (tabla 3.7) es de 41Km/h, es decir 11.11 m/s: (Becerril Sandoval, 2014)

$$P_{Vmax} = F \cdot Vmax \quad (3.4)$$

Dónde:

- P_{Vmax} = Potencia requerida
- F = Fuerza de empuje
- $Vmax$ = Velocidad máxima.

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$P_{Vmax} = (48.09N)(11.11 m/s)$$

$$P_{Vmax} = 534.32 W$$

3.1.3. Cálculo de la velocidad angular

Para calcular la velocidad angular a velocidad máxima, se utiliza la siguiente expresión: (Becerril Sandoval, 2014)

$$\omega = V_{max}/R \quad (3.5)$$

Dónde:

- ω = velocidad angular
- R = radio del neumático

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$\omega = \frac{9.72 \text{ m/s}}{0.203 \text{ m}}$$

$$\omega = 54.68 \text{ rad/s}$$

Debido a que la velocidad angular está dada en rpm, en las especificaciones de los motores, es conveniente realizar la siguiente conversión:

$$\omega_{RPM} = \frac{\omega(60)}{2\pi} \quad (3.6)$$

$$\omega_{RPM} = 522.16 \text{ rpm}$$

Para elegir el motor eléctrico se tiene opciones en el mercado entre 450 y 800 W, con lo cual analizando las características de los mismos, así como su costo e utilidad para cumplir adecuadamente con la selección, fueron determinantes los parámetros calculados de torque y de potencia; por lo tanto tenemos motores de 450 y 500 W, con los que se podría trabajar teniendo en cuenta las siguientes características:

Tabla 3.2 Características técnicas motores brushless.

TIPO	450W	500W
PARÁMETRO		
Salida estipulada (W)	450	500
Velocidad sugerida (km/h)	≤40	≤40
Velocidad Máxima (km/h)	45	45
Recorrido Máximo (considerado a 15 km/h)	Según la capacidad de la batería entre 40-80	Según la capacidad de la batería entre 40-80
Carga estipulada (kg)	≥75	≥75
Tipo de batería	Plomo acido en gel	Plomo acido en gel
Capacidad de la batería (AH)	12 / 17 / 20	12 / 17 / 20
Voltaje estipulado (V)	48	48 / 60
Salida estipulada (Nm)	10	10
Voltaje mínimo (V)	42 ± 0,5	42 ± 0,5
Corriente máxima (A)	19 ± 0,5	25 ± 0,5
Capacidad de subida en pendiente	20°	20°

Fuente: Autores

3.2. MOTOR ELÉCTRICO



Figura 3.1 Motor eléctrico Brushless de 500W.

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la tabla 3.2, el motor que cumple con todas las condiciones preestablecidas de peso y velocidad de 500 W cumple a su vez con las mismas prestaciones que el motor de 100cc de combustión interna, que en su inicio tenía el scooter. Con lo cual, se detalla a continuación las características que posee el motor seleccionado.

Tabla 3.3 Características técnicas del motor de 500W.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Velocidad sugerida (km/h)	≤ 30
Velocidad Máxima (km/h)	45
Recorrido Máximo (considerado a 15km/h)	De acuerdo a la capacidad de la batería entre 40- 80
Carga estipulada (kg)	≥ 75
Tipo de batería	Plomo acido en gel

CONTINUA

Voltaje estipulado (V)	48 / 60
Motor	Motor CC
Salida estipulada (W)	500
Voltaje mínimo (V)	42 ± 0,5
Corriente máxima (A)	25 ± 0,5
Voltaje V/Hz08	110V/220V

Fuente: Autores

Hay que tomar en cuenta que el uso de este scooter, es dentro del perímetro urbano de cualquier ciudad, por lo cual conociendo que la velocidad máxima para vehículos livianos en ciudad permitida es de 50 km/h, el motor seleccionado cumple a cabalidad con este requisito.

3.3. CÁLCULO DE LA AUTONOMÍA TEÓRICA

Basándose en la (tabla 3.3) se requiere una intensidad de corriente máxima de 25 A y un voltaje de 48 V, con lo cual podemos calcular la autonomía teórica del scooter.

Para lograr la autonomía deseada, es necesario conocer el tiempo de operación de las baterías, para lo cual se calcula la corriente suministrada para la operación del motor.

El cálculo de la corriente suministrada por cada batería para la operación del motor se realizó con la siguiente formula. (Becerril Sandoval, 2014)

$$I_B = I_0/n \quad (3.7)$$

Dónde:

- I_B = Corriente suministrada por la batería
- I_0 = Corriente de operación
- n = Número de baterías utilizadas

Por lo tanto:

$$I_B = \frac{25A}{4}$$

$$I_B = 6.25 A$$

Para el cálculo del tiempo de duración de la carga se consideró esta fórmula:
(Becerril Sandoval, 2014)

$$t_0 = Q/I_0 \quad (3.8)$$

Dónde:

- t_0 = Tiempo de operación a corriente continua
- Q = Carga de la batería
- I_0 =Corriente de operación

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$t_0 = 18 Ah / 6.25 A$$

$$t_0 = 2.88 h$$

Por lo tanto se determina que con cuatro baterías de ácido plomo en gel, conectadas en serie, el scooter será capaz de alcanzar una autonomía de 2.88h a una velocidad estipulada de 15 km/h, en superficie plana, con una carga promedio de 70kg y sus baterías a carga máxima.

3.4. SISTEMA DE CARGA DE LAS BATERÍAS DEL MOTOR

Tras una búsqueda en catálogos de baterías de ácido plomo en gel de diversas compañías, se seleccionó la batería según el voltaje estipulado y amperaje máximo la misma que está ubicada en la (tabla 3.3), posteriormente se encontró la batería de la serie SW12180(12V18Ah) que se muestra en la (figura 3.2), la misma que cuenta con las especificaciones técnicas requeridas. (Ver Anexo 1).

3.4.1. Componentes del sistema de carga

a. Baterías

Las baterías, son las que determinaran el rendimiento y la autonomía de nuestro motor, para lo cual utilizaremos baterías de ácido de plomo en gel de 12V y 18Ah.



Figura 3.2 Batería de ácido de plomo en gel de 12V/18Ah.

Fuente: Autores

Debido a que el motor necesita un voltaje de 48V, procedimos a conectar 4 baterías en serie, como podemos observar en la siguiente figura:

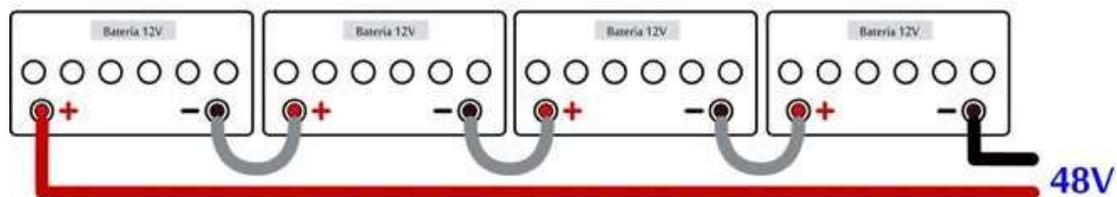


Figura 3.3 Conexión de baterías en serie.

Fuente: (Daroqui, 2013)

b. Cargador

El cargador que utilizaremos para las baterías, es de marca Talent, el cual tiene una entrada de 110V AC – 50/60Hz, que nos brinda una salida de 48V DC y 2.5A., como podemos observar en la siguiente figura:



Figura 3.4 Cargador Talent 110V.

Fuente: Autores

Además, también utilizamos un socket para poder conectar con mayor facilidad el cargador al scooter.



Figura 3.5 Socket del cargador.

Fuente: Autores

3.4.2. Elementos de seguridad del sistema de carga

En caso de existir una sobre carga, y con el fin de evitar que se perjudiquen los elementos del sistema, procedimos a instalar un breaker.



Figura 3.6 Breaker.

Fuente: Autores

3.4.3. Circuito del sistema de carga

En la siguiente figura tenemos el diagrama del sistema de carga, que será instalado en el scooter, como podemos ver utilizaremos un socket, para conectar o desconectar el cargador de la moto. En el (Anexo 4) podemos ver el diagrama completo del scooter y en el (Anexo 5), podemos ver según el color de cables.

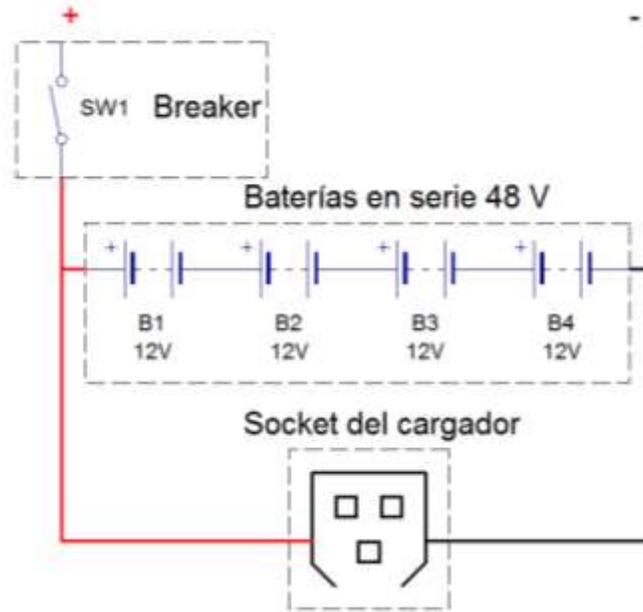


Figura 3.7 Sistema de carga-Liveware.

Fuente: Autores

3.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESORIOS

3.5.1. Componentes del sistema de alimentación

a. Batería

Para la selección de la batería, debemos conocer la capacidad en amperios-hora $C=A.T$ y, también tomar en cuenta el ciclo de vida que es el 80%.

Entonces contaremos con una batería de 12 V y 7Ah, que sería adecuada para almacenar la energía necesaria para el sistema de accesorios.



Figura 3.8 Batería de ácido de plomo en gel de 12V/7Ah.

Fuente: Autores

En caso de no existir una carga en la batería para el sistema de accesorios, se utilizará un convertidor de voltaje de 48V a 12V, para alimentar el sistema de accesorios.

b. Regulador de carga



Figura 3.9 Regulador de carga mino V2.

