



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE
PARA MOTOCICLETAS FABRICADO CON MATERIAL
COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO) MEDIANTE ENSAYOS
FÍSICOS SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.”**

GALARZA ASANZA PEDRO MAURICIO
UZHCA CAYO ALEX FABIÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR
2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2018-07-05

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

GALARZA ASANZA PEDRO MAURICIO

Titulado:

**“ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE PARA
MOTOCICLETAS FABRICADO CON MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE
VIDRIO) MEDIANTE ENSAYOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA J SAE JASO
T906-2002.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez

DIRECTOR

Ing. Milton Israel Quinga Morales

MIEMBRO

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2018-07-05

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

UZHCA CAYO ALEX FABIÁN

Titulado:

**“ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE PARA
MOTOCICLETAS FABRICADO CON MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE
VIDRIO) MEDIANTE ENSAYOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA J SAE JASO
T906-2002.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez

DIRECTOR

Ing. Milton Israel Quinga Morales

MIEMBRO

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: GALARZA ASANZA PEDRO MAURICIO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADO CON MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO) MEDIANTE ENSAYOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.”

Fecha de Examinación: 2018-07-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez DIRECTOR			
Ing. Milton Israel Quinga Morales MIEMBRO			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: UZHCA CAYO ALEX FABIÁN

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADO CON MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO) MEDIANTE ENSAYOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.”

Fecha de Examinación: 2018-07-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez DIRECTOR			
Ing. Milton Israel Quinga Morales MIEMBRO			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Galarza Asanza Pedro Mauricio

Uzhca Cayo Alex Fabián

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Galarza Asanza Pedro Mauricio y Uzhca Cayo Alex Fabián, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que constan en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Galarza Asanza Pedro Mauricio

Cédula de Identidad: 070622119-9

Uzhca Cayo Alex Fabián

Cédula de Identidad: 060460872-9

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios, por haberme dado la vida, salud y sabiduría necesarias para haber llegado donde estoy.

A mis padres, mi novia y mi hermano que siempre estuvieron dándome ánimos para seguir adelante, apoyándome con su cariño y buenos consejos que me ayudaron a cumplir el objetivo planteado.

Galarza Asanza Pedro Mauricio

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres Abel y Fabiola quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar frente a los problemas que se presentaron dentro de la carrera y fuera de ella, enseñándome a enfrentar las adversidades para poder cumplir con la meta tan desea y anhelada.

A mis hermanos, familiares y amigos que de una u otra forma estuvieron apoyándome con sus consejos y su cariño para así lograr cumplir con el objetivo que me tracé al ingresar a la carrera de Ingeniería Automotriz.

Uzhca Cayo Alex Fabián

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional tanto en lo emocional como en lo económico en estos años de estudio. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a mis profesores y personal administrativo por la posibilidad de estudiar en sus instalaciones y recibir los conocimientos impartidos en la misma.

Agradezco a mi compañero Alex Uzhca e ingenieros Diego Mayorga y Milton Quinga por ser parte de este trabajo de titulación.

Galarza Asanza Pedro Mauricio

Agradezco a mi familia, quienes me apoyaron de manera incondicional de manera anímica, emocional y económicamente para construcción del proyecto, a los docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz por sus conocimientos impartidos, especialmente, a los ingenieros Diego Mayorga y Milton Quinga, quienes me guiaron en el desarrollo de este trabajo de titulación.

A mi compañero y amigo Pedro Galarza que gracias a nuestro trabajo en equipo hemos logrado culminar de manera exitosa este trabajo de titulación.

Uzhca Cayo Alex Fabián

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Problematización	1
1.2	Justificación	2
1.3	Alcance	2
1.4	Objetivos	3
<i>1.4.1</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>3</i>
1.5	Marco teórico	4
<i>1.5.1</i>	<i>Análisis</i>	<i>4</i>
<i>1.5.2</i>	<i>Prototipo</i>	<i>4</i>
<i>1.5.3</i>	<i>Motocicleta</i>	<i>4</i>
<i>1.5.4</i>	<i>Estructura de la motocicleta</i>	<i>5</i>
<i>1.5.5</i>	<i>Depósito de combustible</i>	<i>6</i>
<i>1.5.6</i>	<i>Material compuesto</i>	<i>6</i>
<i>1.5.7</i>	<i>Fibra de vidrio</i>	<i>6</i>
<i>1.5.8</i>	<i>Propiedades de la fibra de vidrio</i>	<i>7</i>
<i>1.5.9</i>	<i>Polietileno de alta densidad</i>	<i>8</i>
<i>1.5.10</i>	<i>Ensayos mecánicos</i>	<i>9</i>
<i>1.5.11</i>	<i>Ensayos destructivos</i>	<i>11</i>
<i>1.5.12</i>	<i>Ensayos no destructivos</i>	<i>11</i>
<i>1.5.13</i>	<i>Compresor de aire</i>	<i>11</i>
<i>1.5.14</i>	<i>Controlador de temperatura</i>	<i>12</i>
<i>1.5.15</i>	<i>Horno - mufla</i>	<i>13</i>
<i>1.5.16</i>	<i>Lana de vidrio</i>	<i>14</i>

CAPÍTULO II

2	DISEÑO METODOLÓGICO	15
----------	----------------------------------	-----------

2.1	Enfoque	15
2.2	Herramientas CAD Y CAE	15
2.3	Normas aplicables	15
2.3.1	<i>J SAE JASO T906-2002</i>	15
2.3.2	<i>ASTM D-6110</i>	16
2.3.3	<i>ASTM D-7264</i>	17
2.3.4	<i>ASTM D-3039</i>	18
2.4	Modalidad básica de la investigación	20
2.4.1	<i>Bibliográfica</i>	20
2.4.2	<i>Experimental</i>	20
2.5	Tipo de investigación	20
2.5.1	<i>Descriptiva</i>	20
2.5.2	<i>Asociación de variables</i>	20
2.6	Tipos de variables	21
2.6.1	<i>Variables independientes</i>	21
2.6.2	<i>Variables dependientes</i>	22
2.7	Matriz de involucrados	27
2.8	Árbol de problemas	28
2.9	Árbol de objetivos	29
2.10	Matriz de marco lógico	30

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

31

3.1	Resultados del ensayo de resistencia a la presión según la norma J SAE JASO T906-2002.	33
------------	---	-----------

3.1.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	33
3.1.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	33
3.1.3	<i>Informe del ensayo de resistencia a la presión según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	35
3.2	Resultados del ensayo de resistencia mecánica según la norma J SAE JASO T906-2002.	38
3.2.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	38
3.2.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	38
3.2.3	<i>Informe del ensayo de resistencia mecánica según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	40
3.3	Resultados del ensayo de liberación de presión interna según la norma J SAE JASO T906-2002.	45
3.3.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	45
3.3.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	45
3.3.3	<i>Informe del ensayo de ensayo de liberación de presión interna según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	47
3.4	Resultados del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco según la norma J SAE JASO T906-2002.	51
3.4.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	51
3.4.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	51
3.4.3	<i>Informe del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	53
3.5	Resultados de ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible según la norma J SAE JASO T906-2002.	58
3.5.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	58
3.5.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	58

3.5.3	<i>Informe del ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	60
3.6	Resultados de ensayo de alta temperatura según la norma J SAE JASO T906-2002.	64
3.6.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	64
3.6.2	<i>Revisión de equipos e instrumentos de medición.</i>	64
3.6.3	<i>Informe del ensayo de alta temperatura según la norma J SAE JASO T906-2002.</i>	66
3.7	Resultados del ensayo de impacto transversal según la norma J SAE JASO T906-2002.	71
3.8	Determinación de las propiedades mecánicas del material compuesto mediante ensayo de flexión.	74
3.8.1	<i>Informe para la determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de flexión.</i>	77
3.9	Determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de tracción.	78
3.9.1	<i>Informe para la determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de tracción.</i>	81
3.10	Ensayo de aceleración y deceleración rápida según la norma J SAE JASO T906-2002.	83
3.10.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	83
3.10.2	<i>Equipos e instrumentos de medición.</i>	84
3.10.3	<i>Acondicionamiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida.</i>	84
3.10.4	<i>Procedimiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida</i>	85
3.11	Ensayo de impacto en la parte delantera y posterior según la norma J SAE JASO T906-2002.	86
3.11.1	<i>Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).</i>	86

3.11.2	<i>Acondicionamiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida ..</i>	87
3.11.3	<i>Procedimiento para el ensayo de aceleración y desaceleración rápida.....</i>	87
3.12	Resultados generales	88
3.13	Conclusiones	89
3.14	Recomendaciones	90

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Dimensiones de las probetas de impacto en material compuesto	17
Tabla 2-2: Dimensiones de las probetas de flexión en material compuesto.....	18
Tabla 3-2: Dimensiones de las probetas de tracción material compuesto	19
Tabla 4-2: Prototipo de tanque de combustible para motocicletas y cama de montaje.	21
Tabla 5-2: Prueba de resistencia a la presión y liberación de presión.	22
Tabla 6-2: Prueba de resistencia mecánica (depósito de combustible no metálico).....	23
Tabla 7-2: Prueba de fuga de combustible en caso de vuelco.	24
Tabla 8-2: Prueba real del impacto de la caída del vehículo.	25
Tabla 9-2: Prueba de impacto transversal.....	25
Tabla 10-2: Prueba de alta temperatura	26
Tabla 11-2: Matriz de involucrados.....	27
Tabla 12-2: Matriz de marco lógico	30
Tabla 1-3: Selección de ensayo	33
Tabla 2-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	34
Tabla 3-3: Presión requerida en el depósito de combustible.....	37
Tabla 4-3: Selección de ensayo	38
Tabla 5-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	39
Tabla 6-3: Resultados del ensayo de resistencia mecánica.	42
Tabla 7-3: Resultados de volumen de combustible.....	43
Tabla 8-3: Selección de ensayo	45
Tabla 9-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	46
Tabla 10-3: Resultados del ensayo de liberación de presión interna.....	49
Tabla 11-3: Selección de ensayo	51
Tabla 12-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	52
Tabla 13-3: Resultados del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco.....	56
Tabla 14-3: Selección de ensayo	58
Tabla 15-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	59
Tabla 16-3: Resultados del ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible.	62
Tabla 17-3: Selección de ensayo	64
Tabla 18-3: Verificación de equipos e instrumentos.....	65
Tabla 19-3: Resultados del ensayo de altas temperaturas.	69

Tabla 20-3: Datos generales del ensayo de impacto.....	71
Tabla 21-3: Resultados del ensayo de impacto.....	73
Tabla 22-3: Datos generales del ensayo de flexión	74
Tabla 23-3: Tipos de falla mediante criterios de la norma ASTM D7264-2015.....	75
Tabla 24-3: Resultados del ensayo de flexión.	76
Tabla 25-3: Datos generales del ensayo de tracción.....	78
Tabla 26-3: Tipos de falla mediante criterios de la norma ASTM D3039-2015.....	79
Tabla 27-3: Resultados del ensayo de tracción.....	80
Tabla 28-3: Selección de ensayo	83
Tabla 29-3: Equipos e instrumentos.	84
Tabla 30-3: Selección de ensayo	86
Tabla 31-3: Características del reductor.	88
Tabla 32-3: Resultados generales de los ensayos	88
Tabla 33-3: Propiedades mecánicas de los materiales compuestos.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Dimensiones de probeta para ensayos de Impacto.....	16
Gráfico 2-2: Dimensiones de probeta para ensayos de flexión	17
Gráfico 3-2: Dimensiones de probeta para ensayos de tracción.....	19
Gráfico 1-3: Resultados fuerza-desplazamiento del ensayo de flexión.....	77
Gráfico 2-3: Resultados fuerza-desplazamiento del ensayo de tracción	81
Gráfico 3-3: Resultados Carga-Alargamiento del ensayo de Tracción	82
Gráfico 4-3: Dirección de la desaceleración.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Motocicleta Suzuki GN 125	5
Figura 2-1: Chasis Suzuki GN 125.....	5
Figura 3-1: Depósito de combustible	6
Figura 4-1: Fibra de vidrio.	7
Figura 5-1: Compresor de aire.....	12
Figura 6-1: Controlador de temperatura.	13
Figura 7-1: Horno-Mufla.....	13
Figura 8-1: Lana de vidrio.....	14
Figura 1-2: Probetas de ensayo de impacto	16
Figura 2-2: Probetas de ensayo de flexión	18
Figura 3-2: Probetas de ensayo de tracción	19
Figura 1-3: Depósito de combustible previo al ensayo.	36
Figura 2-3: Depósito de combustible dentro del Horno-mufla (40°C).....	41
Figura 3-3: Depósito de combustible dentro del Horno-mufla	42
Figura 4-3: Depósito de combustible al concluir el ensayo	43
Figura 5-3: Combustible extraído del depósito después de la prueba	44
Figura 6-3: Mecanismo liberador de presión instalado en la tapa de combustible	48
Figura 7-3: Depósito de combustible previo al ensayo.	49
Figura 8-3: Depósito de combustible girado a 90°	55
Figura 9-3: Depósito de combustible girado a 180°	55
Figura 10-3: Depósito de combustible girado a 270°	56
Figura 11-3: Depósito de combustible previo al ensayo.	62
Figura 12-3: Depósito de combustible luego del ensayo.....	63
Figura 13-3: Fugas en las uniones del depósito de combustible.	63
Figura 14-3: Depósito de combustible previo al ensayo.	68
Figura 15-3: Depósito de combustible previo al ensayo.	68
Figura 16-3: Tapa del depósito de combustible después del ensayo.....	69
Figura 17-3: Depósito de combustible después del ensayo.....	70
Figura 18-3: Probetas para el ensayo de impacto	71
Figura 19-3: Máquina de ensayos Charpy. PIC 450 J.	72
Figura 20-3: Probetas para el ensayo de flexión	75
Figura 21-3: Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest 50 KN.....	75

Figura 22-3: Fuerza Max. en cada probeta.....	77
Figura 23-3: Probetas para el ensayo de tracción	79
Figura 24-3: Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest 50 KN.....	79
Figura 25-3: Resultados del ensayo de tracción en cada probeta.....	81
Figura 26-3: Resultados del ensayo de tracción en cada probeta.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A** Diseño de la cama de montaje en SolidWorks
- Anexo B** Construcción de la cama de montaje
- Anexo C** Densidad de la gasolina
- Anexo D** Resultados del ensayo de tracción en CFPMC
- Anexo E** Resultados del ensayo de flexión en CFPMC
- Anexo F** Resultados del ensayo de impacto en CFPMC

RESUMEN

El objetivo del presente Proyecto de Investigación es analizar el diseño de un prototipo del tanque de combustible para motocicletas, se han elegido los tipos de pruebas más adecuados dados por la norma J SAE JASO T906-2002, con el fin de poder justificar la producción en serie del prototipo en nuestro país, para lo cual hemos elegido 7 pruebas físicas y 2 pruebas de la resistencia del material para la elaboración del presente proyecto de investigación, comenzando con la fabricación de tres prototipos de tanque de combustible hechos de material compuesto (fibra de vidrio) con la facilidad del diseño antes realizado por ser una continuación del estudio. Las probetas se prepararon y el acondicionamiento como se describe allí, después de que se obtuvieron los resultados de las pruebas que sirven para justificar la fabricación del tanque de combustible. Las pruebas se llevaron a cabo aplicando los procedimientos descritos en la norma, con la creación de una cama de montaje especificado en la norma antes mencionada y utilizando el equipo existente en los laboratorios de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero (CFPMC). A partir de los resultados obtenidos, concluimos que debido a las características del material y por el proceso de fabricación del tanque de combustible no es adecuado para ser fabricado en serie en nuestro país, se recomienda un nuevo tipo de material para poder construir tanques de combustible generar una producción nacional.

