



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA  
ENERGÍA Y MECÁNICA.

CARRERA DE INGENIERÍA  
AUTOMOTRIZ

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



**AUTORES:**

**BASTIDAS ARROYO**

**CHRISTIAN DAVID**

**CABRERA DÍAZ DARWIN**

**ENRIQUE**

**DIRECTOR:**

**ING. EURO MENA**

**CODIRECTOR:**

**ING. WILLIAM BONILLA**



# Contenido

- Justificación e Importancia
- Objetivo general
- Objetivo específico
- Introducción
- Descripción técnica del proyecto
- Procedimiento
- Resultados obtenidos
- Conclusiones
- Recomendaciones

# Justificación e Importancia

- Actualmente existen millones de motocicletas a gasolina circulando por el mundo, cada una de ellas es una fuente de contaminación y consumo, 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, de tal manera contribuir al desarrollo de tecnologías amigables con el ambiente, ya que este tipo de energía genera cero gases contaminantes.



# 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.



# 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.

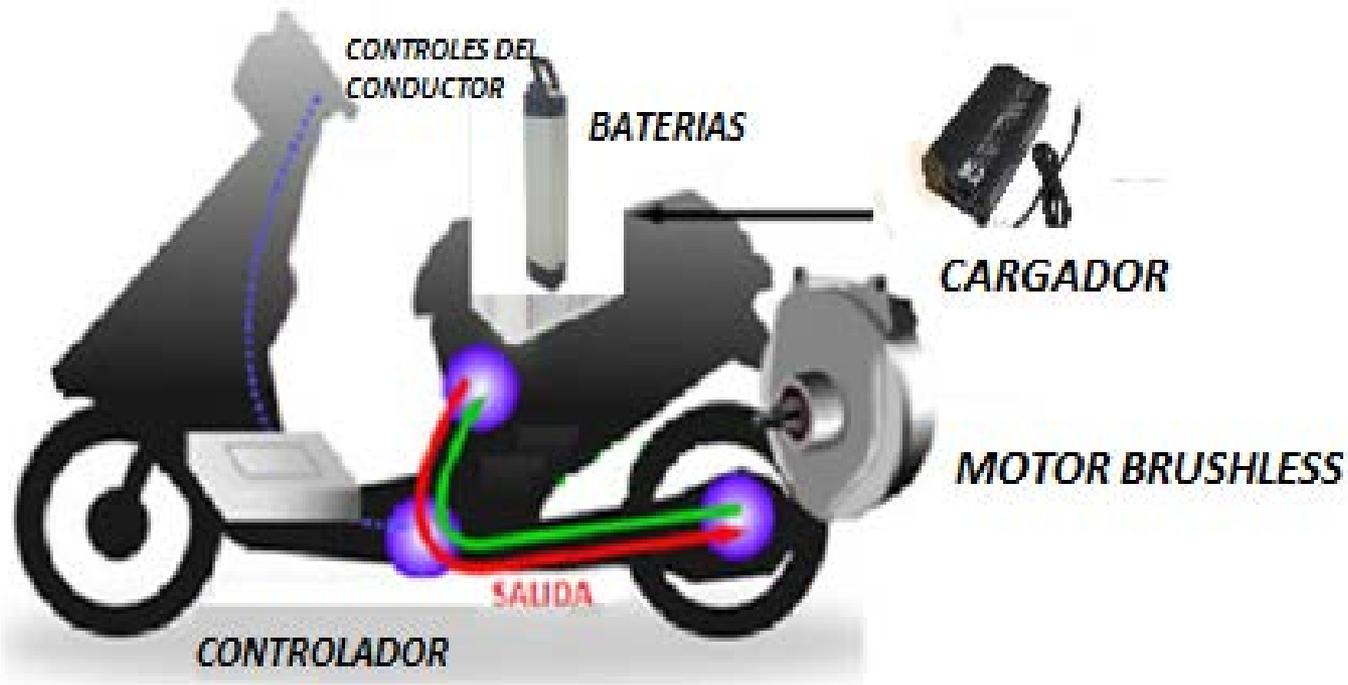
# Descripción técnica del proyecto

- El proyecto estuvo enfocado en obtener una scooter eléctrica de similares capacidades que una de combustión interna de 50cc, y que además cuenta con un dispositivo de alimentación solar para mejorar su autonomía.



# Procedimiento

- Se realiza un bosquejo de los elementos principales que componen el scooter eléctrico



## Cálculos para la selección del motor

- Primeramente es necesario calcular la potencia necesaria del motor, para ello se tiene que tomar en cuenta el torque que se requiere y así la selección del motor.