Fuente: Autores

Este regulador controla la carga y descarga del acumulador, en el sistema fotovoltaico.

Las características eléctricas que tenemos en el regulador, el cual encontramos en el mercado, son:

Tabla 3.4 Características eléctricas del regulador de carga.

Tensión nominal	12/24V (automático)
Consumo típico	6 mA
Rango intensidad carga	0-21 A
Rango intensidad consumo	0-28 A

Fuente: Autores

Antes de realizar las conexiones, debemos tomar muy en cuenta la polaridad de los cables. Se debe conectar primero la batería, después la salida del consumo y por último el panel, como podemos observar en la siguiente figura.

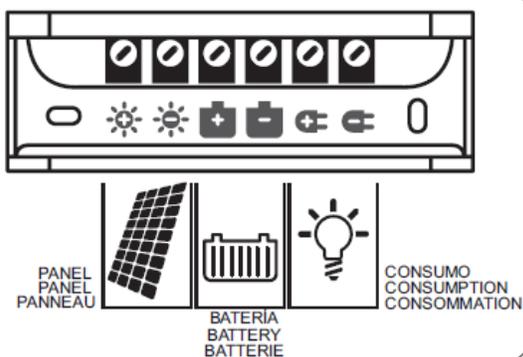


Figura 3.10 Conexión electrónica del regulador de carga

Fuente: (Atersa Grupo Elecnor, 2011)

Como se puede observar en la figura, nuestro regulador cuenta de tres luces led, los cuales cumplen como indicadores del estado del panel, la batería y el consumo. Para ello, contamos con el siguiente cuadro, donde nos muestra cada uno de estos estados.

Cuadro 3.1 Estado de indicadores LED.

	ESTADO	DESCRIPCIÓN
LED 1 – PANEL	ENCENDIDO ALTO	Relé de Panel abierto. No está cargando.
	ENCENDIDO BAJO	Cargando.
	INTERMITENTE	Flotación.
	APAGADO	No está cargando. Función diodo de bloqueo.
	ENCENDIDO	Batería cargada. Protección contra Sobrecarga. Llego fase de absorción.
LED 2 – BATERÍA	INTERMITENTE	Tensión de batería por debajo de 11,8V.
	APAGADO	Desconexión de Consumo.
	ENCENDIDO	Consumo desconectado. Protección contra descarga profunda activada.
LED 3 – CONSUMO	INTERMITENTE	Alarma de batería descargada. Retardo de 10 segundos antes de desconectar.
	APAGADO	Consumo conectado.
	LED 2 Y LED 3	ENCENDIDOS

Fuente: (Atersa Grupo Elecnor, 2011)

c. Panel solar

Para la selección de nuestros paneles solares, debemos tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- El número de focos que utilizaremos en el sistema de accesorios. (4 focos de 3W, 2 focos de 5W y 1 foco de 25W)
- El consumo total por el sistema de accesorios 47 W .
- Tiempo de recarga requerido 2, horas mínimo al día.

Para elegir la potencia suficiente del panel solar, para el consumo de los accesorios, se dividirá el total del consumo para el número de horas para cargar, en este caso 2 horas.

La potencia nominal del panel solar, debe ser superior a 20W

Debido a esto, tendremos que el panel solar debe generar mínimo 20W, que sería suficiente para alimentar a la batería.



Figura 3.11 Panel solar de 25W / 12V

Fuente: Autores

Como podemos observar en la figura, el panel solar que se implementara es de Silicona Policristalino de 25W / 12V, con las siguientes características que veremos en la siguiente tabla:

Tabla 3.5 Parámetros de trabajo del panel solar de 25W /12V

Parámetros	
Potencia máxima (watt) W	25 W
Voltaje máximo (Voc) V	22.0 V (+/-0.5V)
Voltaje óptima (Vmp) V	17.5 V (+/-0.5V)
Corriente máxima (Isc) A	1.54 A (+/-0.1 ^a)
Corriente óptima (Imp) A	1.43 A (+/-0.1 ^a)
Dimensiones	510x360x20 mm

Fuente: (ProViento S.A., 1999)

3.5.2. Elementos de seguridad del sistema de carga

Debemos cuidar el exceso de carga en el sistema, así que determinamos el voltaje a operar en la fuente de poder y los vatios requeridos para el circuito, debido a que nuestro sistema de accesorios tiene 7, focos con una potencia total de 47 W.

$$I = \frac{P}{V} \quad (3.1)$$

Dónde:

- I =Intensidad
- P = Potencia
- V = Voltaje

Sustituyendo los valores tenemos:

$$I = \frac{47 W}{12V}$$

$$I = 3.91A$$

Por lo cual utilizaremos un fusible de cristal de 4.0 A.



Figura 3.12 Fusible de 4.0 A para el sistema de carga

Fuente: Autores

3.5.3. Circuito del sistema de alimentación

En la siguiente figura, podemos encontrar el diagrama del sistema de alimentación, el cual posteriormente será conectado al sistema de accesorios del scooter (Consumidor).

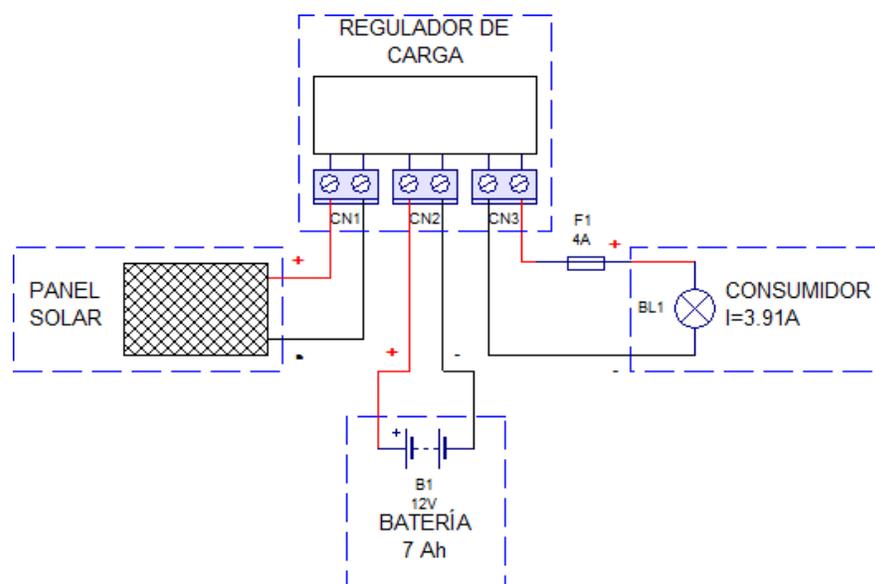


Figura 3.13 Diagrama del sistema de alimentación-Liveware.

Fuente: Autores

3.6. CONTROLADOR



Figura 3.14 Controlador.

Fuente: Autores

Como podemos observar en la figura, el controlador está determinado por las especificaciones del motor en la corriente que necesita y la potencia, entonces nuestro controlador será para un motor de 500W y 48V.

Teniendo así las siguientes características, como podemos observar en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 3.6 Características técnicas del controlador

Tensión nominal	DC 48 V
Protección de voltaje	43.5 V
Corriente Máxima	30 A
Nivel de freno	Alto
Ángulo de fase	60°

Fuente: Autores

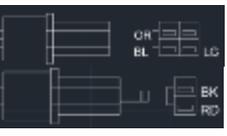
3.6.1. Conexiones del controlador

Como podemos observar en el siguiente cuadro, se encuentran cada una de las conexiones del controlador a las distintas partes.

Cuadro 3.2 Conexiones del controlador

Conexión	Imagen	Conector	Color
Alimentación			(BK) Negro
			(RD) Rojo
			(YL) Amarillo
Fase del motor			(LG) Verde claro
			(LB) Azul claro
			(RD) Rojo
Señal del motor			(YL) Amarillo
			(LG) Verde Claro
			(BL) Azul
			(BK) Negro
			(RD) Rojo
Acelerador			(YL/LG) Amarillo/ verde claro
			(BK) Negro
			(GY) Gris

CONTINUA

Señal de velocidad			(LG) Verde claro
Velocidad crucero y Velocidad límite			(OR) Naranja (WT) Blanco
Señal y alimentación de la alarma			(OR) Naranja (BL) Azul (LG) Verde claro (BK) Negro (RD) Rojo

Fuente: Autores

Para una mejor observación, podemos identificarlo en el (Anexo 2).

3.7. CONVERTIDOR DE VOLTAJE



Figura 3.15 Conversor de voltaje.

Fuente: Autores

Se usará un convertor de corriente DC/DC de 48V a 12V, para el sistema de accesorios, en caso de que el acumulador del sistema de alimentación no se haya cargado, entonces funcionará con las baterías del sistema de carga.

3.7.1. Conexiones del convertidor de voltaje

En el siguiente cuadro podemos observar las conexiones que se deben realizar en el convertidor, y así obtener una salida de 12V.

Cuadro 3.3 Conexiones del convertidor de voltaje

Conexión	Imagen	Conector	Color
Convertidor de corriente			(RD) Rojo entrada de 48V
			(YL) Amarillo salida de 12V y 10A
			(BK) Masa

Fuente: Autores

Para una mejor observación podemos identificarlo en el (Anexo 3).

3.8. SISTEMA DE ACCESORIOS

Para el sistema de accesorios, se contará con el mismo sistema que existía en nuestro scooter de combustión interna, como se puede mostrar en la siguiente figura.