Palabras claves: <TECNOLOGÍAS DE INGENIERÍA Y CIENCIAS>, <INGENIERÍA AUTOMOTRIZ>, <MATERIALES COMPUESTOS>, <PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS>, <PRESIÓN DE AIRE>, <PROTOTIPO>.

ABSTRACT

The objective of the present Special Project is to analyze the design and prototype of the fuel tank for motorcycles, the most suitable types of tests given by the J SAE JASO T906-2002 standards have been chosen, in order to be able to justify the mass production of the prototype in our country, for which we have chosen 7 physical tests and 2 tests on the strength of the material for the elaboration of the present special project, starting with the manufacture of three fuel tank prototypes made of composite material (fiberglass) with the ease of the design already made for being a continuation of the study. Specimens were prepared and the conditioning as described therein, after the tests results were obtained which serve to justify the manufacturing of the fuel tank. The tests were carried out by applying the procedures described in the norm, with the creation of an assembly bed specified in the above mentioned norm and using existing equipment in the laboratories of the Faculty of Mechanics of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo and the Center for the Development of Productive Metal mechanics Bodybuilding (CFPMC). From the results obtained, we conclude that due to the characteristics of the material and by the manufacturing process of the fuel tank is not suitable to be mass manufactured in our country, a new type of material is recommended to be able to build fuel tanks to generate a national production.

Keywords: <ENGINEERING TECHNOLOGIES AND SCIENCES>, <AUTOMOTIVE ENGINEERING>, <COMPOUND MATERIALS>, <NON-DESTRUCTIVE TESTS>, <AIR PRESSURE>, <PROTOTYPE>.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Problematización

En nuestro país existe escasa información referente a la fabricación de partes automotrices para vehículos motorizados en diferentes materiales compuestos, por lo tanto, es necesario realizar este estudio y aplicar métodos para conocer las propiedades del material, basándose en una normativa y aplicando métodos normalizados de ensayos al material compuesto (fibra de vidrio), de tal manera que se pueda obtener los resultados deseados y establecer parámetros, especificaciones, técnicas nacionales ya que estos no son aplicados técnicamente en la mayoría de pequeñas industrias en nuestro país.

Lo que se pretende realizar es aplicar ciertos ensayos al depósito de combustible y a las probetas que serán elaborados con material compuesto (fibra de vidrio), de esa manera evaluar un diseño mediante una normativa ya que esto nos garantizará que el producto final sea de calidad e implica un cambio grande pero necesario para las pequeñas industrias y así obtener procesos de producción en serie de autopartes como es el caso de los depósitos de combustible para motocicletas.

Por esta razón es presentado este proyecto enfocado en analizar el diseño y construcción de un prototipo de tanque de combustible fabricado en material compuesto mediante ensayos físicos según lo establecido en la norma J SAE JASO T906-2002, para de esta manera lograr establecer parámetros normalizados y obtener las características mecánicas que tienen estos tanques para garantizar su correcto funcionamiento y de tal manera aportar a la industria automotriz.

1.2 Justificación

El crecimiento del parque automotor en nuestro país, según el INEC registró un aumento del 57% en los últimos 5 años ya que se matricularon 1'925.368 vehículos motorizados en todo el Ecuador (INEC, 2016), razón por la cual se crea la necesidad de la construir accesorios automotrices mediante el uso de materiales compuestos que ayuden a mejorar las propiedades mecánicas en los vehículos tales como: depósitos de combustible, retrovisores, asientos, alerones, etc.

El presente proyecto de titulación busca la continuación de la tesis de grado titulada como “Diseño y construcción de un prototipo de tanque de combustible para producción nacional” realizada por (Caballero, y otros, 2015), la cual tiene como objetivo dotar de conocimientos de investigación a la Escuela de Ingeniería Automotriz. Se propone realizar el estudio del material compuesto en el prototipo de tanque de combustible para motocicletas desarrollado para producción Nacional ya que se pretende disminuir los costos de producción en material convencional (Acero y Polietileno), a fin de establecer la idoneidad del material mediante ensayos físicos como tracción, flexión, impacto y otros que contemple la Norma J SAE JASO T906-2002.

Por tal motivo, el uso de normas o reglamentos permitirá respaldar los métodos de ensayo para materiales compuestos y consecuentemente su posterior fabricación. Actualmente el uso de normativas o reglamentos es cada vez mayor y hay un gran interés en seguir las normas existentes, porque desde el punto de vista económico reduce costos, tiempo y mano de obra. Es muy importante indicar que las normas son voluntarias, aunque en algunos casos, la ley puede llegar a exigir que se aplique la norma en algún sector concreto.

1.3 Alcance

En el presente proyecto, se propone desarrollar 7 métodos de ensayos físicos en el depósito de combustible para motocicletas establecido por la norma J SAE JASO T906-2002, los cuales serán debidamente analizados para así proponer una fabricación en serie del producto nacional.

En conclusión, este proyecto de titulación cumple con todas las expectativas planteadas de aprendizaje y aporte para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y de esta manera dar continuidad al proyecto de fabricación de Tanque de Combustible que se formuló anteriormente (como trabajo de Titulación) y aportar a la investigación mediante el proceso de aplicación de ingeniería inversa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar un prototipo de tanque de combustible para motocicletas fabricado con material compuesto (fibra de vidrio) mediante ensayos físicos según la NORMA J SAE JASO T906-2002, para así plantear una propuesta de producción en serie de los depósitos de combustible para motocicletas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar 7 ensayos determinados en la norma J SAE JASO T906-2002, mediante el uso de equipos y herramientas necesarias para comprobar propiedades y características del depósito de combustible
- Elaborar probetas de acuerdo con la normativa correspondiente para materiales compuestos y así poder determinar las propiedades mecánicas del material en estudio, mediante los ensayos físicos tales como: (Ensayo de tracción, flexión e impacto).
- Obtener los resultados luego de haber realizado el análisis del prototipo de tanque de combustible mediante la correcta aplicación de la norma J SAE JASO T906-2002 y así proponer la producción en serie de los depósitos de combustible para motocicletas.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Análisis

Es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias. Un análisis estructural comprende el área externa del problema, en la que se establecen los parámetros y condiciones que serán sujetas a un estudio más específico, se denotan y delimitan las variables que deben ser objeto de estudio intenso y se comienza el análisis exhaustivo del asunto del trabajo de titulación. (ConceptoDefinicion, 2011)

1.5.2 Prototipo

Este término se emplea para nombrar al primer dispositivo que se desarrolla de algo y que sirve como modelo para la fabricación de los siguientes o como muestra.

Lo habitual es que un prototipo se emplee a modo de prueba antes de proceder a la producción en serie del elemento en cuestión. La finalidad de un prototipo es que sus desarrolladores puedan advertir eventuales fallas en el funcionamiento y descubrir falencias. Tras las pruebas y los análisis necesarios del prototipo, el fabricante contará con la información que precisa para comenzar con la producción general. (Merino, 2015)

1.5.3 Motocicleta

Una motocicleta, comúnmente conocida en castellano con la abreviatura moto, es un vehículo automóvil de dos ruedas propulsado por un motor que acciona la rueda trasera mediante un mecanismo por cadena, correa o cardán.

El chasis, suspensiones y las ruedas constituyen la estructura fundamental de una motocicleta donde la rueda directriz es la delantera. (Consumoteca, 2011)



Figura 1-1: Motocicleta Suzuki GN 125

Fuente: (Suzuki, 2015)

1.5.4 Estructura de la motocicleta

El chasis de una motocicleta es la parte rígida de este tipo de vehículo que sirve como columna vertebral, y que además permite ser el asiento para partes como el motor y la caja de cambios.

Un chasis es la estructura de base de un vehículo de motor o de otro medio de transporte con ruedas. El chasis de una motocicleta incluye típicamente el marco, la suspensión, el asiento de la motocicleta, las ruedas, y los frenos. El marco que se hace para las motocicletas es casi siempre hecho de acero o de aluminio (aleación). (Motores, 2013)



Figura 2-1: Chasis Suzuki GN 125

Fuente: (MILANUNCIOS)

1.5.5 Depósito de combustible

El depósito del combustible es imprescindible por el líquido que contiene y por la seguridad que requiere.

El depósito de combustible es uno de los elementos accesorios más importantes de la motocicleta, pues es el encargado de almacenar y dispensar el combustible imprescindible para el funcionamiento del motor.

Una necesidad tan evidente y aparentemente tan sencilla de cubrir tiene, no obstante, que cumplir con ciertas condiciones de seguridad y de fiabilidad. Lo primero que un depósito tiene que ofrecer es estanqueidad, pues lo contrario podría resultar peligroso y seguro que sería ruinoso. (MADRILEÑA, 2011)



Figura 3-1: Depósito de combustible

Fuente: (Alibaba, 2016)

1.5.6 Material compuesto

Son aquellos materiales que se forman por la unión de dos o más materiales para conseguir la combinación de propiedades que no es posible obtener en los materiales originales. Estos compuestos pueden seleccionarse para lograr combinaciones poco usuales de rigidez, resistencia, peso, rendimiento a alta temperatura, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad. (Askeland, 1998)

1.5.7 Fibra de vidrio

Material en forma de filamento o de tejido muy usado como refuerzo en la construcción de carrocerías u otros componentes de materia plástica (resina de vidrio).

La fibra de vidrio (en inglés, fiberglass) se fabrica por procedimientos especiales (fuerza centrífuga, chorro de vapor, enrollamiento a gran velocidad), partiendo de una masa fundida de vidrio. El diámetro de los filamentos obtenidos puede alcanzar incluso valores mínimos de 5.

Los hilos más largos pueden trabajarse hasta constituir un tejido o ser retorcidos hasta asumir una elevada resistencia a la tracción, conservando una notable elasticidad. Por sus cualidades de elasticidad, solidez y resistencia sea a agentes químicos o al agua, la fibra de vidrio se usa mucho como elemento interno de refuerzo de las materias plásticas. (MotorGiga)



Figura 4-1: Fibra de vidrio.

Fuente: (Dreamstime, 2016)

1.5.8 Propiedades de la fibra de vidrio

- Resistencia química: La resina es un componente de la fibra de vidrio que la hace resistente a la erosión química y del medio ambiente. Por tanto, la fibra de vidrio no se pudre ni se deteriora, ya que es resistente a la mayoría de los ácidos (excepto el ácido fluorhídrico y el ácido fosfórico).
- Peso ligero: El peso específico de materiales compuestos por fibra de vidrio permite que sea muy fácil de mover e instalar. Además, reducen el peso soportado por las estructuras de apoyo.
- Bajo mantenimiento: Gracias a las características intrínsecas de la fibra de vidrio, los compuestos no necesitan ningún mantenimiento especial, incluso después de

muchos años de uso en aplicaciones externas. Esta característica, conduce automáticamente a ahorros de costos en el tiempo.

- **Aislamiento eléctrico:** La fibra de vidrio no conduce la electricidad, por lo que es ideal para aplicaciones donde se busque el aislamiento eléctrico de ciertas instalaciones.
- **Versatilidad:** Se trata de un producto muy versátil: amplia gama de filamentos, tamaños, tipos de fibra, etc. Estas características hacen que la fibra de vidrio ofrezca un gran abanico de posibilidades industriales.
- **Excelente aislante térmico:** La fibra de vidrio tiene un bajo coeficiente de expansión térmica y conductividad térmica relativamente alta. Esto hace que disipe el calor de forma más rápida y sea perfecto para usarlo como aislante térmico. Por tanto, es ideal para instalaciones en el exterior, ya que no tendremos que preocuparnos de que se deteriore por estar expuesto al sol durante mucho tiempo.
- **Económico:** La fibra de vidrio es un material con una gran ventaja económica respecto a otros tejidos de fibras sintéticas y naturales. (ESCOM, 2016)

1.5.9 Polietileno de alta densidad

Los tanques de combustible de material plástico están hechos de polietileno de alta densidad (HDPE), un material más fuerte y liviano, lo que permite que los fabricantes reduzcan considerablemente el peso general de los vehículos para que consuman menos combustible.

Los tanques de combustible de material plástico también otorgan mayor seguridad en caso de un choque ya que, a diferencia de los tanques de combustible de metal, muchos se doblan y aplanan en vez de romperse y derramar gasolina. Así, se elimina la fuga de combustible como una causa de un incendio o explosión con seguridad.

