

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

DISEÑO CONCURRENTENTE PARA CONVERTIR UNA MOTO MODELO  
VESPA EN UN MODELO DE TRES PUESTOS CONFORTABLE

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela  
Por los Brs: Infante G., Ronnie A.  
Timoteo A., Julio C.  
Para optar al título  
de Ingeniero Mecánico

**CARACAS, 2007**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

DISEÑO CONCURRENTENTE PARA CONVERTIR UNA MOTO MODELO  
VESPA EN UN MODELO DE TRES PUESTOS CONFORTABLE

TUTOR ACADÉMICO: Prof. José La Riva

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela  
Por los Brs: Infante G., Ronnie A.  
Timoteo A., Julio C.  
Para optar al título  
de Ingeniero Mecánico

**CARACAS, 2007**

# ACTA

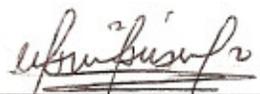
Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Br. RONNIE A. INFANTE G. y el Br. JULIO C. TIMOTEO A., titulado:

**“DISEÑO CONCURRENTES PARA CONVERTIR UNA MOTO MODELO VESPA EN UN MODELO DE TRES PUESTOS CONFORTABLE”**

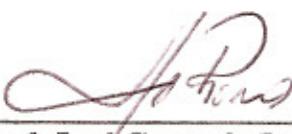
Consideran, que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingenieros Mecánicos, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, lo declaran APROBADO.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, en la Ciudad de Caracas a los quince días del mes de Febrero del año dos mil siete.



  
\_\_\_\_\_  
Prof. Manuel Martínez  
Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Gómez  
Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Gregorio La Riva  
Tutor

Infante G., Ronnie A.  
Timoteo A., Julio C.

## DISEÑO CONCURRENTENTE PARA CONVERTIR UNA MOTO MODELO VESPA EN UN MODELO DE TRES PUESTOS CONFORTABLE

TUTOR ACADÉMICO: Prof. José La Riva  
Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica. Año 2004, 159 pág.

**Palabras Claves:** Diseño Concurrente, Motocicleta, Fabricación.

**Resumen:** El crecimiento de la población de nuestro país y la congestión de las principales arterias viales inspira la modificación de una motocicleta Vespa, adecuándola al transporte de tres personas, la modificación de ésta, plantea una actividad completamente artesanal.

La creación y fabricación de este prototipo rompe con todos los paradigmas establecidos con anterioridad sobre esta forma de desplazamiento. Se realizaron los modelos de la motocicleta de producción en serie y la motocicleta modificada en tres dimensiones con Solid Works. Se realizaron estudios estáticos de aplicación de cargas a través de sistemas asistidos por computadora en Cosmos, y refiriéndonos a la teoría de deformación máxima de von Mises se obtuvo el factor de diseño mínimo para cada situación de estudio, evitando así cualquier falla del chasis.

En el diseño del techo, la realización de tormenta de ideas, posterior evaluación a través de una matriz, selección del aluminio como el material más adecuado, permitió la elección más apropiada para este accesorio innovador, además de otros conocimientos adquiridos en Ingeniería Mecánica aplicando diseño concurrente, metodología de análisis morfológico, patrones de ergonomía y funcionalidad.

Por otra parte, las modificaciones pretenden adecuarse a las normas establecidas por el instituto encargado de la homologación de este nuevo vehículo.

La creación y versatilidad de este prototipo crea un antecedente en el transporte familiar, otorgando una solución a familias que no poseen suficientes recursos económicos para adquirir un vehículo de cuatro ruedas, recordando que por ser un prototipo realizado con una moto de baja cilindrada, puede ser adquirido por estos estratos sociales.

<b><u>Índice de contenido</u></b>	<b><i>Páginas</i></b>
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Limitaciones	3
1.4. Alcances	4
1.5. Definición del problema	4
1.5.1. Historia del motociclismo	5
1.5.2. Clasificación de las motocicletas	6
1.5.2.1. Clasificación según sus características	6
1.5.2.2. Clasificación según su lugar de uso	7
1.5.3. Arraigo de las motocicletas en Venezuela	10
1.5.4. Historia de la motocicleta Vespa	17
1.5.5. Descripción de la motocicleta Vespa	19
1.5.5.1. Bastidor	23
1.5.5.2. Instalación eléctrica	25
1.5.5.3. Características técnicas	26
1.5.5.4. Características del motor	26
2. Fundamentos teóricos	28
2.1. Fundamentos teóricos de los procesos de manufactura	28
2.1.1. Definición de manufactura	28
2.1.2. Operaciones de proceso	28
2.1.3. Operaciones de doblado	29
2.1.4. Operaciones de formado	30
2.1.5. Doblado de material tubular	31
2.2. Ingeniería Concurrente	32

2.3. El costo como factor fundamental	34
2.4. Principios de ergonomía	35
2.4.1. Antecedentes	35
2.4.2. Definición y aplicaciones	36
2.4.3. Alturas, posturas y tamaños	37
2.5. Control de calidad	39
2.6. Técnicas de creatividad	40
3. Metodología	42
3.1. Tipo de investigación	42
3.2. Universo.	42
3.3. Recolección y análisis de datos	43
3.4. Encuestas	44
3.4.1. Resultados de las encuestas	47
3.4.1.1. Encuestas realizadas a 10 motoristas y 10 trabajadores de mototaxi	47
3.4.1.2. Encuestas realizadas a 10 usuarios de mototaxi	53
3.5. Comparación entre modelos existentes en el mercado	57
4. Diseño	59
4.1. Introducción	59
4.2. Componentes	59
4.3. Restricciones de la modificación	61
4.4. Modificaciones hechas con anterioridad	62
4.5. Análisis de la estructura original	63
4.5.1. Determinación del material de la vespa y espesor de lámina	63
4.5.1.1. Equipo	67
4.5.1.2. Preparación de las muestras	67
4.5.2. Creación de la geometría del modelo	69
4.5.3. Teoría de la distorsión de la energía (teoría de von Misses)	72
4.5.4. El método de elementos finitos	73

4.5.4.1. Aplicación de mallado, restricciones, centro de masa y cargas	74
4.5.4.2. Estudios del chasis, Vespa de producción en serie	78
4.6. Reforma estructural de la motocicleta	100
4.7. Diseño de un techo para la moto	108
4.7.1. Alternativas para la selección de la estructura del techo	109
4.7.1.1. Análisis morfológico	111
4.7.2. Selección del Material	113
4.7.3. Selección de la sección transversal	114
4.7.4. El método de elementos finitos	118
4.7.4.1. Propiedades de los materiales utilizados	122
4.7.4.2. Resultados del estudio	123
5. Fabricación	126
5.1. Fabricación del asiento	126
5.2. Desarme y seccionado de la Vespa	129
5.3. Fabricación de partes nuevas	131
6. Evaluación y Gastos Incurridos durante la modificación	136
6.1. Operación, maniobrabilidad y manejo de la nueva moto	136
6.2. Ventajas y desventajas de la modificación de la motocicleta	138
6.2.1. Recomendaciones	140
6.3. Gastos Incurridos durante la modificación de la moto	141
6.4. Mercado y estudio de mercado	142
6.4.1. Estudio de mercado	143
6.5. Estudio del riesgo	145
6.5.1. Estudio de factibilidad	146
Conclusiones	152
Recomendaciones	153
Bibliografía	154
Anexos	156

<b><u>Índice de tablas</u></b>	<b><i>Páginas</i></b>
Tabla 3.1. Motocicletas existentes en el mercado	58
Tabla 4.1. Medición vs. espesor del guardafango	65
Tabla 4.2. Medición vs. espesor de lámina de la motocicleta	67
Tabla 4.3. Dimensiones probeta tipo A-2	68
Tabla 4.4. Comparación entre propiedades de materiales	69
Tabla 4.5. Propiedades del acero AISI 1020	72
Tabla 4.6. Criterios de selección y escala de evaluación	112
Tabla 4.7. Matriz morfológica	112
Tabla 4.8. Propiedades de materiales	114
Tabla 4.9. Dimensiones específicas según componente vehicular SAE	115
Tabla 4.10. Sectores representativos del perfil	116
Tabla 6.1. Tabla comparativa de la moto modificada	140
Tabla 6.2. Costos de Materiales	141
Tabla 6.3. Costos Generales	142
Tabla 6.4. Modelos y prototipos de motos innovadoras	144
Tabla 6.5. Costo total	146
Tabla 6.6. Equipos para la Construcción de los Prototipos	146
Tabla 6.7. Gastos de personal	147
Tabla 6.8. Requerimientos de materiales y suministros	147
Tabla 6.9. Servicios para la Construcción de los Prototipos	147
Tabla 6.10. Gastos administrativos	148
Tabla 6.11. Cálculo de costos de depreciación y amortización.	148
Tabla 6.12. Ventas	148
Tabla 6.13. Costos de producción	149
Tabla 6.14. Costos totales	149
Tabla 6.15. Estado de ganancias y pérdidas	150
Tabla 6.16. Flujo de caja del proyecto.	151

**CAPÍTULO I: Introducción*****1.1. Motivación***

Venezuela ha aumentado su población<sup>1</sup>, con una población total de 27 030 656 de habitantes para el año 2006 con un aumento del 2% anual, así mismo, el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita ha aumentado, trayendo consigo una mejora del nivel de vida de la población.

Durante el año 2005 se registró un aumento del 40,73% en las ventas de vehículos automotores y del 25,7% en ventas de motocicletas, el ingreso de nuevos automóviles disminuye el desempeño de las ya congestionadas arterias viales, mayormente en horas pico en las que el tráfico de cualquier urbe es intransitable.

Las motocicletas exhiben una gran habilidad de afrontar las vías públicas en un tiempo menor al de un automóvil, por esta razón cumplen un rol importante en el transporte urbano de una gran cantidad de personas que desean llegar a cualquier destino, siendo una buena opción de transporte.

Por otra parte, existe un sistema de transporte urbano alternativo denominado “taxis motorizados”; el cual se encuentra en expansión diaria, ofreciendo este servicio en la mayoría de esquinas, plazas o salidas del sistema subterráneo Metro. Estas motos ofrecen un servicio en el cual cualquier potencial cliente debe pensar primero con quien ha de montarse, ya que la proximidad durante el viaje puede hacer de éste un trayecto incómodo, sobretodo en público femenino donde esta forma de transporte no es muy popular. También es usual observar a más de dos personas circulando en una pequeña moto, violando la normativa de la Ley de Transito Terrestre. [2]

---

<sup>1</sup>Fuente: Instituto Nacional de Estadística

El Reglamento de la Ley de Tránsito Terrestre establece en el artículo 164, que el conductor de motocicleta y su acompañante deben hacer uso del casco de seguridad y "si la motocicleta no lleva parabrisas, deberá usar anteojos o casco integral con visera".

El artículo 165 exige a los conductores de motos que, cuando circulen en la noche, usen vestimenta reflectiva para aumentar sus condiciones de seguridad; también deben reducir la velocidad e incrementar la distancia con respecto a otros vehículos.

En el artículo 167 se estipula que el pasajero de una motocicleta debe viajar con los pies apoyados en los estribos laterales. En ningún caso podrá situarse delante de la persona que conduce.

Sin embargo puede desarrollarse una alternativa que vincule la modificación y acondicionamiento de un modelo existente o una moto de serie que reúna las cualidades suficientes, para así obtener un transporte de tres personas que vincule un espacio propio y separado del piloto, agilidad en los embotellamientos, medidas de seguridad, confort y resguardo de las condiciones ambientales.

## ***1.2. Objetivos***

### ***1.2.1. Objetivo General***

Construir una motocicleta a partir de las modificaciones desarrolladas durante este estudio de tesis.

### ***1.2.2. Objetivos Específicos***

- ✓ Conocer la necesidad de la conversión planteada por la empresa INNOPROD C.A.
- ✓ Utilizar la metodología de análisis morfológico para la selección del diseño más adecuado a las necesidades o condiciones planteadas.
- ✓ Justificar una motocicleta de producción en serie de bajo costo de mantenimiento para ser aplicadas las modificaciones.
- ✓ Evaluar las posibles reformas estructurales de la moto, tanto en el chasis como en su parte exterior, sin incidir en el desempeño del motor.
- ✓ Fabricación de las partes que resulten del nuevo diseño.
- ✓ Recopilar información bibliográfica, referencias, manuales de fábrica y manuales de usuarios de la motocicleta escogida.
- ✓ Diseñar un techo que otorgue resguardo ambiental a los pasajeros.
- ✓ Adecuar las modificaciones a las normas técnicas y de control de calidad relativas a la tipología de este vehículo, incluyendo límites de carga.
- ✓ Evaluar los costos requeridos por la modificación y los costos de producción.

### ***1.3. Limitaciones***

Entre las múltiples limitaciones que se pueden encontrar, tenemos:

- ✓ La disponibilidad de materiales y equipos que hay en el mercado reduce las posibilidades de producción que se pueden plantear.
- ✓ La falta de fuentes precisas de información en cuanto a la constitución física de la motocicleta; la compleja estructura de chapa metálica que sirve de cuerpo a la misma, puede ser de difícil representación en los programas a utilizar, así como su incidencia directa en los programas de análisis de elementos finitos.

#### ***1.4. Alcances***

- ✓ Elaboración de los planos de las piezas del nuevo diseño.
- ✓ Fabricación de las partes que resulten del nuevo diseño.
- ✓ Evaluar las condiciones de operación, maniobrabilidad y manejo del nuevo producto fabricado.
- ✓ Determinar las ventajas de las modificaciones de la motocicleta y mostrar un cuadro comparativo.
- ✓ Evaluación del consumo del combustible una vez hecha la modificación de la motocicleta.
- ✓ Estudio de mercadeo de la producción en serie de la motocicleta.

#### ***1.5. Definición del problema***

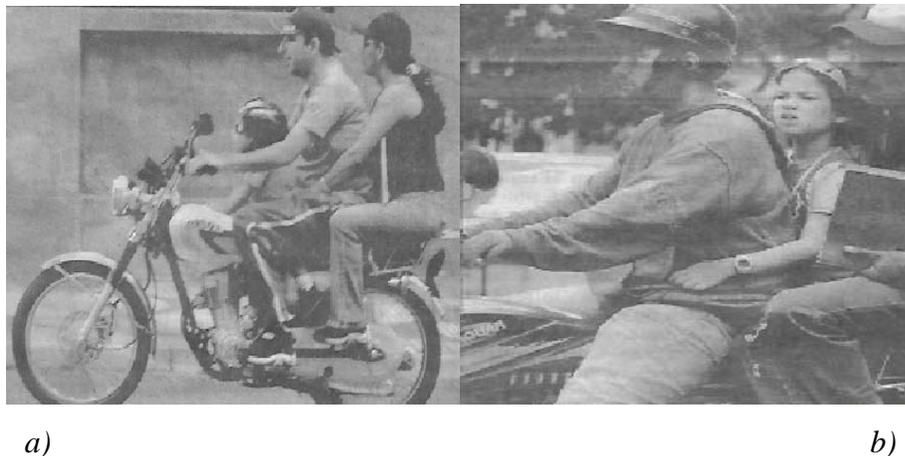
Las motocicletas convencionales como sistema de transporte han sido concebidas para trasladar máximo dos personas, una muy cerca de la otra y sin ningún tipo de restricciones como cinturones de seguridad, bolsas de aires u otros aditamentos obligatorios utilizados en vehículos de cuatro ruedas modernos.

Los fabricantes tienen como objetivo fabricar motocicletas capaces de alcanzar las mismas velocidades de un automóvil, atendiendo a altos desempeños, bajo consumo de combustible y reducidas medidas de seguridad de los ocupantes, según la normativa correspondiente solo se exige el uso de casco protector y lentes (artículo 164), la gran mayoría de los accidentes que las vinculan suelen ser fatales o resultan en graves lesiones, ya sea por exceso de velocidad o imprudencia de los conductores vinculados.

La cercanía entre los ocupantes en motos de baja cilindrada y tamaño reduce la comodidad del pasajero, debido a que la postura del cuerpo no es de sentado natural

con la espalda totalmente recta, así como en motocicletas deportivas, las cuales son diseño de circuitos de competencia adaptados a uso civil donde los pasajeros adoptan una posición muy adelantada.

Frecuentemente se observan más de dos personas circulando por las vías de nuestros país (*Figura 1.1*), particularmente familias unidas por la necesidad de desplazarse en el único vehículo disponible; una pequeña motocicleta y generalmente los niños, incluidos los más pequeños, son los más vulnerables atentando contra cualquier norma básica de seguridad y fuera del marco legal, violando la ley de transito terrestre (artículo167).



*Figura 1.1. a) Familia usando moto, b) Servicio de moto-taxi.*

### ***1.5.1. Historia del motociclismo***

El americano Sylvester Howard Roper (1823-1896) inventó un motor de dos cilindros a vapor (accionado por carbón) en 1867. Esta puede ser considerada la primera motocicleta, si se permite que la descripción de una motocicleta incluya un motor a vapor. [3]

En 1885 el motor de gasolina y la moderna bicicleta se unieron. Gottlieb Daimler usó un nuevo motor inventado por el ingeniero Nicolaus August Otto. Otto inventó el primer motor de combustión interna de cuatro tiempos en 1876. Lo llamó "Motor de Ciclo Otto" y, tan pronto como lo completó, Daimler (antiguo empleado de Otto) lo convirtió en una motocicleta.

Los hermanos rusos Eugéne y Michel Werner también colocaron un motor pequeño en una bicicleta. Al principio lo colocaron de distintas formas, y en 1898 se comenzó a fabricar.

En 1896 se celebró la primera carrera de motos en Francia, ocho competidores recorrieron ida y vuelta la distancia de París a Nantes, recorriendo 152 km. La primera carrera de motocross se celebró en la localidad inglesa de Camberley en 1924.

### ***1.5.2. Clasificación de las motocicletas***

#### ***1.5.2.1 Clasificación según sus características***

##### Motocicletas de campo:

- ✓ *Trial:* Se caracterizan por ser manejables, ligeras, por un cambio de velocidades muy corto y un par motor muy elevado. Se utilizan circular por terrenos muy abruptos (uso de competencia).
- ✓ *Cross:* Caracterizadas por su capacidad para circular por terrenos irregulares a una velocidad relativamente grande, son utilizables en circuito y carecen de sistema de iluminación.
- ✓ *Enduro:* Término medio entre la motocicleta de trial y cross, estéticamente muy parecida a la de cross pero con luces y matrícula.

Se trata de un vehículo apto para todo tipo de terrenos abruptos y vías asfaltadas.

#### Motocicletas de carretera:

- ✓ Scooter: Está compuesto por dos ruedas de poco diámetro y un cuadro abierto que permite al conductor estar sentado.
- ✓ Turismo: Utilizadas para viajar, tienen una posición de manejo relajada y por lo general vienen equipadas con maletas y parabrisas alto.
- ✓ Deportiva: Destinada principalmente a un uso deportivo en circuito cerrado, La posición de conducción de una moto deportiva obliga al cuerpo a estar muy adelantado.
- ✓ Chopper o Custom: Son motocicletas de gran par motor y pocas revoluciones. Son creadas removiendo o recortando partes innecesarias de la moto como grandes luces y asientos, parachoques, cristales, para luego alargar las horquillas y elevando manillares consiguiendo así motos adaptadas a los gustos de cada piloto; dentro del marco legal.

#### ***1.5.2.2. Clasificación según su lugar de uso***

Las carreras en pistas de barro precisan potentes máquinas, se realizan sobre un circuito abierto de forma ovalada con 1,6 km de longitud. En carreras de dragsters dos participantes utilizan máquinas especiales en una distancia de 400 m.



a)

b)

Figura 1.2. a) Circuito de barro, b) Circuito Dragster

Las carreras sobre hielo se desarrollan en estadios o zonas abiertas y las motocicletas son parecidas a las de cross, con neumáticos que llevan clavos especiales para favorecer la adherencia al hielo. Las carreras de trial de observación son pruebas en las que los participantes intentan sortear las numerosas dificultades de una pista campestre, sin tocar el suelo con ninguna parte del cuerpo. La pista está dividida en un número de obstáculos, el objetivo es no incurrir en penalizaciones.



a)

b)

Figura 1.3. a) Motocicleta sobre hielo, b) Circuito Trial

Las carreras de carretera son pruebas que se celebran en vías cerradas al público o en circuitos construidos con las características propias de las carreteras, existen diferentes clases de carreras, para motos normales o para motos con sidecar. Las carreras de sidecar consisten en correr con motos que llevan adosado en un lado un habitáculo para un tripulante.



Figura 1.4. a) Valentino Rossi (MotoGP Qatar), b) Competencia sidecars

Las carreras de speedway se realizan con máquinas ligeras que no tienen frenos (figura 1.5), se desarrollan sobre unas pistas ovaladas con superficies de ceniza o gravilla. Las carreras de cross son una especialidad de carreras de motocicletas sobre un circuito delimitado que se marca en una zona de terreno silvestre.



a)

b)

Figura 1.5. a) Pista speedway, b) Circuito de cross (campo abierto)

### 1.5.3. Arraigo de las motocicletas en Venezuela

Desde 1996 las motocicletas se han abierto camino en la preferencia de los consumidores venezolanos, motivado no sólo a una cuestión de ahorro de tiempo y combustible, sino también a un cambio en el estilo de vida de muchos ejecutivos y profesionales, quienes optan por estos vehículos como una alternativa para movilizarse diariamente en la ciudad.

Las estadísticas<sup>2</sup> aseguran que el segmento que posee participación en el mercado nacional de motocicletas es el de trabajo (las utilizadas por los motorizados), las motos de paseo (sport, turismo y custom) y las scooter, aunque las de competencia (trial, cross y velocidad) tienen una baja participación.

El mercado de motocicletas es vulnerable porque no hay producción nacional, todas las unidades son importadas, con precios medianamente estables, con incrementos de 2 ó 3 por ciento entre 2000 y 2003.

---

<sup>2</sup>Fuente: Venemotos

Hoy en día el Instituto Nacional de Estadísticas<sup>3</sup> confirma el incremento de las importaciones chinas, colocando a Venezuela en el octavo importador de motocicletas chinas a nivel mundial, debido a que resultan muy atractivas por el factor precio. Importadoras como Fym, Bera Motors, Empire entre otras ofrecen motocicletas en sus modelos 125 cc y 150 cc. La Asociación de Fuerza Motorizada de Venezuela comentó que entre julio de 2006 y enero de 2007 las ventas se incrementaron 300%.

Actualmente el uso de las motocicletas es variado, se estima que un promedio de 700 a 800 personas utilizan diariamente el servicio de moto taxi. Por otra parte son convenientes como medio de reparto de mercancías y reparto a domicilio de comidas rápidas, donde la encomienda es trasladada en pequeños cajones elaborados con fibra de vidrio o metálicos que son adaptados a la parte posterior de las motocicletas.

Con fines publicitarios se utilizan motos las cuales poseen vallas iluminadas para la presentación de un producto comercializado en el mercado. Además existen motos tipo triciclos de carga utilizados por compañías heladeras, así como las utilizadas para la recolección de cartones o desperdicios, las cuales provienen de modificaciones realizadas a un modelo de la marca Vespa de tres ruedas llamado Vespacar.

---

<sup>3</sup>Fuente: *El Universal*



*Figura 1.6. Vespacar*

También la empresa Bajaj [4] está encargada de producir triciclos en serie para el transporte de pasajeros en los países asiáticos, con motores a gasolina o diesel.



*Figura 1.7. Bajaj RE Diesel Mega*

Piaggio anuncia el lanzamiento del modelo MP3 [5]; un scooter de tres ruedas, dos delante y una detrás. Las delanteras tienen suspensión independiente para proporcionar mayor seguridad, agarre en carretera y niveles de estabilidad que ninguna moto de dos ruedas puede proporcionar.

Al tener tres ruedas y triple sistema de frenada, la moto requiere una menor distancia de frenado; un 20% menos.



*Figura 1.8. Piaggio MP3*

Las motos de nieve son medios de locomoción particulares que no observamos en nuestro país, son el transporte perfecto en medios nevados y zonas con grandes pendientes, donde sus prestaciones mecánicas, capacidad de arrastre y de carga son insuperables, permitiendo incorporar un pequeño remolque.

Su funcionamiento es similar al de una motocicleta convencional, las diferencias son el terreno por el que se mueven y el cambio de las ruedas por los patines, dependiendo de la cilindrada, potencia y del uso para el que estén destinadas pueden alcanzar los 120 km/h. Los ocupantes deben equiparse con ropa técnica acorde, además del casco.



*Figura 1.9. Moto de nieve Phazer*

La CJ750 es una motocicleta militar China con “sidecar” [6] fabricada desde 1938, concebida como vehículo ligero de transporte para patrullas militares capaz de recorrer 500 km por día, su estabilidad hace el viaje sea relajado para el conductor y los acompañantes con un bajo consumo de combustible.



*Figura 1.10. Motocicleta CJ750*

Una empresa estadounidense permite adaptar un sidecar a motocicletas de alta cilindrada de marca Honda o Harley Davidson, ofreciendo la posibilidad de transportar hasta dos personas en el sidecar, con opción a asiento ajustable, nueve pies cúbicos de maletero, juego completo de luces delanteras y traseras, así como excelente acabado por su mano de obra calificada.



*Figura 1.11. Sidecar Friendship III*

Es posible llevar a cabo cualquier tipo de modificación sobre estos vehículos de dos ruedas, todo se ejecuta en torno a una necesidad o a un gusto específico. Así se puede observar talleres dedicados a esta arte que hasta poseen espacios televisados.

Tal es la versatilidad de este invento de mediados del siglo XIX que personas alrededor del mundo intentan descubrir nuevas formas de rediseñarlas tal como Kerry McLean que desarrolló una moto dentro de una rueda [7], en la cual el conductor se sitúa en el interior, girando a su alrededor la rueda externa capaz de alcanzar los 90 km/h.

Presentado en la feria alemana Motor Show de Essen, este invento funciona mediante un sistema en el que están involucrados un motor y dos ruedas unidas por cojinetes. El motor hace girar a la rueda externa produciendo así el movimiento, mientras en el interior el piloto se mantiene estable.



*Figura 1.12. Rocket Roadster*

Por otra parte en California, Estados Unidos, un amante de la ingeniería mecánica llamado Marc Martino decidió comercializar en el mercado un triciclo llamado Kamikaze [8], un vehículo que mezcla lo mejor de la tecnología automotriz de carreras y del mundo de las dos ruedas.

Se trata de un pequeño chasis tubular con el motor 1 300 de una motocicleta Suzuki Hayabusa, pero con un turbo y un intercooler capaz de otorgar 400 Hp. Adicionalmente la llanta que proporciona la tracción es la trasera, de 31 pulgadas de diámetro y 18,5 pulgadas de ancho.



*Figura 1.13. Motocicleta Kamikaze*

Así también es concebible una motocicleta como la Dolmette [9], nombre otorgado por una fábrica de motosierras de cadena del mismo nombre, la misma utiliza veinticuatro motores de motosierra unidos a doce correas encargadas de transmitir la potencia y el par producido a una caja de cinco velocidades, dirigida a la rueda trasera.



*Figura 1.14. Motocicleta Dolmette*

Nacido como una forma particular de paseo para turistas se crea el “cocotaxi”, [10] una forma de transporte cubano que ofrece una alternativa habanera a la movilización popular diaria debido a su creciente popularidad.

Con capacidad para transportar tres personas (incluido el chofer), este triciclo exhibe contornos redondeados de fibra de vidrio muy llamativos debido a sus colores amarillos y negro. En realidad no ofrece el adecuado confort a los pasajeros debido a sus asientos ausentes de acolchado. Está diseñado para cualquier trayecto y el interior es una motocicleta de baja cilindrada.