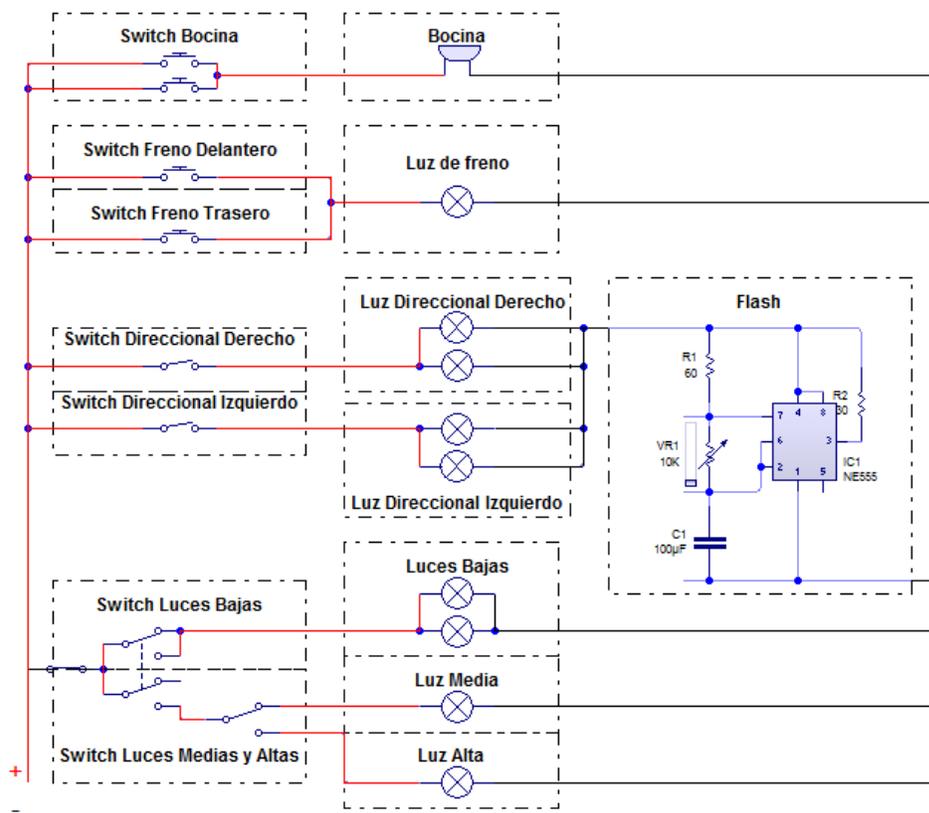


Figura 3.16 Sistema de accesorios-Liveware.

Fuente: Autores

Este sistema recibirá la energía del sistema de alimentación, y en caso de no existir alimentación por parte de la batería de 12V/7Ah, se alimentará de la energía proveniente de las baterías conectadas en serie de 48V, con la ayuda del convertidor de voltaje 48V/12V; para ello utilizamos un relé con doble inversor, el cual permitirá automáticamente alimentar el sistema de accesorios cuando la batería de 12V/7Ah se descargue. Como podemos ver en la siguiente figura.

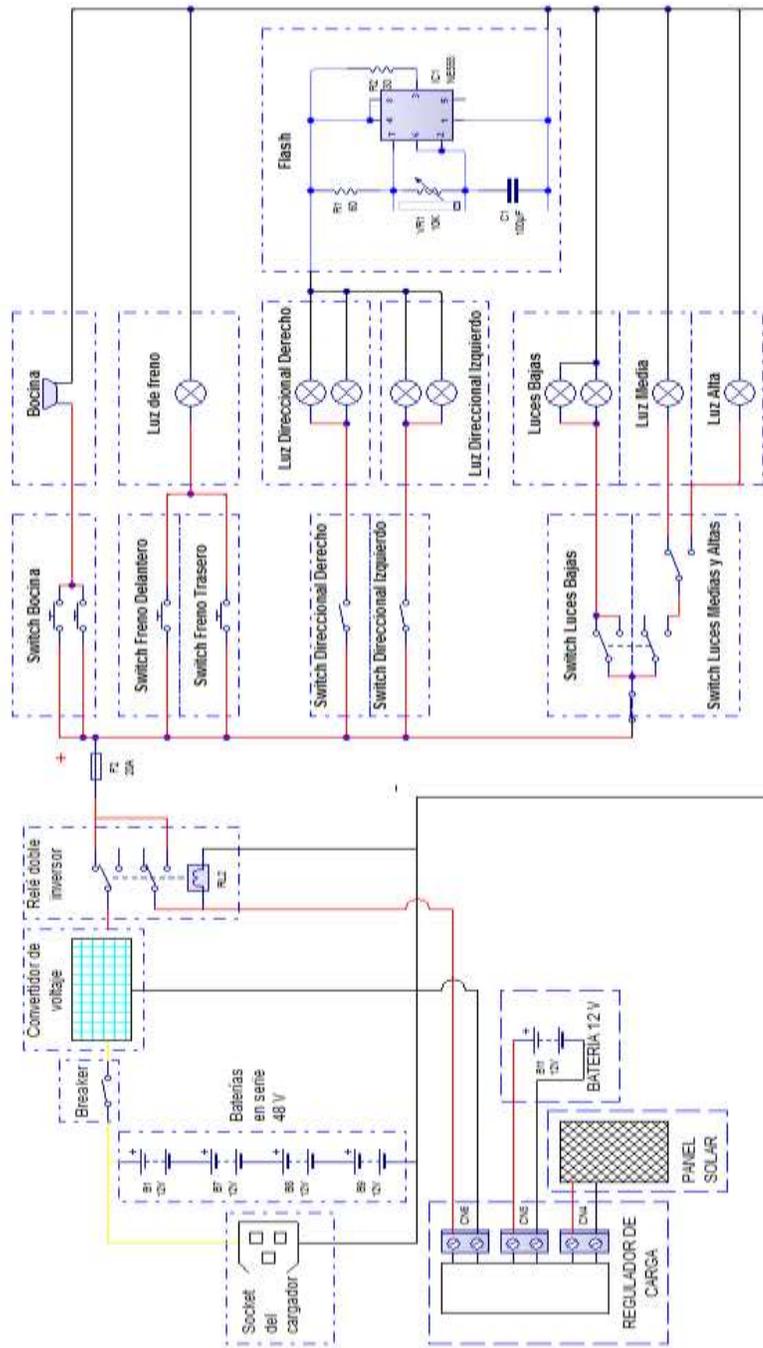


Figura 3.17 Alimentación del sistema de accesorios-Liveware.

Fuente: Autores

3.9. DISEÑO MECÁNICO DEL CHASIS

El diseño mecánico del chasis, corresponde a la creación de nuevas piezas cuyo material es acero estructural ASTM A36; las mismas que permiten la sujeción de los nuevos componentes que son parte de la conversión a scooter eléctrico, comprendiendo el diseño del soporte del motor, controladores y diseño de soportes para las baterías.

3.9.1. Criterios de diseño de la placa soporte del motor

- Deberán acoplarse a la geometría del chasis.
- Soportar el torque máximo del motor de 10 Nm.
- Deberán resistir el peso de las baterías, del controlador y del motor, como así mismos.
- Deberán proteger la integridad de las baterías y los controladores.
- Deberán contar con un factor de diseño $N= 4.0$ o más, debido al diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores. (Mott, 2006)

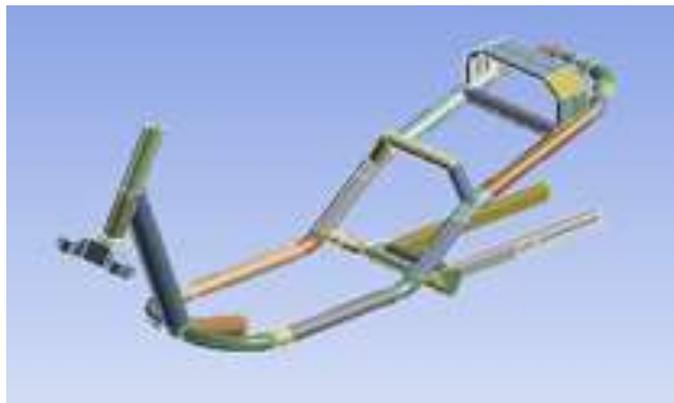


Figura 3.18 Diseño geométrico del chasis-Ansys

Fuente: Autores

3.9.2. Aplicación de las cargas

En la tabla 3.7, se detalla las cargas que se aplican en el diseño del chasis, según el elemento utilizado.

Tabla 3.7 Aplicación de cargas en el chasis

LITERAL	ELEMENTO	CARGA (N)
B, C	Porta batería (1 unidad)	56
D, E	Porta batería (3 unidades)	168
F	Base de Controladores	11
G	Conjunto Panel Solar	100
H, I	Motor eléctrico	50
J	Persona Promedio	700

Fuente: Autores

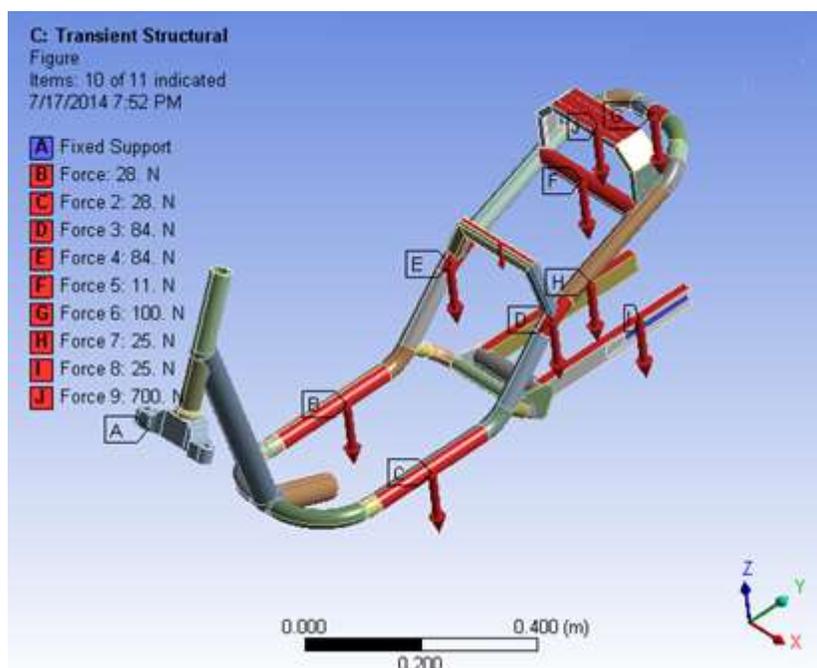


Figura 3.19 Aplicación de cargas en el chasis

Fuente: Autores

3.9.3. Análisis de la estructura

El diseño es basado en el análisis dinámico transitorio, que es una técnica utilizada para determinar la respuesta dinámica de una estructura bajo la acción de cualquier tipo de cargas, para con ello encontrar las deformaciones debido a las mismas, puesto que si hubiese una deformación considerable, el chasis podría salir de funcionamiento, por desalineación. El análisis Von Mises, determina que los esfuerzos más grandes, se ubican cerca del controlador con un valor máximo de 1.63×10^7 Pa.