- Para los cálculos de los parámetros requeridos del motor se necesita datos como el peso de cada uno de los componentes de la 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
<b>TOTAL</b>	<b>163.4 kg</b>



## Cálculo de la fuerza para mover el scooter

Para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$F = C_{rr}Nf \quad (1)$$

Dónde:  $Nf = mg \quad (2)$

Entonces:

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

$$\mathbf{F = 48.088 \text{ N}}$$



# Cálculo del torque necesario

Para el torque necesario depende del radio de las ruedas las cuales se utiliza llantas de 16in (0.203m) de diámetro y de la fuerza de empuje:

$$T_n = R \cdot F \quad (3)$$

Entonces:

$$T_n = (0.203m)(48.088 N)$$

$$\mathbf{T_n = 9.7716 Nm}$$



## Cálculo de la potencia requerida

$$P_{Vmax} = F \cdot Vmax \quad (4)$$

Entonces:

$$P_{Vmax} = (48.088N)(11.11 \text{ m/s})$$

$$\mathbf{P_{Vmax} = 534.318 W}$$

# Especificaciones técnicas del motor eléctrico

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Tipo de Motor	Brushless CC
Velocidad sugerida (km/h)	$\leq 30$
Velocidad Máxima (km/h)	45
Tipo de batería	Plomo acido en gel
Carga estipulada (kg)	$\geq 75$
Voltaje estipulado (V)	48
Salida estipulada (W)	500
Salida estipulada (Nm)	10
Corriente máxima (A)	$25 \pm 0,5$
Voltaje mínimo (V)	$42 \pm 0,5$



# Cálculo de la autonomía teórica

Basándose en la tabla 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.

$$t_0 = Q / I_0 \quad (5)$$

Dónde:

- $t_0$  = Tiempo de operación a corriente continua
- $Q$  = Carga de la batería
- $I_0$  = Corriente de operación
- $t_0 = 18 \text{ Ah} / 6.25 \text{ A}$

$$t_0 = 2.88 \text{ h}$$





# Cálculos para el sistema de alimentación

Consiguientemente para el sistema de alimentación, se utilizó una batería de 12V/7Ah, un regulador de carga y un panel solar.

Para la selección de nuestro panel solar 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.

# 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 <sup>a</sup> )
Corriente óptima (Imp) A	1.43 A (+/-0.1 <sup>a</sup> )
Dimensiones	510x360x20 mm



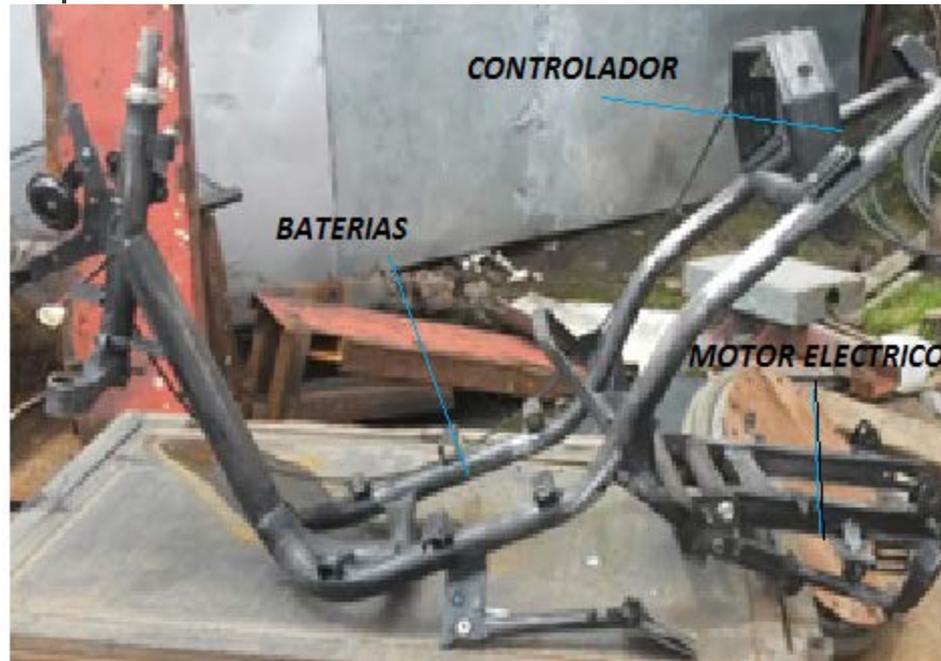
# Selección del chasis



Se da prioridad a uno que haya sido desechado ya que ello contribuirá a darle un nuevo uso a este tipo de automotores como una forma de reutilización.

# Para el proceso de implementación de los componentes

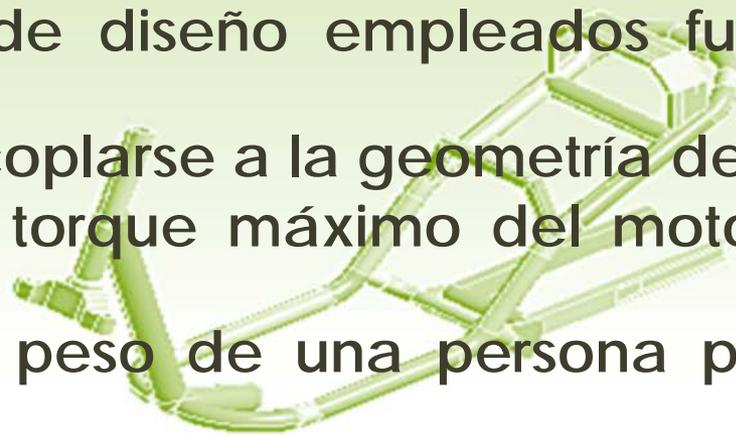
Se delimita la zona donde irán colocados teniendo en cuenta que la mayoría de elementos van a ir conectados al controlador, se busca que el mismo se ubique en una parte de fácil acceso y que además sea segura para los accesorios del controlador.