*Figura 1.15. Cocotaxi Cubano*

#### ***1.5.4. Historia de la motocicleta Vespa***

La historia de la Vespa es la historia de la compañía Piaggio & Co [11], creada en 1884 por Rinaldo Piaggio, en una serrería del pueblo italiano de Sestri Ponente se estableció el primer núcleo de un complejo industrial.

Antes de 1900 la compañía comenzó a construir accesorios y repuestos para trenes, con la crisis de la primera guerra mundial Piaggio&Co se dedicaron a

producir armas y otros objetos militares, diversificando sus intereses con la introducción de aeroplanos y motores para botes.

La capacidad de proyecto de los ingenieros aeronáuticos Giovanni Pefia, Luigi Orlando y Corradino D'ascanio les hizo ganar entre 1937 y 1939 más de 21 premios internacionales.

Después de la segunda guerra mundial, Enrique Piaggio, hijo de Rinaldo, decidió entrar en el sector de la movilidad ligera, desarrollando un nuevo modo de transporte de bajo costo y gran consumo; la Vespa, de la cual se han construido y comercializado casi 15 millones de unidades en 114 países distintos.

Para Corradino D'ascanio los siguientes criterios determinaron el modelo:

- ✓ El usuario debería subirse al vehículo de forma cómoda, algo que ya se había conseguido con la bicicleta de mujer.
- ✓ La conducción debería ser sencilla, colocando en el manillar, el mando de los cambios.
- ✓ El motor debería estar protegido y separado por completo del conductor, formando un bloque único con la rueda trasera. Como consecuencia, la transmisión es sin cadena.
- ✓ El soporte de un tubo único para la rueda delantera, en lugar de la clásica horquilla de las bicicletas.
- ✓ Toda la carga la soportaría la carrocería, quedando descartado el sistema de tubos.
- ✓ La llanta de repuesto debería hacer que un pinchazo un inconveniente de pronta solución.

D'ascanio expresa un diseño basado los criterios de ergonomía de la conducción. El bloque cambio-motor-rueda, hace más ágil la postura del conductor, proporcionando una mejor visibilidad, el cuello resulta más erguido que en la postura alargada típica de la conducción convencional.

Su forma aerodinámica orienta el flujo de aire destinado a la refrigeración del motor, forzándolo a circular siguiendo una curva hacia el motor.



*Figura 1.16. Enrique Piaggio frente al primer lote de vespas ensambladas*

#### ***1.5.5. Descripción de la motocicleta Vespa<sup>4</sup>***

Montaje del motor: (Figura 1.22) El motor está acoplado elásticamente al bastidor de la moto mediante un brazo cilíndrico portamotor saliente como una expansión del semicárter lado embrague. En el interior del brazo se alojan dos silent-blocks de amortiguación y un tubo para el paso del tornillo-eje de fijación del brazo al bastidor.

---

<sup>4</sup>Fuente: Folleto normas de uso y entretenimiento. Vespa 150S.

Las oscilaciones del motor son compensadas por la suspensión trasera, compuesta de amortiguador hidráulico y muelle bicónico helicoidal coaxiales que se acoplan en el otro extremo del semicarter lado embrague.

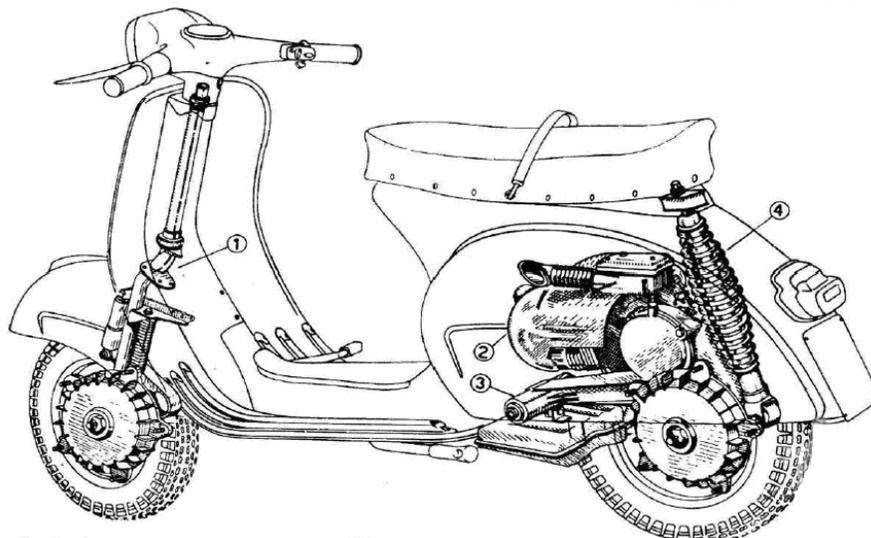
Encendido: Volante magnético y bobina.

Bujía Firestone F.24EFS o Champion L.86

Avance de encendido:  $27^\circ \pm 1^\circ$

Engrase: Aceite de mezcla para los acoplamientos pistón-cilindro y eje pistón-biela-cigüeñal-cojinetes.

Embrague y órganos del cambio, trabajan en baño de aceite continuo.



*Figura 1.17. Grupo dirección, motor y soporte  
1-Grupo dirección y suspensión delantera. 2-Motor.  
3-Brazo soporte motor. 4-Grupo suspensión trasera*

Alimentación: Por gravedad con mezcla de gasolina aceite.

Carburador: Tipo Ardeo o Irz, con diámetro del difusor de 19 mm.

Filtro de aire silencioso con toma situada en el interior del bastidor.

Capacidad total del depósito de combustible de 7,7 l. incluido el dispositivo de reserva de 1,4 l.

Grifo de gasolina con decantador.

Lave del grifo de tres posiciones: cerrada (C), abierta (B), reserva (A)

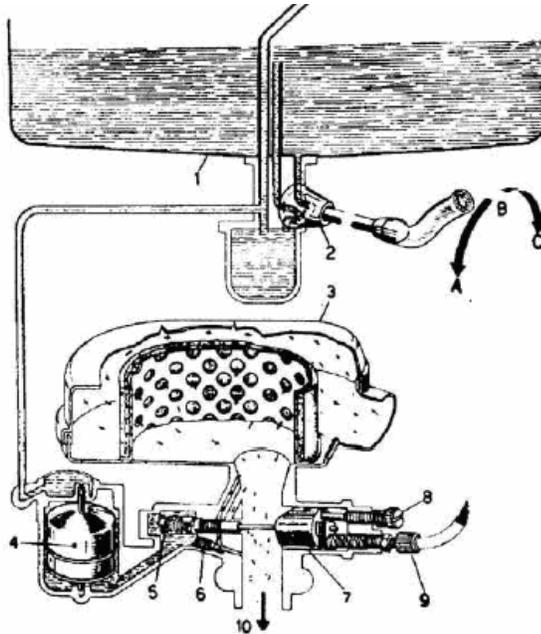


Figura 1.18. Esquema de alimentación

1-Depósito de combustible. 2-Grifo de combustible. 3-Filtro de aire. 4- Flotador  
5-Surtidor del máximo. 6-Surtidor del mínimo. 7-Válvula de gasolina  
8-Tornillo regulación mínimo. 9-Regulación mando gas. 10-Al cilindro

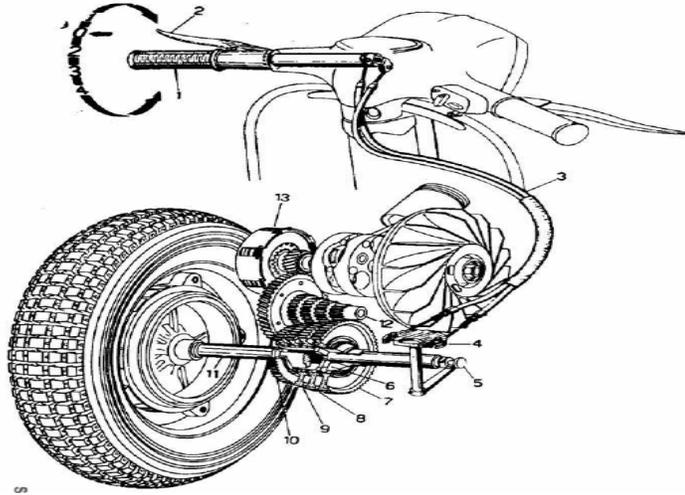
Transmisión: Directa desde el motor a la rueda trasera a través del embrague, engranaje elástico y engranajes de cambio.

Embrague: Discos múltiples de acero con sectores de corcho.

Mando por palanca situada en el extremo izquierdo del manillar y transmisión por cable regulable mediante tornillo.

Cambio: Cuatro velocidades con engranajes en baño de aceite y toma continua con el engranaje elástico (Figura 1.19).

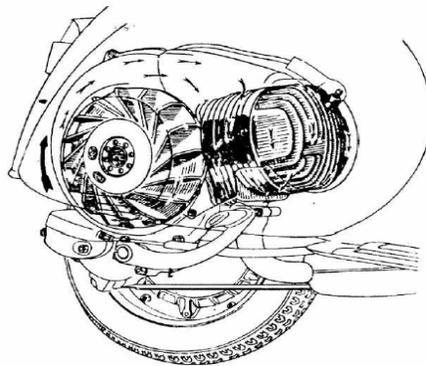
Arranque: Por palanca situada al lado derecho del motor.



*Figura 1.19. Esquema del cambio*

1-Puño mando cambio. 2-Palanca mando embrague. 3-Transmisión del cambio  
4-Selector cambio. 5-Varilla guía cruceta. 6-Cruceta. 7-Engrane 1ª velocidad  
8-Engrane 2ª velocidad. 9-Engrane 3ª velocidad. 10-Engrane 4ª velocidad  
11-Eje portaengranajes y rueda. 12-Engrane elástico. 13-Embrague

Refrigeración: Por aire forzado, mediante ventilador centrífugo, incorporado al rotor del plato magnético. El aire es canalizado por un deflector de chapa que lo dirige sobre las aletas del cilindro y culata. En la *Figura 1.20*, la flecha grande indica el sentido de giro del ventilador, mientras que las flechas pequeñas indican la dirección del aire dentro del deflector.



*Figura 1.20. Circuito de refrigeración*

### ***1.5.5.1. Bastidor***

Carrocería: Autoportante, estampada en chapa de acero, con escudo protector y piso continuo, de líneas aerodinámicas, aleta protectora del motor y aleta que guarda la rueda de repuesto. Adicionalmente posee una maleta metálica con cerradura de llave.

Manilla: Monobloque; fundido en aleación ligera, con faro incorporado al tubo de dirección. A ambos extremos del manillar van montados los tubos giratorios del mando cambio y mando gasolina, así como las palancas de embrague y freno delantero.

Dirección: La dirección está formada por un tubo de acero doblado en su extremo inferior. En dicho tubo van soldadas unas escuadras para el montaje de la suspensión delantera y del guardabarros, unidos finalmente al cubo oscilante que porta la rueda delantera.

Suspensiones: La suspensión delantera está formada por un muelle cónico helicoidal y un amortiguador hidráulico de doble efecto, que van fijas por su parte superior a las escuadras soldadas sobre el tubo de la dirección, y por la parte inferior al cubo oscilante de la rueda. El amortiguador va situado en la parte anterior del eje de giro del cubo oscilante y el muelle en la parte posterior de dicho eje.

La suspensión trasera está compuesta por un muelle bicónico helicoidal y un amortiguador hidráulico de doble efecto montados coaxialmente. Esta suspensión va unida en su parte superior al chasis, con interposición de un silent-block(goma), y en su parte inferior al

semicárter lado embrague mediante un tornillo-eje con silent-block cilíndrico.

Ruedas: Intercambiables, con llanta estampada en chapa de acero, fácilmente desmontables por el sistema de disco análogo al empleado en los automóviles.

Dimensiones de los neumáticos: 3,5"x10"

Frenos: De expansión sobre las dos ruedas, con aletas de refrigeración en los tambores y transmisión por cables.

El delantero se acciona manualmente mediante la palanca situada en el extremo derecho del manillar.

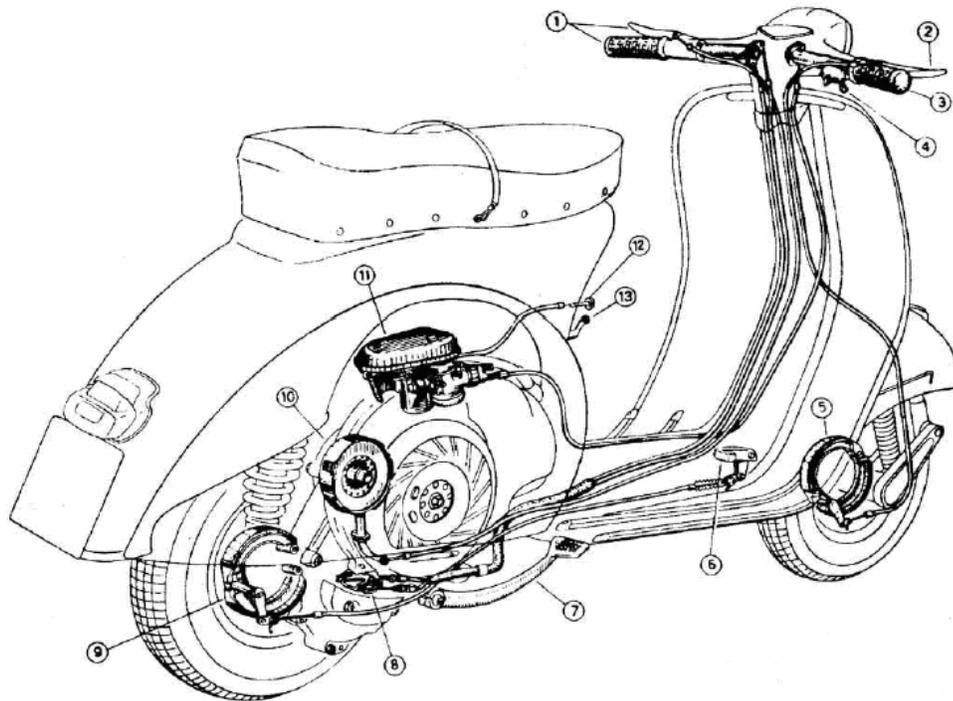
El freno de la rueda trasera es accionado mediante un pedal situado en el estribo derecho.

Espejos retrovisores: Están situados a ambas partes del escudo, permiten una mayor visibilidad.

Sillín: Biplaza, construido en chasis de acero recubierto de goma y plástico, la suspensión del sillín van separadas internamente, delimitando las partes anterior y posterior del mismo.

Para el acceso al depósito de combustible es preciso levantar el sillín, accionando el dispositivo de cierre situado en la parte posterior del mismo.

Caballote de apoyo: Bajo el estribo se dispone de un caballote de apoyo de dos patas, fácilmente accionable. Un muelle central de retroceso lo mantiene fijo al estribo durante la marcha.



*Figura 1.21. Instalación de mandos y transmisiones*

1-Mando de embrague combinado con el mando cambio. 2-Palanca freno delantero  
3-Puño mando gasolina. 4-Conmutador de luces, parada y claxon. 5-Zapatillas freno delantero. 6-Pedal freno trasero. 7-Palanca de puesta en marcha. 8-Selector del cambio. 9-Zapatillas freno trasero. 10-Embrague. 11- Carburador.  
12-Mando estrangulador de aire. 13-Llave de gasolina

#### **1.5.5.2. Instalación eléctrica**

Las instalaciones de alumbrado y señalización son alimentadas con corriente alterna por medio de un volante magnético de cuatro polos, 32 W tensión nominal de 6 V.

En el estator van montadas dos bobinas que generan la corriente de baja tensión y sobre la bandeja recolectora de aceite está ubicada la bobina de alta tensión que suministra a la bujía la corriente de encendido.

#### ***1.5.5.3. Características técnicas***

- ✓ Consumo a velocidad económica: 2,4 litros/100 km
- ✓ Velocidad Máxima: 85 km/h
- ✓ Pendiente máxima superable: 30%
- ✓ Autonomía: 320 km aproximadamente
- ✓ Distancia entre ejes: 1 260 mm
- ✓ Anchura máxima del manillar: 680 mm
- ✓ Longitud máxima: 1 780 mm
- ✓ Altura máxima: 1 040 mm
- ✓ Altura mínima del estribo: 240 mm
- ✓ Radio mínimo de viraje: 1,5 m
- ✓ Peso total en vacío: 96 kg

#### ***1.5.5.4. Características del motor***

- ✓ Ciclo: De dos tiempos, con distribución por lumbreras cruzadas y pistón con cabeza esférica.
- ✓ Número de cilindros: 1(horizontal)
- ✓ Diámetro del cilindro: 57 mm
- ✓ Carrera: 57 mm
- ✓ Cilindrada: 145,45 cc
- ✓ Relación de compresión: 1/7,2
- ✓ Potencia efectiva: 6,5 Hp

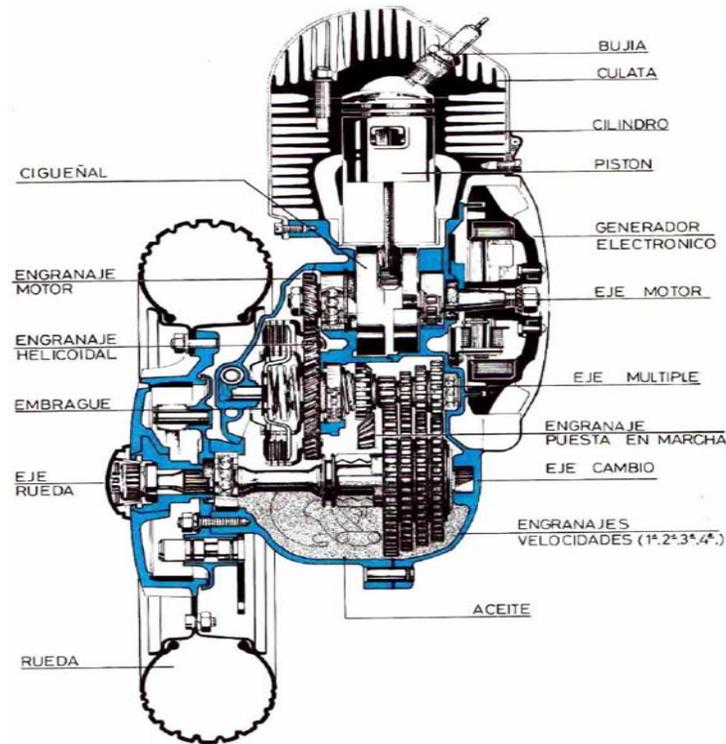


Figura 1.22. Corte transversal de motor Vespa 150

## **CAPÍTULO II: Fundamentos teóricos**

### **2.1. Fundamentos teóricos de los procesos de manufactura**

#### **2.1.1. Definición de manufactura**

La palabra manufactura se deriva de las palabras latinas manus (manos) y factus (hacer); esta combinación de términos significa hacer con las manos.[12]

La manufactura, puede definirse de dos maneras: tecnológica y económica.

*Tecnológicamente* es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados, incluyendo el ensamble de partes múltiples para fabricar productos terminados. Los procesos involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual, casi siempre como una sucesión de operaciones.

*Económicamente*, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble, agregando valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinado con otros materiales que han sido alterados en forma similar. El material original se vuelve más valioso mediante las operaciones de manufactura que se ejecutan sobre él.

#### **2.1.2. Operaciones de proceso**

Una operación de proceso aplica energía mecánica, térmica, eléctrica o química para alterar la forma, las propiedades físicas o el aspecto de una pieza de trabajo a

fin de agregar valor al material. La energía se aplica controladamente mediante la maquinaria y su herramental, requiriéndose la energía humana para examinar las operaciones, cargar, descargar parte durante cada ciclo de operación.

La mayoría de las operaciones de producción producen desechos o desperdicios, ya sea como material removido en maquinado o en forma de piezas defectuosas, siendo importante en la manufactura la reducción del desperdicio en cualquiera de estas formas.

Comúnmente se requiere más de una operación de proceso para transformar el material inicial a su forma final. Las operaciones se realizan en una sucesión particular que se requiera para lograr la geometría y las condiciones definidas por las especificaciones de diseño.

### ***2.1.3. Operaciones de doblado***

El doblado se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto, durante la operación el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira. El metal se deforma plásticamente, así que el doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron.

Las formas más comunes de doblado son en V; debido a su forma resultante, doblado de bordes, así como el formado de bridas, dobleces, engargolados y rebordeado. Éstas son utilizadas para reforzar, dar rigidez a la parte de lámina metálica o para eliminar bordes agudos.

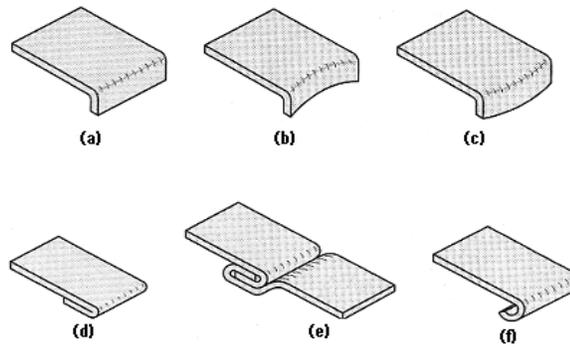


Figura 2.1

Formado de bridas: a) bridado recto, b) bordeado estirado, c) bridado contraído  
d) dobléz, e) engargolado, f) rebordeado

#### 2.1.4. Operaciones de formado

Estampado: Es una operación de formado utilizado para crear indentaciones en la lámina, como venas, letras o costillas de refuerzo. Se involucran algunos estiramientos y adelgazamientos del metal, los dados de estampado poseen contornos y cavidades que coinciden, el punzón contiene los contornos positivos y el dado los negativos.

Desplegado: El desplegado es una combinación de corte y doblado, o corte y formado en un solo paso para separar parcialmente el metal de la lámina. Entre otras aplicaciones, el desplegado se usa para hacer rejillas en las partes de metal para ventilar el calor del interior de los gabinetes eléctricos.

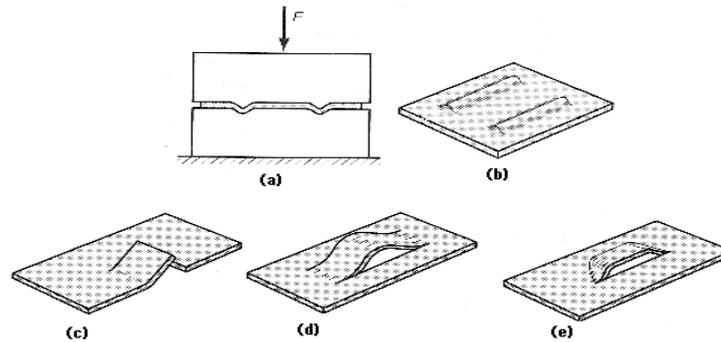


Figura 2.2

*Estampado: a) sección transversal, b) parte terminada con bordes estampados  
Desplegado: c) corte y doblado, d) y e) dos tipos de corte y formado*

### 2.1.5. Doblado de material tubular

El doblado de material tubular es más difícil que el de láminas porque un tubo tiende a romperse o deformarse. Son utilizados mandriles flexibles especiales que se insertan en el tubo antes de doblarlo para que soporten las paredes durante la operación.

Cuando el tubo se dobla, la pared interior del doblado se comprime y la pared exterior se tensa. Esta condición de esfuerzos causa adelgazamiento y elongación de la pared exterior, engrosamiento y acortado de la pared interna. Como consecuencia hay una tendencia en las paredes interna y externa de ser forzadas hacia el lado opuesto para causar el aplanamiento de la sección transversal del tubo, siendo la ductilidad del material de trabajo un factor importante.

Son utilizados varios métodos para doblar tubos como se ilustra en la Figura 2.3.

- ✓ El *doblado por extensión* se realiza extendiendo y doblando el tubo alrededor de un bloque de forma fija.
- ✓ El *doblado por arrastre* se realiza fijando el tubo contra un bloque formador y arrastrando el tubo a través del doblado por rotación del bloque.

- ✓ El *doblado por compresión* utiliza una zapata deslizante para envolver el tubo alrededor del contorno de un bloque de forma fija.

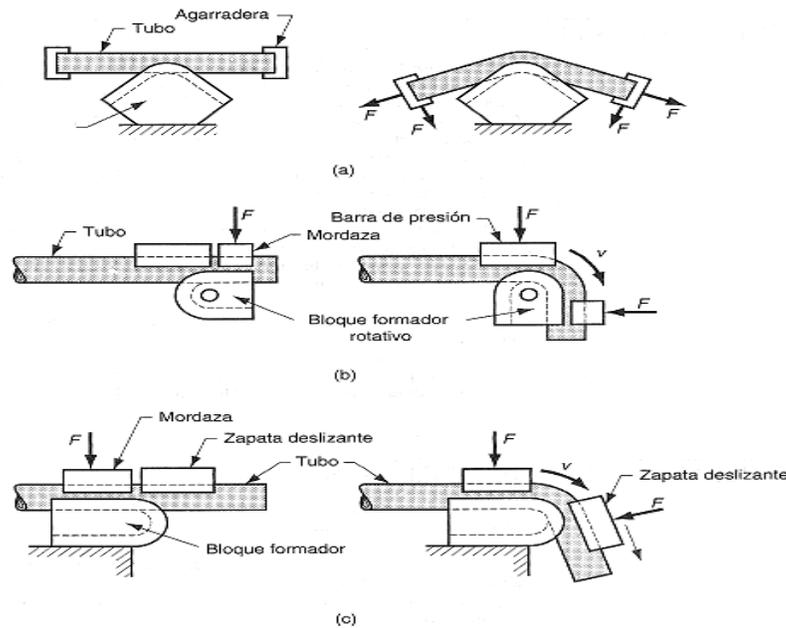


Figura 2.3

a) *doblado por extensión*, b) *doblado por arrastre*, c) *doblado por compresión*

## 2.2. Ingeniería Concurrente

La ingeniería concurrente o ingeniería simultánea aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón, llega a Europa a través de los Estados Unidos de América a finales de esa misma década.

Actualmente es una filosofía de trabajo basada en sistemas informáticos evolucionados y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo, englobando el diseño y el sistema productivo que lo hace posible, a todas las personas y entes que participan, siendo así una tarea de equipo.

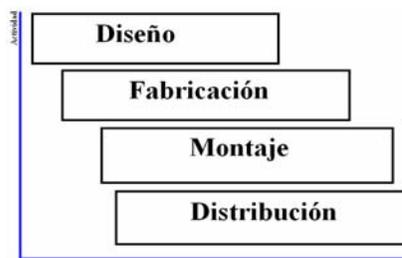
Su objetivo es diseñar productos funcionales y estéticamente agradables en un corto plazo de tiempo, con el mínimo costo, mejorando la calidad de vida del usuario final.

El diseño concurrente agrupa las herramientas necesarias para hacer que la información relativa al producto coordine el diseño. En cualquier proyecto, el volumen de información que se maneja hace necesaria la concurrencia de varias personas, cada una de ellas en aporte de información, con el fin de obtener innovación en los productos y la reducción del tiempo.



*Figura 2.4. Concurrencia de información sobre el diseño de un producto*

La filosofía de concurrencia implica una idea de simultaneidad de tareas al abordarse en paralelo tanto el diseño del producto como el diseño del sistema de fabricación, los esquemas de montaje y embalaje, el plan de lanzamiento e incluso la obsolescencia.



*Figura 2.5. Cronograma de actividades basado en diseño concurrente*

### ***2.3. El costo como factor fundamental***

El costo es lo que hay que entregar para conseguir algo, lo que es preciso pagar o sacrificar para obtenerlo, ya sea mediante la compra, el intercambio o la producción. En este último caso el costo representa lo que hay que entregar a cambio para obtener los diversos insumos que se necesitan para su producción.