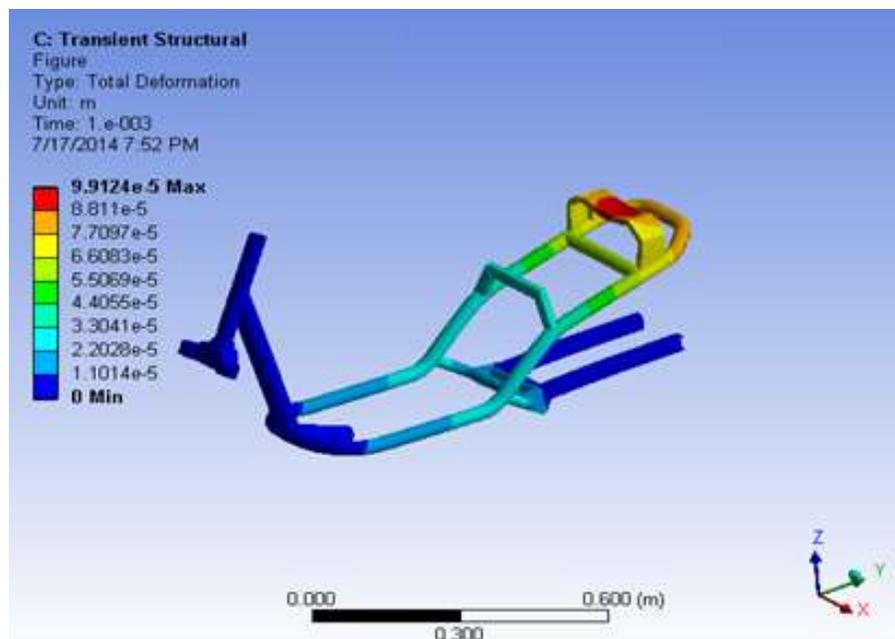


Figura 3.20 Deformación del chasis

Fuente: Autores

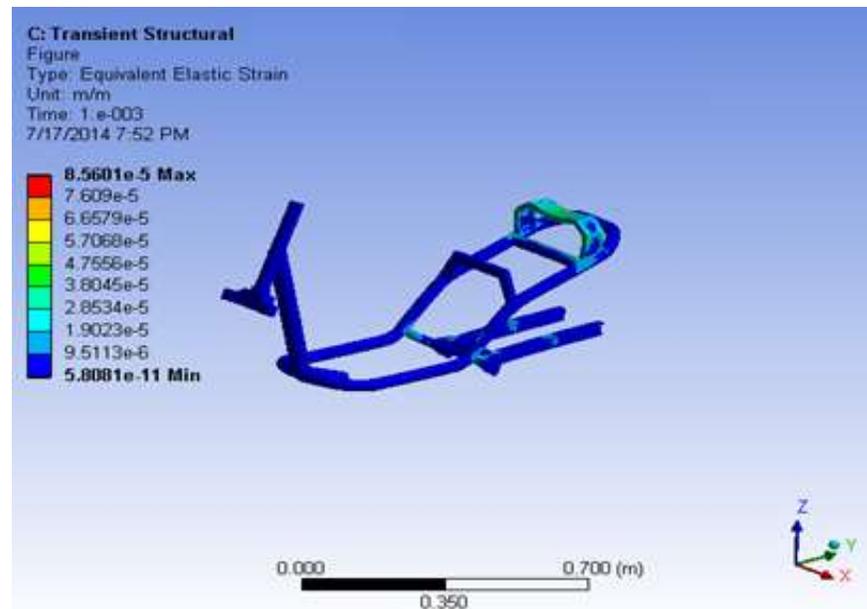


Figura 3.21 Deformación elástica equivalente

Fuente: Autores

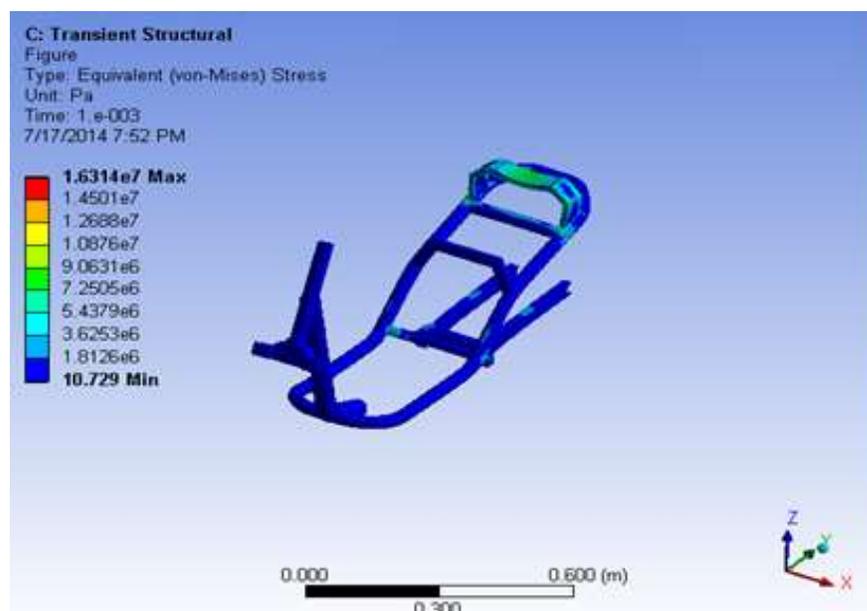


Figura 3.22 Equivalente de Von Mises

Fuente: Autores

3.9.4. Factor de Seguridad

Según el análisis aplicado, obtenemos que la estructura cuenta con un factor de seguridad 5.2839, lo cual nos indica su alta seguridad ante el fallo de la estructura.

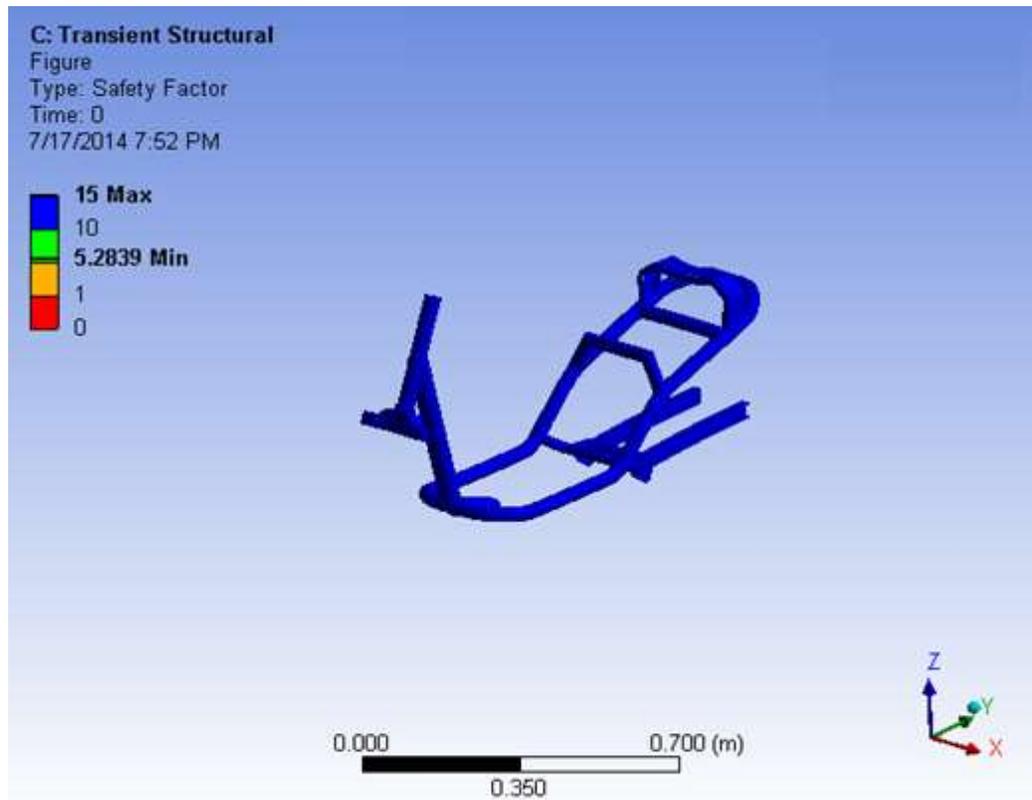


Figura 3.23 Factor de seguridad

Fuente: Autores

3.10. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Las condiciones iniciales del scooter como se puede apreciar en la (figura 3.24), son de total abandono, ya que sus propietarios nos manifestaron que debido a la falta de repuestos la misma fue sacada de circulación, por ende fue guardada, como datos de la misma solo conocemos que es de procedencia china y que contaba con un motor de 100cc, mismo que fue desechado como chatarra, además que su modelo es HDM50E-1, como datos adicionales está nunca fue matriculada pues se la usaba dentro del perímetro de un conjunto habitacional.



Figura 3.24 Condiciones iniciales del scooter HDM50E-1 100cc

Fuente: Autores

Según los datos proporcionados, se puede determinar las especificaciones técnicas del modelo, obteniendo de tal manera los siguientes datos:

Tabla 3.8 Especificaciones técnicas del scooter HDM50E-1



Lugar del origen	China (Continental)
Número de Modelo	Hdm50e-1
Capacidad del motor	50-100CC
Material de la rueda:	Acero de aleación
Velocidad máxima	41-50km/h
Freno:	El tipo de freno: frente/tambor trasero/tambor
Tipo de motor:	4 tiempos , un cilindro y es refrigerado por aire
Peso en seco	77kg
La base de la rueda	1200mm
Tamaño exterior:	1615*625*1030mm
La carga máxima de masa:	150kg
Capacidad de combustible:	5.0l
El tipo de freno	frente/tambor trasero/tambor
Sistema de arranque:	eléctrico y comienzo de retroceso
Tamaño de la batería:	12v/6ah

Fuente: (Ningbo Golden Motor Industry Group Co., Ltd., 2014)

Como lo mencionamos anteriormente, el chasis de un scooter de combustión interna nos brinda el suficiente espacio para la conversión a un scooter

eléctrico, por ello se procedió a sacar todos los elementos del chasis del scooter, como el tanque de combustible, partes sobrantes de las bases del motor de combustión interna, permitiendo con ello tener el espacio suficiente para colocar los nuevos elementos como resultado de esta operación tenemos:



Figura 3.25 Preparación del chasis del scooter.