Los tanques de combustible de material plástico permiten que los diseñadores de automóviles optimicen el espacio disponible para el tanque de combustible, ya que pueden fabricarse en formas muy poco usuales. Además, el material plástico puede moldearse alrededor de partes específicas. Asimismo, los tanques de combustible de material plástico son resistentes a la corrosión, mientras que los tanques de acero deben

tener acero inoxidable para proporcionar un nivel de resistencia a la corrosión similar, lo que también significa un costo más alto. (EVAL, 2015)

1.5.10 Ensayos mecánicos

Los ensayos mecánicos de materiales nos permiten conocer sus propiedades mecánicas: Tensión de Rotura, Límite Elástico, Alargamiento, Estricción, Dureza, Resistencia al Impacto, Capacidad de doblado, por tanto, podemos clasificarlos atendiendo a las especificaciones normativas de cada uno. (ATISAE, 2016)

1.5.10.1 Ensayo de tracción

El ensayo consiste en someter una pieza de forma cilíndrica o prismática de dimensiones normalizadas (estándar) a un esfuerzo de tracción continuo (tendencia a estirar el material). Esta pieza se llama probeta. (MATERIALES, 2014)

En el ensayo de tracción se determinan las principales propiedades mecánicas de materiales de moldeo. Generalmente, los valores característicos se utilizan para fines comparativos. Dichos valores característicos son:

- Tensión de tracción: Fuerza referida a la sección inicial de la probeta
- Deformación: Variación de la longitud de medición referida a Longitud inicial.
- Módulo de tracción: Gradiente de la curva en el diagrama de tensión-deformación.
- Punto de fluencia: Tensión y deformación en el punto de la curva donde el gradiente es cero.
- Punto de rotura: Tensión y deformación en el momento de rotura de la probeta.
- Coeficiente de Poisson: relación negativa de deformación transversal respecto a deformación longitudinal. (MATERIALES, 2014)

En el ensayo de tracción estandarizado se representan los resultados relativos a una velocidad de extracción definida en el cuerpo de la probeta. Sin embargo, en un componente o una estructura en uso las cargas aplicadas pueden situarse en un rango muy amplio de la velocidad de deformación. Debido a las propiedades viscoelástica de los polímeros, a diferentes velocidades de deformación, generalmente, resultan unas

propiedades mecánicas distintas que las medidas en una probeta estandarizada. Por este motivo, los valores característicos determinados en el ensayo de tracción solo son aptos para el diseño de componentes hasta cierto punto, aunque representan una base muy fiable para realizar comparativas de materiales. (ZWICK/ROELL, 2016).

1.5.10.2 Ensayo de flexión

La resistencia a flexión es la capacidad de un material de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal.

El objetivo del ensayo de flexión es determinar las propiedades mecánicas de los materiales relacionadas con los esfuerzos y flechas (deformaciones) en los puntos máximo y de rotura, y módulo elástico en flexión teniendo en cuenta la separación entre apoyos calculada a partir del espesor de la probeta.

El ensayo de flexión se realiza en la máquina universal de ensayos, también empleada en otras pruebas como las de tracción, compresión y flexión. En este caso, es necesario cambiar los apoyos y el útil de carga. El ensayo consiste en someter una probeta, apoyada en los extremos, a una fuerza en su eje perpendicular.

Existen dos métodos de aplicación del ensayo de flexión:

- Probetas apoyadas en sus extremos, sin tensión y cargadas en la mitad de su longitud: 3 puntos.
- Probetas apoyadas en sus extremos, sin tensión y cargadas en dos puntos equidistantes en los extremos: 4 puntos.

La realización correcta de ensayos en los materiales es muy importante ya que permite, conocer su comportamiento ante diferentes circunstancias y determinar sus propiedades. (AIMPLAS)

1.5.11 Ensayos destructivos

Para los ensayos destructivos, suele usarse una probeta construida con el material que se desea ensayar y que servirá para una sola aplicación.

Una probeta es una porción del material a ensayar con una forma y unas dimensiones determinadas que se encuentran normalizadas estas probetas y/o especímenes sufren cambios irreversibles como producto de la prueba.

Las probetas se usan una vez y se descartan. En muchos casos, las probetas deben ser maquinadas y modificadas para adecuarse a estándares antes de la prueba en sí. El uso de un material depende de ciertas propiedades características que varios ensayos destructivos han demostrado que posee. (SHEILA, 2011)

1.5.12 Ensayos no destructivos

Los Ensayos No Destructivos, también conocidos como END o NDT (Non Destrucción Test) es una forma de ensayo de materiales y estructuras sin causar ningún daño a la pieza a inspeccionar.

Los ensayos no destructivos se realizan tanto en los departamentos de Investigación y Desarrollo (I+D), como en la propia fábrica o durante el servicio activo de la pieza. Los tipos de ensayo no destructivos que se pueden realizar se clasifican atendiendo a la siguiente lista, la cual nos proporciona el tipo de defectos a localizar, y las ventajas y desventajas de cada una de las opciones. (SHEILA, 2011)

1.5.13 Compresor de aire

El término se utiliza para nombrar a una máquina que, a través de un aumento de la presión, logra desplazar fluidos compresibles, como los gases.

El compresor no sólo desplaza los fluidos, sino que también modifica la densidad y la temperatura del fluido compresible. Los compresores se utilizan en diversos ámbitos, como en los equipos de aire acondicionado, los refrigeradores o heladeras, los turborreactores y en ciertos sistemas de generación eléctrica. (María, 2014)



Figura 5-1: Compresor de aire

Fuente: (Lowe's, 2016)

1.5.14 Controlador de temperatura

Los controladores de temperatura son equipos indispensables para mantener procesos industriales a temperaturas correctas según el método. Los controles de temperatura automatizan métodos de producción para garantizar procesos conforme a las directrices de manufactura de un producto, utilizar un controlador facilita la tarea de mantener la temperatura a rangos deseables según cada proceso.

Para tener un sistema controlador de temperatura se requiere además el uso de sensores de temperatura como los termopares y los RTD, estos elementos miden las variables y transportan la señal hasta las entradas de los controladores, éstos últimos son los encargados de activar o desactivar elementos pasivos (resistencias eléctricas) o actuadores (alarmas, cierres de elementos, etc.). (TEI, 2010)



Figura 6-1: Controlador de temperatura.

Fuente: (Aumita, 2017)

1.5.15 Horno - mufla

Una mufla es un horno destinado normalmente para la cocción de materiales cerámicos y para la fundición de metales a través de la energía térmica. Dentro del laboratorio un horno mufla se utiliza para calcinación de sustancias, secado de sustancias, fundición y procesos de control.

Una mufla es una cámara cerrada construida con materiales refractarios. Se compone de una puerta por la que se accede al interior de la cámara de cocción, en la que existe un pequeño orificio de observación. En el techo del horno se ubica un agujero por donde salen los gases de la cámara. Las paredes del horno mufla están hechas de placas de materiales térmicos y aislantes. (Químico, 2018)



Figura 7-1: Horno-Mufla

Fuente: Autores

1.5.16 Lana de vidrio

La lana de vidrio se utiliza como aislante térmico, acústico y absorbente acústico para cubiertas (techos), muros en tabiquería y pisos, en proyectos constructivos residenciales, comerciales, industriales y de servicios, tanto para obras nuevas como para remodelaciones y ampliaciones.

Es muy importante señalar la capacidad que tiene este producto como material constructivo para ahorrar energía, ya que debido a sus propiedades aislantes es capaz de mantener climatizados los espacios por un mayor período de tiempo, ahorrando costos en calefacción y climatización, es decir, es más conveniente invertir en aislación por una vez y ahorrar en calefacción toda la vida. (EMB, 2012)



Figura 8-1: Lana de vidrio

Fuente: (EMB, 2012)

CAPÍTULO II

2 DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque

Para el presente análisis investigativo se utilizará un enfoque predominantemente cuantitativo ya que las propiedades mecánicas, la deformación y fallas del diseño, se miden o calculan mediante asignación numérica para la comparación de datos estadísticos. El enfoque cualitativo también se empleará solo para la verificación del cumplimiento o no de la norma *J SAE JASO T906-2002*.

2.2 Herramientas CAD Y CAE

- Software SOLIDWORKS

2.3 Normas aplicables

Documentos que nos darán la aplicación detallada de los procedimientos y pasos a seguir para poder llevar a cabo el análisis del prototipo del tanque para motocicleta y para ver las dimensiones de las probetas para la realización de los ensayos mecánicos.

2.3.1 *J SAE JASO T906-2002*

Esta norma se refiere a pruebas de hermeticidad y sellado del tanque de combustible de la motocicleta esta norma será utilizada para poder realizar el análisis del tanque de combustible luego de realizar las pruebas pertinentes descritas en la misma. (JASO, 2017)

2.3.2 ASTM D-6110

Esta norma se refiere a parámetros y dimensiones para poder llevar a cabo el ensayo de impacto.

2.3.2.1 Ensayo de impacto

Este ensayo se refiere a la resistencia al impacto de materiales, el objetivo es romper la probeta al momento del impacto y registrar la energía durante el mismo (GUERRERO V.H. et al. , 2011 pág. 73).

Para la elaboración de las probetas de impacto se dimensionaron según la norma ASTM - D 6110. (TIXE Joffre & VISTIN Jhonatan, 2015 pág. 42)

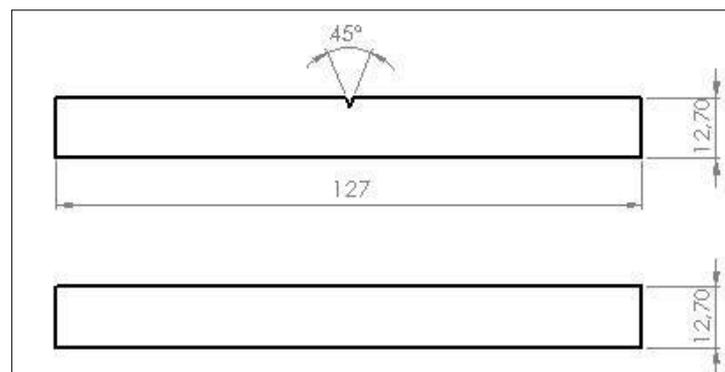


Gráfico 1-2: Dimensiones de probeta para ensayos de Impacto

Fuente: (ASTM D 6110, 2004 pág. 6)



Figura 1-2: Probetas de ensayo de impacto

Fuente: Autores

Tabla 1-2: Dimensiones de las probetas de impacto en material compuesto

Ítem	Identificación de probeta	Sección Transversal de la probeta		
		Altura (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)
1	0604060872920180208-EIC 01-1	1.00	0.80	0.8
2	0604060872920180208-EIC 01-2	1.00	0.80	0.8
3	0604060872920180208-EIC 01-3	1.00	0.80	0.8
4	0604060872920180208-EIC 01-4	1.00	0.80	0.8
5	0604060872920180208-EIC 01-5	1.00	0.80	0.8

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: (CARROCERO, 09)

2.3.3 ASTM D-7264

Normativa para obtención y caracterización de material compuesto.

2.3.3.1 Ensayo de resistencia a la flexión

Las probetas de flexión fueron realizadas según la norma ASTM - D 7264. Las dimensiones de las probetas se muestran en la Figura 2-3. (TIXE Joffre & VISTIN Jhonatan, 2015 pág. 41).

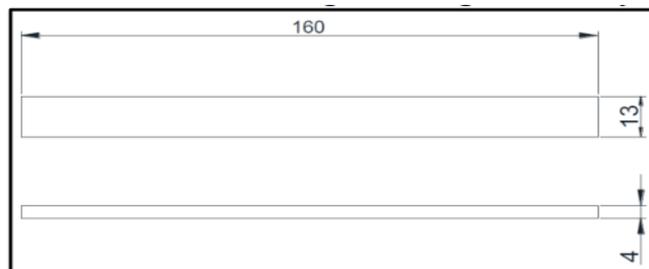


Gráfico 2-2: Dimensiones de probeta para ensayos de flexión

Fuente: (ASTM D7264 / D7264M, 2006 pág. 5)

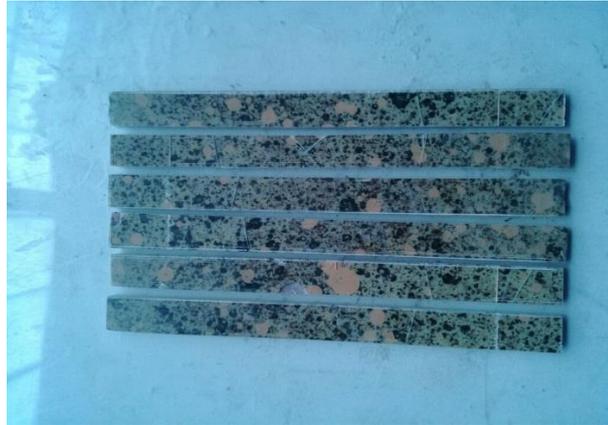


Figura 2-2: Probetas de ensayo de flexión
Fuente: Autores

Tabla 2-2: Dimensiones de las probetas de flexión en material compuesto

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Dimensiones (mm)	
			Ancho	Espesor
1	06040608729201 80208-EFC 01-1	23.3	13.39	4.41
2	06040608729201 80208-EFC 01-2	23.3	13.34	4.35
3	06040608729201 80208-EFC 01-3	23.3	13.53	4.19
4	06040608729201 80208-EFC 01-4	23.3	13.5	4.46
5	06040608729201 80208-EFC 01-5	23.3	13.24	4.23

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: (CARROCERO, 09)

2.3.4 ASTM D-3039

Normativa para obtención y caracterización de material compuesto.

2.3.4.1 Ensayo de resistencia a la tracción.

Este tipo de ensayo se efectúa mediante el uso de una probeta desarrollada con las especificaciones determinadas por la norma ASTM D-3039, Es el ensayo comúnmente más realizado donde el material se deforma hasta su rotura mediante la aplicación de una fuerza uniaxial a lo largo del eje principal (GUERRERO V.H. et al. , 2011 pág. 68).