El costo es un factor fundamental, la variación del mismo en función de la fase del proyecto que se encuentre es un factor decisivo.

Costo Incurrido: Es la suma de los costos referentes a materia prima, mano de obra y gastos indirectos de fabricación.

Costo comprometido: Es el costo real de finalización del proyecto.

En la Figura 2.6 se aprecia la diferencia entre el costo incurrido y costo comprometido en las fases del proyecto, donde los costos derivados de las fases de diseño no pasan de ser dedicados a la adquisición de papel y a la utilización de horas de ordenador. Las decisiones que en esta fase se toman condicionan el costo de fabricación y pruebas, por esta razón el análisis económico debe ser realizado sobre los costos comprometidos y no sobre los incurridos.

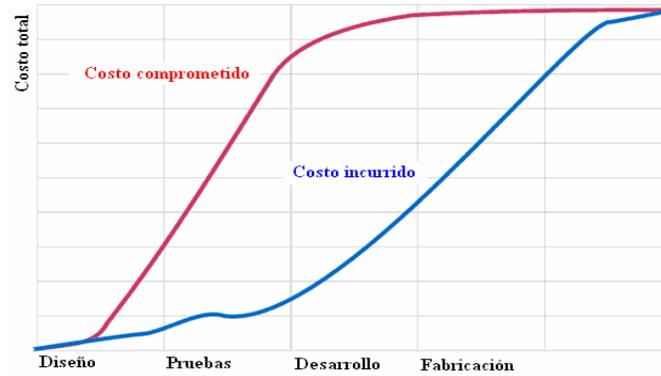


Figura 2.6. Costo comprometido frente a costo incurrido

La Figura 2.7 presenta el costo de una modificación frente al momento de producción.

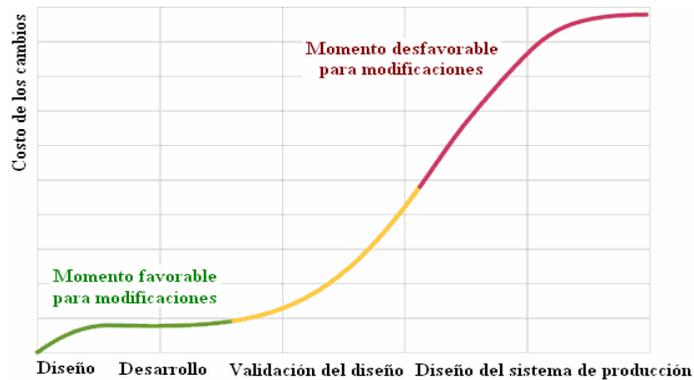


Figura 2.7. Costo de la modificación

## 2.4. Principios de ergonomía

### 2.4.1. Antecedentes

En la Exposición Universal de 1889, se celebró en París el Congreso Internacional de Accidentes de Trabajo, creándose posteriormente el Comité Internacional Permanente para la Prevención de Accidentes Laborales en 1890, que pretendía encontrar una base para las estadísticas internacionales sobre tales riesgos. [13]

En Septiembre de 1891 se celebró en Berna, El segundo Congreso Internacional de Accidentes de Trabajo, durante el cual se presentaron varios estudios sobre la prevención.

En 1919, al celebrarse el Tratado de Paz de Versalles, se crea la Organización Internacional del Trabajo. La protección del trabajador contra afecciones, enfermedades y lesiones originadas en el desarrollo de su trabajo, uno de los objetivos primordiales de la misma.

En Oxford, Inglaterra, en 1949 K.F.H Murrel, creó el término "ergonomía", acuñado de las raíces griegas ergon, trabajo y nomos ley, reglas. Con esta denominación se agruparon conocimientos médicos, psicológicos, técnicos, fisiológicos, industriales y militares, tendientes al estudio del hombre en su ambiente laboral.

#### ***2.4.2. Definición y aplicaciones***

La ergonomía es la relación hombre máquina, según la Organización Internacional del Trabajo, es el estudio de la actividad realizada en relación con el entorno en que se lleva a cabo y quienes lo realizan.

La ergonomía es utilizada para el diseño de elementos de trabajo con la finalidad de evitar problemas de salud, otorgar comodidad, condiciones mas seguras de trabajo, aumentar la eficiencia, lograr factores de iluminación adecuados, ruido, temperatura y vibraciones, para lograr que la actividad realizada se adapte al usuario en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a ella.

### **2.4.3. Alturas, posturas y tamaños**

Altura de la cabeza: Debe haber espacio suficiente para que quepan los usuarios más altos. Los objetos que haya que contemplar deben estar a la altura de los ojos o un poco más abajo.

Altura de los hombros: Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura. Hay que evitar colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

Alcance de los brazos: Los objetos deben estar situados lo más cerca posible, evitando extender demasiado los brazos o encorvarse para alcanzar cualquier tipo de control.

Altura del codo: Hay que ajustar la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

Longitud de las piernas: El ajuste de la altura del asiento a la longitud de las piernas y a la altura de la superficie de trabajo es imprescindible, con sitio suficiente para unas piernas largas.

Tamaño de las manos: El agarre es la conformación de la mano a un objeto acompañado de la aplicación de una fuerza para manipularlo, por lo tanto, es la combinación de una fuerza con una posición.

Para generar una fuerza específica, el agarre fino con los dedos requiere de mayor fuerza muscular, que un agarre potente (objeto en la palma de la mano), por lo tanto, un agarre con los dedos tiene un mayor riesgo de provocar lesiones.

La relación entre el tamaño de la mano y del objeto influyen en los riesgos de lesiones. Se reduce la fuerza física cuando el agarre es de un centímetro o menos que el diámetro del agarre con los dedos.

Las asas, agarraderas y mangos deben ajustarse al promedio de tamaño de las manos.



a)

b)

Figura 2.8. a) Alcance adecuado de manillas, b) Accionamiento de manillas.

Tamaño del cuerpo: Debe existir espacio suficiente en el puesto de trabajo para las personas de mayor tamaño.

De acuerdo con la ANSI/HFS 100-1988 (American National Standards for Human Factors Engineering) sugiere:

El ángulo entre el brazo y antebrazo debe estar entre 70 a 135 grados.

El ángulo entre el tronco y el muslo debe ser de al menos de 50 a 100 grados.

El ángulo entre el muslo y la pierna debe ser de 60 a 100 grados.

Los pies deben estar planos sobre el suelo.

En la figura 2.9 se puede observar la diferencia entre una correcta técnica de manejo de motocicleta (izquierda) y una posición encorvada en la cual se adopta un ángulo mayor a 135 grados entre el brazo y el antebrazo (derecha).



a)

b)

*Figura 2.9. a) Postura correcta, b) Postura incorrecta*

Los conmutadores, las palancas y los botones y manillas de control deben estar fácilmente al alcance del operador de una máquina que se halle en una posición normal. Esto es especialmente importante si hay que utilizar los controles con frecuencia.

Seleccione los controles adecuados a la tarea que haya que realizar. Así, por ejemplo, elija controles manuales para operaciones de precisión o de velocidad elevada, y, en cambio, controles de pie, por ejemplo pedales, para operaciones que exijan más fuerza. Un operador no debe utilizar dos o más pedales.

Es importante que se distinga con claridad entre los controles de emergencia y los que se utilizan para operaciones normales. Se puede efectuar esa distinción mediante una separación material, códigos de colores, etiquetas claramente redactadas o protecciones de la máquina.

### ***2.5. Control de calidad***

La calidad es el grado de excelencia que posee un producto o servicio, así como su capacidad de satisfacer necesidades determinadas.

El control de calidad se relaciona con la detección de la calidad deficiente en los productos manufacturados y las acciones correctivas para eliminarlas, incluyendo diseños robustos y el control estadístico de procesos.

Un producto manufacturado de calidad posee características propias y carencia de defectos. Las características propias son los aspectos que provienen del diseño; características funcionales y estéticas, así como las opciones disponibles entre las cuales elige el cliente, todo esto determina el costo inherente del producto.

La ausencia de defectos significa que el producto cumple su cometido de funcionamiento; dentro de sus características de diseño, libre de condiciones fuera de lo tolerable. Este aspecto de la calidad incluye los componentes individuales del producto, al igual que el producto mismo.

Dentro de los factores determinantes de la calidad se pueden mencionar: la configuración de diseño, tamaño, peso, características distintivas del modelo, facilidad de uso, atractivo estético, funcionamiento y rendimiento, confiabilidad, durabilidad y larga vida de servicio, ausencia de defectos, apego a las especificaciones, no faltan partes y no existen fallas de operación.

### ***2.6. Técnicas de creatividad***

Entre las técnicas creativas utilizadas para la generación de ideas que solvente una situación o resuelva un problema tenemos:

#### *Análisis morfológico:*

Es una de las técnicas utilizada para generar gran cantidad de ideas en un corto período de tiempo, fue desarrollado en los trabajos tecnológicos de la astrofísica y las

investigaciones espaciales llevados a cabo en los años cuarenta, como resultado de los trabajos del astrónomo *Fritz Zwicky*.

Es una técnica combinatoria de ideación creativa, consistente en descomponer un concepto o problema en sus elementos esenciales o estructuras básicas. Con sus rasgos o atributos se construye una matriz que nos permitirá multiplicar las relaciones entre tales partes. En su forma más básica el análisis morfológico no es más que la generación de ideas por medio de una matriz.

Se debe escoger adecuadamente el problema, así como sus atributos relevantes, analizando combinaciones y posibilidades creativas.

*Brainstorming (tormenta de ideas):*

Es una herramienta de planeamiento que se puede utilizar para obtener ideas a partir de la creatividad de un grupo y con ello resolver un problema. El brainstorming funciona focalizando un problema, y después dejando emerger deliberadamente y sin un orden preestablecido tantas soluciones como sean posibles, llevándolas tan lejos cuanto se pueda.

El fundamento del brainstorming es la generación de ideas en modo individual o en grupo, evitando evaluaciones inmediatas, aplazando el juicio y sin realizar críticas hasta que no se agoten las ideas, ya que actuaría como un inhibidor. Se ha de crear una atmósfera de trabajo en la que nadie se sienta amenazado.

Cuantas más ideas se sugieren, mejores resultados se conseguirán. Las mejores ideas aparecen tarde en el periodo de producción de ideas, siendo más fácil que encontremos las soluciones y tendremos más variedad sobre la que elegir.

**CAPÍTULO III: Metodología****3.1. Tipo de investigación**

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar en este trabajo especial de grado, éste se puede definir como una *investigación exploratoria*, siendo un primer acercamiento científico al problema planteado.

Este tipo de investigación es utilizado cuando un tema aún no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiado y las condiciones existentes no son aún determinantes, se realiza con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior.

El objetivo es construir una motocicleta que posea la capacidad de transportar tres personas, que posea características ergonómicas acordes y que brinde confort a los ocupantes, siendo así una nueva opción de transporte.

**3.2. Universo.**

El término universo se refiere al conjunto infinito de unidades observacionales cuyas características esenciales los homogeneizan como conjunto. El universo da cuenta entonces de todos los individuos, objetos, etc. que pertenecen a una misma clase.

Definiendo así el universo como todos los motoristas que poseen un vehículo de dos ruedas para movilizarse. La población estaría reducida a las personas que desean transportar más de dos personas, que poseen como único medio de transporte una motocicleta de cilindrada por debajo de 250 c.c.

### ***3.3. Recolección y análisis de datos***

La recolección de datos se refiere al uso de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas para desarrollar sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos.

El método a ser utilizado para la recolección de datos es la encuesta, debido a que es un método rápido, y que permite obtener una gran cantidad de información en poco tiempo.

Posteriormente se hará necesario emitir resultados cuantificables del proceso de recolección de data. La claridad de dicha presentación es de vital importancia para la comprensión de los resultados y la interpretación de los mismos. Habitualmente la presentación de datos numéricos se hace por medio de tablas, en ocasiones un diagrama o un gráfico puede ayudar a representar de un modo más eficiente los datos.

Se observa en nuestras calles y avenidas capitalinas que muchas veces se transportan menores de edad y estudiantes de escuela básica en motocicletas, junto con dos acompañantes, lo cual hace inherente la necesidad de transporte rápido por parte de sus representantes. Así se aplicarán encuestas a una muestra de 10 motoristas, 10 trabajadores de líneas de moto taxi que posean motocicletas con cilindrada por debajo de 250 c.c, y 10 pasajeros regulares de este servicio, a fin de conocer las necesidades, beneficios, peligros e ideas aportadas por ellos mismos sobre esta actividad. En estas encuestas se pretenderá obtener la mayor información posible sobre esta problemática, preguntando además, la reputación en la calle de las motos más

utilizadas y si consideran como opción de transporte el objetivo principal de este trabajo especial de grado.

Se justificará; en base a las encuestas, la utilización de una motocicleta de bajo costo de mantenimiento, buen desempeño y de comprobada durabilidad como la moto Vespa para realizar las modificaciones estructurales. Atendiendo a los resultados obtenidos en las encuestas, se desarrollará el rediseño de la motocicleta elegida anteriormente, logrando así adecuarla a los requerimientos planteados de una manera sencilla y económica.

### ***3.4. Encuestas***

Las encuestas se aplicaron a:

- A) Usuarios de mototaxi y trabajadores de líneas de mototaxi.
- B) Usuarios de motocicletas con otros fines.

Por lo tanto se desarrollaron dos distintas encuestas, las cuales contienen preguntas que abarcan diferentes planteamientos. La muestra se seleccionó al azar, es decir, sólo se requirió que la persona que contestara la encuesta perteneciera a uno de los tres grupos anteriormente mencionados.

Se aplicaron un total de 30 encuestas para cada grupo de usuarios; la encuesta para los motoristas y trabajadores de mototaxi consta de 8 preguntas o planteamientos de selección múltiple, mientras que la encuesta para los usuarios del servicio consta de 6 preguntas o planteamientos. A continuación se muestran las encuestas.



### ENCUESTA MOTORISTAS, MOTOTAXI

La presente encuesta, elaborada por los tesis Ronnie A. Infante y Julio C. Timoteo, tiene por objetivo primordial recopilar información para la modificación de una motocicleta Vespa, en el proyecto de tesis titulado: **Diseño concurrente para convertir una moto tipo vespa en un modelo de tres puestos confortable**, el cual será presentado ante la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela. Agradeciendo su sinceridad y colaboración al responder cada una de las siguientes interrogantes.

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ ZONA DE LA ENCUESTA: \_\_\_\_\_

¿QUE TIEMPO TIENE CONDUCIENDO MOTOS?: \_\_\_\_\_  
 MARCA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_ CILINDRADA: \_\_\_\_\_ c.c.

¿CUAL ES LA UTILIDAD DE LA MOTOCICLETA QUE CONDUCE?  
 TAXI: \_\_\_\_\_ REPARTO: \_\_\_\_\_ MEDIO DE TRANSPORTE COTIDIANO: \_\_\_\_\_  
 OTRO: \_\_\_\_\_ especifique: \_\_\_\_\_

¿CREE USTED QUE LAS MOTOCICLETAS SON LA SOLUCIÓN DE TRANSPORTE RÁPIDO PARA CARACAS? SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
 \_\_\_\_\_

¿ALGUNA VEZ SE HA VISTO EN LA NECESIDAD DE TRANSPORTAR MÁS DE UNA PASAJERO EN SU MOTOCICLETA? SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_  
 EN CASO DE SER AFIRMATIVA SU RESPUESTA DESCRIBA LA O LAS SITUACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

¿IMAGINE USTED UNA MOTOCICLETA QUE POSEA LA CAPACIDAD DE TRANSPORTAR TRES PERSONAS AL MISMO TIEMPO? CONSIDERA ESTA IDEA COMO:  
 ALGO BUENO: \_\_\_\_\_ ALGO MALO: \_\_\_\_\_ ALGO PELIGROSO: \_\_\_\_\_  
 ¿Por qué?: \_\_\_\_\_

¿CREE USTED QUE UNA MOTO CON TECHO SERÍA UNA SOLUCIÓN PRÁCTICA A LOS DIAS DE LLUVIA Y SOL? SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_  
 ¿Por qué?: \_\_\_\_\_

¿CREE USTED QUE SU MOTOCICLETA DEBERÍA SER MÁS CONFORTABLE? SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_, ¿CUÁL O CUALES DE LOS SIGUIENTES ADITIVOS LE GUSTARÍA QUE TUVIESE SU MOTO?:  
 SONIDO ESTÉREO Y REPRODUCTOR DE MÚSICA: \_\_\_\_\_  
 MÁS ILUMINACIÓN: \_\_\_\_\_ TECHO: \_\_\_\_\_  
 MÁS PROTECCIÓN EN CASO DE UN ACCIDENTE O CAÍDA: \_\_\_\_\_

MENCIONE EJEMPLOS DE MOTOCICLETAS QUE TENGAN GRAN DESENVOLVIMIENTO EN TRÁFICO, ECONÓMICAS EN SU MANTENIMIENTO, DURADERAS, DE TRADICIÓN Y DE BUENA CAPACIDAD DE CARGA: \_\_\_\_\_



## ENCUESTA USUARIOS



La presente encuesta, elaborada por los tesisas Ronnie A. Infante y Julio C. Timoteo, tiene por objetivo primordial recopilar información para la modificación de una motocicleta Vespa, en el proyecto de tesis titulado: **Diseño concurrente para convertir una moto tipo vespa en un modelo de tres puestos confortable**, el cual será presentado ante la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela. Agradeciendo su sinceridad y colaboración al responder cada una de las siguientes interrogantes.

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_ SEXO: \_\_\_ ZONA DE LA ENCUESTA: \_\_\_\_\_

¿CREE USTED QUE LAS MOTOCICLETAS SON LA SOLUCIÓN DE TRANSPORTE RÁPIDO PARA CARACAS? SI: \_\_\_ NO: \_\_\_

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿ALGUNA VEZ HA TENIDO LA NECESIDAD DE TRANSPORTARSE RÁPIDAMENTE DE UN LUGAR A OTRO Y HA CONSIDERADO ATRACTIVA LA IDEA DE UTILIZAR UN SERVICIO DE MOTO TAXI? SI: \_\_\_ NO: \_\_\_

¿QUÉ LO HACE DECIDIR ENTRE UNA MOTOCICLETA Y OTRA AL MOMENTO DE SOLICITAR EL SERVICIO?

MODELO O MARCA DE LA MOTO: \_\_\_ APARIENCIA O ESTADO DE LA MOTOCICLETA: \_\_\_ LUGAR DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL SERVICIO: \_\_\_ APARIENCIA DEL CHOFER: \_\_\_

¿CONSIDERA USTED QUE LA PROXIMIDAD ENTRE EL CHOFER Y USTED ES UN FACTOR DECISIVO AL MOMENTO DE SOLICITAR ESTE SERVICIO? SI: \_\_\_ NO: \_\_\_ ¿Por qué?: \_\_\_\_\_

¿IMAGINA USTED UNA MOTOCICLETA QUE POSEA LA CAPACIDAD DE TRANSPORTAR TRES PERSONAS AL MISMO TIEMPO? CONSIDERA ESTA IDEA COMO:

ALGO BUENO: \_\_\_\_\_ ALGO MALO: \_\_\_\_\_ ALGO PELIGROSO: \_\_\_\_\_

¿Por qué?: \_\_\_\_\_

¿CREE USTED QUE LAS MOTOCICLETAS DEBERÍAN SER MÁS CONFORTABLES? SI: \_\_\_ NO: \_\_\_, ¿CUÁL O CUALES DE LOS SIGUIENTES ADITIVOS LE GUSTARIA QUE TUVIESEN LAS MOTOS?:

SONIDO ESTÉREO Y REPRODUCTOR DE MÚSICA: \_\_\_\_\_

MÁS ILUMINACIÓN: \_\_\_\_\_ TECHO: \_\_\_\_\_

MÁS PROTECCIÓN EN CASO DE UN ACCIDENTE O CAÍDA: \_\_\_\_\_

**3.4.1. Resultados de las encuestas**

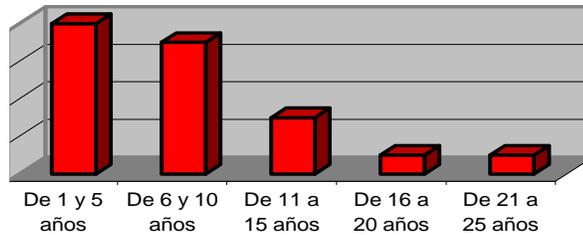
La información arrojada por este instrumento de recolección de información fue la siguiente:

**3.4.1.1. Encuestas realizadas a 10 motoristas y 10 trabajadores de mototaxi**

1) Ante la pregunta, “¿Qué tiempo tiene conduciendo motos?” los encuestados respondieron:

<b>1 y 5 años</b>	6 y 10 años	11 a 15 años	16 a 20 años	21 a 25 años
<b>8(40%)</b>	7(35%)	3(15%)	1(5%)	1(5%)

*Tabla. Respuesta A-1*



*Gráfico. Respuesta A-1*

Se puede mencionar que la mayoría de los encuestados (40%) poseen una experiencia de uno a cinco años.

2) Las motocicletas de los encuestados corresponden a las siguientes marcas, modelos y cilindradas:

<b>Vespa 150</b>	Yamaha 150	Yamaha 115	Yamaha XT 600	Yamaha Virago 250	Qingqi 100	Yamaha Jog 50	Jaguar 150	Suzuki 125	León 150
<b>6(30%)</b>	1(5%)	3(15%)	1(5%)	2(10%)	1(5%)	2(10%)	2(10%)	1(5%)	1(5%)

*Tabla. Respuesta A-2*

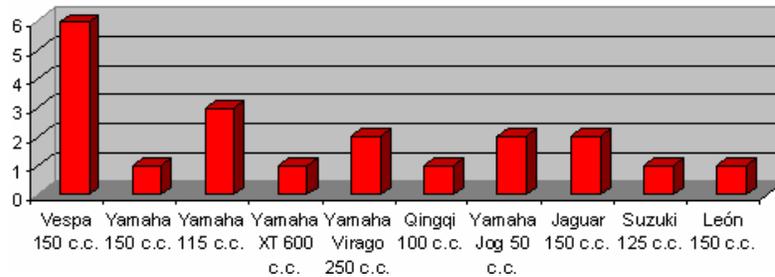


Gráfico. Respuesta A-2

El treinta por ciento (30%) de los entrevistados poseen una motocicleta Vespa.

3) Ante la pregunta, “¿Cuál es la utilidad de su motocicleta?” los encuestados respondieron:

Taxi	Reparto	Transporte cotidiano	Otros	
			Carga	Trámites de empresa
10 (35,7%)	4 (14,4%)	10 (35,7%)	2 (7,1%)	2 (7,1%)

Tabla. Respuesta A-3

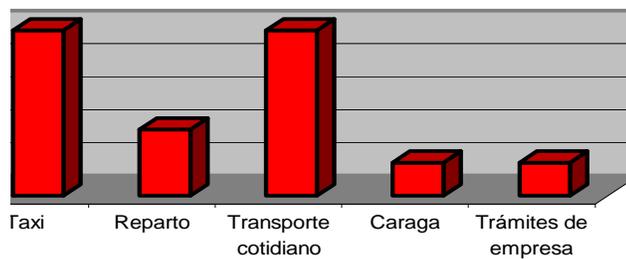
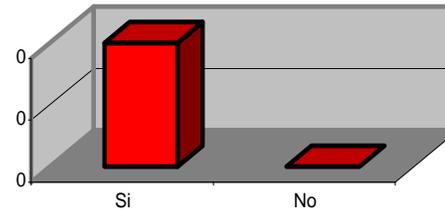


Gráfico. Respuesta A-3

Es destacable el hecho que las actividades más realizadas por los usuarios sean de mototaxi y de transporte cotidiano; ya sea a centros de educación superior, hacia el trabajo o simplemente recreación.

4) Ante la pregunta, “¿Cree usted que las motocicletas son la solución de transporte rápido para Caracas?” los encuestados respondieron:

Si	No
20(100%)	0(0%)



*Tabla. Respuesta A-4*

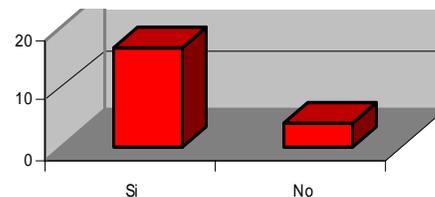
*Gráfico. Respuesta A-4*

Comentaron los entrevistados que el desplazarse en motocicleta por la ciudad reduce el tiempo de llegada al destino, enfatizaron que el tráfico por las calles y avenidas amerita este sistema de transporte, explican las motocicletas tienen esta habilidad por su reducido tamaño. Otros mencionaron que desde siempre ha sido la mejor forma de trasladarse, que literalmente se puede circular por cualquier lado y que la motocicleta te otorga un espacio o atmósfera personal.

Es importante mencionar que todos los encuestados (100%) aseguran que las motocicletas son la solución de transporte para Caracas.

5) Ante la pregunta, “¿Alguna vez se ha visto en la necesidad de transportar más de un pasajero en su motocicleta?” los encuestados respondieron:

Si	No
16(80%)	4(20%)



*Tabla. Respuesta A-5*

*Gráfico. Respuesta A-5*

Es inherente que la mayoría de los motoristas se ha visto en la necesidad de transportar más de un pasajero, aunque la normativa de Transito Terrestre en su Capítulo IV, artículo 164 expresa que está terminantemente transportar más de dos personas o un peso mayor a 90 kilogramos.

Resulta curioso el hecho de que la mayoría de los entrevistados ha incurrido en este exceso, transportando amigos, familia, regreso a casa en horas nocturnas, compras de bebidas alcohólicas por cajas, compras de supermercado con dos pasajeros, transporte de niños o hijos de pie; en los modelos vespa, incluso en zonas donde no existe vigilancia por parte de la ley es frecuente observar esta práctica.

6) Ante la pregunta, “¿Imagina usted una motocicleta que posea la capacidad de transportar tres personas al mismo tiempo? considera usted esta idea como:” los encuestados respondieron:

Bueno	Malo	Peligroso
18(90%)	0(0%)	2(10%)

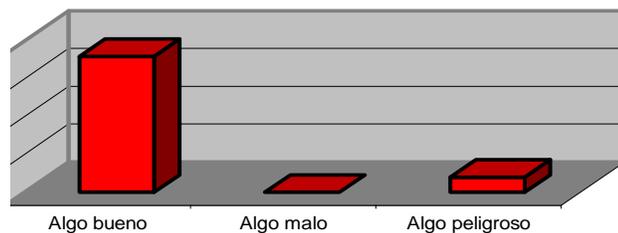


Tabla. Respuesta A-6

Gráfico. Respuesta A-6

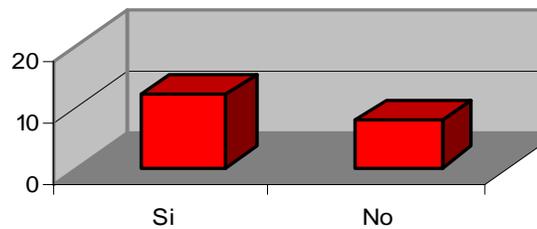
El noventa por ciento de los encuestados consideran que la idea de una motocicleta de tres puestos podría ser una buena idea, así podrían transportar a sus familias, habría más variedad al momento de elegir una motocicleta como opción de compra, se disminuiría el flujo vehicular. Los trabajadores de mototaxi comentan que podrían obtener mayores ganancias e incluso algunos comentarios abusadores plantean que “donde caben 3 caben 7”.