Fuente: Autores

En la preparación del chasis, se debe tomar en cuenta que se busca tener las siguientes características, sin que las mismas afecten la carrocería y estética del scooter:

- Espacio para la colocación de las baterías.
- Espacio para la colocación del controlador y del conversor de voltaje.
- Espacio para el motor brushless



Figura 3.26 Disposición de los elementos

Fuente: Autores

3.10.1. Implementación de las baterías del sistema de carga

Para la colocación de las baterías, elaboramos dos porta-baterías, según el espacio que contamos en el chasis y la disposición que se muestra en la (figura 3.26). Por lo cual conforme ya se mencionó construimos dos portas baterías:

- Porta-Batería 1: Tres baterías



Figura 3.27 Porta-batería para tres baterías.

Fuente: Autores

- Porta-Batería 2: Una batería.



Figura 3.28 Porta-batería para una batería.

Fuente: Autores

Estos porta-baterías se sueldan al chasis del scooter, como podemos ver en la siguiente figura, donde se muestra el aprovechamiento de espacio.

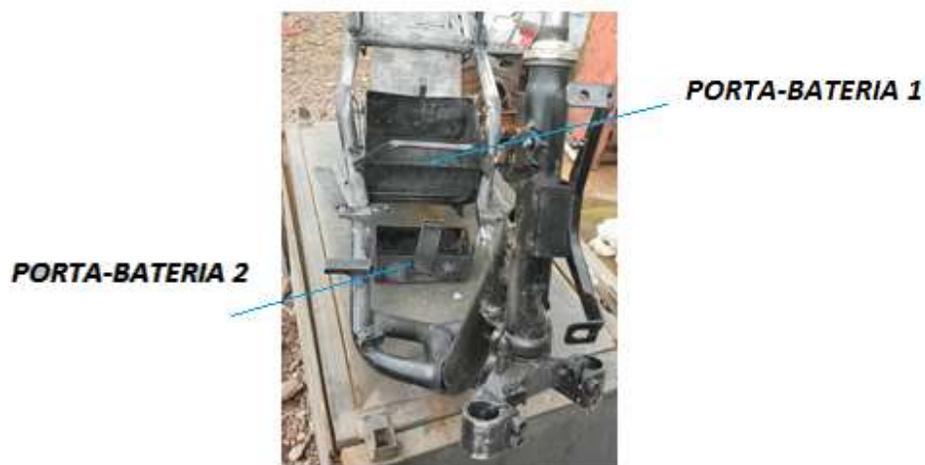


Figura 3.29 Disposición de porta-baterías.

Fuente: Autores

La disposición de los porta-baterías, es para mayor facilidad de conexión de las baterías, la cual se realizará en serie como podemos ver en la siguiente figura:



Figura 3.30 Conexión de las baterías.

Fuente: Autores

Para colocar el socket del cargador, realizamos un corte en la parte inferior del forro del asiento, como podemos ver en la figura, con lo cual tenemos mayor facilidad de conectar y desconectar el cargador.



Figura 3.31 Corte para socket del cargador.

Fuente: Autores

El breaker fue colocado en el interior del asiento, para que el usuario no tenga dificultad en conectar o desconectar el sistema.

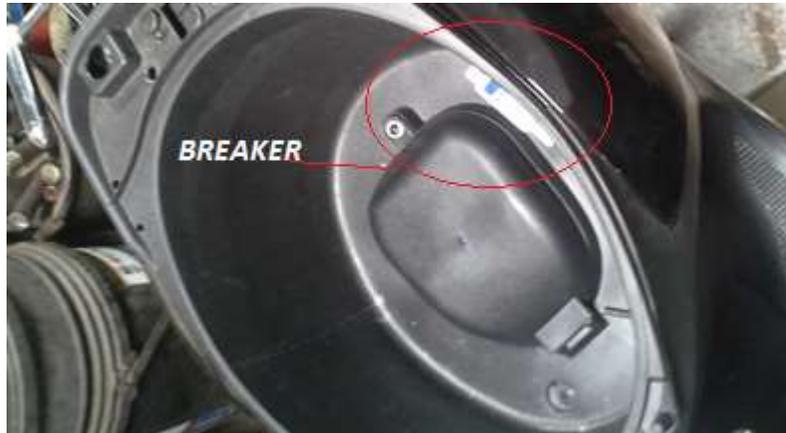


Figura 3.32 Ubicación del breaker.

Fuente: Autores

3.10.2. Implementación del motor

Debido a que el motor eléctrico no cuenta con un pasador, como lo tiene la llanta trasera de un scooter de combustión interna, tal cual se puede observar en la parte A de la figura 3.33.

Se realizará un corte en la parte indicada, para crear una triceta en el eje basculante, como se muestra en la parte B de la figura 3.33, con ello se puede colocar y sacar el motor con facilidad, en caso de cambiar el neumático, como se observa en la parte C y D de la figura 3.33.



Figura 3.33 Implementación del motor.

Fuente: Autores

3.10.3. Implementación del controlador y convertidor

Para colocar el controlador y el convertidor, se construyó una lámina como podemos observar en la siguiente figura:



Figura 3.34 Base para colocación del controlador y convertidor

Fuente: Autores

Esta base irá colocada en la parte posterior del scooter, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.35 Disposición del controlador y convertidor

Fuente: Autores

El controlador, irá conectado, como se ha mencionado antes en el cuadro 3.2. , teniendo como resultado el diagrama que se indica en el (Anexo 5).



Figura 3.36 Controlador y convertidor instalados

Fuente: Autores

3.10.4. Implementación del sistema de alimentación

Debido a la falta de espacio en el scooter para colocar el panel solar, la batería, el regulador de carga y el relé. Se obtuvo un baúl para motos, como podemos observar en la figura 3.37.



Figura 3.37 Baúl para motos.

Fuente: Autores

Posteriormente, se procedió a la adaptación del panel solar a la tapa del baúl, para lo cual se fabricó una base para que se pueda sujetar al baúl.



Figura 3.38 Base para el panel solar.

Fuente: Autores

Esta base se la colocó encima del baúl, quedando de la siguiente manera:



Figura 3.39 Disposición del panel solar en el baúl

Fuente: Autores

Se procedió a la colocación de los elementos, como el relé y el regulador de carga, en la tapa del baúl, tal como se indica en la siguiente figura:

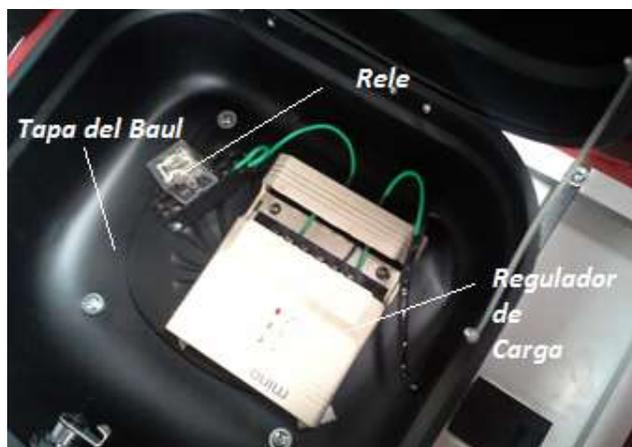


Figura 3.40 Disposición del regulador y el relé

Fuente: Autores

Finalmente, se procedió a la colocación de la batería del sistema de alimentación, la misma que irá colocada en la base del baúl mediante correas de sujeción.

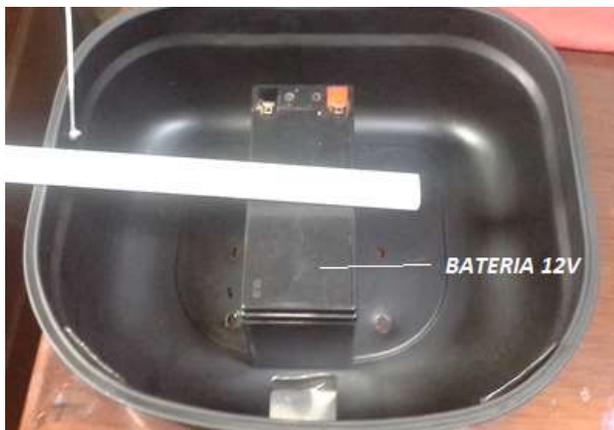


Figura 3.41 Disposición de la batería

Fuente: Autores

3.10.5. Implementación del sistema de accesorios

Para la implementación del sistema, utilizamos el mismo cableado que existía en nuestro scooter de combustión interna, con la diferencia de la entrada de corriente, la cual fue modificada como antes mencionamos, tanto por el sistema de carga como por el sistema de alimentación.



Figura 3.42 Implementación del sistema de accesorios.

Fuente: Autores

3.11. PROTOTIPO DEL SCOOTER

Teniendo todos los elementos montados en el scooter, mostramos la disposición de los mismos:

- Motor eléctrico
- Controlador
- Odómetro
- Acelerador
- Baterías
- Freno



Figura 3.43 Prototipo del scooter.

Fuente: Autores

3.12. MONTAJE DEL CARENADO DEL SCOOTER

Con todos los nuevos elementos montados y tras realizar pruebas de funcionamiento, se procedió al montaje del carenado del scooter y accesorios como las luces, teniendo en cuenta que por las condiciones iniciales del mismo,

se tuvo que aplicar pintura poliuretano de color negro a todo el carenado y, además se procedió a arreglar las partes en mal estado.



Figura 3.44 Parte frontal del carenado.

Fuente: Autores



Figura 3.45 Parte posterior del carenado.

Fuente: Autores



Figura 3.46 Parrilla para baúl.

Fuente: Autores

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS ALCANZADOS

Con la finalidad de obtener resultados más precisos al realizar las pruebas y los análisis nos aseguramos de mantener las baterías del scooter totalmente cargadas al 100%. Todas las pruebas de este capítulo se las hizo con la carga utilizada para todos los cálculos previos (70kg una persona promedio). Al ser un vehículo para uso dentro del perímetro urbano las pruebas se realizaron en la ciudad de Latacunga, la superficie donde se realizaron las pruebas es de asfalto y adoquín.