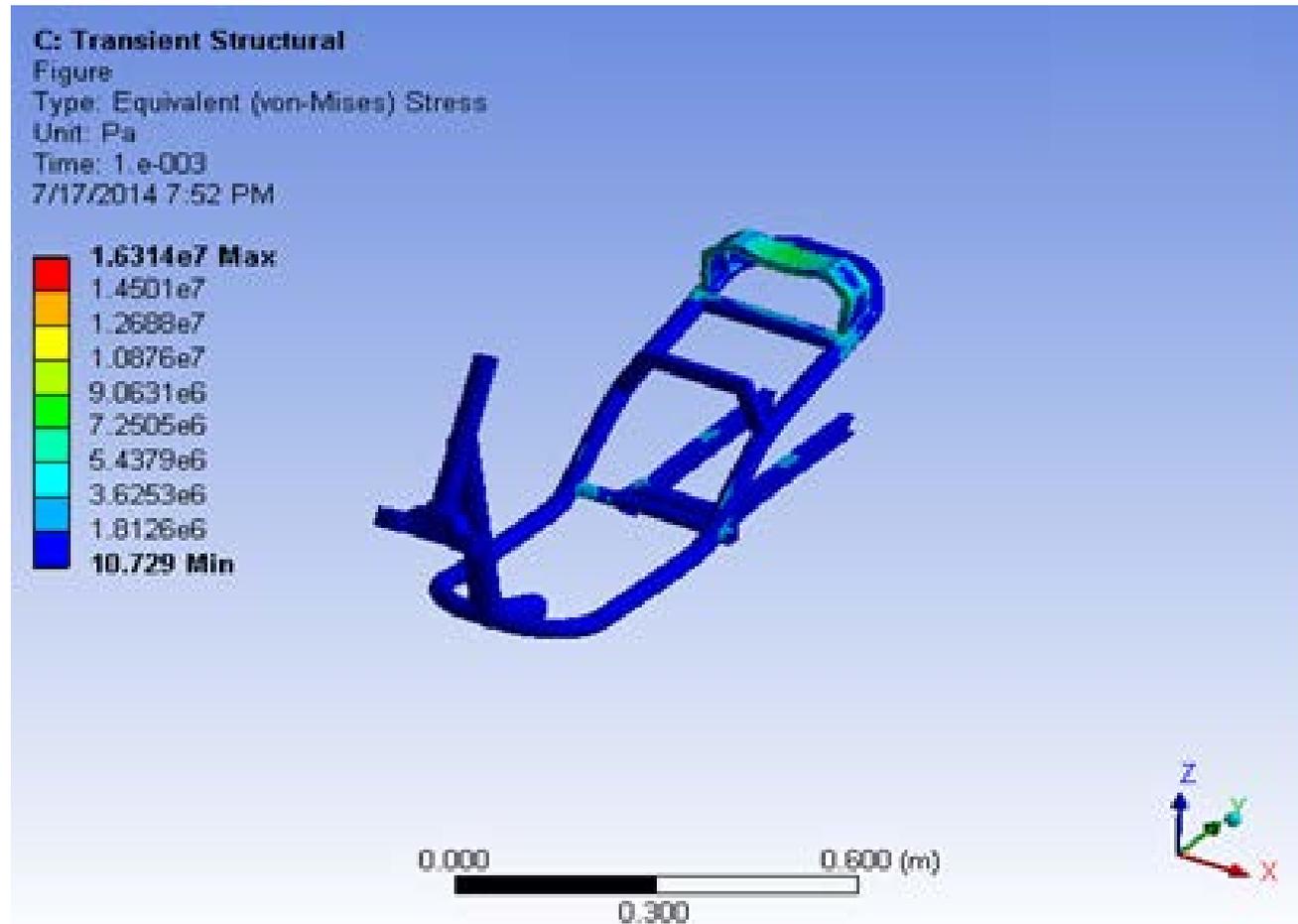
# Análisis de las cargas de la estructura.