Dos de los encuestados opinan que podría ser peligroso ya que se aumentaría el riesgo de caídas y se reduciría el equilibrio durante la conducción.

7) Ante la pregunta, “¿Cree usted que una moto con techo sería una solución práctica a los días de lluvia y sol?” los encuestados respondieron:

Si	No
12(12%)	8(40%)

*Tabla Respuesta A-7*



*Gráfico. Respuesta A-7*

En este aspecto existen opiniones encontradas, unos opinan que un techo podría servir sólo en la primera etapa de una lluvia, luego definitivamente se mojarían los pasajeros; ya sea por el efecto del viento sobre la lluvia cruzada o por el rápido pasar de vehículos en las proximidades. En cuanto al sol, comentan que el techo podría servir como resguardo. Los entrevistados que opinaron negativamente ante esta opción comentaron que sería un aditamento antiestético para la motocicleta y hasta peligroso en caso de colisión.

8) Ante la pregunta, “¿Cree usted que su motocicleta debería ser más confortable?” los encuestados respondieron:

Si	No
18(90%)	2(10%)

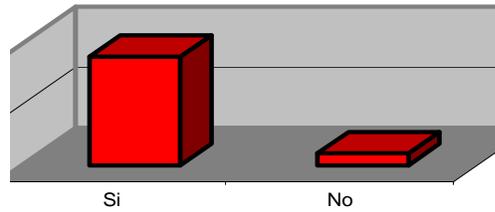


Tabla. Respuesta A-8

Gráfico. Respuesta A-8

Tomadas de las 18 positivas.

Ante la interrogante, “¿Cuál o cuales de los siguientes aditivos la gustaría que tuviese su moto?” los encuestados respondieron:

Sonido	Más iluminación	Techo	Más protección
8 (25,8%)	4 (12,9%)	4 (12,9%)	15 (48,4%)

Tabla. Respuesta A-8.1

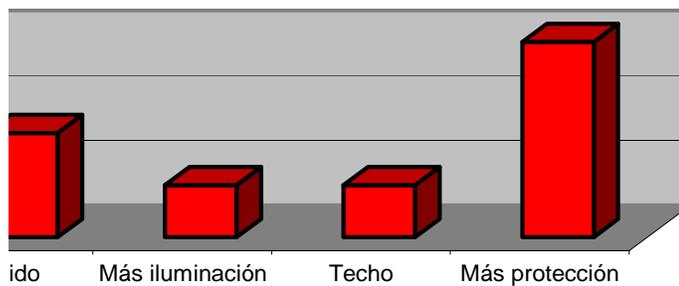


Gráfico. Respuesta A-8.1

Definitivamente la mayoría de los encuestados opinan que el aditamento que deberían tener todas las motocicletas debería ser más resguardo a sus ocupantes en caso de una caída o una colisión.

9) Se les sugirió a los encuestados nombrar motocicletas que tuviesen gran desenvolvimiento en tráfico, económicas de mantenimiento, duraderas, de tradición y de buena capacidad de carga.

Vespa 150 c.c.	Jaguar 150 c.c.	Yamaha 115 c.c.	Honda 115 c.c.	Suzuki 115 c.c.
15 (75%)	1 (5%)	2 (5%)	1 (5%)	1 (5%)

Tabla. Respuesta A-9

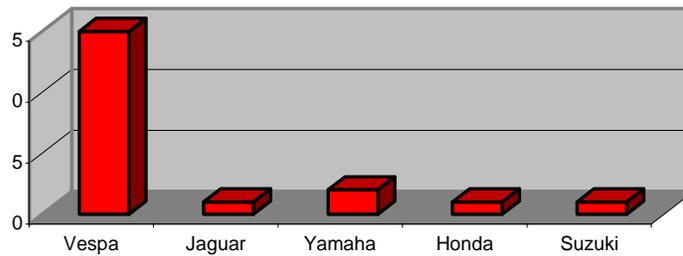


Gráfico. Respuesta A-9

La motocicleta Vespa destaca entre las respuestas de los encuestados, por su tradición, esta pequeña moto es producida desde 1946.

3.4.1.2. Encuestas realizadas a 10 usuarios de mototaxi

1) Ante la pregunta, “¿Cree usted que las motocicletas son la solución de transporte rápido para Caracas?” los encuestados respondieron:

Si	No
8(80%)	2(20%)

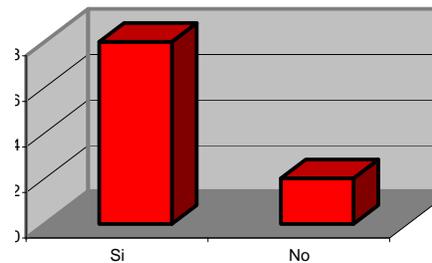


Tabla. Respuesta B-1

Gráfico Respuesta B-1

De igual forma que en la encuesta aplicada anteriormente, el ochenta por ciento de los encuestados opinan que las motocicletas son una solución de transporte para Caracas.

2) Ante la pregunta, “¿Alguna vez ha tenido la necesidad de transportarse rápidamente de un lugar a otro y ha considerado atractiva la idea de utilizar un servicio de mototaxi?”, los encuestados respondieron:

Si	No
8(80%)	2(20%)

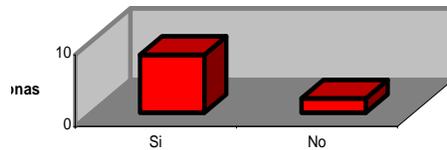


Tabla. Respuesta B-2

Gráfico. Respuesta B-2

La mayoría de los encuestados han considerado la opción de un servicio de mototaxi para transportarse en un momento determinado.

3) Ante la pregunta, “¿Qué lo hace decidir entre una motocicleta y otra al momento de solicitar el servicio?” los encuestados respondieron:

Marca o modelo de la moto	Estado de la motocicleta	Lugar donde se ofrece el servicio	Apariencia del chofer
0(0%)	6(37,5%)	4(25%)	6(37,5%)

Tabla. Respuesta B-3



Gráfico. Respuesta B-3

Generalmente los encuestados opinan que el estado en el que se encuentra la motocicleta es un factor decisivo, opinan que éste es directamente proporcional al

nivel de seguridad que ofrece el servicio. También consideraron que la apariencia del chofer es importante, si su aspecto inspira confianza o pericia en el manejo.

4) Ante la pregunta, “¿Considera usted que la proximidad entre el chofer y usted es un factor decisivo al momento de solicitar este servicio?” los encuestados respondieron:

Si	No
6(60%)	4(40%)

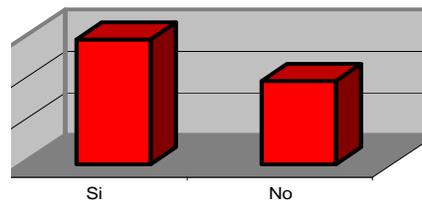


Tabla. Respuesta B-4

Gráfico. Respuesta B-4

El sesenta por ciento de los encuestados opinaron que la proximidad entre el chofer y ellos mismos es importante.

5) Ante la pregunta, “¿Imagina usted una motocicleta que posea la capacidad de transportar tres personas al mismo tiempo? Considera usted esta idea como:” los encuestados respondieron:

Bueno	Malo	Peligroso
18(90%)	0(0%)	2(10%)

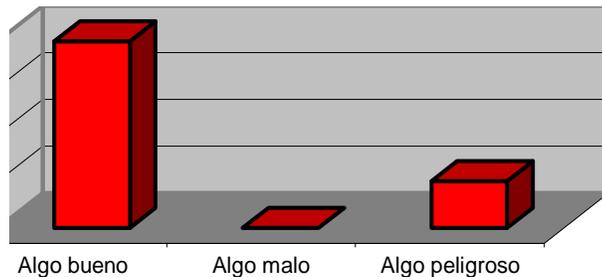


Tabla. Respuesta B-5

Gráfico. Respuesta B-5

De igual forma que en la encuesta aplicada anteriormente la mayoría de los encuestados considera la motocicleta de tres personas como una buena idea.

6) Ante la pregunta, “¿Cree usted que las motocicletas deberían ser más confortables?” los encuestados respondieron:

Si	No
10(100%)	0(0%)

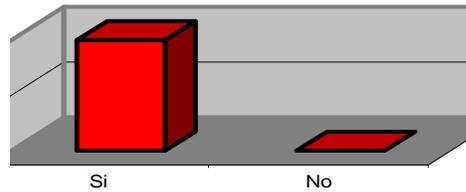


Tabla. Respuesta B-6

Gráfico. Respuesta B-6

Ante la pregunta, “¿Qué aditamento le gustaría que tuviese la moto?” los encuestados respondieron:

Sonido	Más iluminación	Techo	Más protección
4(23,5%)	2(11,8%)	2(11,8%)	9(52,9%)

Tabla. Respuesta B-6.1

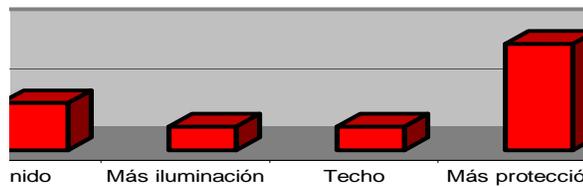


Gráfico. Respuesta B-6.1

Al igual que en la encuesta anterior, a la mayoría de las personas encuestadas les preocupa los pocos aditamentos de seguridad con los que están provistos las motocicletas, sobre todo al momento de una colisión.

## 3.5. Comparación entre modelos existentes en el mercado

<i>Modelo</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
 <p>Vespa px-150</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chasis de lámina de acero.</li> <li>• Configuración motor: Trasera, derecha.</li> <li>• Distancia ente ejes 1,260 m.</li> <li>• Cilindrada: 150 c.c.</li> <li>• Potencia: 8 hp.</li> <li>• Manutención económica</li> <li>• Buena maniobrabilidad y capacidad de carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agotada para la venta.</li> <li>• Motor 2 tiempos</li> </ul> <p><i>Notas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso neto: 106 kg.</li> <li>• Precio: 4 800 000 Bs.</li> </ul>
 <p>Yamaha Jog-C 50</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia entre ejes: 1,210 m.</li> <li>• Disponibilidad inmediata.</li> <li>• Configuración motor: Trasera centrada.</li> <li>• Manutención económica</li> <li>• Buena maniobrabilidad.</li> <li>• Peso neto: 76 Kg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chasis monotubular asimétrico carenado.</li> <li>• Cilindrada: 49 c.c.</li> <li>• Potencia: 3 hp.</li> <li>• Reducida capacidad de carga.</li> <li>• Motor 2 tiempos.</li> </ul> <p><i>Notas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio: 2 800 000 Bs.</li> </ul>
 <p>Yamaha YBR-125</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor monocilíndrico 4 tiempos.</li> <li>• Potencia: 10,2 hp.</li> <li>• Distancia entre ejes: 1,290 m.</li> <li>• Excelente maniobrabilidad.</li> <li>• Disponibilidad inmediata.</li> <li>• Cilindrada: 125 c.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso neto: 106 Kg.</li> <li>• Chasis tubular semicarenado.</li> <li>• Configuración motor: centrado</li> </ul> <p><i>Notas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio: 6 600 000 Bs.</li> </ul>

 <p>Suzuki GNH-125</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor monocilíndrico 4 tiempos.</li> <li>• Potencia: 12 hp.</li> <li>• Excelente maniobrabilidad.</li> <li>• Disponibilidad inmediata.</li> <li>• Cilindrada: 125 c.c.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia entre ejes: 1,385 m.</li> <li>• Peso neto: 128 Kg.</li> <li>• Chasis tubular semicarenado.</li> <li>• Configuración motor: centrado</li> </ul>
		<b>Notas</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio: 3 900 000 Bs.</li> </ul>

Tabla 3.1. Motocicletas existentes en el mercado.

**CAPÍTULO IV: El Diseño.****4.1. Introducción**

Diseñar es formular un plan para la satisfacción de una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan propicia la solución y ésta tiene una realidad física, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se pueda fabricar y comercializar. El diseño en Ingeniería se define como el proceso, de aplicar diversas técnicas y principios, con objetivo de definir un dispositivo, un proceso, o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización.

En el siguiente capítulo se expondrá el rediseño de la motocicleta Vespa, los modelos matemáticos y el análisis del diseño, con la finalidad de encontrar una zona apropiada en la cual se pueda realizar un seccionamiento, éste permitirá realizar el alargamiento del cuerpo de la motocicleta hasta la distancia apropiada, así como la implementación de una matriz morfológica que permita seleccionar el diseño más adecuado para la nueva sección.

Posteriormente se realizará el diseño de un techo que cumpla de igual manera con requisitos de funcionalidad, seguridad, confiabilidad, competitividad y que pueda ser fabricado y comercializado, para luego, en los capítulos venideros señalar los procesos de fabricación utilizados.

**4.2. Componentes**

Una motocicleta es una máquina compuesta por diferentes sólidos que forman los mecanismos y sistemas necesarios para su funcionamiento. Como todo vehículo, una motocicleta necesita un sistema de propulsión. Este sistema está formado por los componentes del motor, el depósito de combustible, los sistemas de carburación o

inyección y los demás sistemas necesarios para el funcionamiento óptimo del motor (motor de arranque, refrigeración, etc.).

El sistema de transmisión, compuesto generalmente por una caja de cambios y un sistema de reducción se encarga de comunicar la rotación del motor a la rueda trasera.

Para sostener los elementos de los sistemas de propulsión y motriz, así como al piloto de la motocicleta y algunos otros elementos, se emplea una estructura denominada chasis. Sobre esta estructura, generalmente construida con tubos metálicos, se puede situar una carrocería para mejorar las características aerodinámicas o estéticas del vehículo.

El sistema de dirección de la motocicleta lo forma el manillar. Este elemento de la motocicleta, además de incorporar los controles de determinadas partes del sistema de propulsión o freno, permite que el piloto varíe la orientación de la rueda delantera respecto al chasis, de esta manera se modifica la configuración de las fuerzas externas que actúan sobre la motocicleta y ésta puede girar. Para maniobrar con la motocicleta también influye el movimiento del piloto sobre el chasis. Con este movimiento, modifica la distribución de masas del conjunto de la motocicleta y afecta al comportamiento de la misma.

Con la finalidad de mejorar el comportamiento de la motocicleta y la comodidad del piloto frente a los accidentes del terreno se utilizan los sistemas de suspensión. Estos sistemas varían ampliamente según el modelo de motocicleta que los emplee, pero generalmente suelen consistir en conjuntos muelle-amortiguador que actúan entre las ruedas delantera, el manillar, entre la trasera y el chasis.

Los sistemas de freno detienen el movimiento relativo entre las ruedas y los elementos a los que van unidas para que el rozamiento entre neumático y suelo

genere una fuerza que se oponga al movimiento. Para detener el movimiento de rotación relativo entre ruedas y elementos de unión se emplea una fuerza de fricción.

Además de estos componentes básicos descritos, hay otros muchos necesarios para el correcto funcionamiento de una motocicleta, como pueden ser los relacionados con los sistemas electrónicos o eléctricos. Sin embargo, para realizar una simulación no es necesario tenerlos en cuenta salvo en lo que se refiere a su aportación de masa.

#### ***4.3. Restricciones de la modificación***

- ✓ Los materiales escogidos deben poseer las propiedades adecuadas para su fabricación.
- ✓ Los materiales deben poseer la menor densidad posible ya que su peso incide directamente en el peso total de la motocicleta, así como el desempeño de su motor.
- ✓ Los materiales escogidos deben tener disponibilidad en el mercado.
- ✓ El diseño debe estar compuesto por partes geométricas sencillas y adaptadas a los requerimientos de uso.
- ✓ Su estructura debe ser capaz de soportar las sollicitaciones a las cuales estarán sometidos durante su uso.
- ✓ La nueva motocicleta se diseñará para personas adultas.
- ✓ El análisis de elementos finitos se limitará a un estudio estático determinando desplazamientos, tensiones, deformaciones, etc. en la estructura analizada.
- ✓ Se restringen las diferentes fuerzas y momentos que actúan sobre la motocicleta; internos y externos a ella. Los internos son aquellos pares de fuerzas y momentos que se producen entre los sólidos que la componen, o en el interior de los mismos, incluido el piloto. Los externos son los que actúan entre los sólidos que forman la motocicleta, como muelles, sistema de frenos, contacto entre los neumáticos y el suelo, fuerzas y momentos de origen aerodinámico, así como otros elementos que no pertenecen a ella.

Con las simplificaciones anteriores, el número de sólidos rígidos que se consideran en la creación del modelo que se implementará se puede reducir a uno; el chasis.

#### ***4.4. Modificaciones hechas con anterioridad***

En la figura 4.1 se pueden observar modificaciones estructurales realizadas a motocicletas Vespa. En la figura de la izquierda se puede observar que se fijó firmemente la sección correspondiente al suelo y el “pecho” de una motocicleta a otra. En la figura de la derecha se observa que se modificó el grupo dirección delantera con fines artesanales.



*Figura 4.1. Modificaciones realizadas a motocicletas I*

Por otra parte, en la figura 4.2 se observan modificaciones hechas al suelo de la Vespa; el cual se ha alargado considerablemente con la finalidad de transportar mochilas o bultos.



*Figura 4.2. Modificaciones realizadas a motocicletas II*

#### ***4.5. Análisis de la estructura original***

La mayoría de las motocicletas actuales están elaboradas a partir de un chasis tubular, el cual firmemente soldado, es el principal componente de la motocicleta. A partir de éste se anexan diferentes partes elaboradas en compuestos poliméricos; por esta razón son llamadas carenadas, estas diversas partes sirven de protección de componentes vitales de la motocicleta, así como accesorios vistosos y hasta compartimientos útiles como pequeñas guanteras, monederos, salidas y entradas de aire.

La motocicleta Vespa de producción en serie está elaborada con un chasis de lámina de acero, constituido por diferentes partes, éstas son soldadas mediante soldadura engargolada para formar así al conjunto. Este concepto innovador, sencillo y atractivo permite varias ventajas como protección completa al conductor, evita el desagradable efecto del desgaste sobre los componentes carenados, los cuales generalmente sufren rupturas en sus eslabonamientos al chasis, así como rayones, deformaciones por el calor excesivo y deterioro.

La estructura de lámina metálica facilita la aplicación de esta modificación, al ser ésta, chasis y cuerpo de la motocicleta solamente se anexaría una sección de lámina metálica que corresponda.

##### ***4.5.1. Determinación del material de la vespa y espesor de lámina.***

Primeramente debía ubicarse un guardafango delantero, éste es representativo del material con el cual está elaborada la motocicleta. El guardafango ubicado corresponde a una Vespa modelo 1967.



*Figura 4.3. Guardafango delantero*

Se necesitaría seccionar al anterior, a fin de obtener una sección de donde se pudiesen extraer un mínimo de dos probetas, las cuales serían ensayadas en un banco de prueba a tracción, en el Centro de Mecánica de la Fundación Instituto de Ingeniería.

Delimitando la zona de corte se procedió a realizar el proceso de aserrado con una sierra manual para metales como procede en la figura 4.4.



*Figura 4.4. Demarcación y seccionamiento del guardafango*

Obteniendo así una sección de medidas, 200 mm. por 155 mm. Vinculado a esto es necesario determinar el espesor de la sección y compararlo con el espesor del material del cuerpo de la motocicleta. Se realizó una medición manual con un calibrador graduado vernier en cuatro zonas diferentes (representadas por círculos en la figura 4.5) de la sección obtenida, una vez

obtenidas las mediciones se procedió a calcular su media aritmética o promedio.

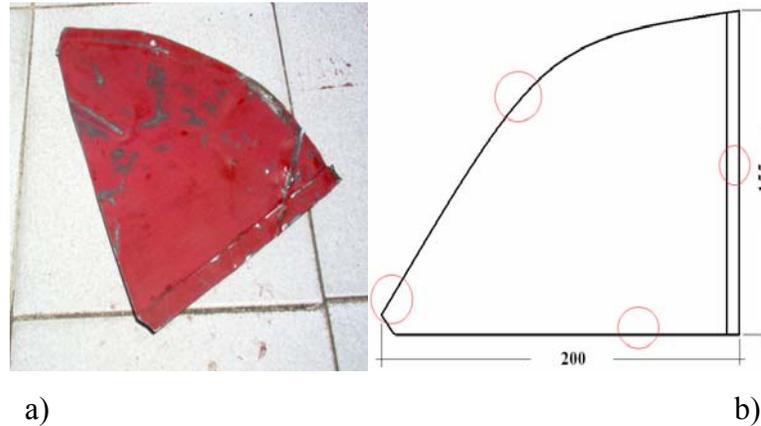


Figura 4.5. a) Sección del guardafango b) Elección de zonas de medición de espesor de lámina

La media aritmética corresponde a la suma de todos los datos dividido por el número total de ellos. Es lo que se conoce como "promedio". La media aritmética es uno de los estadígrafos más usados, por ser de muy fácil cálculo y está definida por:

$$\bar{e} = \frac{\sum e}{n}, \text{ donde } e \text{ representa cada uno de los valores de espesor medidos y } n$$

en número de mediciones.

Medición ( $n$ )	Espesor ( $e$ ) medido
1	0,81
2	0,82
3	0,81
4	0,82

Tabla 4.1. Medición vs. espesor del guardafango

Así tenemos,

$$\bar{e} = \frac{(0,81 + 0,82 + 0,81 + 0,82) \text{ mm}}{4} = 0,815 \text{ mm} \cong 0,82 \text{ mm}$$

El valor de 0,8mm se aproxima debido a la facilidad que representa encontrar láminas de acero comercial que posean este espesor.

Para conocer el espesor correspondiente del resto de la chapa; que conforma estructuralmente a la moto, se hace necesario aplicar el mismo procedimiento al resto de la moto, en zonas que así lo permitan y que no posean deformaciones visuales. Tales regiones son representadas por círculos en las figura 4.6.



*Figura 4.6. Zonas de medición de espesor de lámina.*

Con un total de 7 mediciones realizadas en diversas partes de la Vespa, se procedió a recolectar las mediciones en la siguiente tabla y posteriormente a realizar la media aritmética de las mismas.

Medición ( $n$ )	Espesor ( $e$ ) medido
1	1.8
2	1.8
3	1.7
4	1.8
5	1.9
6	1.8
7	1.9

Tabla 4.2. Medición vs. espesor de lámina de la motocicleta.

Así tenemos,

$$\bar{e} = \frac{(1,8 + 1,8 + 1,7 + 1,8 + 1,9 + 1,8 + 1,9)mm.}{7} = 1,814mm. \cong 1,8mm.$$

Para la elaboración de las probetas se siguió la Norma Venezolana COVENIN en su sección 299-89, para ensayos de tracción de materiales metálicos.

#### 4.5.1.1. Equipo

El equipo a ser utilizado es una maquina de tracción, compresión SHIMADZU AG-250KN-IS, con capacidad de 25TM.

#### 4.5.1.2. Preparación de las muestras

##### Probeta Tipo A-2

Esta probeta se utiliza para el ensayo de tracción de láminas, planchas estructurales, placas lisas, alambres planos, flejes, bandas y aros rectangulares que tengan un espesor entre 0,09 mm. y 16 mm.

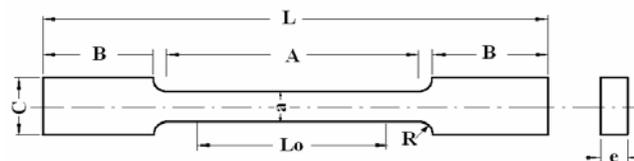


Figura 4.7. Probeta tipo A-2

<i>Dimensiones (mm.)</i>	<i>Probeta tipo A-2</i>
Lo = Longitud calibrada	50 ± 0,10
a = Ancho	12,5 ± 0,25
R = Radio de curvatura	13
L = Longitud total	200
A = Longitud de la sección reducida	60
B = Longitud de la sección de agarre	50
C = Ancho de la sección de agarre	20
e = Espesor	1,8

*Tabla 4.3. Dimensiones probeta tipo A-2*

En el Centro Mecánico se logró elaborar dos probetas bajo las normas COVENIN, a partir de la muestra otorgada, a estas probetas se les denominaría con los números uno “1” y dos “2”. Se ensayaron las probetas a tracción (figura 4.8a) en el equipo correspondiente (figura 4.8b) el día octavo del mes de noviembre del año 2006.



*Figura 4.8. a) Probetas elaboradas, b) máquina de ensayo de tracción.*

Los resultados de los ensayos de tracción realizados a las probetas; tanto los resultados numéricos ordenados en tablas arrojadas por el equipo como la creación de las gráficas respectivas de fuerza-elongación y esfuerzo-deformación, se encuentran en la sección de anexos. De éstas se extrae el valor correspondiente al límite de fluencia y el valor tensión máxima para el material ensayado. Éstos resultados

son comparables y semejantes a los valores correspondientes a un acero comercial, denominación AISI 1020.

	$\sigma_y$ (MPa)	$\sigma_{m\acute{a}x}$ (MPa)
Material de la Vespa	200	339
ANSI 1020	207	379

Tabla 4.4. Comparación entre propiedades de materiales

#### 4.5.2. Creación de la geometría del modelo

Recordando que la creación del modelo se limita al chasis solamente, en la figura 4.9 se representa los componentes que no serán tomados en cuenta.

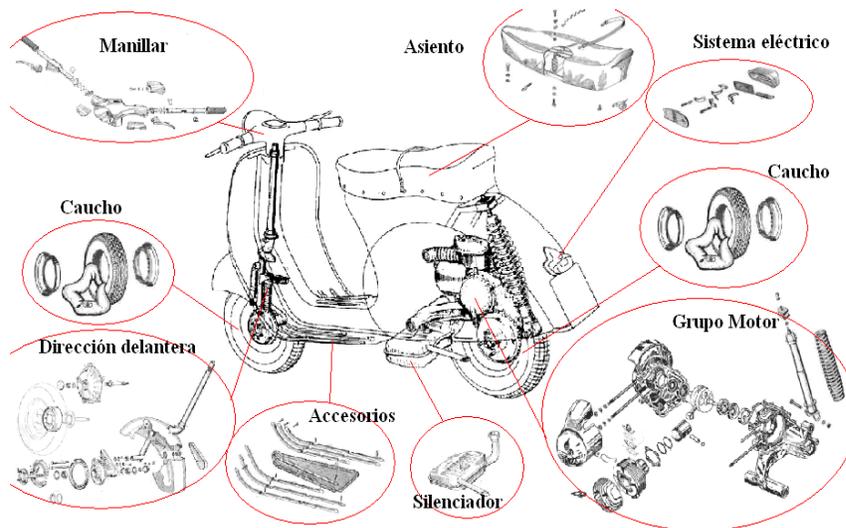


Figura 4.9. Componentes no incluidos en el estudio

La creación de la geometría del modelo, debe representar lo más fielmente al modelo físico en estudio, obligando a la herramienta informática en uso a presentar facilidad de generación de geometrías complejas tales como partes curvas, en general todo parte de la base de generar una serie de puntos (nodos)

que componen el modelo, definido en un sistema de coordenadas ya establecido, para posteriormente generar superficies y luego sólidos, dependiendo del modelo, ya que en algunos casos basta solo con superficies.

Realizando una inspección visual de la motocicleta, observando sus componentes principales, sus ensamblados, sus formas, etc. y observando posteriormente manuales de usuario, de partes y de mantenimiento se determinaron las dimensiones principales del chasis, las cuales serían determinadas con instrumentos de medición como la cinta métrica metálica y la regla milimetrada.