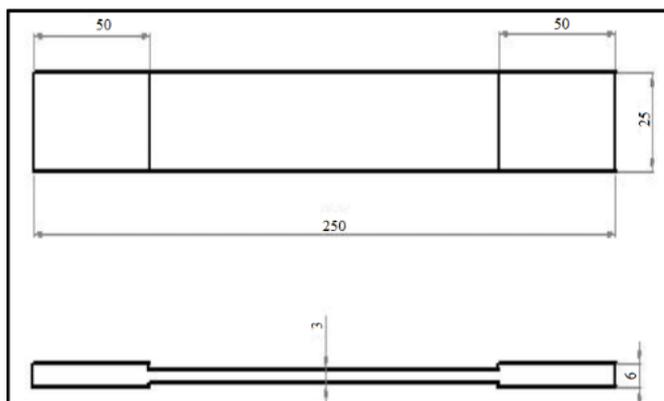


Gráfico 3-2: Dimensiones de probeta para ensayos de tracción

Fuente: (ASTM D3039 / D3039M, 2002 pág. 9)



Figura 3-2: Probetas de ensayo de tracción

Fuente: Autores

Tabla 3-2: Dimensiones de las probetas de tracción material compuesto

Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Dimensiones (mm)	
			Ancho	Espesor
1	06040608729201 80208-ETC 01-1	23.1	24.25	3.46
2	06040608729201 80208-ETC 01-2	23.1	25.02	3.73
3	06040608729201 80208-ETC 01-3	23.1	24.18	3.66
4	06040608729201 80208-ETC 01-4	23.1	26.28	3.65
5	06040608729201 80208-ETC 01-5	23.1	24.26	3.69

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: (CARROCERO, 09)

2.4 Modalidad básica de la investigación

2.4.1 Bibliográfica

La investigación es sustentada en fuentes bibliográficas provenientes de: artículos científicos, libros, trabajos de titulación, publicaciones, manuales técnicos y normas que permiten el análisis del área de conocimiento y su contexto. (López, 2016)

2.4.2 Experimental

El Análisis será experimental debido a que se determinaran las posibles fallas de diseño y los esfuerzos mediante ensayos de resistencia de material lo que permitirá determinar si es viable la fabricación en serie del prototipo del tanque de combustible.

2.5 Tipo de investigación

2.5.1 Descriptiva

El análisis será descriptivo ya que se trata de describir el comportamiento mecánico del prototipo de tanque de combustible para motocicleta, verificando el cumplimiento de las pruebas estipuladas en la norma J SAE JASO T906-2002.

2.5.2 Asociación de variables

El nivel de la investigación es de asociación de variables ya que se va a interpretar los valores de las variables mencionadas.

2.6 Tipos de variables

2.6.1 Variables independientes

Tabla 4-2: Prototipo de tanque de combustible para motocicletas y cama de montaje.

CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La determinación de un prototipo mediante un análisis se lleva a cabo con la ayuda de una norma que ayudara a cumplir con los estándares establecidos por la misma.	Análisis del diseño	Tanque de combustible para motocicletas fabricado con material compuesto (fibra de vidrio)	3 depósitos de combustibles fabricados en material compuesto
La cama de montaje nos ayudara a simular la posición del depósito de combustible para la realización de diferentes puntos que establece la norma.	Especificaciones	Medidas reales de la motocicleta	Motocicleta Suzuki GN-125
	Geometría	Tubo cuadrado Tubo redondo Platina Pernos	Modelación CAD

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

2.6.2 Variables dependientes

Tabla 5-2: Prueba de resistencia a la presión y liberación de presión.

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
La presión interna se aplicará al depósito de combustible para verificar si hay fugas de combustible.	Seguro	Ningún componente tanto como la cama de montaje y el tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostraron irregularidades.	Análisis físico en una cama de montaje con suministro de aire de un compresor y verificación de un manómetro de presión de aire en un circuito cerrado.
	Inseguro	El tanque combustible para motocicleta fabricado en material	
El exceso de presión se aplicará al depósito de combustible para confirmar la liberación de la presión interna.	Seguro	Ningún componente tanto como la cama de montaje y el tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostraron irregularidades.	Análisis físico en una cama de montaje con suministro de aire de un compresor y verificación de un manómetro de presión de aire en un circuito abierto.
	Inseguro	La tapa de combustible y/o tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto presente	

Realizado por: Alex Uzha, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

Tabla 6-2: Prueba de resistencia mecánica (depósito de combustible no metálico).

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
La temperatura interna se aplicará a un tanque de combustible no metálico para comprobar si hay fugas de combustible.	Seguro	Ningún componente tanto como el horno y tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostró irregularidades.	Análisis físico en un horno con temperatura constante de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto.
	Inseguro	Tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto presento fallas en el diseño, fallos en el circuito controlador de temperatura.	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

Tabla 7-2: Prueba de fuga de combustible en caso de vuelco.

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
El depósito de combustible se debe rodar transversalmente para comprobar si hay fugas de combustible.	Seguro	El tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostró irregularidades (fugas de combustible).	Análisis físico en una cama de montaje, tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto.
	Inseguro	El tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto mostró irregularidades (fugas de combustible).	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

Tabla 8-2: Prueba real del impacto de la caída del vehículo.

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
Se dejará caer libremente la estructura montada para comprobar si hay fugas de combustible del depósito de combustible y para determinar la condición de montaje del tanque.	Seguro	Tanque de combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostró irregularidades.	Análisis físico de un tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto colocado en una cama de montaje simulando al chasis de la moto.
	Inseguro	Fallos en el diseño del tanque presenta fisuras.	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

Tabla 9-2: Prueba de impacto transversal.

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
Se aplicará un choque transversal a las probetas elaboradas con el mismo material del depósito de combustible para verificar la cantidad de energía que será capaz de absorber la probeta en estudio del depósito de combustible.	Seguro	Ningún componente tanto como el péndulo y las probetas no mostraron irregularidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Péndulo de charpy • Probetas normalizadas.
	Inseguro	No abrir jaula de seguridad hasta que el ensayo esté completado y el péndulo asegurado.	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

Tabla 10-2: Prueba de alta temperatura

DESCRIPCIÓN	FALLAS	OBSERVACIONES	INSTRUMENTOS
El tanque de combustible debe estar sometido a condiciones de alta temperatura para verificar fugas de combustible.	Seguro	Ningún componente tanto como el horno y tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto no mostró irregularidades.	Análisis físico en un horno con temperatura constante de $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto.
	Inseguro	El tanque combustible para motocicleta fabricado en material compuesto mostró irregularidades (fugas de combustible), fallos en el circuito controlador de temperatura.	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

2.7 Matriz de involucrados

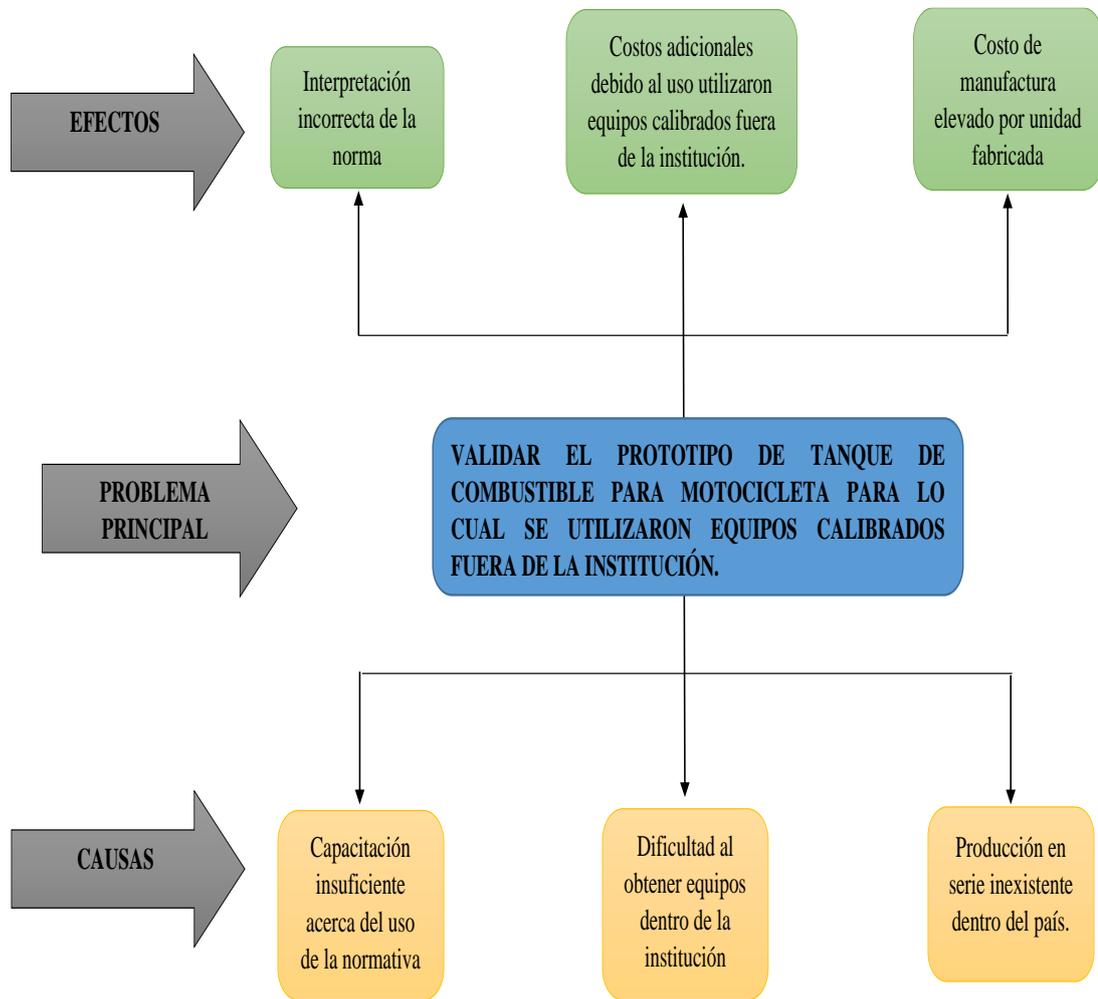
Tabla 11-2: Matriz de involucrados

INVOLUCRADO	INTERESES	PROBLEMA	ESTRATEGIA
Dueños de locales de venta de autopartes	Análisis de un prototipo, para la fabricación de autopartes más económicas	Poca información acerca de las normas y alternativas de fabricación de autopartes en materiales compuestos	Brindar ayuda con capacitaciones acerca de las nuevas tecnologías y el mercado ecuatoriano
Escuela de Ingeniería Automotriz	Llegar a un futuro ser la entidad reguladora de autopartes en Ecuador.	Falta de gestión para la implementación de nuevos laboratorios para la obtención de nuevos software y normas	Apoyo de las autoridades para adecuación de laboratorios para la realización del proyecto
Responsable	Analizar la norma y seleccionar los ensayos más relevantes para el análisis del modelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración de bancos de prueba e instrumentos. • Falta de información. 	Cumplir con los parámetros establecidos en la norma

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

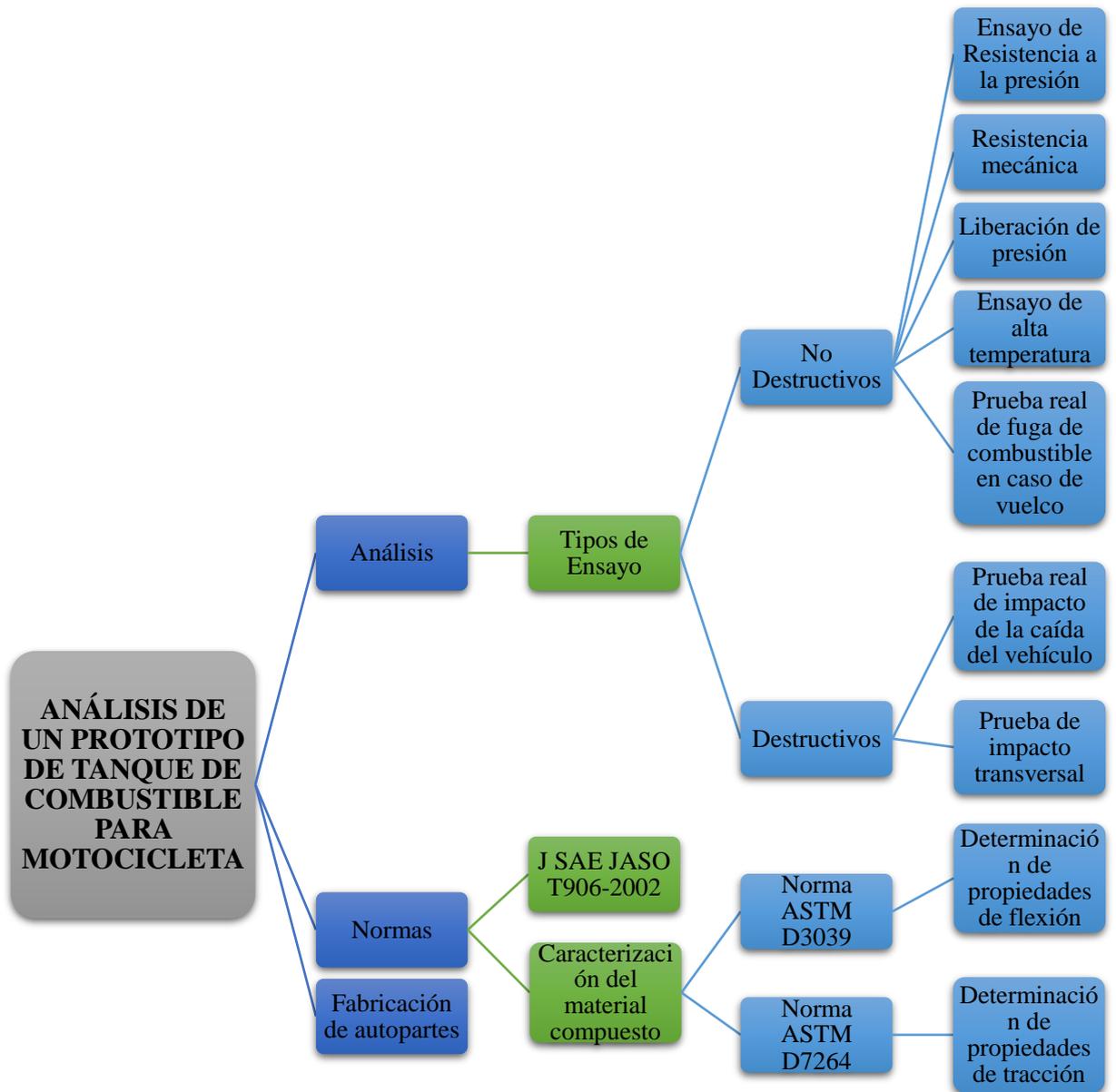
Fuente: Autores

2.8 Árbol de problemas



Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

2.9 Árbol de objetivos



Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autor

2.10 Matriz de marco lógico

Tabla 12-2: Matriz de marco lógico

OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>FIN</p> <p>Fabricación de autopartes automotrices para el mercado ecuatoriano</p>	<p>Poder llegar hacer un ente regulador de diferentes diseños o productos.</p>	<p>Normas de calidad reglamentos, procedimientos que especifiquen los pasos a seguir</p>	<p>Realizar 3 ensayos más de los propuestos para un mejor análisis</p>
<p>PROPÓSITO</p> <p>Creación de nuevas plazas de trabajo con el fin de potenciar la industria ecuatoriana</p>	<p>Determinación del estado del diseño sus ventajas y desventajas del modelo</p>	<p>Comparación con otros materiales, para la determinación de diferencias para su respectivo análisis</p>	<p>Solucionar los problemas con eficacia y rapidez</p>
<p>RESULTADOS</p> <p>Capacitación de la utilización de normas de control de calidad</p>	<p>Mejoramiento del diseño por medio de otro estudio con la ayuda de un refuerzo natural o de otro material</p>	<p>Seguir los pasos de la norma asegurará de que el análisis sea el indicado</p>	<p>Realizar los ensayos por lo menos con dos depósitos para el análisis</p>
<p>ACTIVIDADES</p> <p>Análisis del diseño del prototipo de un depósito de combustible para motocicleta con fin de producción nacional</p>	<p>El presupuesto se llevó a cabo teniendo en cuenta el tiempo al realizar y la compra del equipo y materiales.</p>	<p>Las actividades se la realizo con dificultades por los inconvenientes que llevo a gastos no planeados</p>	<p>Se excedió del presupuesto por diferentes situaciones adversas al proyecto</p>

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis realizado en el prototipo de tanque de combustible de acuerdo con los ensayos especificados en la norma J SAE JASO T906-2002 se los llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y en el Centro de Fomento Productivo Metalmecánico Carrocero (CFPMC), con el fin de realizar los ensayos y mediante los mismos analizar los resultados obtenidos.