Los criterios de diseño empleados fueron los siguientes:

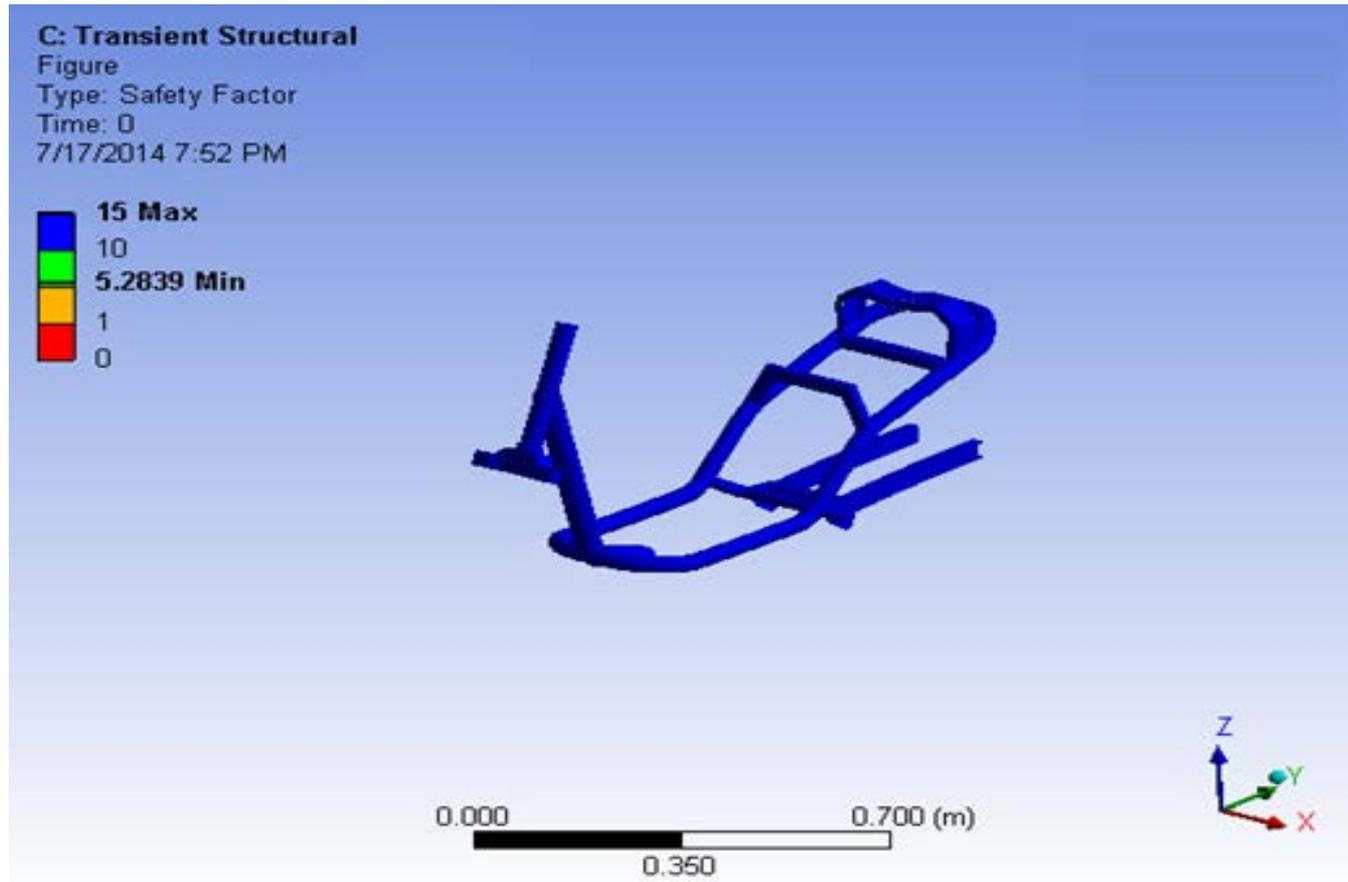
- Deberán acoplarse a la geometría del chasis.
- Soportar el torque máximo del motor de 10 Nm.
- Soportar el peso de una persona promedio de 70 kg.
- Los soportes deben resistir el peso de las baterías, del controlador y del motor, como así mismos.
- Los soportes deben proteger la integridad de las baterías y el controlador.



# Equivalente de Von Mises



# Factor de seguridad





# Proceso de construcción

En el proceso se empieza por la colocación de las 4 baterías que tienen las características.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Voltaje	12 V
Capacidad	18 Ah
Tipo	AGM
Dimensiones	181x76x166 mm
Peso	5700 g

- Se fabrica 2 porta-baterías para que las mismas puedan ir sujetas adecuadamente y conectadas en serie.
- Se ubican los porta-baterías de manera que cumplan con los requisitos preestablecidos de seguridad y conexión.

**PORTA-BATERIA 2**



**PORTA-BATERIA 1**



Para la instalación del motor se acondiciona el lugar de su ubicación de manera tal que se fabrica una triceta



Se fabrica una base para el controlador y convertidor de voltaje de manera que se pueda realizar las conexiones necesarias entre estos elementos. La base fue soldada al chasis del scooter.

- Con el chasis terminado con todas las modificaciones se ubica las baterías en el sitio designado y se conecta las mismas en serie obteniendo un voltaje de 48V.