El sistema de modelado CAD *Solid Edge* es una herramienta para el diseño y la producción de planos de piezas mecánicas y ensamblajes, reduce tiempos gracias a la obtención de un diseño correcto desde el primer momento, contiene herramientas para eliminar errores de diseño y reducir así el tiempo de desarrollo y los costes, también se pueden crear prototipos virtuales en 3D de los productos.

Inicialmente este programa otorgaría la facilidad de crear modelos completos de la motocicleta Vespa como los mostrados en la figura 4.10, sus herramientas de protrusión por proyección, creación de sólidos por revolución, por secciones y por barrido de bocetos permitió la representación gráfica del chasis de la motocicleta, neumáticos, rines, asiento, luces, espejos retrovisores y terminaciones.

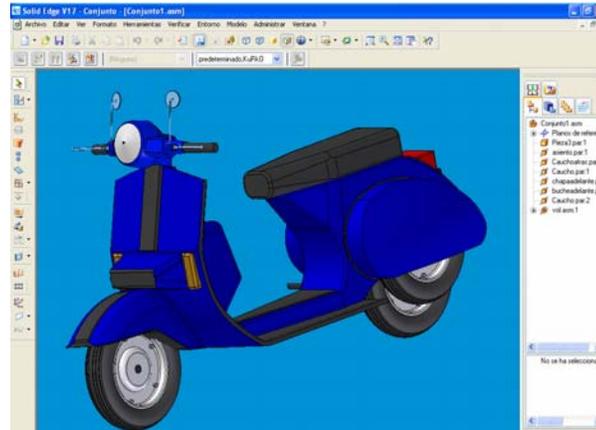


Figura 4.10. Isometría de la Vespa (Solid Edge)

Paralelamente se realizaría el modelado del chasis en el sistema CAD Solid Works 2006, el cual es un programa de diseño mecánico en dos y tres dimensiones, posee gran variedad de herramientas y operaciones mecánicas que pueden realizarse, con la facilidad de exportar sólidos para otros entornos de trabajo como Cosmos, Working Model, Visual Nastran, y así hacer análisis cinemáticos, dinámicos, de resistencia del material, etc. Así se obtuvo el siguiente modelo de la figura 4.11.

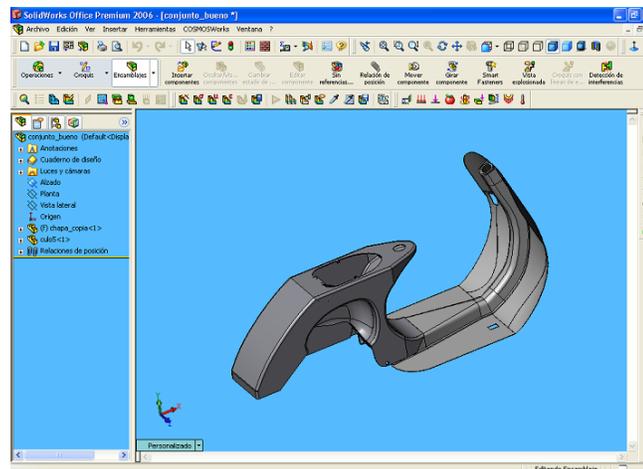


Figura 4.11. Modelo en Solid Works 2006

Una vez terminado el modelo se procede a asignarle el material metálico, SolidWorks cuenta con una amplia biblioteca de materiales con propiedades definidas, tales como módulo elástico, límite de fluencia, resistencia máxima, dureza, etc. Debido a la similitud existente entre el acero AISI 1020 y los resultados del ensayo de tracción realizados a las probetas, se designará el chasis de la motocicleta como acero AISI 1020 laminado en caliente.

Propiedad del material	Valor	Unidades
Módulo elástico	$2,05 \cdot 10^{11}$	$\frac{N}{m^2}$
Coefficiente de Poisson	0,29	NA
Módulo cortante	$8 \cdot 10^{10}$	$\frac{N}{m^2}$
Densidad	7870	$\frac{Kg}{m^3}$
Límite de tracción	$3,79 \cdot 10^8$	$\frac{N}{m^2}$
Límite elástico	$2,07 \cdot 10^8$	$\frac{N}{m^2}$

Tabla 4.5. Propiedades del acero AISI 1020

#### 4.5.3. Teoría de la distorsión de la energía (teoría de von Misses)

Esta teoría ofrece una proyección muy precisa de fallas en materiales dúctiles que se someten a la acción de cargas estáticas. Requiere una definición del término tensión de von Misses que se indica mediante el símbolo  $\sigma'$ . Si las dos tensiones principales del círculo de Mohr se denominan  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$ , la tensión de von Misses es

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2}$$

Así, la teoría de distorsión de la energía para fallas establece que la falla se origina cuando la tensión de von Misses excede la resistencia a punto cedente del material, esto es, cuando  $\sigma' > S_y$

Quedando establecido el factor de diseño o factor de diseño como  $N = \frac{S_y}{\sigma'}$  [14]

#### ***4.5.4. El método de elementos finitos***

El método de elementos finitos es un método numérico cuya aplicación sirve para calcular comportamientos de estructuras de ingeniería. Puede emplearse para obtener desviaciones, esfuerzos, vibraciones, comportamientos de flujo, entre otros fenómenos; en los cuales la geometría de la estructura o la complejidad de las cargas aplicadas, hacen imposible obtener una solución analítica del problema.

En este método, una estructura compleja se divide en muchos y pequeños bloques simples, llamados elementos finitos, de los cuales puede describirse su conducta (de un elemento individual) con un conjunto relativamente simple de ecuaciones, así como también un conjunto de elementos puede unirse para construir una estructura compleja, de esta forma se describe la conducta de los elementos individuales en un conjunto relativamente grande de ecuaciones, que representan la conducta de la estructura completa.

He aquí en donde queda de manifiesto la importancia de los computadores, ya que estos son capaces de resolver un número considerable de ecuaciones simultáneas y entregar una solución de los elementos por separado.

Fue utilizado el programa CosmosWorks; el cual está incluido en el programa SolidWorks, con la finalidad de determinar la zona en la cual existe mayor concentración de esfuerzos en el chasis.

#### ***4.5.4.1. Aplicación de mallado, restricciones, centro de masa y cargas***

##### ***El mallado:***

El proceso de mallado consiste en convertir un sólido en un número finito de partes llamadas elementos, cuyo comportamiento se especifica con un número finito de parámetros. Dichos elementos contienen una serie de puntos interconectados entre si llamados nodos.

Los elementos de malla utilizados para los cálculos, fueron del tipo tetraédrico lineales de bajo orden, con ello podemos asegurar que los resultados son confiables, ya que el número y tamaño de elementos en una malla es el factor determinante en la precisión de los cálculos FEA(análisis de elementos finitos), una malla más densa ofrece mayor certeza en el comportamiento real del modelo, como es en nuestro caso.

En este caso se generó una malla de 52165 nodos, con 156365 elementos tetraédricos.

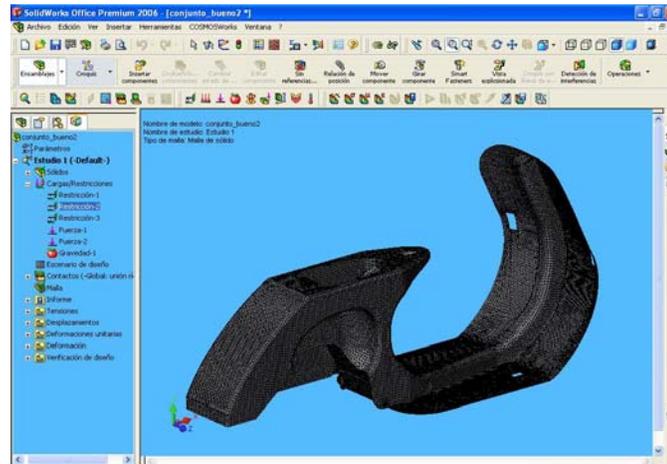


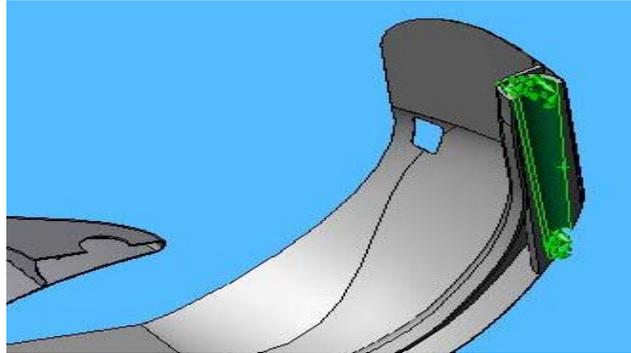
Figura 4.12. Mallado del modelo

#### Aplicación de restricciones:

La aplicación de las restricciones necesarias es prioritario para que el software realice cualquier tipo de análisis, estas restricciones impiden la inamovilidad del cuerpo al aplicarle fuerzas distribuidas o cargas, impidiendo que el modelo se desplace en cualquiera de las direcciones del sistema de coordenadas según sea el caso.

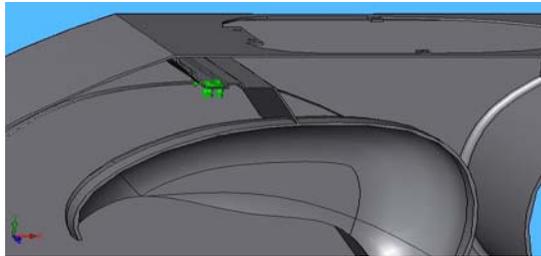
El chasis de la moto Vespa tiene sus apoyos fundamentales en la barra de dirección delantera, en el apoyo del amortiguador trasero y en el basculante del motor ubicado en la zona inferior.

En la zona tubular que corresponde a la zona de unión rígida entre la barra de dirección y el chasis se le asignó restricción inamovible; ya que restringe desplazamientos en los ejes x, y, z, así como rotación a los ejes x, y, z. (figura 4.13).



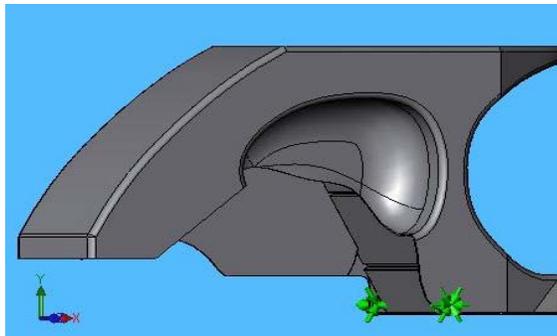
*Figura 4.13. Restricción inamovible delantera*

Al agujero de soporte del amortiguador muelle trasero se le asignó de igual manera restricción inamovible como se observa en la figura 4.14.



*Figura 4.14. Restricción inamovible trasera*

A los agujeros (2) de unión al basculante del motor se les otorgó restricción tipo bisagra, ya que se restringen dos componentes de fuerza y dos pares. Figura 4.15.



*Figura 4.15. Restricción basculante*

Centro de masa:

El programa posee la bondad de calcular la masa del modelo y el centro de masa; que es el punto en el cual se puede considerar concentrada toda la masa de un cuerpo, así como dar sus coordenadas exactas desde un origen. Es necesario definir e introducir el valor de la aceleración de la gravedad en el plano adecuado para representar en efecto de atracción de la Tierra.

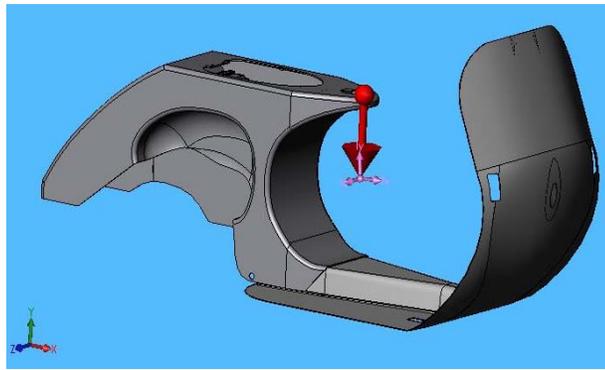


Figura 4.16. Representación del centro de masa

Aplicación de cargas:

La masa promedio de un adulto<sup>1</sup> es de 80 Kgm, la aceleración de la gravedad es de  $9,81 \frac{m}{s^2}$ , entonces tenemos que el peso de una persona adulta es:

$$80kg * 9,81 \frac{m}{s^2} = 784,8 \text{ kg } \frac{m}{s^2} = 784,8 \text{ N}$$

Un 19% del peso del cuerpo en sedestación se distribuye en los pies y el 81% restante se distribuye en el asiento. Calculando las fuerzas correspondientes:

<sup>1</sup>Fuente: Ministerio de Salud y Desarrollo Social

$$F_{\text{asiento}} = 784,8N * \frac{81}{100} = 635,688N \quad F_{\text{pies}} = 784,8N * \frac{19}{100} = 149,112N$$

En Cosmos se aplicaron los resultados anteriores como fuerzas normales distribuidas en las superficies respectivas; la superficie del chasis sobre la que se apoya el asiento y la parte inferior o zona de posa pies del chasis, tal como se observa en la figura 4.17.

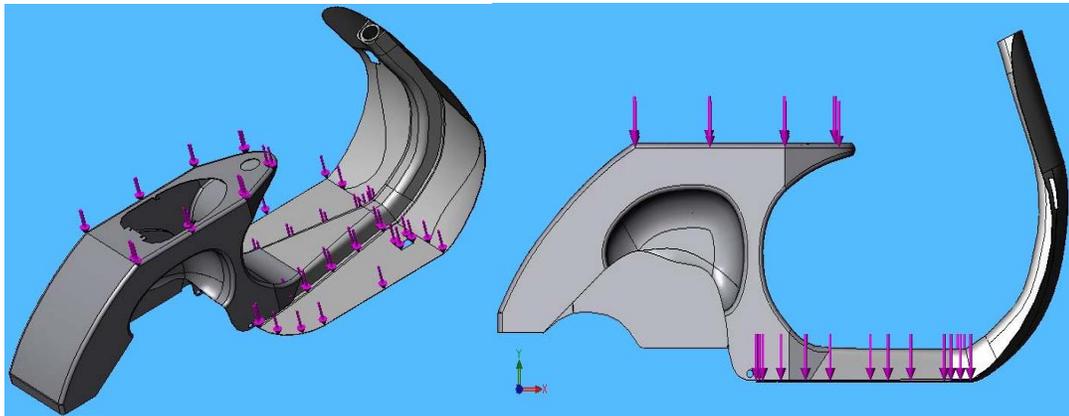


Figura 4.17. Aplicación de cargas al modelo.

#### 4.5.4.2. Estudios del chasis, Vespa de producción en serie.

Primer estudio: Una persona adulta sentada de forma natural en la motocicleta como indica la figura 4.18.



Figura 4.18. Representación estudio 1

Las condiciones de borde fueron descritas en la sección anterior, aplicación de mallado, restricciones, centro de masa y cargas aplicadas, obteniendo los siguientes resultados gráficos de la concentración de esfuerzos de von Mises.

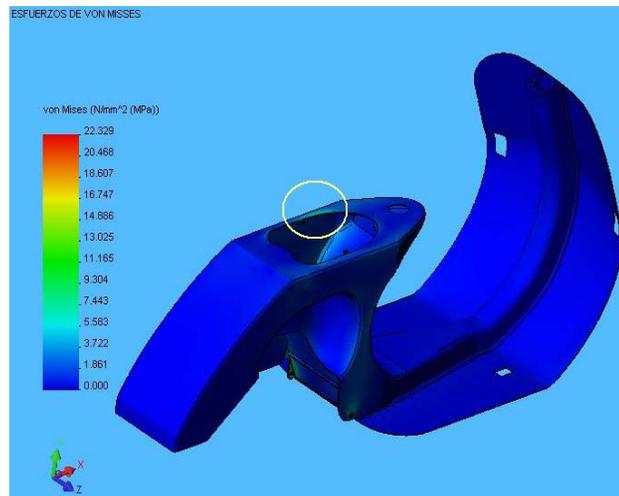


Figura 4.19. Esfuerzos de von Mises zona superior, estudio 1

Se puede observar en la figura 4.19 que la escala de colores posee un rango desde 0,000 MPa hasta 22,329 MPa, esta escala va desde un color azul, pasando por verde, amarillo, hasta rojo; la zona colorada representada en el estudio la zona de mayor concentración de esfuerzos.

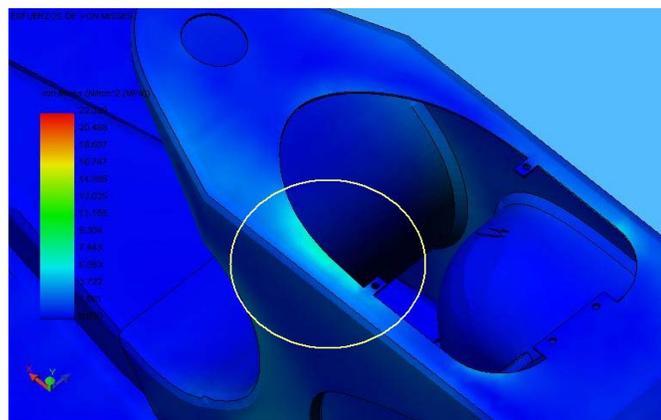


Figura 4.20. Esfuerzos de von Mises zona superior, estudio 1

Recordando que el apoyo del amortiguador trasero no se encuentra centrado en el chasis, en la zona izquierda de la chapa correspondiente al apoyo del asiento existe mayor concentración de esfuerzos que en el resto.

Tomando doce puntos escogidos al azar en línea continua que define la zona de mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.21, y luego graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.1) se observa que el mayor esfuerzo von Mises (zona verde claro) corresponde a un valor de 6,918 MPa.

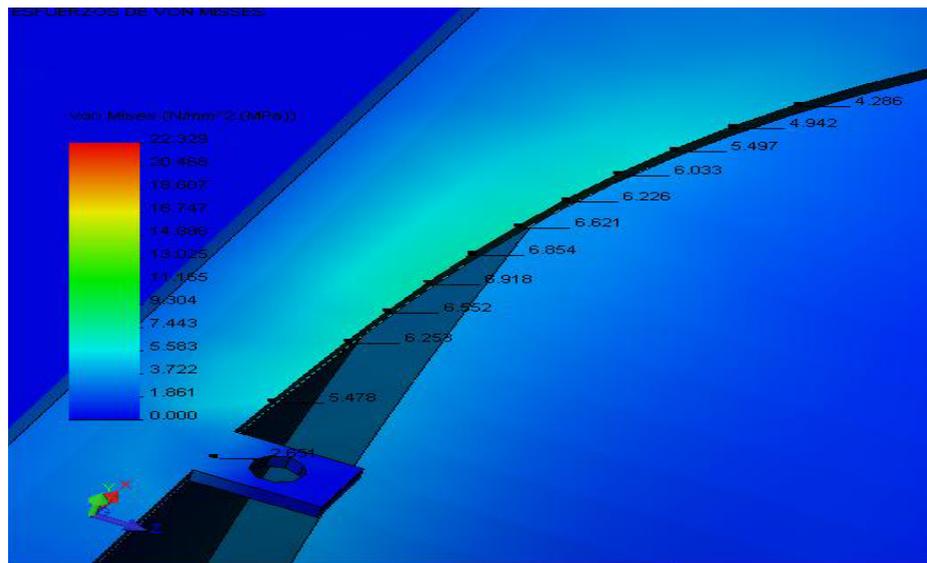
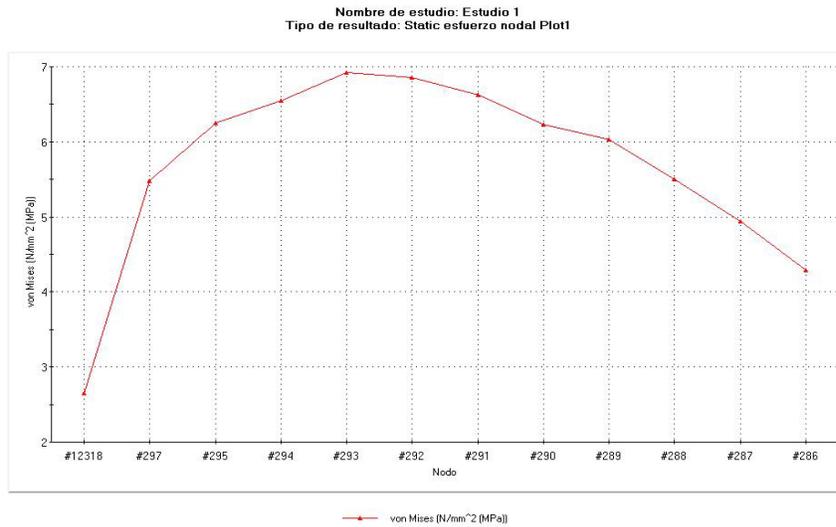


Figura 4.21. Definición de puntos, línea de tendencia, zona superior, estudio1



Gráfica 4.1. Esfuerzo von Misses vs. nodo, zona superior, estudio 1

Teniendo así un factor de diseño de

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207MPa}{6,918MPa} = 29,92$$

Por esta misma razón de la posición del amortiguador trasero se observa mayor concentración de esfuerzos en el agujero izquierdo basculante del motor, tal como se representa en la figura 4.22.

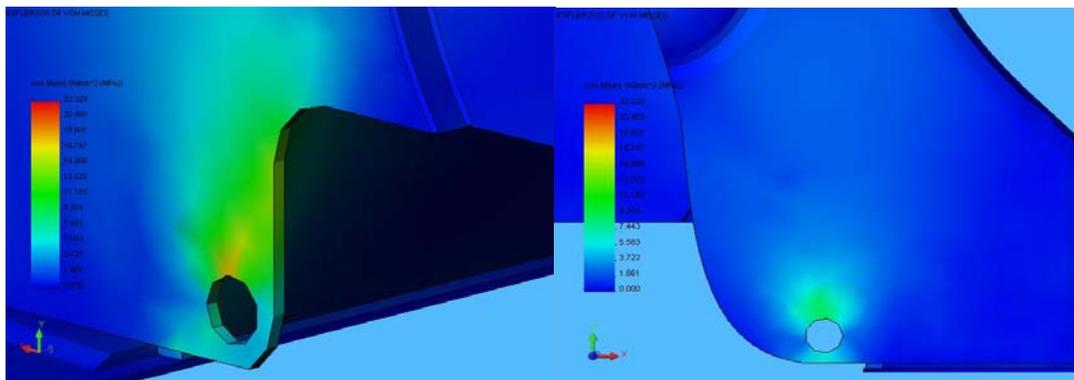


Figura 4.22. Agujeros izquierdo y derecho respectivamente del basculante del motor, estudio 1

Tomando nueve puntos al azar en línea ascendente del agujero que define los mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.23, y luego graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.2) se observa que el mayor esfuerzo von Misses (zona anaranjada) corresponde a un valor de 18,11 MPa.

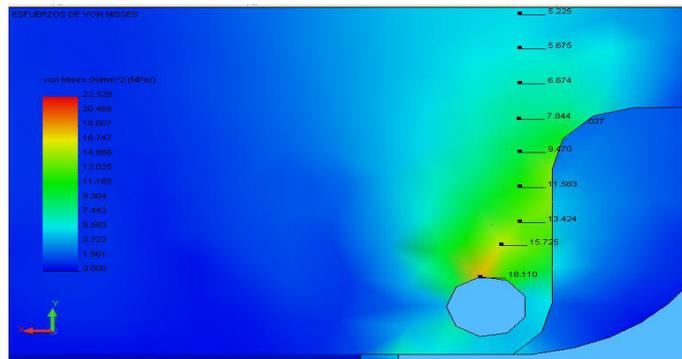
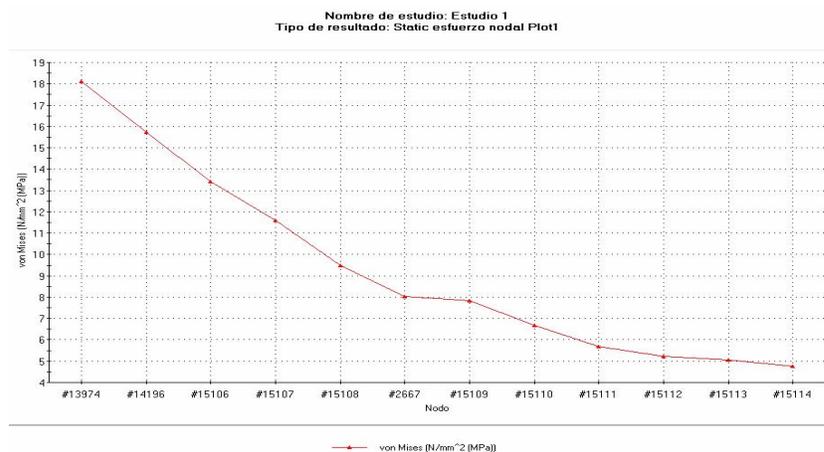


Figura 4.23. Definición de puntos, línea de tendencia, basculante del motor, estudio 1



Gráfica 4.2. Esfuerzo von Misses vs. Nodo, basculante del motor, estudio 1

Tenemos así en el punto de mayor esfuerzo de esta zona un factor de diseño

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207MPa}{18,11MPa} = 11,43$$

En lo que respecta al agujero que sostiene el amortiguador trasero se observa, realizando un corte, la figura 4.24. Resulta conveniente mencionar que el chasis de la moto debido a que no es homogéneo en su configuración, tiende a rotar al aplicar cargas, esto hace posible observar una zona donde la escala alcanza su máximo; el valor de 22,329 MPa en el nodo 77.

Teniendo un factor de diseño en esta zona de

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207MPa}{22,329MPa} = 9,27$$

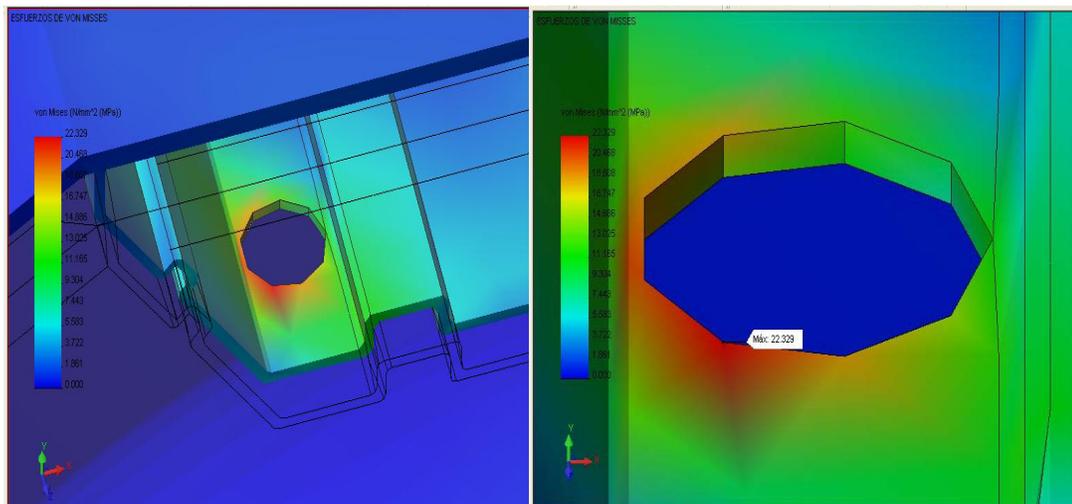


Figura 4.24 Esfuerzo máximo von Mises zona trasera, estudio 1

En definitiva, así establecemos tres zonas principales de observación que se repetirán para los próximos estudios, ya que estas zonas podrían representar las más críticas o de falla. Además se podrá identificar el factor de diseño aproximado con el que trabajan los diseñadores de Vespa.

Segundo estudio: Dos personas adultas sentadas de forma natural en la motocicleta, como indica la figura 4.25.