En el presente capítulo se procedió a la ejecución de los siguientes ensayos:

- Ensayo de resistencia a la presión.
- Ensayo de resistencia mecánica.
- Ensayo de liberación de presión interna.
- Ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco.
- Ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible.
- Ensayo de impacto transversal.
- Ensayo de alta temperatura.
- Determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de flexión.
- Determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de tracción.

Para la ejecución de cada uno de los diferentes ensayos se realizaron los respectivos procedimientos; una vez obtenidos los resultados se realizó el análisis respectivo del depósito de combustible y de cada una de las probetas tal cual indica cada una de las normas.

Las respectivas mediciones tomadas para cada ensayo fueron realizadas tanto antes como después de los mismos tal cual lo indica la norma respectiva. Dichas mediciones

se realizaron con instrumentos de medición los mismos que se encuentran especificados en las respectivas normas.

Para organizar cada uno de los valores de las respectivas mediciones se hizo uso de tablas en las cuales se registraron los datos obtenidos en cada uno de los ensayos, tales como: longitudes, volúmenes, espesores, fuerzas, presiones.

Una vez obtenidos los datos y registrados en las diferentes tablas, se analizaron los resultados de cada uno de los ensayos antes mencionados, para así poder determinar si las muestras ensayadas cumplen con lo manifestado en la norma respectiva. Si el ensayo cumple con lo estipulado en cada una de las diferentes normas se procederá a dar la respectiva conclusión.

3.1 Resultados del ensayo de resistencia a la presión según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.1.1 *Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).*

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 1-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de resistencia a la presión.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar que no exista presencia de fugas en el depósito de combustible como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.1.2 *Revisión de equipos e instrumentos de medición.*

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 2-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Estructura de acondicionamiento	Simular el montaje real del depósito de combustible en el vehículo.	X	
Manómetro	Medir la presión de aire del depósito de combustible.	X	
Compresor de aire	Suministrar aire dentro del depósito de combustible.	X	
Cronómetro	Controlar el tiempo estipulado del aire dentro del depósito de combustible.	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.1.3 Informe del ensayo de resistencia a la presión según la norma J SAE JASO T906-2002.

	TEMA: INFORME DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PRESIÓN SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

INFORME DEL ENSAYO N° 01

OBJETIVO.

Determinar si el depósito de combustible fabricado en material compuesto resiste la presión estipulada en la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 29/05/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Manómetro de aire.
- Cronómetro.
- Compresor de aire.

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Estructura metálica (simula la posición del depósito de combustible en una motocicleta).

D. ACONDICIONAMIENTO

SI X NO

- El ensayo se realizará directamente en el depósito de combustible.
- El depósito de combustible debe estar ubicado en una estructura que simule un montaje real del elemento en el vehículo.
- La tapa y el respiradero del depósito de combustible deben encontrarse cerrados.

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible se procede con los siguientes puntos:

- Preparar el depósito de combustible y los instrumentos de medición.
- Llenar de aire el depósito de combustible mediante un compresor o un dispositivo adecuado.
- Mantener el depósito de combustible lleno de aire por un periodo de 30 segundos.
- Verificar el estado general del depósito de combustible para descartar fugas de aire que puedan existir.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 1-3: Depósito de combustible previo al ensayo.

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos luego de haber realizado el ensayo correspondiente.

Tabla 3-3: Presión requerida en el depósito de combustible.

Presión Requerida (Pr) [KPa]	Presión alcanzada (Pa) [KPa]	Descripción de la fuga
30	25	Al llegar a la presión de 25 KPa el depósito de combustible presentó una fisura en la unión de la parte superior e inferior del mismo.

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de resistencia a la presión se pudo observar que el depósito de combustible no cumplió con la presión estipulada en la normativa correspondiente.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.2 Resultados del ensayo de resistencia mecánica según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.2.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 4-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de resistencia mecánica.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar que no exista presencia de fugas debido a la temperatura en el depósito de combustible como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.2.2 Revisión de equipos e instrumentos de medición.

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 5-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Horno - mufla	Soportar la temperatura y almacenar el depósito de combustible.	X	
Controlador de temperatura	Controlar la temperatura del horno – mufla.	X	
Pirómetro	Medir la temperatura interna del horno - mufla.	X	
Focos incandescentes	Suministrar el calor necesario para aumentar o disminuir la temperatura del horno-mufla	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.2.3 Informe del ensayo de resistencia mecánica según la norma J SAE JASO T906-2002.

	TEMA: INFORME DEL ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

INFORME DEL ENSAYO N° 02

OBJETIVO.

Determinar si el depósito de combustible fabricado en material compuesto resiste la temperatura estipulada en la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 22/04/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Controlador de temperatura
- Pirómetro
- Horno – mufla
- Focos incandescentes (60, 100 y 200 watts)

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Lana de vidrio.
- Combustible (gasolina).

D. ACONDICIONAMIENTO

SI NO

- El depósito de combustible debe encontrarse lleno de combustible hasta el 50% de su capacidad.
- La tapa del depósito de combustible debe encontrarse cerrada, mientras que el respiradero o desfogue debe estar abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible, se procede con los siguientes puntos:

- El depósito de combustible deberá ser colocado a una temperatura constante de $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 4 semanas.
- Tomar la hora de inicio del ensayo desde el momento que el que la temperatura se estabilice a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Verificar el estado general del depósito de combustible para descartar fugas que puedan existir.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 2-3: Depósito de combustible dentro del Horno-mufla (40°C)

Fuente: Autor



Figura 3-3: Depósito de combustible dentro del Horno-mufla

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 6-3: Resultados del ensayo de resistencia mecánica.

	SI	NO	Descripción de la fuga	Condición del depósito de combustible
Fuga de combustible		X	El depósito de combustible no presentó fugas después de haber realizado el ensayo correspondiente	El depósito de combustible presentó: <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento de la pintura. En general el depósito de combustible no presentó fallas ni fugas en su estructura

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores



Figura 4-3: Depósito de combustible al concluir el ensayo

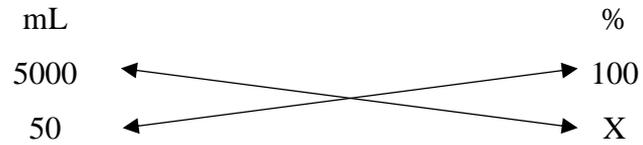
Fuente: Autor

Tabla 7-3: Resultados de volumen de combustible.

	Volumen inicial	Volumen Final	Consumo de combustible
Volumen de combustible	5000 mL	4950 mL	50 mL

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores



$$x = \frac{100 * 50}{5000}$$

$$x = 1\%$$



Figura 5-3: Combustible extraído del depósito después de la prueba

Fuente: Autor

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de resistencia mecánica se pudo observar que el depósito de combustible resistió la temperatura estipulada en la normativa correspondiente, no se presentaron fugas ni agrietamientos y la cantidad de combustible que se evaporó fue muy pequeña, por lo cual el depósito de combustible cumplió con el ensayo correspondiente.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.3 Resultados del ensayo de liberación de presión interna según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.3.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 8-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de Liberación de presión interna.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar que la presión excesiva que exista dentro del depósito de combustible se libere automáticamente a través del respiradero o desfogue como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.3.2 Revisión de equipos e instrumentos de medición.

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 9-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Estructura de acondicionamiento	Simular el montaje real del depósito de combustible en el vehículo.	X	
Manómetro	Medir la presión de aire del depósito de combustible.	X	
Compresor de aire	Suministrar aire dentro del depósito de combustible.	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

3.3.3 Informe del ensayo de ensayo de liberación de presión interna según la norma J SAE JASO T906-2002.

	TEMA: INFORME DEL ENSAYO DE LIBERACIÓN DE PRESIÓN INTERNA SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	Nº REVISIÓN:	

INFORME DEL ENSAYO N° 03

OBJETIVO.

Determinar si el depósito de combustible fabricado en material es capaz de liberar la presión interna excesiva mediante el respiradero o desfogue tal como lo estipulada la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 29/05/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Manómetro.
- Compresor de aire.
- Mecanismo liberador de presión

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Estructura metálica (simula la posición del depósito de combustible en una motocicleta).

D. ACONDICIONAMIENTO

SI NO

- El ensayo se realizará directamente en el depósito de combustible.
- El depósito de combustible debe estar ubicado en una estructura que simule un montaje real del elemento en el vehículo.
- La tapa del depósito de combustible debe encontrarse cerrada, mientras que el respiradero o desfogue debe estar abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible:

- Preparar el depósito de combustible y los instrumentos de medición.
- La prueba se realizará con una presión de calibre del doble de la presión de diseño (Presión de diseño = 1,5kPa), la presión excesiva se liberará automáticamente.
- Verificar el estado general del depósito de combustible para descartar fugas de aire que puedan existir.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 6-3: Mecanismo liberador de presión instalado en la tapa de combustible

Fuente: Autor



Figura 7-3: Depósito de combustible previo al ensayo.

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 10-3: Resultados del ensayo de liberación de presión interna

Presión interna máxima (Pmax)		20 KPa		
	SI	NO	Descripción de la fuga	Condición del depósito de combustible
Fuga de combustible		X	El depósito de combustible no presentó fugas de aire, el dispositivo liberador de presión se abrió a los 5 KPa que corresponde al doble de la presión de diseño del depósito de combustible, pero no fue capaz de mantener el depósito de combustible a una presión constante.	El depósito de combustible no sufrió ningún tipo de defecto en su estructura y si mantuvo de la misma manera que al inicio del ensayo.

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de liberación de presión se pudo observar que el dispositivo encargado de liberar la presión excesiva del depósito de combustible no cumplió con lo estipulado en la normativa correspondiente, por lo tanto, el ensayo realizado no fue satisfactorio.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.4 Resultados del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.4.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 11-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Prueba de fuga de combustible en caso de vuelco.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar que no exista presencia de fugas de combustible en el depósito de combustible tal como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.4.2 Revisión de equipos e instrumentos de medición.

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 12-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Estructura de acondicionamiento	Simular el montaje real del depósito de combustible en el vehículo.	X	
Goniómetro	Medir los ángulos en los cuales se va a colocar al depósito de combustible.	X	
Cronómetro	Controlar el tiempo estipulado del aire dentro del depósito de combustible.	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.4.3 Informe del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco según la norma J SAE JASO T906-2002.

	<p>TEMA:</p> <p>INFORME DEL ENSAYO DE FUGA DE COMBUSTIBLE EN CASO DE VUELCO SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:		CÓDIGO:
MATERIAL:		N° REVISIÓN:

INFORME DEL ENSAYO N° 04

OBJETIVO.

Determinar si al rodar el depósito de combustible alrededor del eje longitudinal no presenta fugas de combustible como se indica en la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 01/06/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Goniómetro.
- Cronómetro.
- Llave N° 10

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Estructura metálica (simula la posición del depósito de combustible en una motocicleta).
- Combustible (gasolina).

D. ACONDICIONAMIENTO

SI **NO**

- El ensayo se lo debe realizar directamente en el depósito de combustible, el cual debe estar equipado con la tapa de combustible y su respiradero o desfogue.
- El depósito de combustible debe ser llenado de combustible (gasolina) a más del 90% de su capacidad.
- La tapa del depósito de combustible debe encontrarse cerrada, mientras que el respiradero o desfogue debe estar abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible:

- Girar el depósito de combustible a 90°, 180°, 270° alrededor del eje del longitudinal del vehículo o de la estructura, el cual debe simular la posición real del depósito de combustible.
- Mantener el depósito de combustible las posiciones antes mencionadas durante el periodo de sesenta segundos.
- Verificar el estado depósito de combustible para descartar fugas de combustible en la tapa o en el respiradero.
- Verificar que la cantidad de combustible introducido al inicio de la prueba sea el mismo al terminar la misma.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 8-3: Depósito de combustible girado a 90°

Fuente: Autor



Figura 9-3: Depósito de combustible girado a 180°

Fuente: Autor



Figura 10-3: Depósito de combustible girado a 270°

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 13-3: Resultados del ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco.

Fuga de combustible	SI	NO	Descripción de la fuga
Tapa del depósito de combustible		X	El depósito de combustible no registró presencia de fugas de combustible por la tapa de este en ninguna de las posiciones indicadas.
Respiradero o desfogue del depósito de combustible.		X	El depósito de combustible no registró presencia de fugas de combustible por el respiradero o desfogue de este en ninguna de las posiciones indicadas.

Elaborado por: Alex Uzha, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de vuelco se pudo observar que el depósito de combustible no presentó fugas de combustible por lo tanto cumplió con lo estipulado en la normativa correspondiente y el ensayo realizado fue satisfactorio.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.5 Resultados de ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.5.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	Nº REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 14-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar la presencia o cantidad de fugas de combustible después de haber dejado caer el depósito de combustible tal como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.5.2 Revisión de equipos e instrumentos de medición.