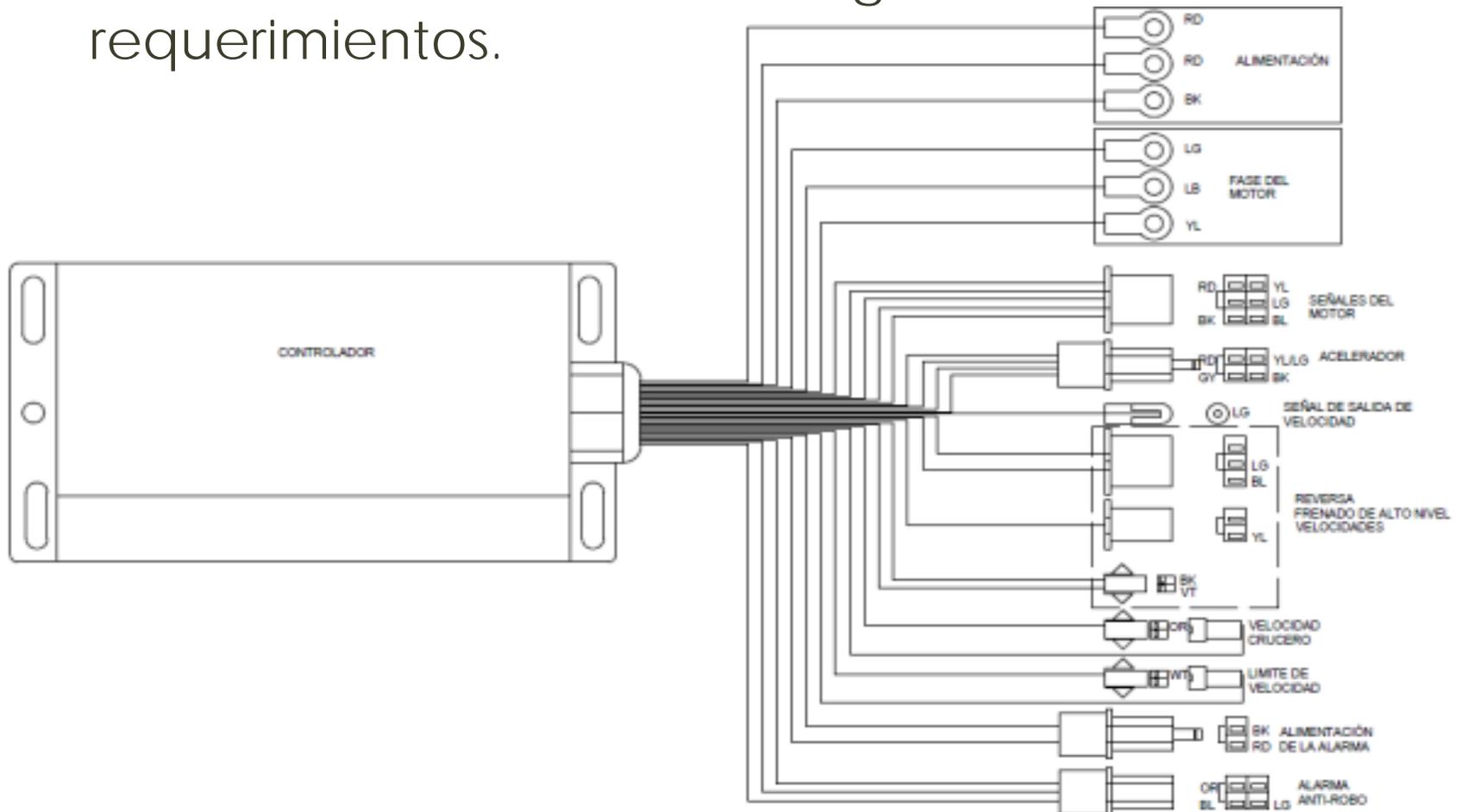


- De igual manera se procede a ubicar el controlador y el convertidor con pernos fijados a la base fabricada de manera tal que cumpla con las condiciones mencionadas anteriormente.