Figura 4.25. Representación estudio 2

Aplicación de cargas: Dos personas de masa 80 Kgm promedio

$$160\text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569,6 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569,6 \text{ N}$$

Obteniendo así las fuerzas a ser aplicadas:

$$F_{\text{asiento}} = 1569,6\text{N} * \frac{81}{100} = 1271,376\text{N} \quad F_{\text{pies}} = 1569,6\text{N} * \frac{19}{100} = 298,224\text{N}$$

Para la zona superior del chasis se tomaron catorce puntos escogidos que define la zona de mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.26, y graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.3) se observa que el mayor esfuerzo von Misses (zona verde claro) corresponde a un valor de 13,351 MPa.

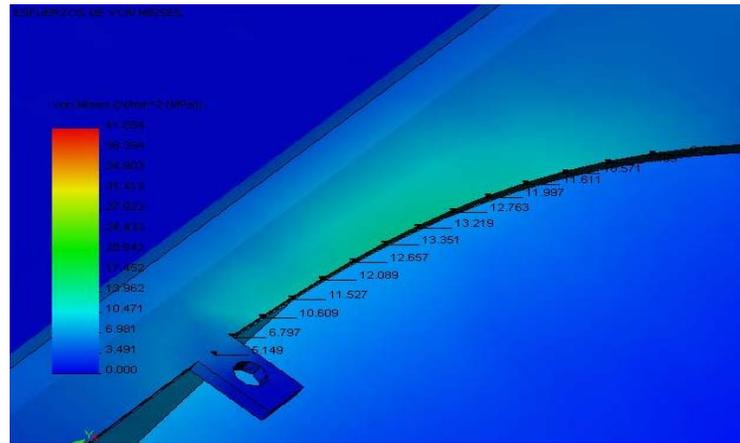
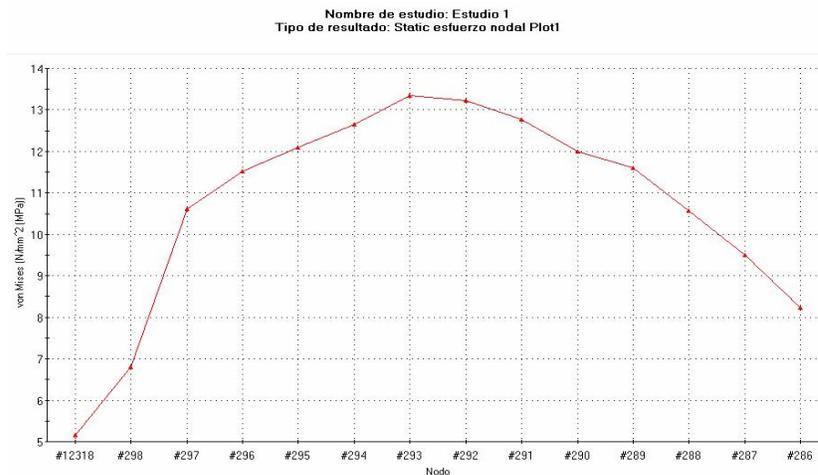


Figura 4.26 Definición de puntos, línea de tendencia, zona superior, estudio 2



Gráfica 4.3. Esfuerzo von Mises vs. nodo, zona superior, estudio 2

$$\text{Teniendo un factor de diseño de } N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207\text{MPa}}{13,351\text{MPa}} = 15,5$$

Para el agujero donde bascula el motor se tomaron trece puntos escogidos que define la zona de mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.27, y graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.4) se observa que el mayor esfuerzo von Mises (zona naranja) corresponde a un valor de 34,598 MPa.

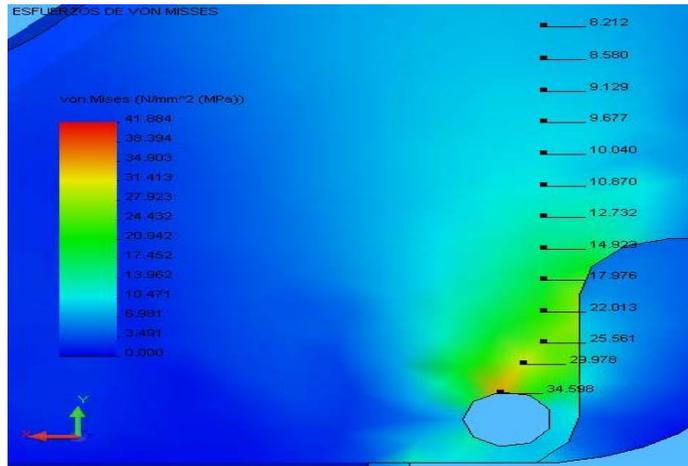
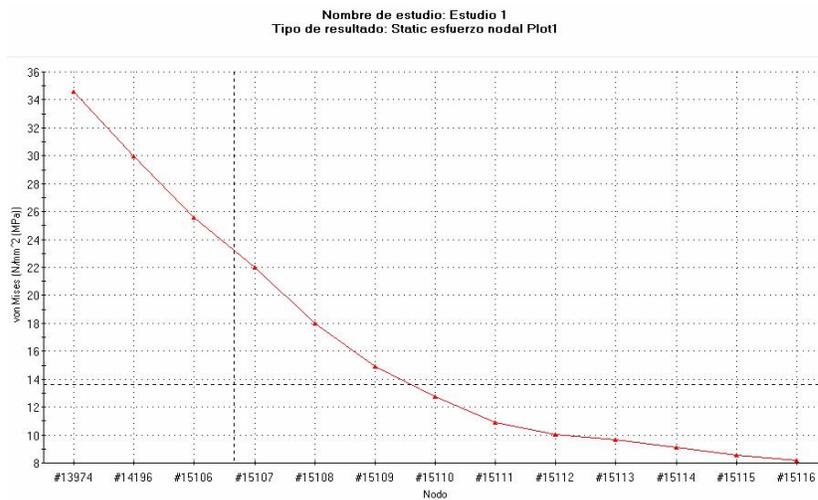


Figura 4.27. Definición de puntos, línea de tendencia, basculante del motor, estudio 2



Gráfica 4.4. Esfuerzo von Misses vs. Nodo, basculante del motor, estudio 2

$$\text{Teniendo un factor de diseño de } N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207\text{MPa}}{34,598\text{MPa}} = 5,98$$

Para el agujero donde está unido el amortiguador se considera el mayor esfuerzo de 41,884 MPa, correspondiente al nodo 77.

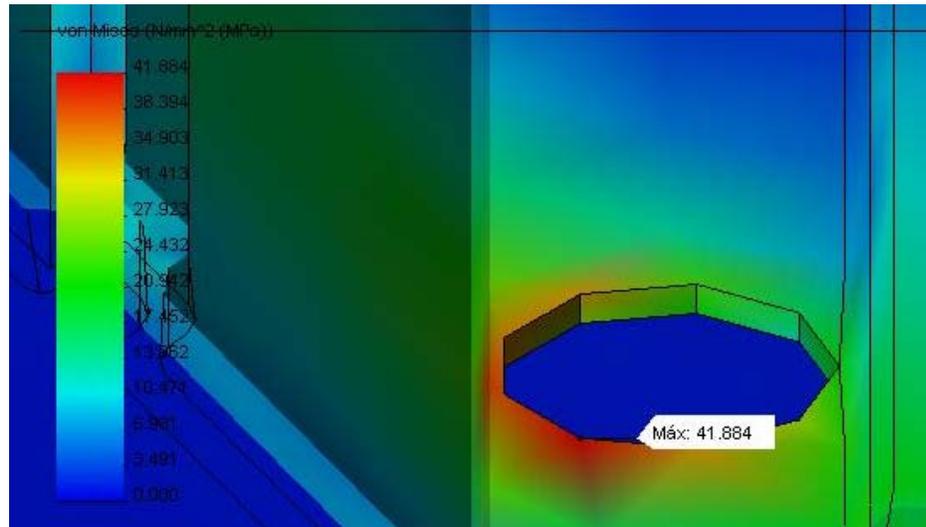


Figura 4.28. Esfuerzos máximo von Mises zona trasera, estudio 2

$$\text{Teniendo un factor de diseño de } N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207\text{MPa}}{41,884\text{MPa}} = 4,94$$

Tercer estudio: Tres personas adultas sentadas sobre la motocicleta como indica la figura 4.29.



Figura 4.29. Representación estudio 3

Al transportarse tres personas simultáneamente sobre la motocicleta, solamente las dos más cercanas al volante de dirección irán con los pies completamente apoyados sobre las zona posa pie, la tercera persona no poseerá apoyo alguno de este tipo.

Aplicación de cargas: Tres personas de masa 80 Kgm promedio

$$240\text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2354,4 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2354,4 \text{ N}$$

$$\text{Peso de una sola persona: } 80\text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 784,8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 784,8 \text{ N}$$

Entonces:

$$F_{\text{asiento}} = 1271,376\text{N} + 784,8\text{N} = 2056,176\text{N}$$

$$F_{\text{pies}} = 1569,6\text{N} * \frac{19}{100} = 298,224\text{N}$$

Para la zona superior del chasis se tomaron dieciocho puntos escogidos que define la zona de mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.30, y graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.5) se observa que el mayor esfuerzo von Misses (zona verde claro) corresponde a un valor de 21,523 MPa.

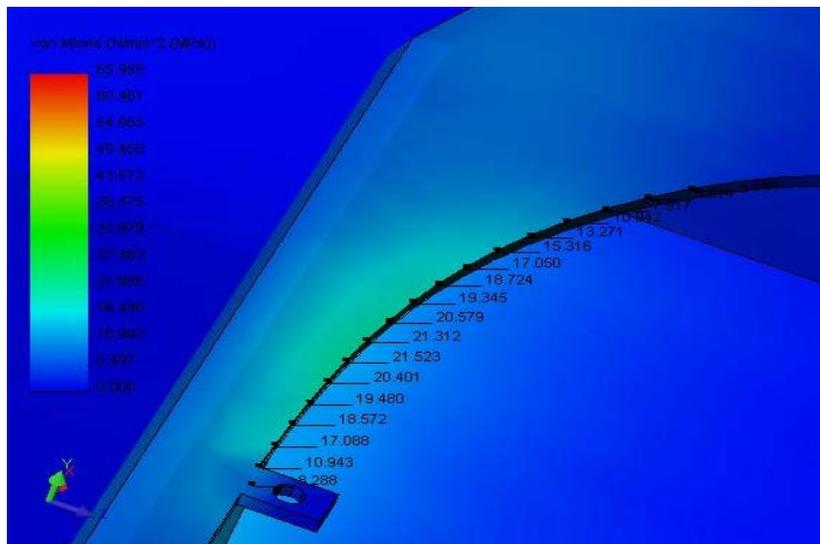
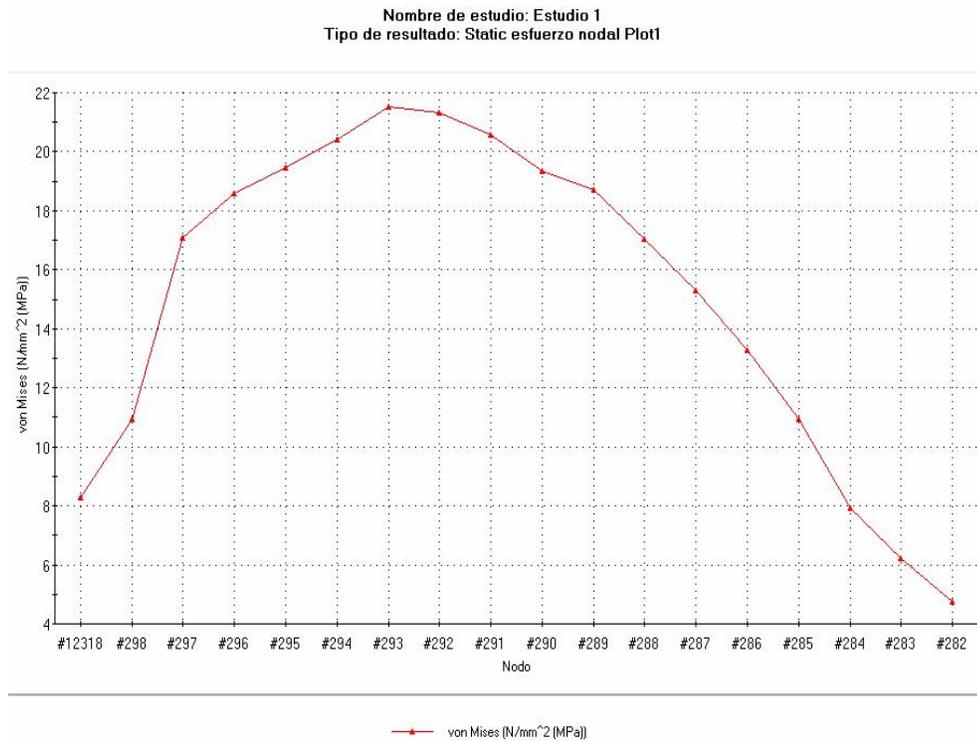


Figura 4.30. Definición de puntos, línea de tendencia, zona superior, estudio 3



Gráfica 4.5. Esfuerzo von Misses vs. nodo, zona superior, estudio 3

$$\text{Teniendo un factor de diseño de } N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207 \text{ MPa}}{21,523 \text{ MPa}} = 9,62$$

Para el agujero donde bascula el motor se tomaron doce puntos escogidos que define la zona de mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura 4.31, y graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.6) se observa que el mayor esfuerzo von Misses (zona naranja) corresponde a un valor de 54,46 MPa.

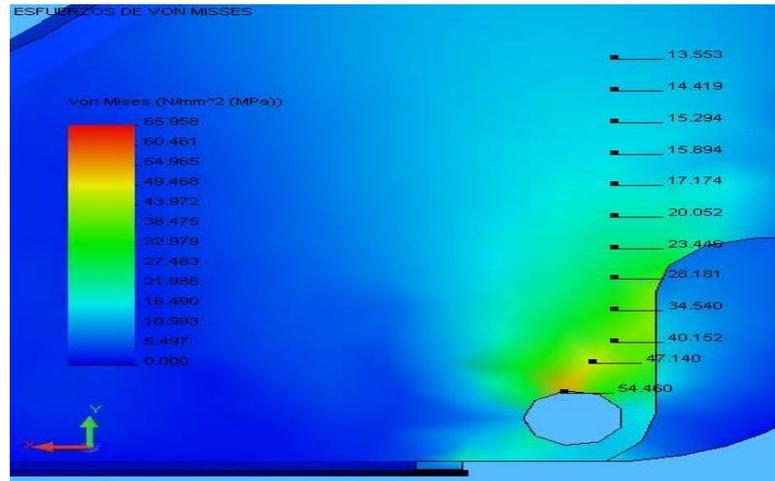
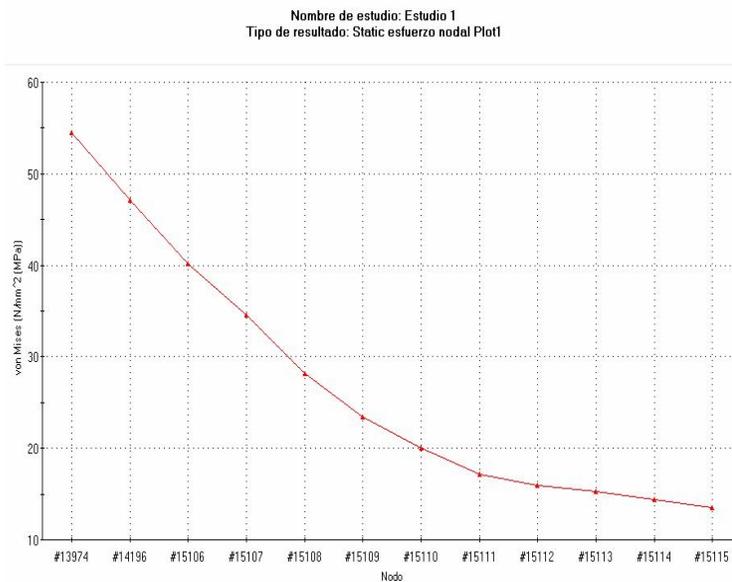


Figura 4.31. Definición de puntos, línea de tendencia, basculante del motor, estudio 3

$$\text{Teniendo un factor de diseño de } N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207\text{MPa}}{54,46\text{MPa}} = 3,8$$



Gráfica 4.6. Esfuerzo von Misses vs. Nodo, basculante del motor, estudio 3

Para el agujero donde está unido el amortiguador se considera el mayor esfuerzo de 65,958 MPa, correspondiente al nodo 77.

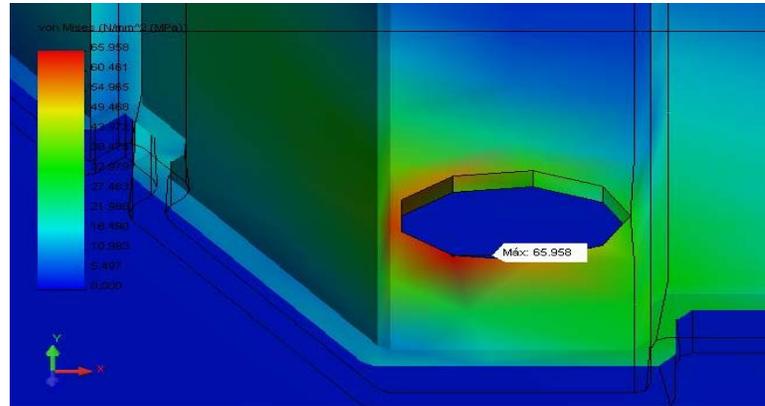


Figura 4.32. Esfuerzos máximo von Mises zona trasera, estudio 3

Teniendo un factor de diseño de  $N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207MPa}{65,958MPa} = 3,14$

En los tres estudios realizados con anterioridad se observa que los esfuerzos se concentran en la zona posterior de la moto, en la zona delantera del chasis o piso no se observan esfuerzos apreciables. Sin embargo se calcula el factor de seguridad tomando nodos de forma transversal y graficando los resultados, tal como se observa en la figura 4.33 y la gráfica 4.7.

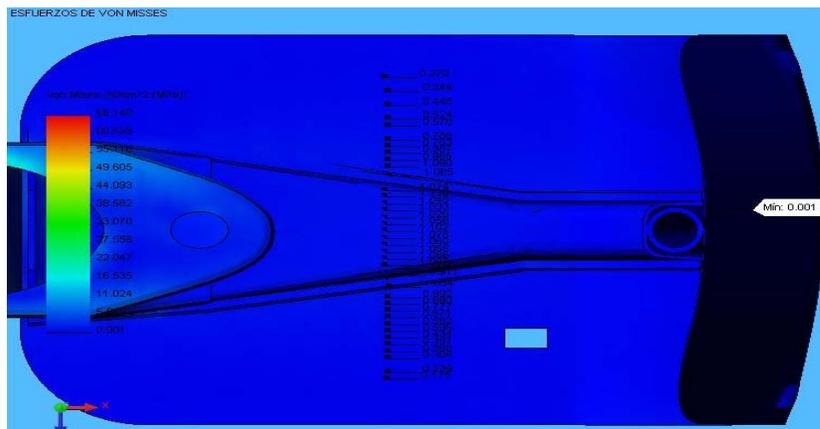
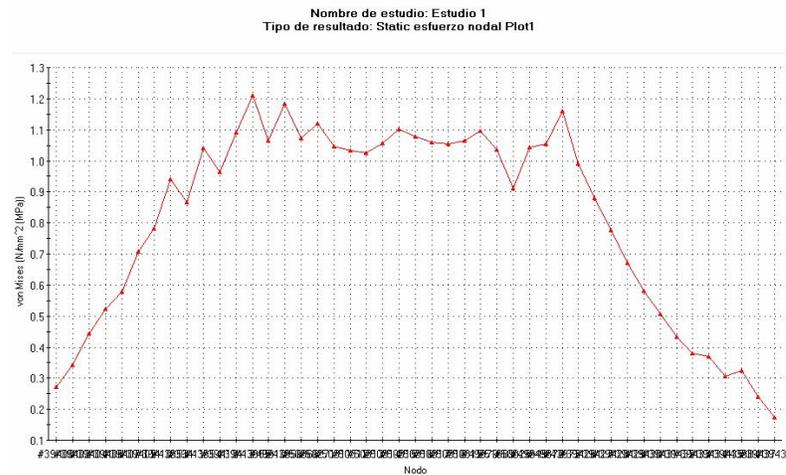


Figura 4.33. Definición de puntos, línea de tendencia, zona posa pie, estudio 3



Gráfica 4.7. Esfuerzo von Misses vs. Nodo, zona posa pie, estudio 3

Obsérvese que el esfuerzo de von Misses mínimo se ubica en esta zona y corresponde a 0,001 MPa. El factor de diseño es

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207 \text{ MPa}}{1,2 \text{ MPa}} = 172,5$$

Cuarto estudio: Cuatro personas adultas; dos sentadas sobre la motocicleta y dos de pie, como indica la figura 4.34. En este ensayo se evaluarán condiciones fuera de toda posibilidad de manejo, evaluando condiciones extremas con la finalidad de observar el comportamiento del chasis.

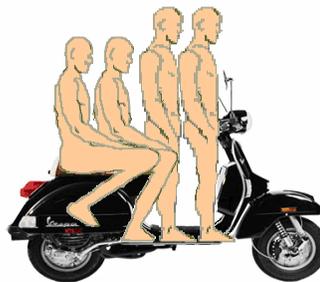


Figura 4.34. Representación estudio 4

Con cuatro personas simultáneamente sobre la motocicleta, solamente la más cercana al volante de dirección irá con los pies completamente apoyados sobre la zona posa pie, otra persona no poseerá apoyo alguno de este tipo y las dos restantes apoyarán completamente su peso sobre la zona pose pie.

Aplicación de cargas: Cuatro personas de masa 80 Kgm promedio

$$320Kg * 9,81 \frac{m}{s^2} = 3139,2N$$

$$\text{Peso de una sola persona: } 80kg * 9,81 \frac{m}{s^2} = 784,8 \text{ kg } \frac{m}{s^2} = 784,8 N$$

Entonces:

$$F_{\text{asiento}} = 635,688N + 784,8N = 1420,488N$$

$$F_{\text{pies}} = 149,112N + (2 * 784,8N) = 1718,712N$$

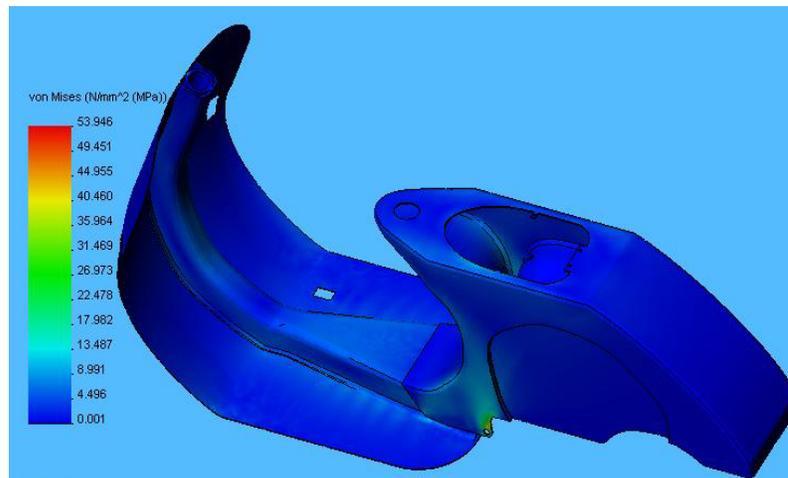


Figura 4.35. Esfuerzos de von Misses, estudio 4

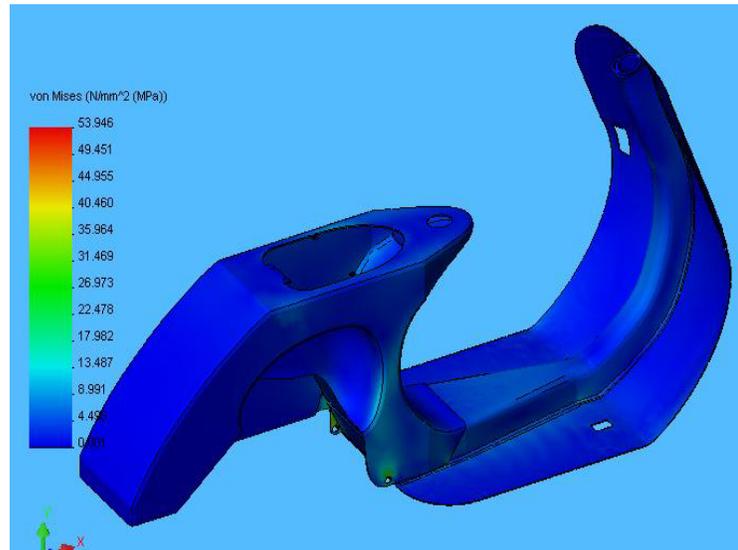


Figura 4.36. Esfuerzos de von Misses, estudio 4

En las figuras 4.35 y 4.36, la aplicación de fuerzas distribuidas sobre la zona posa pie del chasis implica la aparición de esfuerzos de von Mises más resaltantes, se observa una coloración verde claro en la “vena” del chasis hacia la parte delantera de la motocicleta.

Para el agujero donde bascula el motor se considera el mayor esfuerzo de 53,946 MPa, correspondiente al nodo 2599.

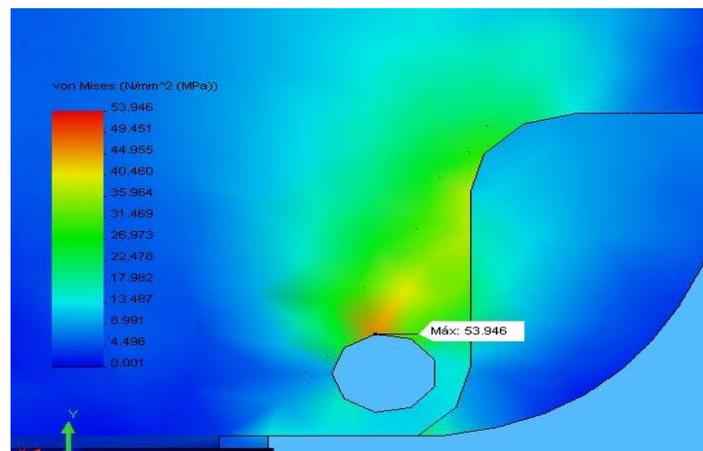


Figura 4.37. Esfuerzo máximo von Misses, estudio 4

Donde el factor de diseño corresponde a

$$N = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{207MPa}{53,946MPa} = 3,84$$

La diferente aplicación de cargas realizada en esta ocasión además de trasladar el punto de mayor concentración de esfuerzos del agujero del amortiguador al agujero basculante, otorga una aumento en el valor del factor de diseño.

En las figura 4.38 se observa una representación gráfica del factor de diseño con su respectiva escala, en la cual el menor factor de diseño está representado por un color rojo, así como un acercamiento a la zona posa pie figura 4.39.