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 15-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Estructura de acondicionamiento	Simular el montaje real del depósito de combustible en el vehículo.	X	
Flexómetro	Medir la altura desde la cual se dejará caer el depósito de combustible.	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.5.3 Informe del ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible según la norma J SAE JASO T906-2002.

	<p>TEMA:</p> <p>INFORME DEL ENSAYO REAL DE IMPACTO, CAÍDA DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:		CÓDIGO:
MATERIAL:		N° REVISIÓN:

INFORME DEL ENSAYO N° 05

OBJETIVO.

Determinar si al dejar caer la estructura con el depósito de combustible montado no presenta fugas de combustible como se indica en la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 01/06/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Flexómetro.
- Destornillador plano.
- Llave N° 10

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Estructura metálica (simula la posición del depósito de combustible en una motocicleta).
- Combustible (gasolina).

D. ACONDICIONAMIENTO

SI

NO

- Las partes y los elementos regulares del depósito de combustible deberán estar montados en su posición real para los resultados del ensayo.
- El depósito de combustible debe ser llenado de combustible (gasolina) hasta el 75% de su capacidad o agua de la misma masa

$$\rho_{\text{gasolina}} = \frac{m_{\text{gasolina}}}{V_{\text{gasolina}}}$$

$$0,78 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} = \frac{m_{\text{gasolina}}}{7,5 \text{ L}}$$

$$m_{\text{gasolina}} = 0,78 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * 7,5 \text{ L}$$

$$m_{\text{gasolina}} = 5,85 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{gasolina}} = m_{\text{agua}}$$

$$\rho_{\text{agua}} = \frac{m_{\text{agua}}}{V_{\text{agua}}}$$

$$V_{\text{agua}} = \frac{5,85 \text{ Kg}}{1 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}}$$

$$V_{\text{agua}} = 5,85 \text{ L}$$

- La tapa del depósito de combustible debe encontrarse cerrada, mientras que el respiradero o desfogue debe estar abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).
- El ensayo se lo realizará a una temperatura de $21 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible:

- Dejar caer libremente la estructura desde una altura de $2.7 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$.
- Dejar caer primero la parte delantera de la estructura.
- Verificar el estado general del depósito de combustible, así como la presencia y cantidad de fugas de combustible del depósito.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 11-3: Depósito de combustible previo al ensayo.

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 16-3: Resultados del ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible.

	SI	NO	Descripción de la fuga
Fuga de combustible	X		El depósito de combustible presentó fugas y fisuras en las uniones del depósito las mismas que son los puntos críticos de este depósito de combustible.

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores



Figura 12-3: Depósito de combustible luego del ensayo
Fuente: Autor



Figura 13-3: Fugas en las uniones del depósito de combustible.
Fuente: Autor

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de real de impacto, caída libre se pudo observar depósito de combustible presentó fisuras y agrietamientos en su estructura por lo cual, no cumplió con lo estipulado en la normativa correspondiente, por lo tanto, el ensayo realizado no fue satisfactorio.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.6 Resultados de ensayo de alta temperatura según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.6.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	Nº REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 17-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de alta temperatura.	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.
Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en verificar que no exista presencia de fugas luego que el depósito de combustible haya sido sometido a altas temperaturas como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.6.2 Revisión de equipos e instrumentos de medición.

Revisar el estado y el funcionamiento adecuado de cada uno de los instrumentos que serán empleados y determinar si es o no apto para la ejecución del ensayo.

Tabla 18-3: Verificación de equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función	Es apto para realizar el ensayo	
		SI	NO
Horno - Mufla	Soportar la temperatura y almacenar el depósito de combustible.	X	
Controlador de temperatura	Controlar la temperatura del horno – mufla.	X	
Pirómetro	Medir la temperatura interna del horno - mufla.	X	
Focos incandescentes	Suministrar el calor necesario para aumentar o disminuir la temperatura del horno-mufla	X	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.6.3 Informe del ensayo de alta temperatura según la norma J SAE JASO T906-2002.

	TEMA: INFORME DEL ENSAYO DE ALTA TEMPERATURA SEGÚN LA NORMA J SAE JASO T906-2002.	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

INFORME DEL ENSAYO N° 06

OBJETIVO.

Determinar si el depósito de combustible presenta fugas o fisuras luego de haber sido sometido a altas temperaturas como se indica en la norma J SAE JASO T906-2002, para proceder a su respectivo análisis y posterior conclusión.

RECURSOS.

A. DATOS.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL ENSAYO: 28/05/2018

LABORATORIO: Facultad de Mecánica

RESPONSABLE/S DEL ENSAYO: Pedro Galarza – Alex Uzhca

B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Controlador de temperatura
- Pirómetro
- Horno – mufla
- Focos incandescentes (60, 100 y 200 watts)
- Goniómetro
- Destornillador plano.
- Llave N° 10

C. MATERIALES

- Depósito de combustible fabricado con material compuesto.
- Estructura metálica (simula la posición del depósito de combustible en una motocicleta).
- Combustible (gasolina).
- Lana de vidrio

D. ACONDICIONAMIENTO

SI NO

- El depósito de combustible debe ser llenado de combustible (gasolina) hasta el 50% de su capacidad.
- La tapa del depósito de combustible debe encontrarse cerrada, mientras que el respiradero o desfogue debe estar abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).

E. PROCEDIMIENTO

Una vez concluido el acondicionamiento del depósito de combustible:

- El ensayo se lo realizará a una temperatura de $60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, durante un periodo de tiempo de 120 horas.
- Tomar la hora de inicio del ensayo desde el momento que el que la temperatura se estabilice a $60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.
- Verificar el estado depósito de combustible para descartar fugas de combustible en la tapa o en el respiradero.

F. IMAGEN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE PREVIO AL ENSAYO



Figura 14-3: Depósito de combustible previo al ensayo.

Fuente: Autor



Figura 15-3: Depósito de combustible previo al ensayo.

Fuente: Autor

G. RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 19-3: Resultados del ensayo de altas temperaturas.

	SI	NO	Descripción de la fuga	Condición del depósito de combustible
Fuga de combustible		X	El depósito de combustible no presentó fugas después de haber realizado el ensayo correspondiente	El depósito de combustible presentó: <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento de la pintura. • Presencia de óxido en los tornillos de la tapa del depósito de combustible • Deformación de la tapa de combustible

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: Autores



Figura 16-3: Tapa del depósito de combustible después del ensayo

Fuente: Autor



Figura 17-3: Depósito de combustible después del ensayo

Fuente: Autor

H. CONCLUSIÓN

Una vez realizado el ensayo de alta temperatura se pudo constatar que el depósito cumplió con lo estipulado en la normativa correspondiente, por lo tanto, el ensayo realizado fue satisfactorio.

.....
ENCARGADO DE SUPERVISAR EL ENSAYO

3.7 Resultados del ensayo de impacto transversal según la norma J SAE JASO T906-2002.

Tabla 20-3: Datos generales del ensayo de impacto

DATOS GENERALES			
N° de proforma: RM_2018_002			
Designación del material: Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.			
Empresa / Cliente: Sr Alex Uzhca			
RUC/C.I.: 060460872920180208			
Dirección: Bielorrusia y Portugal, Cdda. Los Maestros,			Ciudad: Riobamba
Teléfono: 0983057974		Correo electrónico: alex-u@hotmail.com	
Fecha de Inicio del Ensayo: 06 de marzo de 2018			
Los resultados obtenidos en el presente ensayo corresponden a los ensayos realizados en probetas de materiales compuestos. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.			
OBJETOS DE ENSAYO			
Numero de Probetas cuantificadas			
N°	Identificación del grupo	Descripción	Probetas a ensayar
1	0604060872920180208-EIM 01	Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.	5
Total de Probetas			5
Nota: la fabricación de las probetas en tipo y cantidad es declarada por el cliente.			
Observaciones: Ninguna			

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)



Figura 18-3: Probetas para el ensayo de impacto

Fuente: Autor



Figura 19-3: Máquina de ensayos Charpy. PIC 450 J.

Fuente: Autor

Tabla 21-3: Resultados del ensayo de impacto

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS												
Lugar de ejecución del ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales (CFPMC)												
Código del informe: 060460872920180208-EIM 01												
Tipo de ensayo: Cuantitativo						Tipo de Probeta: Probeta con muesca en V.						
Acondicionamiento de la probeta: Temperatura Ambiente												
Equipo Utilizado: Máquina de ensayos Charpy. PIC 450 J.												
Energía Utilizada: 450 (J)												
Máxima velocidad de impacto: 5,42 m/s												
RESISTENCIA AL IMPACTO												
Ítem	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Sección transversal de la probeta			Energía absorbida (J)	Resistencia al impacto (J/cm ²)	Aspecto de la fractura (% de cizallamiento)	Fractura de la probeta		
				Altura (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)				S	N	
1	06040608729 20180208-EIC 01-1	19,5	54,2	1,00	0,80	0,8	1,93	2,41	N/A	x		
2	06040608729 20180208-EIC 01-2	19,5	54,2	1,00	0,80	0,8	2,23	2,79	N/A	x		
3	06040608729 20180208-EIC 01-3	19,5	54,2	1,00	0,80	0,8	2,23	2,79	N/A	x		
4	06040608729 20180208-EIC 01-4	19,5	54,2	1,00	0,80	0,8	1,63	2,04	N/A	x		
5	06040608729 20180208-EIC 01-5	19,5	54,2	1,00	0,80	0,8	1,63	2,04	N/A	x		
				Promedio \bar{x}			1,93	2,41				
				Desviación estándar S_{n-1}			0,30	0,38				
				Cofic. de variación CV			15,54	15,53				

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

3.8 Determinación de las propiedades mecánicas del material compuesto mediante ensayo de flexión.

Tabla 22-3: Datos generales del ensayo de flexión

DATOS GENERALES			
Datos informativos:			
N° de proforma: RM_2018_002			
Designación del material: Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.			
Empresa / Cliente: Sr Alex Uzhca			
RUC/C.I.: 060460872920180208			Ciudad: Riobamba
Dirección: Bielorrusia y Portugal, Cda. Los Maestros			
Teléfono: 0983057974		Correo electrónico: alex-u@hotmail.com	
Datos del ensayo:			
Lugar de ejecución del ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales (CFPMC)			
Dirección: Ambato/Cataglia. Toronto y Río de Janeiro.			
Método de ensayo:			
ASTM D7264-2015: Método de prueba estándar para propiedades de flexión de materiales compuestos de matriz de polímero.			
Tipo de ensayo: Cuantitativo.		Procedimiento: A	
Equipo utilizado:			
Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest		Modelo: 50 KN	
Serial Number: 8210M002		Velocidad de ensayo: 10 mm/min	
Precarga: 0 N		Distancia entre apoyos: 140 mm	
Fecha de Inicio de Ensayo: 06 de marzo de 2018			
Fecha de Finalización de Ensayo: 06 de marzo de 2018			
Los resultados obtenidos en el presente ensayo corresponden a los ensayos realizados en probetas de materiales compuestos. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.			
OBJETOS DE ENSAYO			
Numero de Probetas cuantificadas			
N°	Identificación del grupo	Descripción	Probetas a ensayar
1	0604060872920180208-EFC 01	Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.	5
		Total de Probetas	5
Observaciones: Ninguna			

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

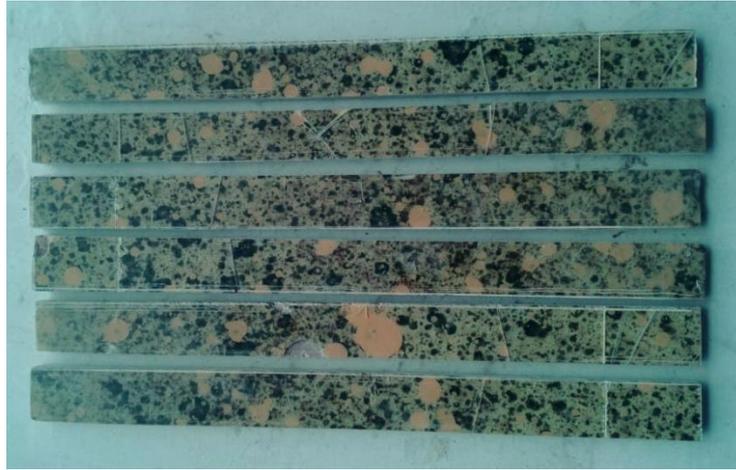


Figura 20-3: Probetas para el ensayo de flexión

Fuente: Autor



Figura 21-3: Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest 50 kN

Fuente: Autor

Tabla 23-3: Tipos de falla mediante criterios de la norma ASTM D7264-2015

Primer Carácter		Segundo Carácter	Área de falla	Tercer Carácter	Ubicación de falla
O	Otros	A	En el punto de carga	B	Fondo
		L	Entre la carga y el punto de apoyo	V	Varios
		U	No conocido	R	Derecha
				M	Medio
				U	Desconocido
				L	Izquierda

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

Tabla 24-3: Resultados del ensayo de flexión.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS											
ENSAYO DE FLEXIÓN											
Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza Máxima (N)	Deflexión (mm)	Esfuerzo máximo de flexión (MPa)	Módulo de elasticidad (Calculado) (MPa)	Deformación máxima (%) (Calculado)	Tipo de falla evaluado
				Ancho	Espesor						
1	060406087 292018020 8-EFC 01-1	23,3	52,0	13,39	4,41	10,41	21,01	8,39	295,97	2,84	OUU
2	060406087 292018020 8-EFC 01-2	23,3	52,0	13,34	4,35	9,40	14,661	7,82	400,56	1,95	OLB
3	060406087 292018020 8-EFC 01-3	23,3	52,0	13,53	4,19	8,22	19,834	7,27	285,66	2,54	OAU
4	060406087 292018020 8-EFC 01-4	23,3	52,0	13,56	4,46	11,92	19,562	9,28	347,47	2,67	OLB
5	060406087 292018020 8-EFC 01-5	23,3	52,0	12,24	4,23	10,41	21,495	9,98	358,62	2,78	OLB
				Promedio \bar{x}		10,07	19,3	8,55	337,66	2,56	
				Desviación estándar S_{n-1}		1,37	2,72	1,09	47,26	0,36	
				Coefficiente de variación CV		13,62	14,09	12,80	14,00	13,94	