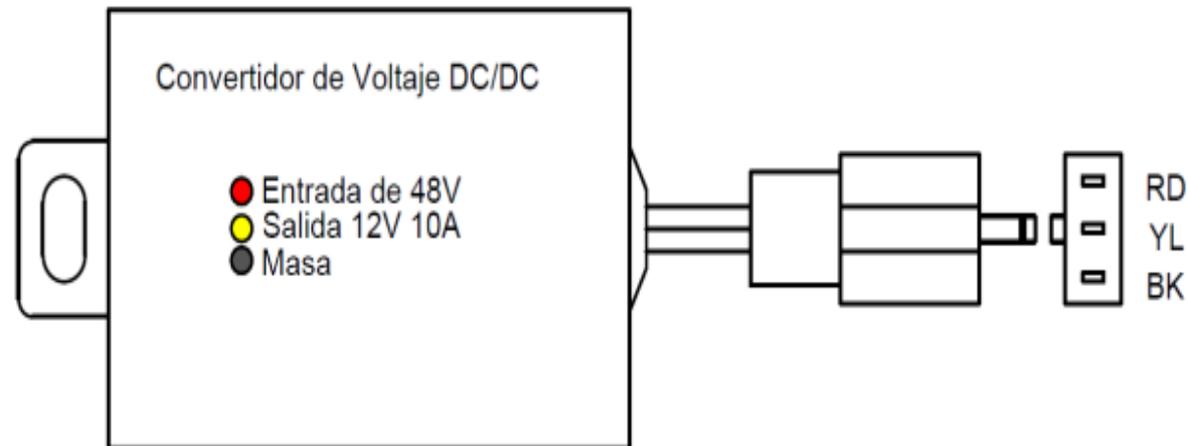


Posteriormente continuamos con la ubicación del motor eléctrico en la triceta que se fabrico.

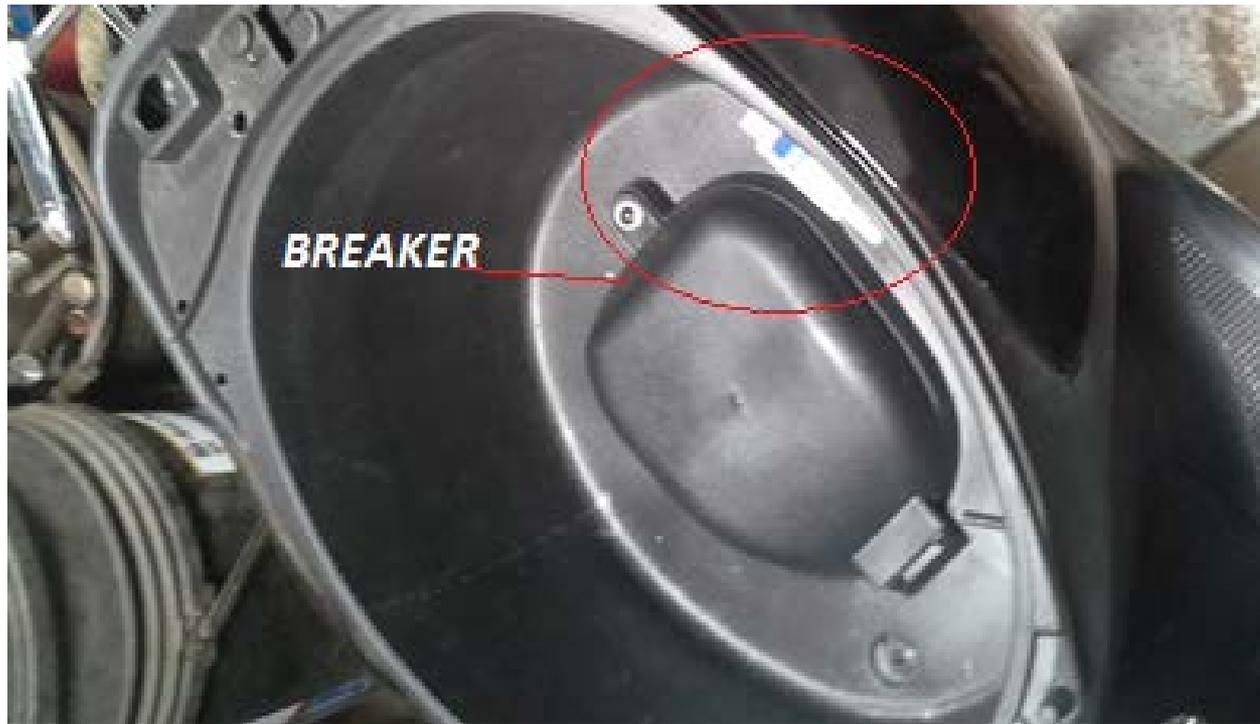
- Consecutivamente conectamos las baterías, el motor y el sistema de accesorios al controlador según los requerimientos.



- El convertidor de voltaje 48DC/12DC se utilizara para el sistema de accesorios puesto que este sistema funciona con 12V