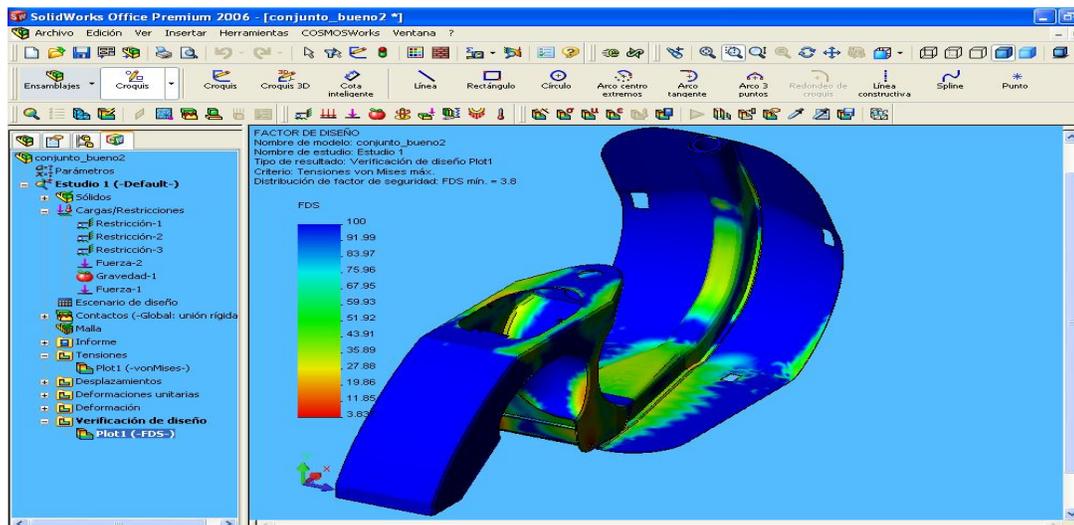


Figura 4.38. Representación gráfica del factor de diseño, estudio 4

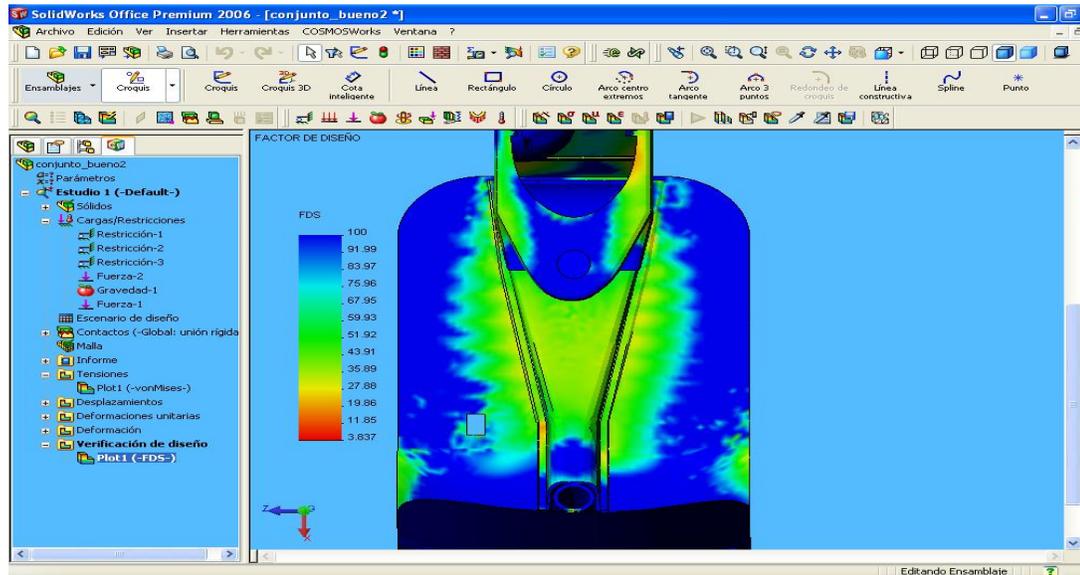


Figura 4.39. Factor de diseño, zona posa pie, estudio 4

Quinto estudio: Impacto frontal con dos personas transportándose en la Vespa.

Las pruebas de impacto real son herramientas utilizadas para verificar la efectividad de los dispositivos de seguridad y elementos de contención. Es necesario tener en cuenta que la complejidad del comportamiento de los elementos involucrados, hace imposible abarcar todas las variaciones del impacto de un vehículo con un elemento de contención. Por este motivo, se utilizan modelos computacionales, que complementan y ayudan a extrapolar los resultados de las pruebas de impacto real.

El estudio de la dinámica de un choque o la caída de un vehículo es muy complejo, los medios más eficaces de evaluar el comportamiento de un sistema de contención son las pruebas de impacto real o “crash

test”. Estas pruebas entregan valiosa información acerca de las condiciones y el comportamiento de los elementos involucrados, sin embargo, resulta imposible abarcar todas las posibilidades de choque en un número finito de pruebas.

Estas pruebas tienen dos objetivos, confirmar la resistencia estructural de la barrera en las condiciones del ensayo y conocer la reacción del vehículo e indirectamente las posibles consecuencias para los ocupantes.

Debido a que en el impacto frontal los esfuerzos y deformaciones superan el límite elástico del material, es muy poco lo que se puede hacer para estimar la resistencia contra los impactos utilizando el programa de elementos finitos.

Según la Internacional Insurance Whiplash Prevention Group; un grupo de trabajo creado por centros de investigación en reparación del automóvil de Alemania, Estados Unidos y Gran Bretaña, dedicados a pruebas dinámicas de comportamiento de vehículos y asientos de pasajeros, afirman que existe un perfil de desaceleraciones de 19 Km/h a 0 Km/h en 0,91 s, en colisiones frontales o traseras.

Teniendo así el valor de la desaceleración:

$$a = \frac{19 \frac{Km}{h} * \frac{1h}{3600s} * \frac{1000m}{1Km}}{0,91s} = 5,80 \frac{m}{s^2}$$

Según la tercera de ley de Newton:  $F = m * a$

Teniendo una masa total de:  $m = 98Kg + 80Kg + 80Kg = 258Kg$

De los cuales, el peso total de la motocicleta es de 98 Kg y el resto corresponde a la masa promedio de cada pasajero.

Asumiendo un choque inelástico con conservación total de energía, y despreciando la transformación de energía en calor, la fuerza con la que impacta la motocicleta una barrera sólida será la misma fuerza con la que la barrera responde a la motocicleta, pero de sentido inverso

$$F_{12} = -F_{21}$$

Calculando la fuerza respectiva:

$$F = 258Kg * 5,80 \frac{m}{s^2} = 1496,4N \cong 1500N$$

Se aplicó esta carga central en la parte frontal, la cual, simula el impacto con una barrera sólida. Las restricciones al desplazamiento, se colocaron en el marco trasero del habitáculo para observar como éste se deforma, con relación a la parte frontal del vehículo.

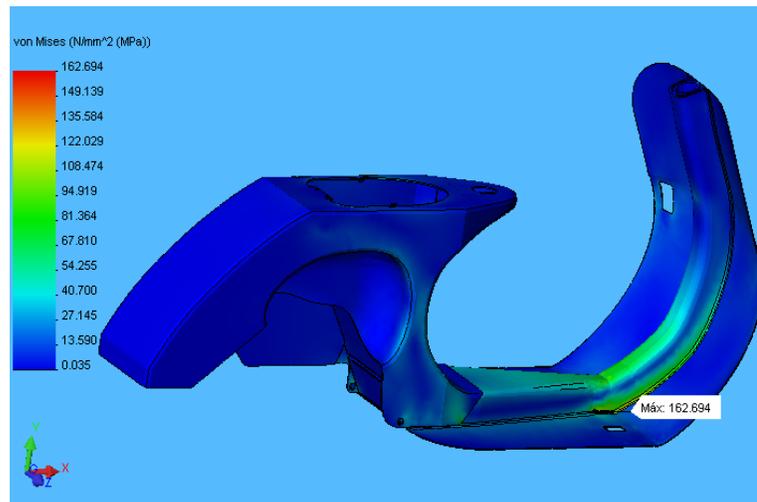


Figura 4.40. Aplicación de cargas de impacto

Tal como se observa en la figura 4.40, la zona de mayor concentración de esfuerzos reside en la parte delantera de la motocicleta, donde se alcanza un valor máximo de 162,694 MPa, para tal zona el factor de diseño disminuye al valor:

$$N = \frac{207\text{Mpa}}{162,694\text{MPa}} = 1,27$$

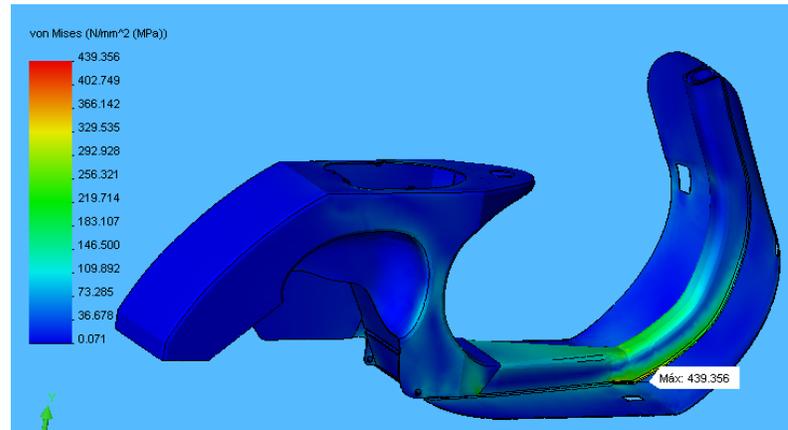
Lo cual hace inherente la posibilidad de una deformación permanente en el chasis de la motocicleta, ya que el valor alcanzado es muy próximo al valor límite de cedencia del material, recuérdese que se realizó un ensayo partiendo de una velocidad inicial de colisión de 19Km/h. La posibilidad de colisionar a una velocidad mayor, por ejemplo a 50 Km/h podría resultar en graves daños al chasis o ruptura del mismo, así como a los pasajeros que la mayor parte del tiempo son despedidos fuera de la motocicleta causando graves lesiones.

Tal como se observará a continuación, se asumió una desaceleración de 50 Km/h a 0 Km/h en el tiempo anteriormente registrado de 0,91 s,

obteniendo una desaceleración de  $a = \frac{13,9 \frac{m}{s}}{0,91s} = 15,26 \frac{m}{s^2}$  y una fuerza

de  $F = 258Kg * 15,26 \frac{m}{s^2} = 3937,08N \cong 4000N$ , obteniendo los

siguientes resultados gráficos



*Figura 4.41. Aplicación de cargas de impacto II*

Donde se observa que el esfuerzo máximo de von Mises (439,356 MPa) sobrepasan el esfuerzo máximo del ensayo de tracción, por lo cual se puede prever una ruptura del material, así como zonas de deformación permanente del chasis.

#### ***4.6. Reforma estructural de la motocicleta.***

Como es de recordar, la Vespa está fabricada con chapa de acero embutida, en su sección inferior; correspondiente al suelo y posa pies, es una unión permanente de varias secciones que otorga características únicas de rigidez.

Para un buen alcance con los brazos los objetos deben estar situados lo más cerca posible, evitando extenderlos demasiado o encorvarse para alcanzar cualquier tipo de control. Lo más conveniente resulta en aumentar la distancia en la zona posa pies; es decir, introducir una nueva sección de lámina de acero de 550mm. de un material y forma semejante al original. En solape se utilizará 50 mm. de cada lado para otorgar mayor rigidez al suelo, por tanto el alargue total corresponde a 450 mm. por razones

ergonómicas, ya que la distancia promedio de los glúteos a las rodillas de una persona corresponde a 560mm. tal como se observa en la figura 4.42.

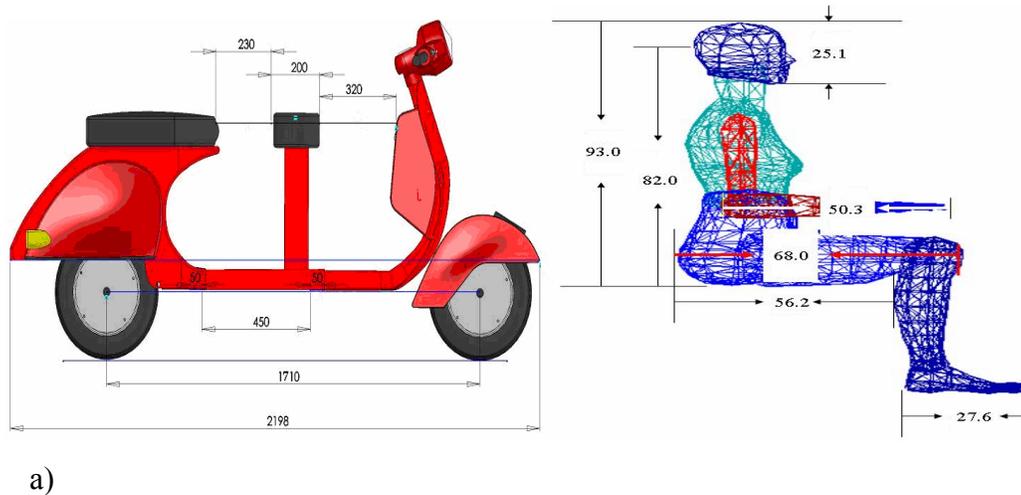


Figura 4.42. a) Reforma estructural, b) Patrón de medidas

Además para la fabricación del asiento del chofer se destinará un tubo de sección cuadrada de 90x90mm. y espesor 2,5mm, el cual estará unido permanentemente a la nueva sección mediante soldadura.

Realizando un nuevo modelo en el software utilizado y ensayando pertinente a su nueva capacidad de transporte; tres personas, el chofer sentado individualmente y dos personas sentadas de forma natural en la parte posterior de la motocicleta tenemos:

La aplicación del mallado, determinación del centro de masa y masa del nuevo modelo, así como la aplicación de restricciones se realizará de igual forma que en los estudios anteriores.

Sexto Estudio: Tres personas sentadas de forma natural, dos de ellas en la sección trasera de la motocicleta(pasajeros) y una en la nueva sección(chofer).

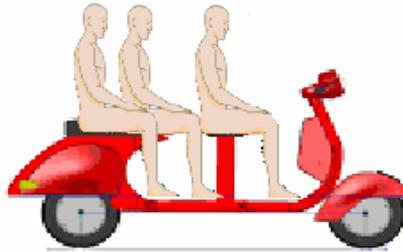


Figura 4.43. Sexto estudio.

Aplicación de cargas: Dos personas de masa 80 Kgm promedio, sentadas de forma natural:

$$160\text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569,6 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569,6 \text{ N}$$

Obteniendo así las fuerzas a ser aplicadas:

$$F_{\text{asiento}} = 1569,6\text{N} * \frac{81}{100} = 1271,376\text{N} \quad F_{\text{pies}} = 1569,6\text{N} * \frac{19}{100} = 298,224\text{N}$$

Estas cargas serán aplicadas de igual forma que en la sección anterior, es decir, sobre la zona del asiento y sobre el suelo o posa pies del chasis.

La nueva aplicación de carga corresponde a la del chofer ubicado en un compartimiento separado, que de igual forma se sentará de forma natural, teniendo así:

$$F_{\text{asiento-nuevo}} = 784,8\text{N} * \frac{81}{100} = 635,688\text{N} \quad F_{\text{pies}} = 784,8\text{N} * \frac{19}{100} = 149,112\text{N}$$

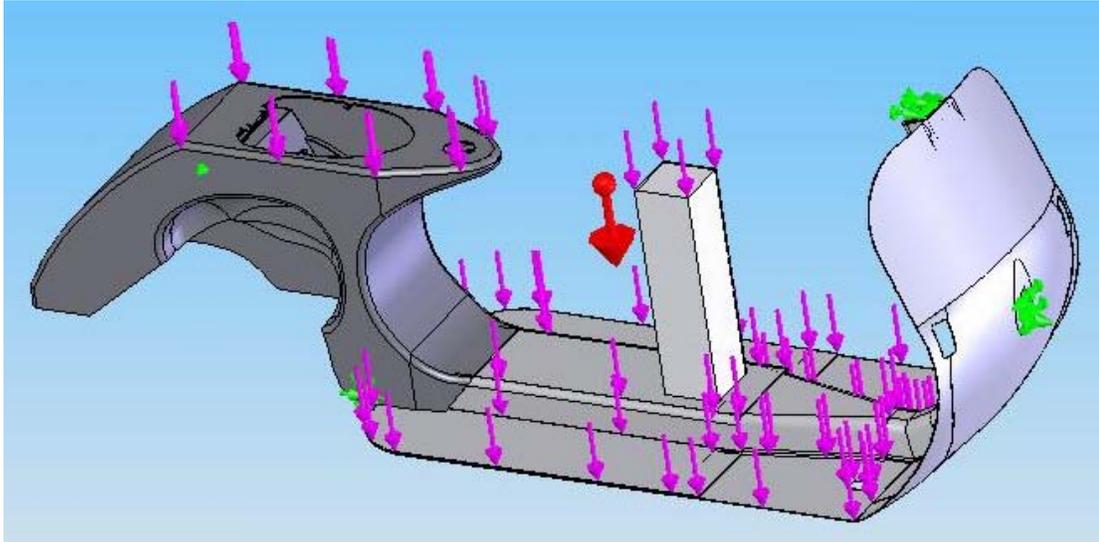


Figura 4.44. Aplicación de cargas sobre el modelo.

Se puede observar en la figura 4.45 que la escala de colores posee un rango desde 0,000MPa hasta 104,32 MPa, esta escala va desde un color azul, pasando por verde, amarillo, hasta rojo; la zona colorada representada en el estudio la zona de mayor concentración de esfuerzos.

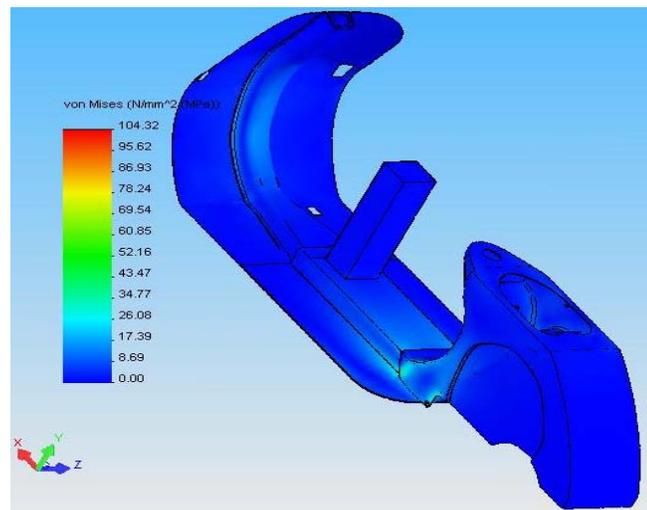


Figura 4.45. Esfuerzos de von Misses para moto alargada.

Tomando veinte puntos al azar en línea ascendente del chasis en su zona delantera cerca del cubo de la dirección, tal como se muestra en la figura 4.46, y luego graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica 4.8) se observa que el mayor esfuerzo von Misses corresponde a un valor de 13,07 MPa.

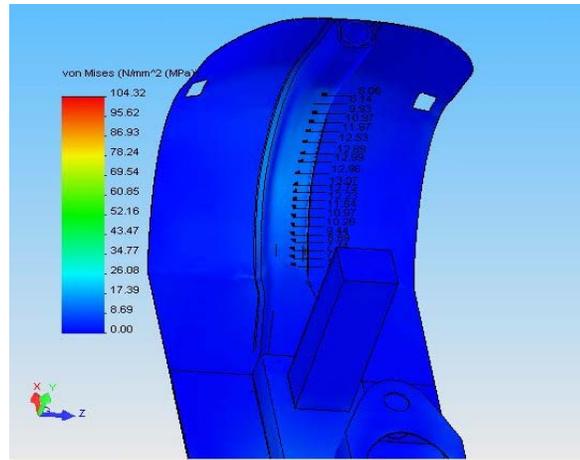
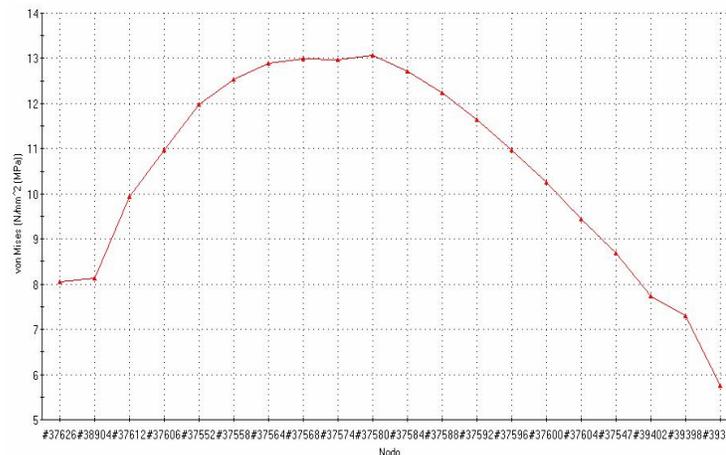


Figura 4.46. Esfuerzos de von Misses, parte delantera.



Gráfica 4.8. Esfuerzos de von Misses Vs. Nodo parte delantera.

Teniendo así un factor de diseño: 
$$N = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{207MPa}{13,07MPa} = 15,84$$

De igual forma tomando veinticuatro puntos en la zona basculante lado motor y graficándolos se observa:

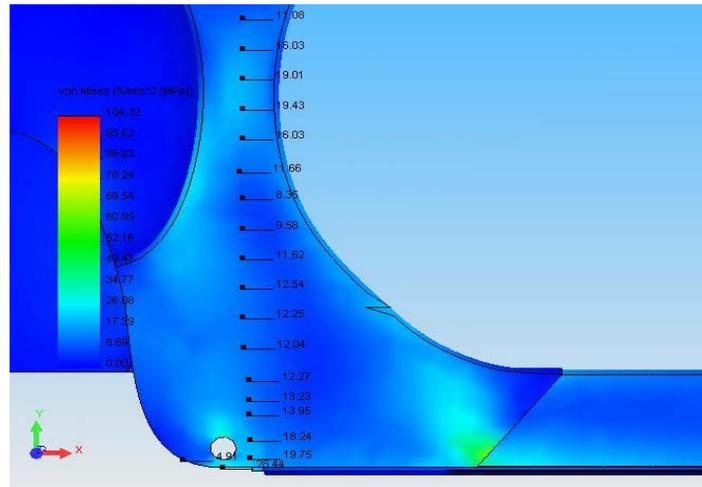
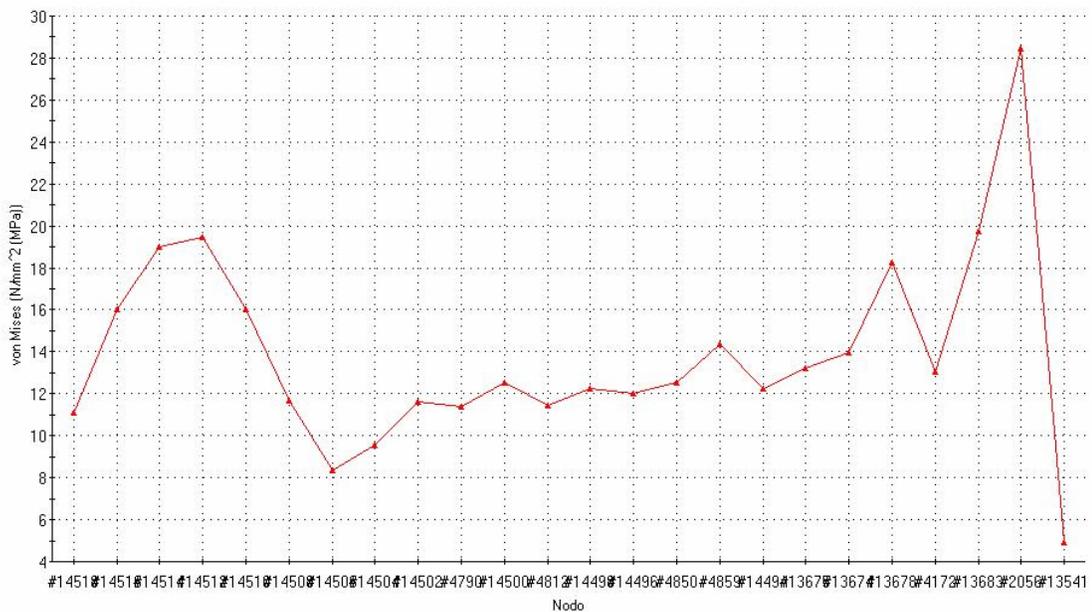


Figura 4.47. Esfuerzos de von Misses basculante, lado motor



Gráfica 4.9. Esfuerzos de von Misses Vs. nodo basculante, lado motor.

Con un esfuerzo de 28,44 MPa. se tiene: 
$$N = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{207MPa}{28,44MPa} = 7,28$$

Tomando veinte puntos en la zona basculante lado contrario motor y graficándolos se observa:

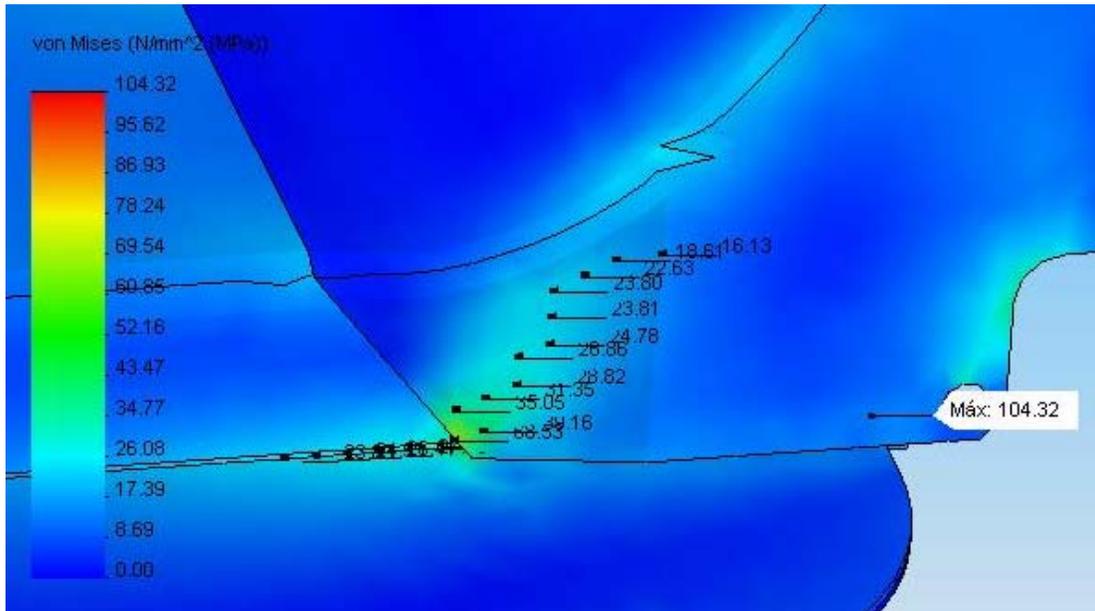
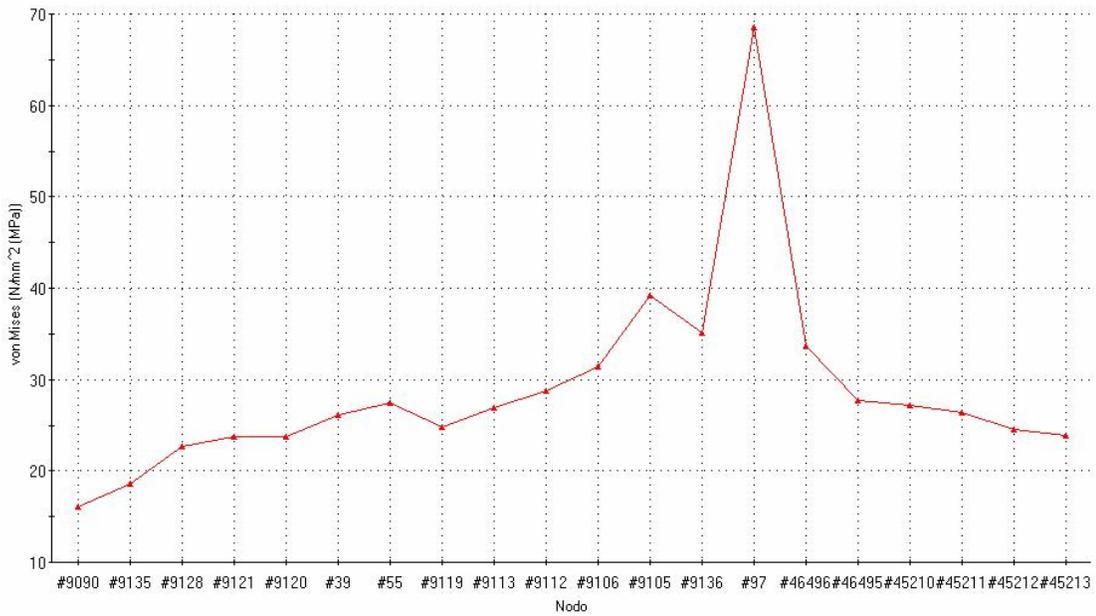


Figura 4.48. Esfuerzos de von Misses basculante, lado contrario motor



Gráfica 4.10. Esfuerzos de von Misses Vs. nodo basculante, lado contrario motor.