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

3.8.1 Informe para la determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de flexión.

Referencia : MATERIAL COMPUESTO
Calidad : RM_2018_003
Operario : A Técnico 1
Norma : ASTM D7264
Fecha : 06/03/2018
Hora : 12:25:15
Temperatura : 23,3
H.R.% : 52,0
Pedido : 0604060872920180208

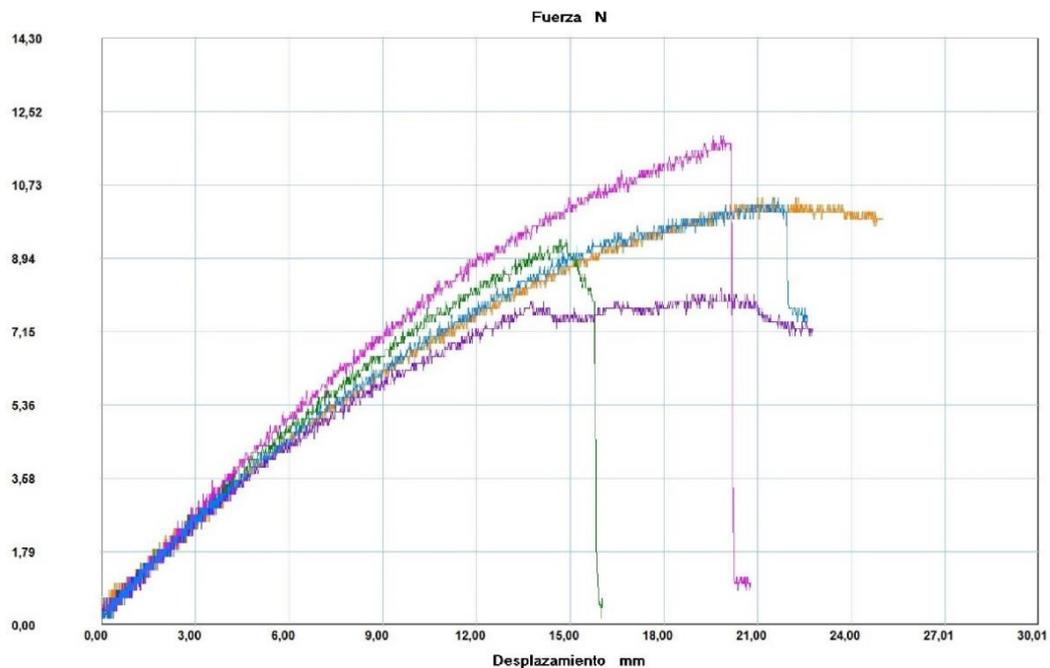


Gráfico 1-3: Resultados fuerza-desplazamiento del ensayo de flexión

Fuente: (CARROCERO, 09)

Probeta	FMax N
1	10,41
2	9,40
3	8,22
4	11,92
5	10,41
Media	10,072
Desv. Std	1,372
Coef. V.	0,136
+3 Sigma	14,187

Figura 22-3: Fuerza Max. en cada probeta.

Fuente: (CARROCERO, 09)

3.9 Determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de tracción.

Tabla 25-3: Datos generales del ensayo de tracción.

DATOS GENERALES			
Datos informativos:			
N° de proforma: RM_2018_002			
Designación del material: Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.			
Empresa / Cliente: Sr Alex Uzhca			
RUC/C.I.: 060460872920180208			Ciudad: Riobamba
Dirección: Bielorrusia y Portugal, Cdla. Los Maestros			
Teléfono: 0983057974		Correo electrónico: alex-u@hotmail.com	
Datos del ensayo:			
Lugar de ejecución del ensayo: Laboratorio de Resistencia de Materiales (CFPMC)			
Dirección: Ambato/Cataglia. Toronto y Río de Janeiro.			
Método de ensayo:			
ASTM D3039-2015: Método de prueba estándar para propiedades de tracción de materiales compuestos de matriz de polímero.			
Tipo de ensayo: Cuantitativo.		Procedimiento: Plana	
Equipo utilizado:			
Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest		Modelo: 50 KN	
Serial Number: 8210M002		Velocidad de ensayo: 10 mm/min	
Precarga: 0 KN			
Fecha de Inicio de Ensayo: 06 de marzo de 2018			
Fecha de Finalización de Ensayo: 06 de marzo de 2018			
Los resultados obtenidos en el presente ensayo corresponden a los ensayos realizados en probetas de materiales compuestos. Las probetas fueron recibidas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del CFPMC del H.G.P. Tungurahua.			
OBJETOS DE ENSAYO			
Numero de Probetas cuantificadas			
N°	Identificación del grupo	Descripción	Probetas a ensayar
1	0604060872920180208-ETC 01	Fibra de vidrio. Refuerzo discontinuo aleatorio y matriz de resina polimérica.	5
Total de Probetas			5
Observaciones: Ninguna			

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)



Figura 23-3: Probetas para el ensayo de tracción

Fuente: Autor



Figura 24-3: Máquina de ensayos universal Polímeros Metrotest 50 KN

Fuente: Autor

Tabla 26-3: Tipos de falla mediante criterios de la norma ASTM D3039-2015

Primer Carácter		Segundo Carácter		Tercer Carácter	
L	Lateral	A	En el agarre	T	Parte superior
G	Agarre	I	Dentro del agarre	T	Parte superior
A	Angular	G	Zona calibrada	M	Medio

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

Tabla 27-3: Resultados del ensayo de tracción.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS										
ENSAYO DE TRACCIÓN										
Probeta	Identificación de probeta	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Dimensiones mm		Fuerza Máxima (N)	Esfuerzo máximo de tracción (MPa)	Módulo de elasticidad (Calculado) (MPa)	% Elongación (Calculado)	Tipo de falla evaluado
				Ancho	Espesor					
1	06040608729 20180208-ETC 01-1	23,1	51,9	24,25	3,46	471,16	5,62	233,59	2,40	LGT
2	06040608729 20180208-ETC 01-2	23,1	51,9	25,02	3,73	463,10	4,96	167,19	2,97	LGT
3	06040608729 20180208-ETC 01-3	23,1	51,9	24,18	3,66	490,80	5,55	188,92	2,94	LAT
4	06040608729 20180208-ETC 01-4	23,1	51,9	26,28	3,65	529,07	5,52	176,87	3,12	LAT
5	06040608729 20180208-ETC 01-5	23,1	51,9	24,93	3,69	615,18	6,69	200,99	3,33	LGT
				Promedio \bar{x}		513,86	5,67	193,51	2,95	
				Desviación estándar S_{n-1}		62,11	0,63	25,75	0,34	
				Coefficiente de variación CV		12,09	11,09	13,31	11,61	

Elaborado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018

Fuente: (CARROCERO, 09)

3.9.1 Informe para la determinación de las propiedades del material compuesto mediante ensayo de tracción.

Referencia : MATERIAL COMPUESTO
Calidad : RM_2018_003
Operario : A Técnico 1
Norma : ASTM D3039
Fecha : 06/03/2018
Hora : 12:24:36
Temperatura : 23,1
H.R.% : 51,9
Pedido : 0604060872920180208

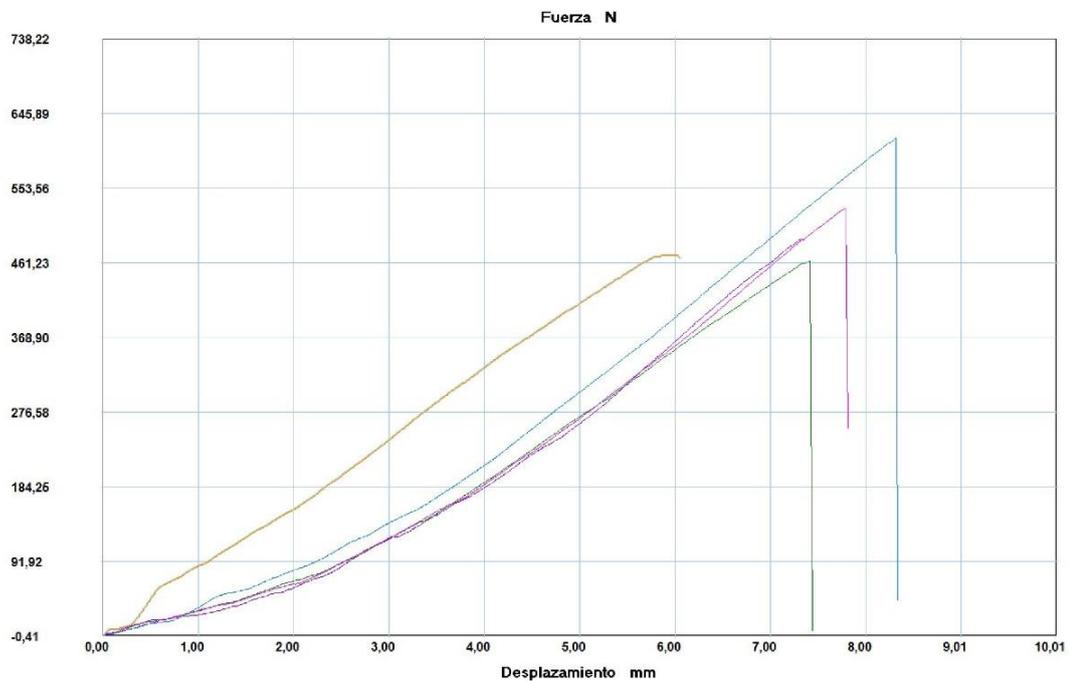


Gráfico 2-3: Resultados fuerza-desplazamiento del ensayo de tracción

Fuente: (CARROCERO, 09)

Probeta	FMax N	FYield N	FRot N	CMax MPa	C.Yield MPa	CRot MPa
1	471,16	57,41	466,96	5,62	0,68	5,57
2	463,10	19,81	463,10	4,96	0,21	4,96
3	490,80	19,97	489,12	5,55	0,23	5,53
4	529,07	20,31	529,07	5,52	0,21	5,52
5	615,18	17,46	615,18	6,69	0,19	6,69
Media	513,862	26,992	512,686	5,665	0,305	5,651
Desv. Std	62,106	17,042	63,005	0,628	0,213	0,630
Coef. V.	0,121	0,631	0,123	0,111	0,697	0,112
+3 Sigma	700,181	78,117	701,701	7,550	0,942	7,543

Figura 25-3: Resultados del ensayo de tracción en cada probeta.

Fuente: (CARROCERO, 09)

Referencia : MATERIAL COMPUESTO
Calidad : RM_2018_003
Operario : A Técnico 1
Norma : ASTM D3039
Fecha : 06/03/2018
Hora : 12:24:36
Temperatura : 23,1
H.R.% : 51,9
Pedido : 0604060872920180208

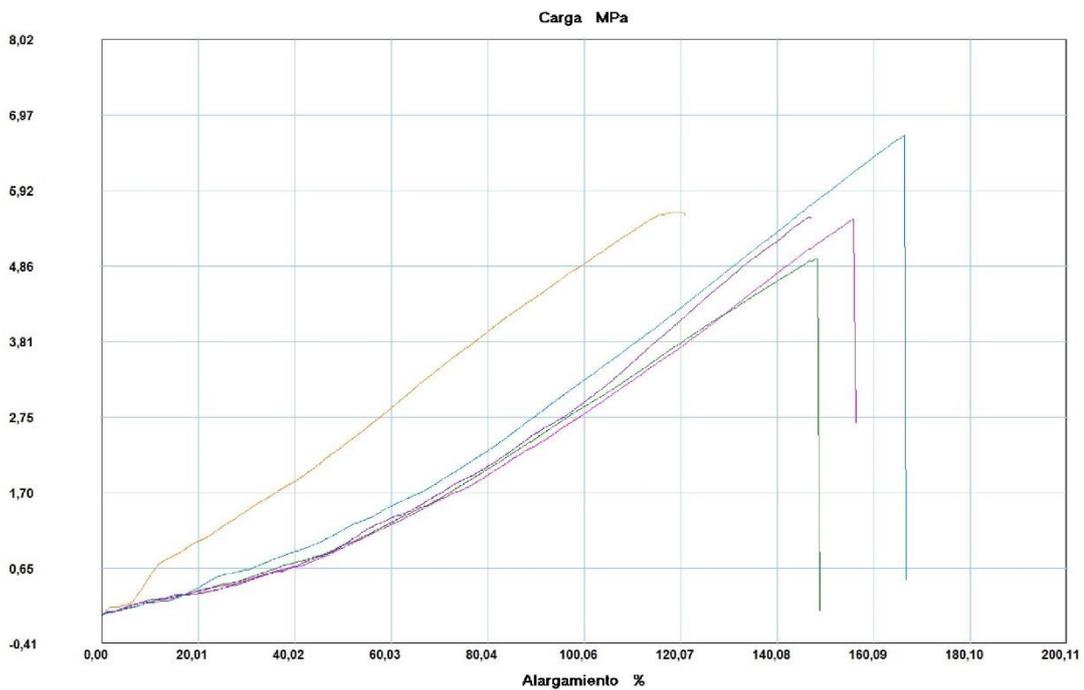


Gráfico 3-3: Resultados Carga-Alargamiento del ensayo de Tracción
 Fuente: (CARROCERO, 09)

Probeta	FMax N	FYield N	FRot N	CMax MPa	C.Yield MPa	CRot MPa
1	471,16	57,41	466,96	5,62	0,68	5,57
2	463,10	19,81	463,10	4,96	0,21	4,96
3	490,80	19,97	489,12	5,55	0,23	5,53
4	529,07	20,31	529,07	5,52	0,21	5,52
5	615,18	17,46	615,18	6,69	0,19	6,69
Media	513,862	26,992	512,686	5,665	0,305	5,651
Desv. Std	62,106	17,042	63,005	0,628	0,213	0,630
Coef. V.	0,121	0,631	0,123	0,111	0,697	0,112
+3 Sigma	700,181	78,117	701,701	7,550	0,942	7,543

Figura 26-3: Resultados del ensayo de tracción en cada probeta.
 Fuente: (CARROCERO, 09)

3.10 Ensayo de aceleración y deceleración rápida según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.10.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	N° REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 28-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de aceleración y deceleración rápida	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en utilizar un vehículo de motor de dos ruedas que se acelerará y se desacelerará rápidamente para comprobar si hay fugas en el depósito de combustible como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.10.2 Equipos e instrumentos de medición.

Instrumentos y equipos que serán empleados para la ejecución del ensayo.