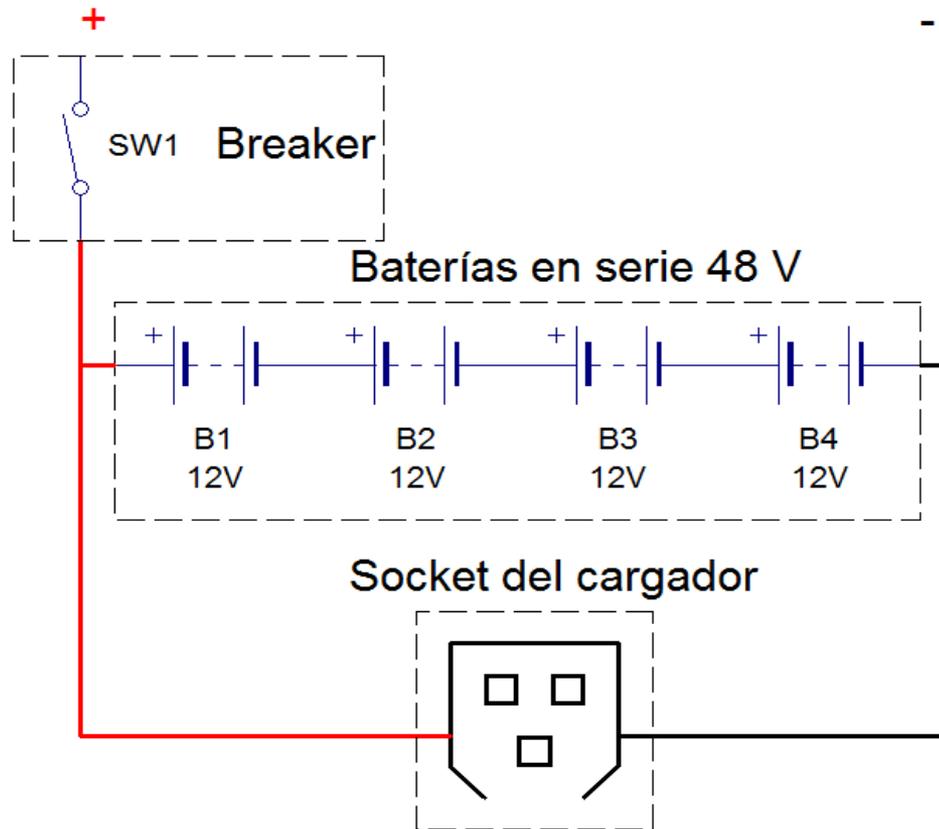
Para proteger las baterías se ubica en el asiento del scooter un breaker para que cuando se de mantenimiento a la scooter no sea necesario desconectar las mismas.



- Para facilitar la carga de las baterías se realiza una perforación en el asiento para ubicar el tomacorriente al cual ira conectado el cargador de la scooter.



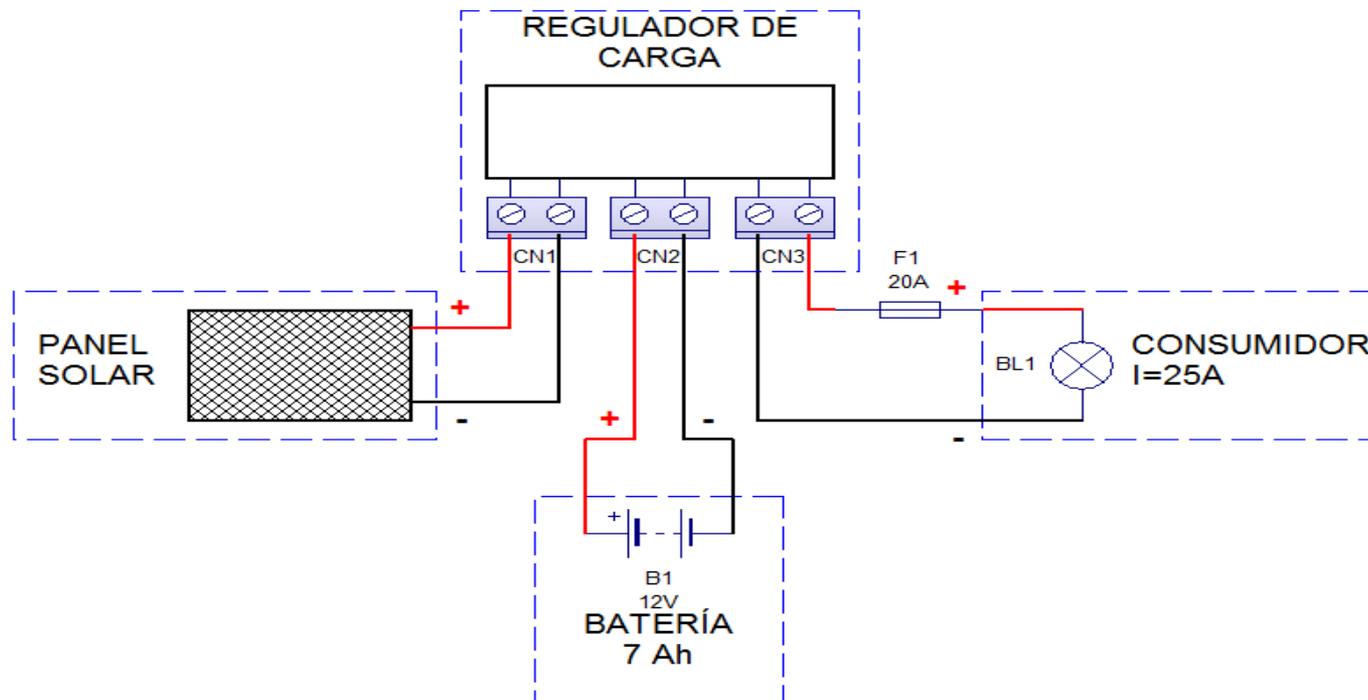
- Luego de colocar el breaker y él toma corriente se conecta los mismos según un circuito establecido



- Teniendo todos los elementos montados en el scooter tenemos la siguiente disposición de los mismos.