Con los datos obtenidos planteamos un análisis económico de todos los costos involucrados en el desarrollo del proyecto así como una comparación con un scooter de 100cc para obtener los beneficios totales del proyecto.

4.1. VELOCIDAD MAX. DISTANCIA TOTAL RECORRIDA

Las pruebas se efectuaron en la Ciudad de Latacunga, en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas, específicamente en el parqueadero el cual tiene un perímetro de 0.422 km, el día viernes 11 de abril del 2014, con una temperatura promedio de 19°C y una humedad del 64 %.



Figura 4.1 Temperatura en Latacunga

Fuente: Google Maps

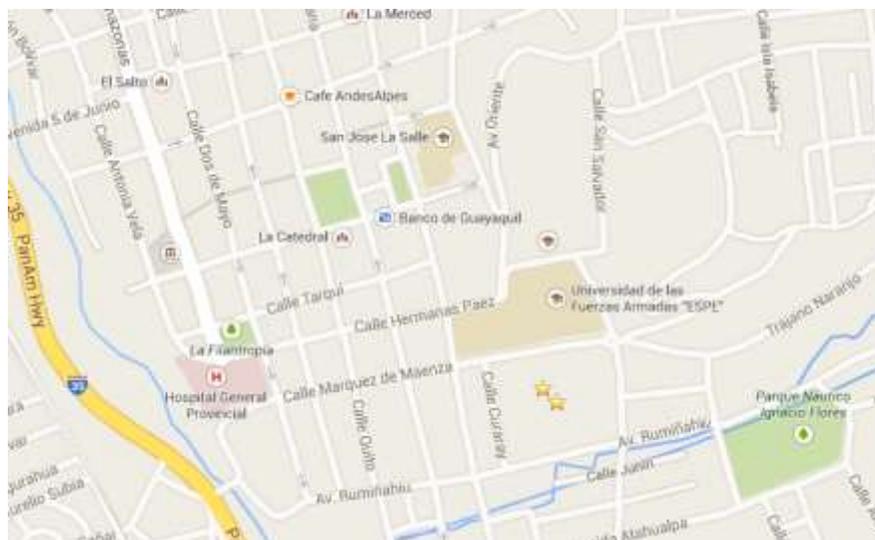


Figura 4.2 Ubicación de la Universidad de las Fuerzas Armadas

Fuente: Google Maps



Figura 4.3 Parqueadero de la Universidad de las Fuerzas Armadas

Fuente: Google Maps

La distancia total recorrida por el scooter eléctrico, a una velocidad de 15 Km/h fue de 45 km, durante 3 horas en una superficie plana.



Figura 4.4 Pruebas de velocidad a 15km/h y distancia máxima.

Fuente: Autores



Figura 4.5 Velocidad marcada durante la prueba

Fuente: Autores

La velocidad máxima que alcanzó el scooter eléctrico, durante las pruebas, fue de 35 km/h con una persona de 70 kg promedio.



Figura 4.6 Pruebas de velocidad máxima.

Fuente: Autores



Figura 4.7 Distancia marcada durante la prueba.

Fuente: Autores

4.2. ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SCOOTER 100CC

Para análisis los resultados obtenidos, partiremos de datos como el consumo de operación y mantenimiento, el cual se basó en una referencia que se puede identificar en el Anexo 6 de un scooter a combustión interna, sobre los que se recabaron los siguientes parámetros:

Tabla 4.1 Condiciones iniciales para el análisis scooter 100cc.

Recorrido diario requerido (km)	45
Cantidad de Litros en 1 (gal)	3,79
Costo de la Gasolina Extra (gal)	1,48
Costo de Aceite 4T(1000cc) 1L	10
Consumo Combustible (km/lit)	35
Capacidad del Tanque de Combustible (L)	5
Proporción Combustible/Aceite (L combustible /1L aceite)	24

Fuente: Autores

Tabla 4.2 Costos de mantenimiento preventivo scooter 100cc.

Ítem	Km	Costo Unitario (USD)
Batería	4000	2
Cadena de Transmisión	500	1
Carburador	4000	6
Suspensión	4000	1
Manguera de Combustible	4000	1
Comando del Acelerador y Freno	2000	1
Bujías	8000	2
Filtro de Aceite	1000	0,25
Frenos	4000	9
Limpieza	1000	0,5
ABC Motor	4000	15
Neumáticos	1000	0,25

Fuente: Autores

Tabla 4.3 Costos de mantenimiento correctivo scooter 100cc.

Ítem	Km	Costo (USD)
Batería	25000	15
Cadena de Transmisión	8000	45
Carburador	25000	15
Suspensión	25000	45
Manguera de Combustible	25000	8
Comando del Acelerador y Freno	25000	8
Bujías	10000	12

CONTINUA

Aceite del Motor y Filtro	2000	15
Frenos	10000	20
Reparación	25000	200
Neumáticos	25000	200

Fuente: Autores

Tabla 4.4 Costo anual de mantenimiento preventivo scooter 100cc.

Mantenimiento Preventivo	Años				
	1	2	3	4	5
Frecuencia(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Costo de Mantenimiento (USD)	196	196	203,47	211,22	219,27
Inflación	0,00	7,47	7,75	8,05	8,35
Total (USD)	196,00	203,47	211,22	219,27	227,62

Fuente: Autores

Tabla 4.5 Costo anual de mantenimiento correctivo scooter 100cc.

Mantenimiento Correctivo	Años				
	1	2	3	4	5
Frecuencia(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Batería	0,00	31,14	0,00	33,56	0,00
Cadena de Transmisión	90,00	93,43	96,99	100,68	104,52
Carburador	0,00	15,57	0,00	16,78	0,00
Suspensión	0,00	46,71	0,00	50,34	0,00
Manguera de Combustible	0,00	8,30	0,00	8,95	0,00
Comando del Acelerador y Freno	0,00	8,30	0,00	8,95	0,00
Bujías	12,00	24,91	12,93	26,85	27,87
Aceite del Motor y Filtro	120,00	124,57	129,32	134,25	139,36
Frenos	20,00	41,52	21,55	44,75	46,45
Reparación	0,00	207,62	215,53	223,74	232,27
Neumáticos	0,00	207,62	0,00	223,74	0,00
Total (USD)	242,00	809,72	476,32	872,59	550,47

Fuente: Autores

Tabla 4.6 Costos de operación scooter 100cc.

	Años				
	1	2	3	4	5
Frecuencia(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Costo de Consumo de Combustible con Gasolina Extra (USD)	180,97	180,97	180,97	180,97	180,97
Costo de Consumo de Aceite Proporción 24:1 (USD)	192,86	200,21	207,83	215,75	223,97

Fuente: Autores

Tabla 4.7 Costo total de operación y mantenimiento scooter 100cc.

	Años				
	1	2	3	4	5
Frecuencia(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
TOTAL (USD)	811,822	1394,356	1076,339	1488,577	1183,029

Fuente: Autores

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para que el proyecto se concrete es necesario contar con los siguientes recursos:

A. Materiales Directos: comprende materiales, y accesorios que intervienen directamente en el proyecto:

Tabla 4.8 Desglose de los materiales directos para la conversión

Cantidad	Ítem	Características	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Scooter	HDM 50-e1 100cc (Sin motor, sin batería)	150	150
1	Motor Brushless	Hub 500W 48V 20Ah	990	990
1	Controlador	500W 48V	400	400
1	Convertidor de Voltaje	Entrada 48V Salida 12V	45	45
4	Batería	Ácido Plomo en Gel 12V 18Ah	64	256
1	Tablero Digital	48V	50	50
1	Acelerador	48V 500W	40	40
1	Panel Solar	25W	75	75
1	Batería	Ácido Plomo en Gel 12V 7Ah	25	25
1	Regulador de carga	Mino V2	50	50
1	Relé	12V	12	12
1	Kit de Luces	Delanteras y Posteriores Scooter	80	80
1	Pernos, Tornillos	Varios	10	10
2	Cable	Blanco Rojo Azul Negro	6	12
			TOTAL (USD)	2195

Fuente: Autores

B. Costos de Modificación del Chasis: Comprende materias primas, materiales, equipos o accesorios y mano de obra, utilizados para el acoplamiento de los accesorios al scooter dentro del proyecto.

Tabla 4.9 Costo de implementación.

Cantidad	Ítem	Características	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
2	Materiales Porta Bateria	Latón	10	20
1	Materiales Porta Controlador	Latón	5	5
1	Implementación Motor	Corte y Fresadora	10	10
1	Utilización Maquinaria	Varios	10	10
TOTAL(USD)				45

Fuente: Autores

C. Costos indirectos. Comprende logística, movilización y combustible utilizado dentro de la investigación pero, que no se consideran directos en la conversión.

Tabla 4.10 Costo Logística y Transporte

Cantidad	Ítem	Características	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Logística	Importación de Materiales	100	100
1	Combustible y Movilización	Transporte de Materiales	50	50
TOTAL (USD)				150

Fuente: Autores

D. Costo Total de la investigación.

Tabla 4.11 Costo Total de la investigación.

Ítem	Descripción	Costo
1	Materiales	2195
2	Costos de Modificación	45
3	Costos Indirectos	150
TOTAL (USD)		2390

Fuente: Autores

E. Cálculo del costo de operación y mantenimiento del proyecto realizado.

Recorrido Diario = 45 km

Se estima los costos de consumo eléctrico y mantenimiento, para un periodo de 5 años, recorriendo una distancia de 45 km diarios a carga completa.