Tabla 29-3: Equipos e instrumentos.

Instrumentos o Equipos	Función
Pista de prueba	La pista de ensayo deberá ser una superficie plana cubierta de hormigón o pavimentada por asfalto con una pista lo suficientemente alejada del vehículo de ensayo para acelerar hasta la velocidad de ensayo especificada y una distancia de frenado suficientemente larga. La anchura de la vía deberá ser suficiente para dar cabida a condiciones de marcha anormales en caso de problemas.
Dispositivo de medición de aceleración y deceleración	El dispositivo deberá poder medir correctamente la aceleración del vehículo de ensayo durante el aumento de la velocidad y la desaceleración durante el frenado.

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.10.3 Acondicionamiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida.

A. Estado del vehículo de prueba

- El vehículo estará en el estado no cargado.
- Las partes y aparatos regulares se montarán donde sea vital para los resultados de la prueba.
- El rendimiento de frenado debe ser normal.
- El depósito de combustible se llenará con combustible de prueba hasta el 50% de su capacidad.

B. Prueba de la superficie de la carretera y las condiciones meteorológicas

- Las condiciones deberán estar de acuerdo con la Sub cláusula 4.2 del **JIS 00210**.

C. Velocidad de frenado inicial

- La velocidad de frenado inicial será de 40 km/h o el 80% de la velocidad máxima, la que sea menor.

D. Desaceleración del frenado

- La desaceleración media total desarrollada será superior a 5,8 m/s².

3.10.4 Procedimiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida

- El vehículo de prueba y el aparato de ensayo deberán ser debidamente mantenidos e inspeccionados.
- Se verificará el estado de la superficie de la carretera de ensayo.
- El vehículo de prueba deberá acelerarse rápidamente desde el punto muerto hasta la velocidad de frenado inicial especificada y el frenado se aplicará con la desaceleración especificada para detener el vehículo. Esto se considerará como un ciclo y diez ciclos se repetirán continuamente.
- Se medirá la presencia y cantidad de fugas de combustible del depósito de combustible.

3.11 Ensayo de impacto en la parte delantera y posterior según la norma J SAE JASO T906-2002.

3.11.1 Formato plan de ejecución de ensayos en depósitos de combustible para motocicletas fabricados en material compuesto (fibra de vidrio).

	<p>FORMATO PLAN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE PARA MOTOCICLETAS FABRICADOS EN MATERIAL COMPUESTO (FIBRA DE VIDRIO).</p>	
FECHA DE EJECUCIÓN:	CÓDIGO:	
MATERIAL:	Nº REVISIÓN:	

EQUIPO EVALUADOR:

El equipo evaluador está integrado por:

Ing. Diego Mayorga (Director)

Ing. Milton Quinga (Asesor)

Tabla 30-3: Selección de ensayo

ENSAYO	NORMA	ENSAYO POR REALIZAR
Ensayo de aceleración y deceleración rápida	J SAE JASO T906-2002	X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

ALCANCE DE LA EVALUACIÓN:

El alcance de la evaluación consiste en aplicar un choque al tanque de combustible en las direcciones delanteras para comprobar si hay fugas de combustible y determinar la condición montada del tanque de combustible para comprobar si hay fugas en el depósito de combustible como lo estipula la norma J SAE JASO T906-2002.

3.11.2 Acondicionamiento para el ensayo de aceleración y deceleración rápida

- Se preparará una cama de prueba con la construcción o especificaciones iguales o similares a un vehículo real.
- El depósito de combustible se montará en la cama de prueba. Se proporcionará una línea de suministro de combustible al depósito de combustible, que se llenará con combustible de prueba hasta el 75% de su capacidad (o agua de la misma masa).
- La tapa del depósito de combustible debe estar cerrada, la llave de combustible abierta y la línea de suministro de combustible llena de combustible de prueba.
- La salida de la línea de suministro de combustible debe estar cerrada y el respiradero debe dejarse abierto (abierto a presión atmosférica, no hermético).
- Los tanques de combustible metálicos y el combustible de ensayo se someterán a una prueba de temperatura controlada de $21\text{ °C} \pm 6\text{ °C}$.

3.11.3 Procedimiento para el ensayo de aceleración y desaceleración rápida

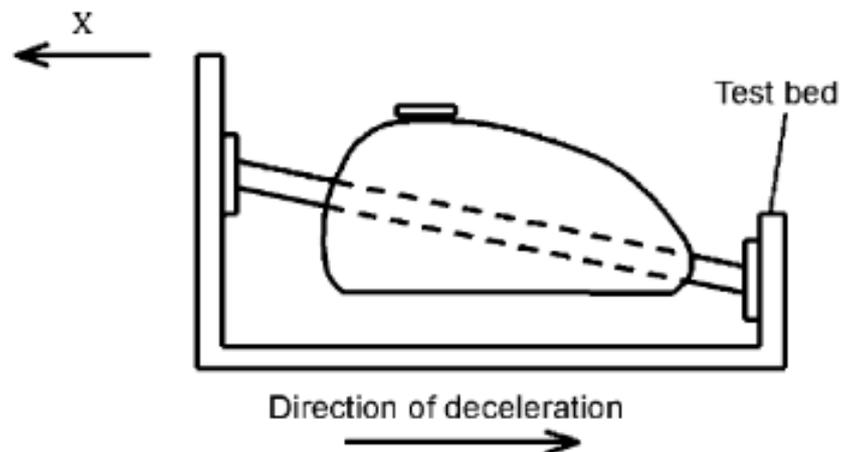


Gráfico 4-3: Dirección de la desaceleración

Fuente: (JASO, 2017)

Tabla 31-3: Características del reductor.

Desplazamiento [mm]	Entrada [Kg]
$0 \leq X \leq 61$	$F_{\max} \leq 680,$ $360 \leq F_{\text{avg}} \leq 540$
$61 \leq X \leq 122$	$F_{\max} \leq 1360,$ $820 \leq F_{\text{avg}} \leq 990$
$122 \leq X \leq 254$	$F_{\max} \leq 3400,$ $2040 \leq F_{\text{avg}} \leq 2500$
X: Desplazamiento del banco de pruebas	
Fmax: Máxima entrada al reductor	
Favg: Entrada promedio al engranaje reductor	

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: (JASO, 2017)

- A. El banco de pruebas se acelerará hasta $(7.3 \text{ m/s} \pm 0.3 \text{ m/s})$ para producir colisión con el reductor.
- B. Se comprobará el estado general del depósito de combustible y la presencia y las circunstancias de las fugas de aire.

3.12 Resultados generales

Tabla 32-3: Resultados generales de los ensayos

ENSAYOS REALIZADOS	CUMPLE	NO CUMPLE
Ensayo de resistencia a la presión.		X
Ensayo de resistencia mecánica.	X	
Ensayo de Liberación de presión interna		X
Ensayo de fuga de combustible en caso de vuelco.	X	
Ensayo real de impacto, caída del depósito de combustible.		X
Ensayo de alta temperatura.	X	
Ensayo de Impacto		X

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

Tabla 33-3: Propiedades mecánicas de los materiales compuestos

Propiedades	Unidades	Polietileno de alta densidad	Fibra de vidrio
Absorción de agua en 24 h	%	< 0,01	1
Resistencia al impacto	J/cm ²	5	2,41
Resistencia a la flexión	MPa	37	8,55
Resistencia a la tracción	MPa	28	5,67
Módulo de tracción	MPa	500-1000	193,51
Módulo elástico	MPa	850	337,66
Elongación de ruptura	%	12	2,95

Realizado por: Alex Uzhca, Pedro Galarza. 2018.

Fuente: Autores

3.13 Conclusiones

- Con los resultados obtenidos a través del análisis de prototipo de tanque de combustible se pudo determinar que el material compuesto presenta diferentes falencias en determinados puntos debido a su composición y estructura por lo cual no sería factible su producción en serie ya que en el mercado nacional existen depósitos de combustible con mejores características y a un costo menor.
- Se llevó a cabo la realización de 7 de 9 ensayos determinados por la norma, los cuales se desarrollaron con éxito cumpliendo los parámetros exigidos, teniendo como resultado 4 ensayos que no cumplieron con la norma establecida, 3 ensayos que cumplieron lo requerido por la norma y 2 ensayos no realizados ya que más del 50% de los ensayos presentaron inconvenientes motivo por el cual se determinó no llevarlos a cabo además de la escasa información y presupuesto elevado.
- Se elaboraron las probetas bajo las especificaciones dadas en cada una de las normas para materiales compuestos, con lo cual se desarrollaron los ensayos de manera exitosa lo cual sirvió para llevar a cabo el análisis y comparar las diferentes propiedades mecánicas del material compuesto.

- Los resultados obtenidos nos dan una idea de las propiedades del material compuesto, el comportamiento del prototipo de tanque de combustible gracias a los diferentes análisis realizados, ventajas y desventajas de la fabricación del mismo.

3.14 Recomendaciones

- Mejorar el proceso de manufactura, ya que el diseño presenta fallas en puntos críticos que se podrían rectificar con los respectivos ajustes en el proceso de fabricación dando así un mejor desempeño del prototipo de tanque de combustible para motocicleta.
- Realización de una nueva propuesta de estudio utilizando otro tipo materiales compuestos con mejores características para la fabricación de auto partes en el mercado ecuatoriano y así generar la producción nacional y mediante esto generar empleo.
- Debido a que el prototipo de tanque de combustible presento ciertas fallas en determinanos ensayos, se podría realizar un proceso de reingeniería en el diseño del prototipo de tanque de combustible o buscar algún tipo de refuerzo natural el cual permita mejorar las propiedades físicas y mecánicas y así poder realizar un nuevo análisis y la aplicación de los 9 ensayos para su respectiva validación.

BIBLIOGRAFÍA

AIMPLAS. *aimplas.es*. [En línea] [Citado el: 23 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.aimplas.es>.

Alibaba. *alibaba.com*. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://spanish.alibaba.com>.

Askeland, Donald R. *Ciencia e Ingeniería De Los Materiales*. México: International Thomson, 1998.

ASTM D 6110. 2004. *Determinig the Charpy Impact Resitance of Notched Specimens of Plastics*. 2004.

ASTM D3039. *Tensile Propierties of Polimer Matrix Composite materials*.

ASTM D7264. *Flexural Propierties of Polymer Matrix Composite Material*.

ATISAE. *atisae.com*. [En línea] [Citado el: 10 de Agosto de 2017.] Disponible en: <http://www.atisae.com/servicios/ensayos-mecanicos-materiales>.

Aumita. *aumita.lt*. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.] Disponible en: <http://www.aumita.lt/Produktas/pramonine-automatika/indikacija-reguliavimas-registravimas/BrainChild-BTC-704>.

CABALLERO, Diego & ALDAZ, Henry. Diseño, análisis y construcción de un prototipo de tanque de combustible de motocicleta con fines de producción nacional (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2015.

ConceptoDefinicion. *conceptodefinicion.de*. [En línea] [Citado el: 11 de 04 de 2018.] Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/analisis/>.

Consumoteca. *consumoteca.com*. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.consumoteca.com>.

Dreamstime. *dreamstime.com*. [En línea] [Citado el: 22 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://es.dreamstime.com>.

EMB. *emb.cl*. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2018.] Disponible en: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=773&edi=35>.

ESCOM, *ESCOM*. [En línea] [Citado el: 10 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://www.atescom.es/fibra-vidrio-propiedades-aplicaciones/>.

EVAL. *evalevoh.com*. [En línea] [Citado el: 13 de Abril de 2018.] Disponible en: <http://www.evalevoh.com>.

GUERRERO V.H. *Nuevos Materiales: Aplicaciones Estructurales E Industriales.* Quito, Ecuador: Imprefepp, 2011. ISBN: 978-9978-383-20-9.

INEC. *ecuadorencifras.gob.ec.* [En línea] [Citado el: 23 de Agosto de 2017.] Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-parque-automotor-de-ecuador-crecio-57-en-cinco-anos/>.

JASO T906-2002. *Métodos de prueba de hermeticidad y sellado para tanques de combustible.*

LÓPEZ, Santiago. Determinación de configuraciones estructurales de un frente de autobús interprovincial y su incidencia en la resistencia a un impacto frontal mediante el método de elementos finitos (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2016.

Lowes. *lowes.com.* [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.lowes.com>.

MADRILEÑA. *Soy Motero.* [En línea] [Citado el: 10 de diciembre de 2017.] Disponible en: https://www.clubsoymotero.com/ListadoReportajes.html&detalle=El_dep%C3%B3sito_de_combustible_de_nuestra_moto.

DEFINICIÓN. *Definicion.de.* [En línea] [Citado el: 10 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://definicion.de/compresor/>.

MATERIALES. *Ensayos con materiales.* [En línea] [Citado el: 20 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/ensayos.pdf>.

DEFINICIÓN. *Definicion.de.* [En línea] [Citado el: 11 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://definicion.de/prototipo/>.

MILANUNCIOS. *milanuncios.com.* [En línea] [Citado el: 18 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.milanuncios.com>.

Motores, Mecánica. *mecanicaymotores.com.* [En línea] [Citado el: 13 de Abril de 2018.] Disponible en: <http://www.mecanicaymotores.com>.

MotorGiga. *Motorgiga.* [En línea] [Citado el: 7 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/fibra-de-vidrio-definicion-significado/gmx-niv15-con194148.htm>.

Químico, TP Laboratotio. *tplaboratorioquimico.com.* [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/horno-mufla.html>.

SHEILA. *Materiales. Ensayos destructivos y no destructivos.* [En línea] [Citado el: 10 de Diciembre de 2017.] Disponible en: <https://china128sheila.wordpress.com/2011/07/17/ensayos-destructivos-y-no-destructivos/>.

Suzuki. *suzuki.com.* [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2018.] Disponible en: <https://www.suzuki.com>.

TEI. *teii.com.* [En línea] [Citado el: 13 de Abril de 2018.] Disponible en: <http://www.teii.com.mx>.

TIXE Joffre & VISTIN Jhonatan. Aplicación de materiales compuestos para la formación de guardabarros y tapaslaterales de una moto de 125cc, 4 tiempos (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2015.

ZWICK/ROELL. *Ensayo de tracción de plásticos.* [En línea] [Citado el: 19 de Septiembre de 2016.] Disponible en: <http://www.zwick.es/es/aplicaciones/plasticos/termoplasticos-compuestos-de-moldeo/ensayo-de-traccion.html>.