- El sistema de alimentación está dado por los siguientes elementos panel solar, regulador de carga, batería y consumidores es este caso el sistema de accesorios.



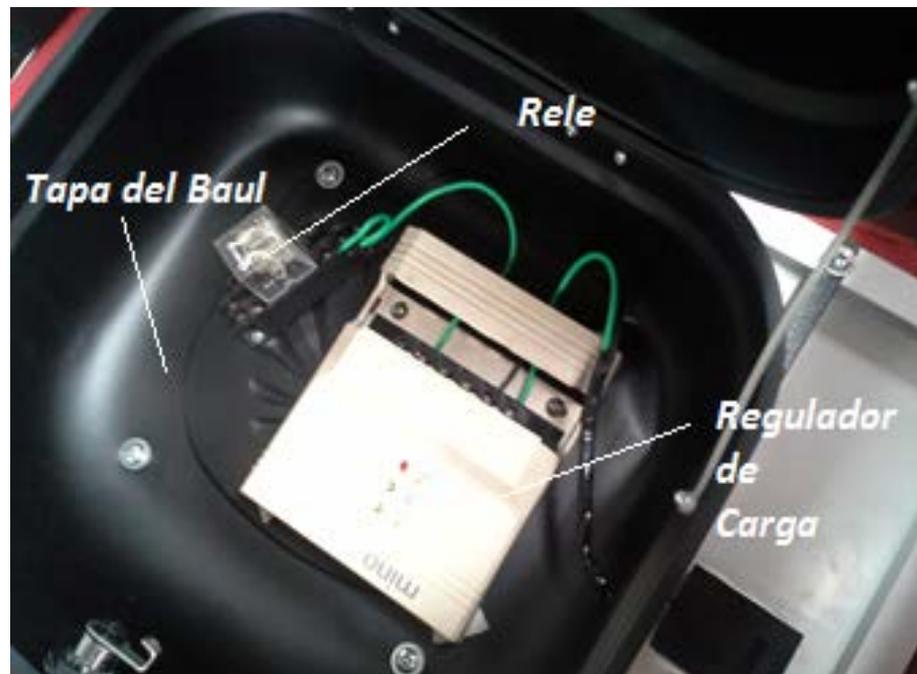
- Debido a la falta de espacio en la scooter para colocar los elementos se obtuvo un baúl para motos.



- 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.
- Esta base se la coloco encima del baúl.



- Con ello listo se procedió a la colocación de los elementos como el regulador de carga y el relé el cual nos ayudara para que en caso de que la batería de alimentación se descargue, utilice la carga procedente del convertidor de voltaje.



- Posteriormente se procedió a la colocación de la batería del sistema de alimentación la misma que ira en la base del baúl mediante correas de sujeción.





Para la implementación del sistema de accesorios utilizamos el mismo cableado que existía en nuestra 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.

Finalmente con todos los nuevos elementos montados y tras realizar pruebas de funcionamiento se procedió al montaje del carenado del scooter y accesorios 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.



# Resultados obtenidos

- Las pruebas de autonomía y velocidad máxima 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 %.



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



Para análisis los resultados obtenidos partimos de datos como el consumo de operación y mantenimiento de una scooter a combustión interna teniendo en cuenta parámetros como:

Recorrido diario requerido (km)	45
Cantidad de Litros en 1 (gal)	3,79
Costo de la Gasolina Extra (gal)	1,48
Costo Gasolina Súper (gal)	2,25
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
Consumo eléctrico anual (USD)	47,1
	6
Autonomía Scooter Eléctrica (km)	45

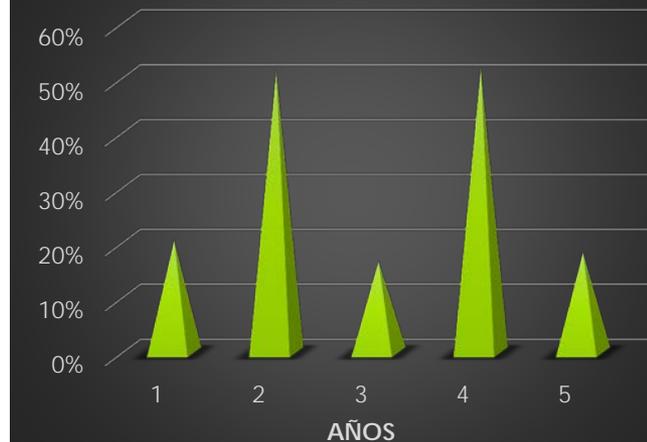
- Comparando los costos resultantes de operación y mantenimiento entre la scooter 100cc y la scooter eléctrica obtuvimos los siguientes resultados.

	Años				
Ahorro	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%

## Comparacion de Consumos



## Porcentaje de Ahorro



## Comparacion de Gastos de Operacion y Mantenimiento





# 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.



# 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, lo cual 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.