Para lo cual, debemos tomar en cuenta el consumo que tendríamos en kW/h, el scooter toma 6 horas para cargar sus 48V, cuyas características del cargador son 110V y 2 A

El cálculo de kW está dado por la siguiente ecuación:

$$P = V * I \quad (4.1)$$

Dónde:

- P = Potencia
- V = Voltaje
- I =Intensidad

Sustituyendo los valores tenemos:

$$P = (110V)(2A)$$

$$P = 220W$$

Entonces, tendríamos que la potencia que utilizaría es de **220W**

Para el cálculo de la energía necesitamos del tiempo, como habíamos mencionado antes, era de 6 horas

$$E = P * t \quad (4.2)$$

Dónde:

- E = Energía consumida
- P = Potencia
- t = Tiempo de carga

Sustituyendo los valores obtenidos:

$$E = (200W)(6h)$$

$$E = 1200Wh$$

Entonces, tenemos que el consumo del cargador por hora, es de 1200Wh

Como en la planilla de servicio energético su medición es por kW/h teniendo un consumo de 1.2 kW/h, esto sería al mes un consumo total de 36kW/h. Ingresamos en la página de la CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), en donde encontramos en el cálculo de tarifas residenciales, que “el monto calculado no debe ser tomado como el real, debido a que se está facturando solo por energía y comercialización, sin ser tomado en consideración los diferentes subsidios de ley y rubros a terceros.” (CONELEC, 2014)

Entonces, realizamos el costo mensual en la empresa eléctrica de Quito.



Figura 4.8 Consumo energético mensual del scooter

Fuente: (CONELEC, 2014)

Para lo cual, tendríamos que el pago mensual es de \$3.93

Tabla 4.12 Costos de consumo eléctrico

Consumo Eléctrico	Años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo	47,16	47,16	48,96	50,82	52,76
Inflación	0	1,80	1,87	1,94	2,01
Total (USD)	47,16	48,96	50,82	52,76	54,77

Fuente: Autores

Tabla 4.13 Costo de mantenimiento preventivo scooter eléctrico

Año	1			
Km	16200	Frecuencia	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Batería	15000	4	2	8
Cadena de Transmisión	500	0	1	0
Carburador	4000	0	6	0
Suspensión	4000	4	1	4
Manguera de Combustible	4000	0	1	0
Comando del Acelerador y Freno	2000	8	1	8
Bujías	8000	0	2	0
Filtro de Aceite	1000	0	0,25	0
Frenos	10000	4	9	36
Limpieza	1000	16	0,5	8,1
Motor Eléctrico	10000	2	20	40
Neumáticos	1000	16	0,25	4
TOTAL (USD)				100,15

Fuente: Autores

Tabla 4.14 Costos de mantenimiento anual de un scooter eléctrico

Mantenimiento	Años				
	1	2	3	4	5
Frecuencia(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Mantenimiento Preventivo	100,15	103,97	107,93	112,04	116,31
Batería	0	265,75	0,00	286,39	0
Cadena de Transmisión	0	0	0	0	0
Carburador	0	0	0	0	0
Suspensión	0,00	46,71	0,00	50,34	0,00
CONTINUA					

Manguera de Combustible	0	0	0	0	0
Comando del Acelerador y Freno	0,00	8,30	0,00	8,95	0,00
Bujías	0	0	0	0	0
Aceite del Motor y Filtro	0	0	0	0	0
Frenos	20,00	41,52	21,55	44,75	46,45
Reparación Motor	0	0	0	0	0
Neumáticos	0,00	207,62	0,00	223,74	0,00
TOTAL (USD)	120,15	673,88	129,48	726,21	162,76

Fuente: Autores

Tabla 4.15 Costos de operación y mantenimiento scooter eléctrico

Ahorro	Años				
	1	2	3	4	5
Recorrido(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Operación y Mantenimiento Eléctrica (USD)	167,31	722,84	180,30	778,97	217,53

Fuente: Autores

F. Beneficios económicos totales.

Los Beneficios económicos totales del proyecto, se estimaron para un período de 5 años.

Tabla 4.16 Variación inflación anual

Variación inflación anual	TASA
Junio 2012	5,09%
Junio 2013	2,68%
Junio 2014	3,67%
Promedio	3,81%

Fuente: Banco Central del Ecuador

Tabla 4.17 Tasa pasiva

Tasa pasiva	4,98%
--------------------	--------------

Fuente: Banco Central del Ecuador

Tabla 4.18 Beneficios económicos totales (USD), al recorrer 45 km diarios

BENEFICIOS ECONÓMICOS TOTALES 45KM DIARIOS						
Beneficios por año	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
Ahorro de operación y mantenimiento (45 km diarios)	0,00	811,82	1394,36	1076,34	1488,58	1183,03
Costo galón gasolina extra (1,45 US\$) Costo litro aceite 4T(6 US\$)						
Costos por año						
Materiales y Equipos	2390					
Consumo por año		47,16	48,96	50,82	52,76	54,77
Mantenimiento (US\$)	0	120,15	673,88	129,48	726,21	162,76
CONTINUA						

Costos totales (US\$)	2390	167,31	722,84	180,30	778,97	217,53
Beneficios netos por año. (FLUJOS)	- 2390	644,51	671,52	896,04	709,61	965,50
Promedio inflación anual Julio 2014		3,81%				
Tasa pasiva (tasa de oportunidad) Julio 2014		4,98%				
TMAR (tasa mínima aceptable de retorno)						
VAN (Valor Actual Neto)		949,19				
TIR (Tasa Interna de Rendimiento)		17,5%				
Relación BENEFICIO/ COSTO		1,23				

Fuente: Autores

G. Interpretación de resultados (Tabla 4.18)

- La tasa de descuento para el cálculo del VAN, TIR, RELACIÓN BENEFICIO COSTO, fue tomada de la tasa pasiva (costo de oportunidad), emitida por el Banco Central del Ecuador.
- De acuerdo al indicador VAN, el proyecto debe aceptarse, ya que luego de ejecutado el proyecto me deja un beneficio de \$949,19 en teoría, un proyecto debe ser aceptado si su valor es mayor que cero.
- El indicador TIR, me da como resultado un retorno del 17,51%, que es una tasa mayor a la tasa de oportunidad (4,98%), que tomamos de la tasa pasiva que podrían pagar las instituciones financieras por un depósito a plazo fijo. Fuente tomada del Banco Central del Ecuador.

- La relación beneficio-costo, nos da un dato mayor a uno por lo tanto se acepta el proyecto, interpretando nos dice, que por cada dólar invertido tengo un beneficio de 0,23 centavos.

Considerando los flujos (Beneficios Netos por año), se puede notar que se recupera la inversión en el cuarto año.

H. Comparación de resultados

Al comparar los costos de operación y mantenimiento del scooter eléctrico, antes de la conversión y después de la misma obtenemos los siguientes resultados

Tabla 4.19 Comparación de resultados obtenidos

Ahorro	Años				
	1	2	3	4	5
Recorrido(km)	16200	32400	48600	64800	81000
Ítem					
Operación y Mantenimiento Eléctrica	167,31	722,84	180,30	778,97	217,53
Operación y Mantenimiento Combustión	811,82	1394,36	1076,34	1488,58	1183,03
Ahorro (USD)	644,51	671,52	896,04	709,61	965,50
Porcentaje de Ahorro	21%	52%	17%	52%	18%

Fuente: Autores

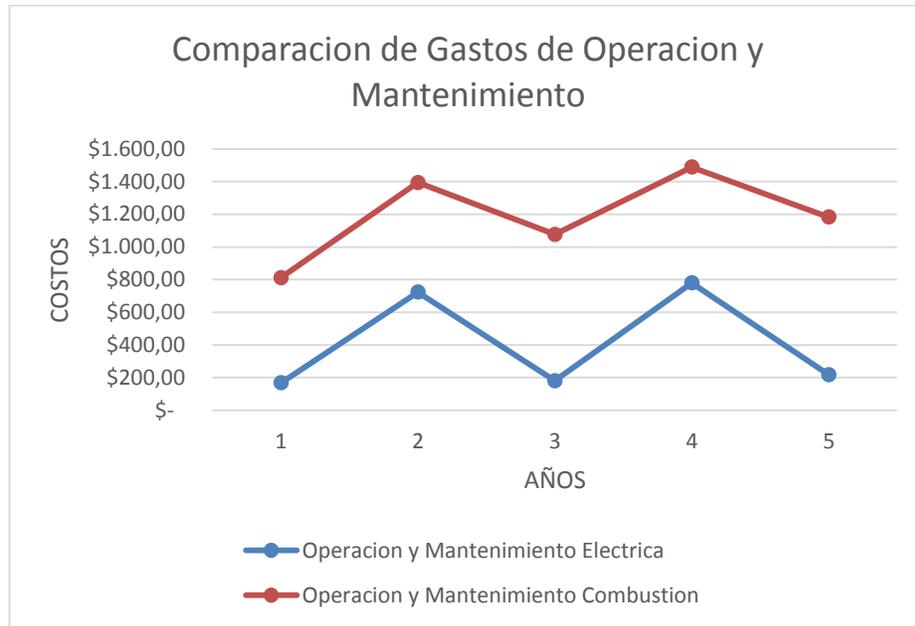


Figura 4.9 Comparación de gastos de operación y mantenimiento.

Fuente: Autores



Figura 4.10 Porcentaje de ahorro.

Fuente: Autores

Finalmente, al analizar el consumo del scooter eléctrico y el de combustión, tenemos el siguiente resultado:



Figura 4.11 Comparación de consumos

Fuente: Autores

Tomando en cuenta todos los parámetros analizados, obtenemos que el scooter eléctrico tiene costos de operación y mantenimiento más bajos que los utilizados en un scooter a combustión interna, razón por la cual es una alternativa que además de ser útil a la no contaminación al medio ambiente, también genera un ahorro considerable en los gastos de operación y mantenimiento a corto y largo plazo.

4.4. ANÁLISIS AMBIENTAL

“Los 410 000, carros que circulan en Quito son los causantes del 70% de la contaminación del aire. Según estimaciones de la Secretaría de Movilidad y Obras Públicas.” (El Comercio, 2012)

Con la conversión de este scooter, se estaría reduciendo este porcentaje en su totalidad en la contaminación, dando así un resultado favorable para la ciudad. Además un resultado benéfico para la salud de las personas, como

podemos observar en la siguiente figura, donde se analiza los efectos que causan los gases en los humanos



Figura 4.12 Componentes que se analizan en el aire de Quito

Fuente: (El Comercio, 2012)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se convirtió un scooter con motor de combustión interna de cuatro tiempos, en un scooter con motor eléctrico de alimentación, de energía solar y con carga de 110V, el cual tiene las mismas características que el modelo inicial a gasolina.
- La instalación de un motor eléctrico tipo Brushless, ayudó aumentando el espacio disponible para las baterías y demás componentes.
- Se instaló un sistema de energía solar, para la alimentación del acumulador del sistema de accesorios.
- Se instaló un sistema de carga de 110V, para el acumulador de energía del motor.
- Se obtuvo un ahorro económico considerable en cuanto al consumo de energía del scooter eléctrico, a comparación de una de gasolina con un ahorro promedio anual del 32%.
- Según el análisis del diseño del chasis, se obtuvo que la estructura cuenta con factor de seguridad adecuado para su uso cotidiano.
- Debido a la potencia del motor, se obtuvo una velocidad razonable para la circulación del scooter en la ciudad, sin superar el límite de velocidad estipulado por la ANT.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe tomar en cuenta la inversión inicial que se realizó en esta conversión, la cual es muy alta debido a los componentes utilizados, pero que se podría reducir con la importación al por mayor de los componentes.
- La potencia del motor, se selecciona directamente con la velocidad y torque que el consumidor necesite.

- Se debe capacitar a los estudiantes sobre las nuevas tendencias de uso de energías renovables en el campo automotriz, para motivar a la generación de nuevos proyectos, en beneficio del medio ambiente.
- Se debe tener especial cuidado a la hora de manipular los componentes eléctricos del scooter, razón por la cual existe un breaker, el cual debe ser apagado antes de proceder a cualquier tipo de manipulación.
- Se debe tomar en cuenta los parámetros iniciales del motor, ya que si no se respeta los límites de carga y de capacidad de subida de pendientes, el motor y sus componentes pueden sufrir daños importantes.

BIBLIOGRAFÍA

- AEADE. (2013). CIFRAS. *ANUARIO AEADE*, pág. 79-87.
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PEARSON EDUCACIÓN, pág. 185.

NETGRAFÍA

- Abatta, L., & Moya, P. (Julio de 2013). *Diseño, adaptación y conversión de una motocicleta de 100 c.c. a gasolina en eléctrica*. Tesis, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Quito. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de Repositorio Digital Espe:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6885/1/T-ESPE-047278.pdf>
- Arpem Networks. (2010). *Arpem*. Recuperado el 9 de Abril de 2014, de <http://www.arpem.com/motos/modelos/yamaha/fotos/2010/yamaha-ec-03/lateral-izquierdo.html>
- Arpem Networks. (2010). *Arpem*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.arpem.com/motos/modelos/smart/modelos-10/scooter.html>
- ATERSA. (2011). *Manual Mino V2*. Madrid: Grupo Elecnor. Recuperado el 8 de Mayo de 2014, de www.atersa.com/img/2011121122359.pdf
- Atersa Grupo Elecnor. (07 de Noviembre de 2011). *Atersa*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de <http://www.atersa.com/img/2011121122359.pdf>
- AutoScout24. (13 de Septiembre de 2012). *AutoScout24*. (G. Victor, Editor) Recuperado el 9 de Abril de 2014, de <http://ww2.autoscout24.es/prueba/peugeot-e-vivacity/cambio-de-chip/44456/310544/#gallery=310594&image=1>

- Becerril Sandoval, J. A. (2014). *Diseño de etapa de potencia y control para un motor brushless de CD con frenado regenerativo aplicado a una moto deportiva eléctrica*. Tesis de pregrado, Mexico D.F. Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/3489>
- BMW Motorrad. (Abril de 2014). *BMW*. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de Bmw Motorrad España: http://www.bmw-motorrad.es/es/es/index.html?content=http://www.bmw-motorrad.es/es/es/urban_mobility/C_evolution/cevolution_overview.html¬_rack=1
- Civantos, D. (5 de Septiembre de 2011). Recuperado el 20 de Junio de 2014, de La Informacion.com: <http://blogs.lainformacion.com/futuretech/2011/09/05/bicicleta-mit/>
- Clavero, D. (11 de Mayo de 2012). *Tecmovia Web*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de Tecmovia: <http://www.tecmovia.com/2012/05/11/smart-confirmar-para-2014-el-lanzamiento-de-su-scooter-electrico/>
- Comercial Guiralsa S.L. (2012). *Pastor Electrico*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.pastorelectrico.com/bateria-gel-recargable-12-v-40-a-h.html>
- CONELEC. (Abril de 2014). *Cálculo de tarifas residenciales*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de http://www.conelec.gob.ec/tarifa_residencial.php?cd_centro=4195
- Daroqui, E. (13 de Octubre de 2013). *AutoSolar*. Recuperado el 26 de Junio de 2014, de <http://autosolar.es/blog/tecnica/item/199-conexion-de-las-baterias-para-12-24-y-48v>

- Direct Industry. (2012). *DirectIndustry*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.directindustry.es/prod/victron-energy/baterias-12460-139633.html>
- El Comercio. (12 de Junio de 2011). *Más de 100 000 motocicletas se venden cada año en todo el país*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/mas-de-100-000-motocicletas.html>
- El Comercio. (28 de Junio de 2012). *El Comercio*. Recuperado el 20 de Julio de 2014, de El Comercio: http://www.elcomercio.com.ec/quito/esmog-ahogazonas-Quito_0_726527612.html
- EL COMERCIO. (Junio de 2012). *Especiales El Comercio*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://especiales.elcomercio.com/2012/06/contaminacion/>
- El Comercio. (27 de Junio de 2012). *Secretaria de Ambiente del Municipio de Quito/ El Comercio*. Recuperado el 01 de Junio de 2014, de http://www.elcomercio.com/quito/PDF-Esmog-ahogan-contaminacion-medio_ambiente_ECMFIL20120628_0001.pdf
- El Telégrafo. (12 de Abril de 2013). *El Telégrafo*. (E. Telegrafo, Editor) Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/la-venta-de-motocicletas-crecio-un-493-en-2012.html>
- El Telégrafo. (17 de Febrero de 2014). *El Telégrafo*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/en-ecuador-se-vende-un-promedio-de-100-000-motos-al-ano.html>
- Fernández , P., & Efrén, E. (2012). *Implementación de un motor eléctrico sobre el chasis de una motocicleta Yamaha TTR125*. Tesis de Pregrado, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2915>

- Guerrero, A. (05 de Mayo de 2014). *El Comercio*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de http://www.elcomercio.com/quito/parque_automotor-contaminacion-Quito-autos-smog_0_1132686824.html
- Honda Motor. (2011). *Honda Motor Europe*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.honda-montesa.es/ev-neo/#ini>
- Honda Motor. (2011). *Honda Motor Europe*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.honda-montesa.es/ev-neo/#sistema>
- Honda Motor. (2011). *Honda Motor Europe*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.honda-montesa.es/ev-neo/#bat>
- Isch, A. (14 de Julio de 2011). *La Hora*. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de <http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101172588#.U74MyfI5Ohv>
- La Hora. (1 de Agosto de 2011). *La Hora*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101370604/-1/Las_motos_son_las_m%C3%A1s_sancionadas.html#.U2Q5yvl5Ohs
- MarketWatch. (24 de Julio de 2012). *MarketWatch*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de MarketWatch Web site: <http://www.marketwatch.com.ec/index.php/el-80-del-total-de-motos-matriculadas-en-el-mes-de-abril-se-reparte-entre-las-15-marcas-entre-mas-de-200-marcas-existentes>
- Motor Pasion Moto. (18 de Abril de 2011). *Motor Pasion Moto*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.motorpasionmoto.com/scooter/peugeot-e-vivacity-un-scooter-electrico-versatil>

- Motors Watts. (2012). *MotorsWatts*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://www.motorswatts.com/tienda/es/controladores-para-motores/89-controlador-24v-120w-9a.html>
- Ningbo Golden Motor Industry Group Co., Ltd. (2014). *Alibaba*. Recuperado el 26 de Junio de 2014, de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/50cc-moped-scooter-china-vespa-eec-epa-moped-scooter-eeec-vespa-hdm50e-1--221280531.html>
- PROINTER PRODUCTOS INTERNACIONALES S.A. (2014). *PROINTER*. S.A. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.prointerec.com/index.php/component/content/article/2-uncategorised/9-detalle-pasola>
- ProViento S.A. (1999). *Proviento*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de <http://www.proviento.com.ec/>
- Queautocompro. (11 de Mayo de 2014). *Queautocompro*. Recuperado el 20 de Mayo de 2014, de <http://www.queautocompro.com/bmw-lanza-su-c-evolution-en-espana>
- REVISTA LIDERES. (12 de Agosto de 2013). *Revista Lideres Ec*. Recuperado el Abril 8 de 2014, de http://www.revistalideres.ec/empresas/Moto-Ecuador-UnnoMotors-demanda-integro-firmas_0_973102706.html
- Ruedas Electricas. (9 de Junio de 2011). *Ruedas Electricas*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de <http://ruedaselectricas.com/motor-36v350w-llanta-rigida-p-108.html>
- Style, O. (2012). *Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autonomo*. España: Oliver Style.
- TodoProductividad. (19 de Julio de 2010). *TodoProductividad Blogger*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de

<http://todoproductividad.blogspot.com/2010/07/los-motores-de-corriente-continua-y-sus.html>

- UNNOMOTORS. (2009). *MOTOR UNO*. Recuperado el 7 de Abril de 2014, de <http://www.motor-uno.com/webpages/joy150.html>
- Webo Solar. (2012). *Webo Solar*. Recuperado el 8 de Mayo de 2014, de http://webosolar.com/store/1074-thickbox_default/modulo-solar-policristalino-solarland-3-watt-volt12.jpg
- Wikipedia. (08 de Junio de 2013). *Wikipedia*. Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura
- Wikipedia. (16 de Julio de 2014). *Wikipedia*. Recuperado el 20 de Julio de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Panel_fotovoltaico
- Yamaha Motor España Marketing. (Enero de 2011). *Yamaha*. Recuperado el 8 de Abril de 2014, de Yamaha Motor Es:
<http://www.yamaha-motor.eu/es/products/scooters/electric/ec-03.aspx?view=featurestechspecs&mode=pricing>

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Christian David Bastidas Arroyo y Darwin Enrique Cabrera Díaz bajo mi supervisión.

ING. EURO MENA

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. WILLIAM BONILLA

CODIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO

EL DIRECTOR DE LA CARRERA

DR. FREDDY JARAMILLO CHECA

SECRETARIO ACADÉMICO