Con un esfuerzo de 68,53 MPa. se tiene: 
$$N = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{207MPa}{68,53MPa} = 3,02$$

El mayor esfuerzo está representado en la zona correspondiente a la extensión de la “vena” inferior, cerca del basculante del motor, donde su valor corresponde a 104,32 MPa. y aquí se determina que el factor de diseño corresponde a:

$$N = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{207MPa}{104,32MPa} = 1,98$$

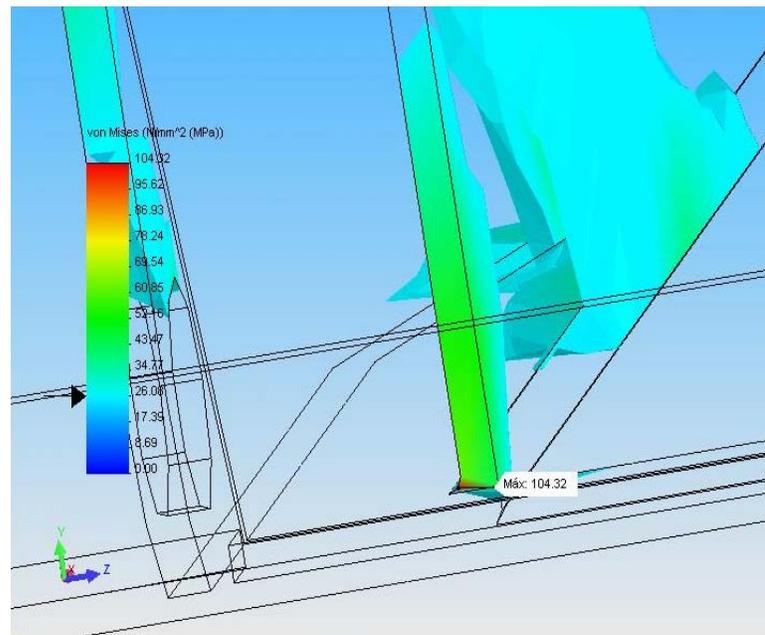


Figura 4.49. Esfuerzo máximo de von Mises.

Este factor de diseño se ajusta a los requerimientos exigidos por el Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre para la Homologación de Prototipo, que reza textualmente: “Si los equipo instalados sobre el vehículo pueden dañar la estructura resistente del mismo, se comprobará bajo suposiciones límites de actuación de estos equipos y las tensiones máximas a las que se encuentra trabajando la estructura resistente del vehículo, considerándose, en general, válidos estando con un coeficiente de seguridad como mínimo de 2 respecto al límite elástico del material...”[15]

Ante esta situación se fabricará un soporte inferior adicional de lámina metálica, el cual por debajo de la nueva sección a colocar y tendrá una forma semejante a esta.

*Séptimo estudio:* En este estudio se modificó la nueva sección del suelo a 700mm. de longitud y se ensayo bajo las mismas condiciones del sexto ensayo. El estudio arrojó resultados negativos, ya que el factor de diseño en el basculante del motor y en la vena del pecho de la motocicleta eran de 0,05. Este valor especifica que los esfuerzos de von Misses en esta zona son muy cercanos al límite de fluencia del material.

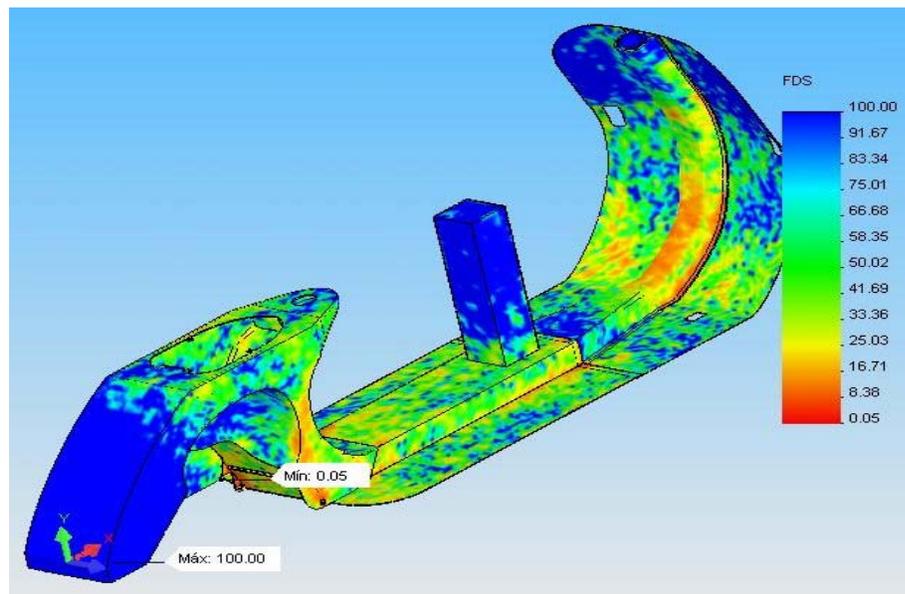


Figura 4.50. Factor de diseño, séptimo estudio.

#### 4.7. Diseño de un techo para la moto

Hoy en día en nuestro país muy rara vez se observa una moto con techo, no existe su fabricación por parte de ninguna industria nacional, sin embargo existen motos con este accesorio, son importadas por casas de gran prestigio como BMW y Geely pero son de alto costo.

Uno de los propósitos principales del techo para la moto, es que sea diseñado como un protector contra las inclemencias meteorológicas y se pueda adaptar a las diferentes necesidades del usuario como: seguridad, comodidad, ergonomía, funcionalidad y movilidad, permitiendo una mayor independencia en las diferentes tareas de la vida diaria.

#### ***4.7.1. Alternativas para la selección de la estructura del techo***

Antes de plantear la matriz morfológica de la tormenta de ideas, es necesario plantear las características que poseen cada uno de los diseños a estudiar, con el fin de obtener un resultado preciso y objetivo de la selección óptima y que se ajuste mejor a las necesidades de sus usuarios. A continuación se muestra cada una de las ideas aportadas en las tormentas de ideas, de las cuales seleccionamos las cuatro más razonables y factibles que se adaptaran a las necesidades de funcionalidad, comodidad y ergonomía, factores determinantes para la elección del diseño.

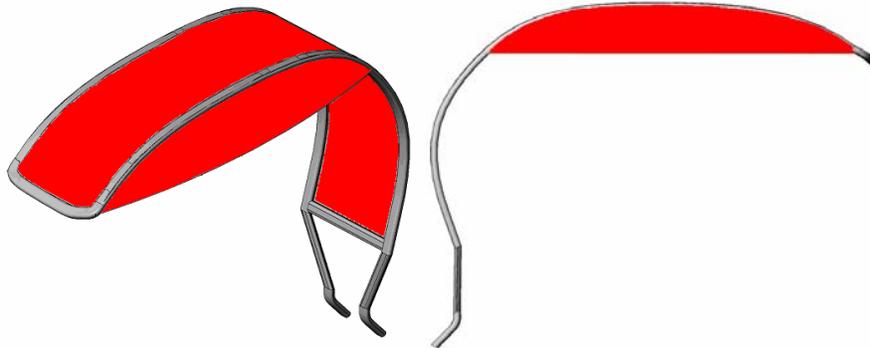
##### ***Diseño 1:***



***Características:*** De secciones tubulares paralelas, este diseño se caracteriza por ser un tanto “recto”, ya que solo se aprecian dobleces en cuatro zonas específicas y una parte posterior “achatada”. Posee un parabrisas que separa el aire de la parte frontal del chofer. Está sostenido de los extremos de ambas

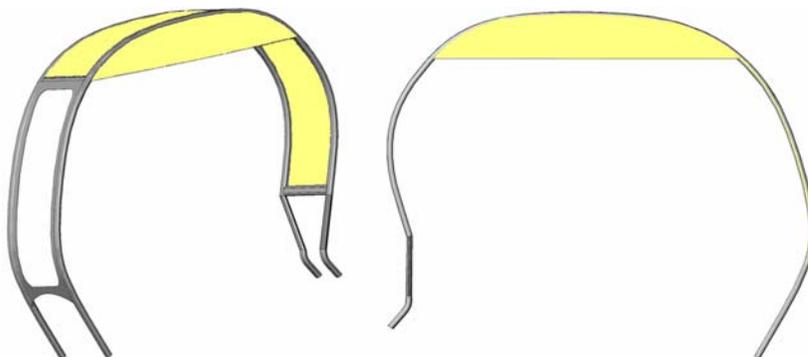
secciones paralelas. Cuenta con cuatro refuerzos. Resguardo elaborado con lámina metálica de acero.

Diseño 2:



Características: Formado por un marco rígido de líneas suaves sólo posee apoyo en la parte posterior de la motocicleta, además de contar con tres refuerzos transversales, la parte delantera posee una terminación redondeada. Protege de lluvia y sol en su sección superior y posterior. Resguardo elaborado con lona plástica

Diseño 3:



Características: Marco rígido formado por secciones tubulares paralelas, que gracias a sus líneas suaves y curvas proporcionan estética, de acople delantero estratégico sobre el buche delantero de la motocicleta y acople trasero sobre la base portaplaca. Provisto de parabrisas. Cuenta con cuatro refuerzos

transversales que aportan rigidez a la estructura. Protege de lluvia y sol tanto frontal, superior y posterior. Resguardo elaborado con fibra de vidrio.

Diseño 4:



Características: De secciones tubulares paralelas sustenta un parabrisas y una reducción posterior que continúa en un solo tubo apoyado en la parte trasera de la motocicleta. De líneas suaves protege de un día solado y lluvia tan solo en la parte frontal y superior. Resguardo elaborado de lámina de aluminio.

**4.7.1.1. Análisis morfológico**

Consiste en evaluar los parámetros más importantes del problema para luego buscar la mayor cantidad de alternativas para cada parámetro.

A continuación se explicarán los parámetros seleccionados para evaluar las diferentes posibles soluciones de las tormentas de ideas. Para elegir la opción más importante se debe identificar las variables y detalles del diseño en cuestión, realizando una ponderación de los parámetros según su importancia.

Criterios de selección y escala de evaluación.

Criterio N°	Descripción	Denominación	Valor
1	Protección a condiciones ambientales	Excelente	5
2	Anclaje a la motocicleta	Muy bueno	4
4	Proceso de Fabricación	Bueno	3
5	Menor costo de Fabricación	Regular	2
6	Estética	Deficiente	1
7	Peso del cobertor		

Tabla 4.6. Criterios de selección y escala de evaluación

Matriz morfológica.

Aplicando los criterios para los parámetros de selección y ponderándolos de acuerdo a la escala de estimación anteriormente descrita, evaluamos cada una de las opciones propuestas de una manera objetiva, lógica y neutral, con el fin de elegir el diseño que reuniera las características que mejor se ajustaran a nuestras necesidades.

Criterios	Diseño N° 1	Diseño N° 2	Diseño N° 3	Diseño N° 4	Diseño Ganador por categoría
Protección ambiente	5	2	5	3	1 y 3
Anclaje a motocicleta	5	1	5	4	1 y 3
P.de Fabric.	5	2	4	2	1
Menor costo	4	5	4	5	2 y 4
Estética	2	1	5	4	3
Peso del cobertor	2	5	5	4	2 y 3
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>Diseño N° 3</b>

Tabla 4.7 Matriz morfológica

De los cuatro diseños propuestos el más óptimo fue el tercer diseño, destacado en su protección ambiental; ya sea de sol o lluvia además de su capacidad de apartar el viento de la cara del chofer a alta velocidad, realza su estética ya

que es acorde con la silueta de la Vespa, ofreciendo armonía de formas y reducido peso del material cobertor del techo.

En cuanto a la protección ambiental de los demás diseños, el más desfavorable era el que no poseía parabrisas, además de su pobre sustentación con el chasis de la Vespa.

Indudablemente la silueta más seductora es la del tercer diseño, sin embargo la silueta del cuarto diseño no resultaba incómoda como si su fabricación, ya que implicaba la reducción proporcional del ancho del techo hacia la parte posterior, vinculando una forma de construcción complicada.

Por otra parte el menor costo de fabricación lo incluía el segundo diseño, ya que poseía la menor cantidad de material y el cuarto diseño contaba con sólo un apoyo trasero.

El material más liviano lo constituye una lona, tal como el segundo diseño, ya que es factor clave el peso de la estructura que se está planteando, sin embargo el cobertor de fibra de vidrio representa una opción un poco más costosa, aunque liviana y más duradera.

#### ***4.7.2. Selección del Material***

El material del marco es un punto muy importante a tomar en cuenta en el diseño, tanto para el buen funcionamiento como para su posterior producción. Se puede tomar en cuenta una variedad de materiales como aceros y sus aleaciones, aluminio y sus diversas aleaciones, para esta construcción se toman estos dos en cuenta ya que dentro de esta variedad se encuentran los más accesibles en el mercado.

Material	Masa unitaria x10 <sup>3</sup> (Kg./m <sup>3</sup> )
Aleación de aluminio extruida 2024-T4 6063-T6	2,77
Acero 0,2% de carbono (Rolado en caliente) 0,6% de carbono (Rolado en caliente) 0,6% de carbono (Templado) 3,5% Ni, 0,4% C	7,83

*Tabla 4.8. Propiedades de materiales*

En la tabla anterior se describe la característica primordial que hace del aluminio un material ligero, es decir, dado un volumen constante de material, la masa del acero será mayor que la del aluminio por tanto de igual incidencia será la aceleración de la gravedad.

Recordemos que la masa total aportada a la Vespa debe ser la menor posible, tratando de reducir al mínimo la capacidad de desplazamiento que aporta este vehículo tan popular. Lo primordial en esta búsqueda del material adecuado nos lleva a una única solución, el aluminio es el material adecuado para realizar el marco del techo, por ser liviano, resistente a los agentes climáticos, inalterable a la intemperie, el aluminio no se deteriora por la exposición permanente a los rayos solares, posee gran variedad de laqueados y tener gran presencia estética. Se utilizará aleación de aluminio extruida 6063-T6 por ser la más accesible en el mercado.

#### ***4.7.3. Selección de la sección transversal***

Según especificaciones de seguridad para chasis de la Fórmula SAE (Society of Automotive Engineers), la estructura que protege el automóvil está

compuesta por el marco, tubo principal, marco del tubo frontal, estructura de impacto lateral, estructura de volcamiento frontal y parachoques, y éstas deben ser constituidas por tubos de acero rolado, recocidos o aleaciones con un mínimo de 0,1% de carbono con las siguientes dimensiones específicas:

Componente del chasis	Diámetro exterior (mm.)	Espesor (mm.)
Marco principal y frontal	25,4	2,4
Protector de impacto lateral, frontal, volcamiento, parachoques y aditivos de seguridad	25,4	1,65

*Tabla 4.9. Dimensiones específicas según componente vehicular SAE*

En cuanto a la utilización de materiales alternativos para la elaboración del chasis tubular FSAE orienta que para el uso de aluminio, el espesor de pared del tubo debe ser mayor o igual a 3,175 mm. (0,125 pulg.). El equivalente esfuerzo de cedencia debe considerar las condiciones de uniones soldadas contempladas en el Welding Handbook, volumen 4, séptima edición de la sociedad americana de soldadura, al menos que el equipo demuestre que esta parte está apropiadamente solucionada con tratamientos térmicos y agentes artificiales.

Para el diseño del techo se ha considerado lo siguiente:

- ✓ Debe ofrecer resistencia ante las sollicitaciones presentes.
- ✓ La metodología de diseño se basa en la comparación con las normas para la elaboración de estructuras de vehículos de Fórmula SAE.
- ✓ La estructura y los perfiles pueden someterse a pruebas durante su diseño y construcción para efectuar mejoras.

Para verificar que la armadura del techo es resistente se comparó este perfil con el que se encuentra con la mayor sollicitación de aluminio descrito por

FSAE. Considerando que el material tiene las mismas propiedades mecánicas y que las solicitaciones del perfil seleccionado por la Fórmula SAE son severamente mayores, se procederá al cálculo del momento de inercia de ambos perfiles y esta diferencia sería el único factor influyente en el desplazamiento de los componentes de la armadura.

Cálculo del perfil FSAE:

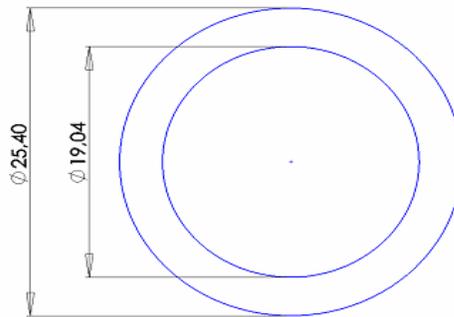


Figura 4.51. Dimensiones del perfil de aluminio según FSAE

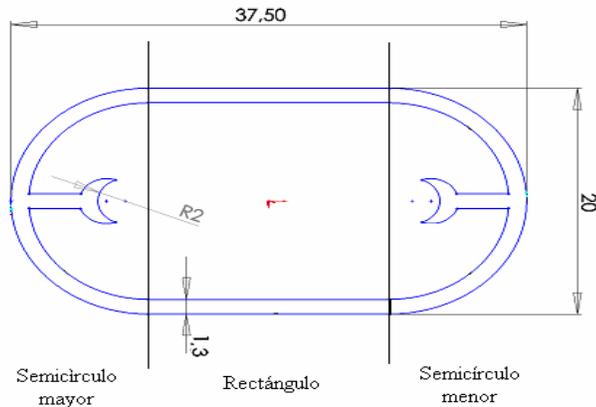
Donde:

$$I_o = \frac{\pi(D_{\text{externo}}^4 - D_{\text{interno}}^4)}{64} = \frac{\pi(25,4^4 - 19,04^4)mm^4}{64} = 13980,55mm^4$$

Para el cálculo del momento de inercia de nuestro perfil se procede a descomponerlo en elementos geométricos sencillos, y aplicando teorema de ejes paralelos o teorema de Steiner  $I = I + Ad^2$  para realizar sumatoria de inercias.

Forma geométrica	Área	Momento de inercia
Rectángulo	$A = b \times h$	$I_o = \frac{b \times h^3}{12}$
Semicírculo	$A = \pi \frac{D^2}{8}$	$I_o = 0,007D^4$

Tabla 4.10. Sectores representativos del perfil.



Rectángulo: Cálculo de área  $A = (1,3 * 17,5) mm^2 = 22,75 mm^2$

$$\text{Cálculo de inercia } I = \frac{(1,3 * (17,5)^3) mm^4}{12} = 580,59896 mm^4$$

Distancia al eje central = 0

Teorema de Steiner =  $580,59896 mm^4$

Semicírculo mayor: Cálculo de área  $A = \pi \frac{20^2 mm^2}{8} = 157,08 mm^2$

$$\text{Cálculo de inercia } I = 0,007 * (20)^4 mm^4 = 1120 mm^4$$

$$\text{Distancia al eje central} = 8,75 + \frac{4 * R}{3 * \pi} = 8,75 + 4,24 = 12,99 mm.$$

Teorema de Steiner =  $I = 27625,69491 mm^4$

Semicírculo menor: Cálculo de área  $A = \pi \frac{17,4^2 mm^2}{8} = 118,89385 mm^2$

$$\text{Cálculo de inercia } I = 0,007 * (17,4)^4 mm^4 = 641,64532 mm^4$$

$$\text{Distancia al eje central} = 8,75 + \frac{4 * R}{3 * \pi} = 8,75 + 3,69 = 12,44 mm.$$

Teorema de Steiner =  $I = 19040,89663 mm^4$

Por lo tanto:

$$I_t = (2 * 580,59896 + 2(27625,6949 - 19040,89663)) mm^4 = 18330,79447 mm^4$$

Comparando la inercia total con la inercia del perfil propuesto por FSAE se observa:  $I_t > I_{FSAE} \therefore 18330,79447mm^4 > 13980,55mm^4$

La armadura del techo cumple los requerimientos para las condiciones en las que se encuentra nuestro modelo.

#### ***4.7.4. El método de elementos finitos***

##### *El mallado:*

Los elementos de malla utilizados para los cálculos, fueron del tipo tetraédrico lineales de bajo orden, con ello podemos asegurar que nuestros resultados son confiables, ya que el número y tamaño de elementos en una malla es el factor determinante en la precisión de los cálculos FEA, una malla más densa ofrece mayor certeza en el comportamiento real del modelo, como es en nuestro caso.

En este caso se generó una malla de 203490 nodos, con 804559 elementos tetraédricos.

*Aplicación de restricciones:* La aplicación de las restricciones impiden la movilidad del cuerpo al aplicarle fuerzas distribuidas o cargas, impidiendo que el modelo se desplace en cualquiera de las direcciones del sistema de coordenadas según sea el caso.

Se realizaron 14 restricciones de tipo inamovible, que corresponden a cada extremo de cada “larguero” del techo, ya que éste estará firmemente unido por ocho pernos en la parte delantera del chasis de la moto y en la zona trasera por

seis pernos, donde se ubica el portaplaca, la placa, la luz de freno y otros accesorios.

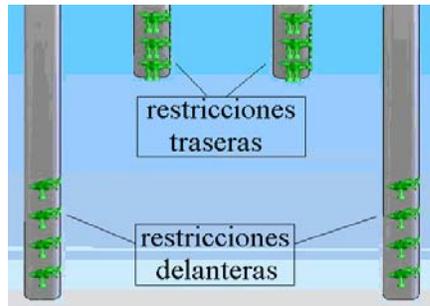


Figura 4.52. Aplicación de restricciones.

Centro de masa y aplicación de cargas: El programa calcula el centro de masa y la masa del modelo, el techo deberá soportar su propio peso así como ofrecer resistencia a la fuerza otorgada por el viento a máxima velocidad, 85Km/h aproximadamente y a una lluvia fuerte.

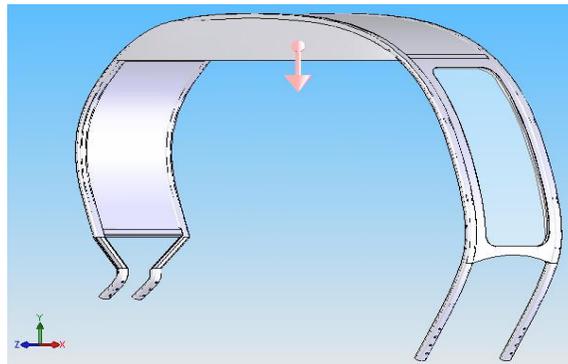


Figura 4.53. Determinación del centro de masa.

El flujo alrededor de un objeto como se estudia como arrastre, que es la fuerza que el flujo de aire ejerce sobre el cuerpo en la dirección del flujo.

$$F = \frac{C_d * \rho * V^2 * A}{2}$$

Donde: F es la fuerza de arrastre, C es el coeficiente de arrastre,  $\rho$  es la densidad del aire para la zona de interés, V es la velocidad del aire y A es el área proyectada sobre un plano normal a la dirección del flujo.

C = 0.3 para automóvil moderno.

Para Caracas la temperatura es de  $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{K}$  y  $101,6\text{KPa}$  de presión.

Teniendo  $P = RT\rho$

$$\rho_{\text{aire}} = \frac{P}{RT} = \frac{101,6\text{KPa}}{0,287 \frac{\text{KJ}}{\text{KgK}} * 298,15\text{K}} = 1,1873 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Utilizando Solid Works para determinar el área transversal del techo se tiene que corresponde a  $0,5\text{m}^2$ .

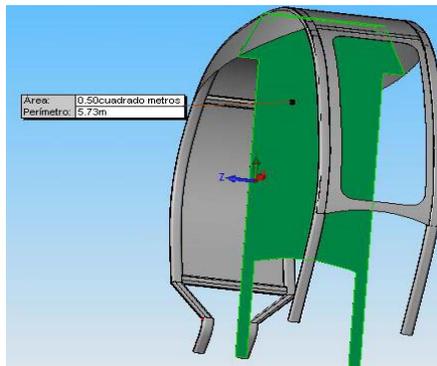


Figura 4.54. Determinación de la mayor sección transversal del techo.

Y con una velocidad máxima de  $85 \frac{\text{Km}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{1000\text{m}}{1\text{Km}} = 23,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  tenemos:

$$\rightarrow F = \frac{0,3 * 1,1873 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * (23,61 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 * 0,5\text{m}^2}{2} = 49,63793\text{N}$$

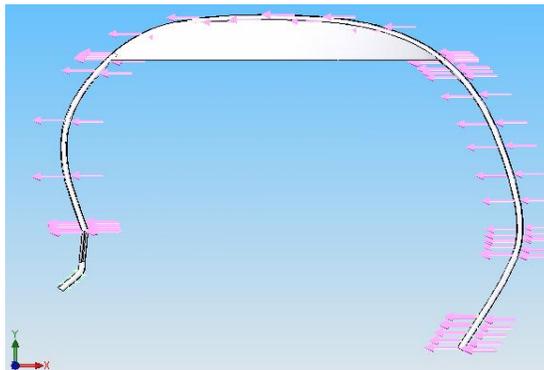


Figura 4.55. Aplicación de la fuerza de arrastre.

Debido a la alternabilidad en el impacto de las gotas durante una lluvia fuerte en una zona determinada y al efecto de escorrentía de las mismas, suponemos que ambos efectos son semejantes a la aplicación de la carga resultante de un envase rectangular de dimensiones semejantes a la zona superior del techo, el cual retenga el líquido en su interior durante 60 segundos.

Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología durante una lluvia fuerte se registran 7,6mm/h de agua, para el tiempo estimado tenemos:

$$7,6 \frac{\text{mm}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} = 2,11e^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}} * 60\text{s} = 1,26e^{-4}\text{m}$$

Esta altura multiplicada por el área superior del techo corresponde al volumen de agua acumulada en los 60 s. Donde el área superior es de 5,9m.

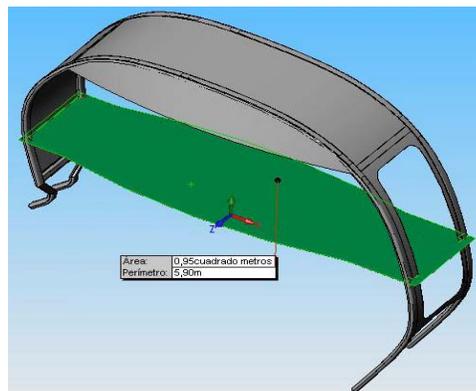


Figura 4.56. Determinación de la mayor sección longitudinal.

Teniendo así:  $1,26e^{-4}\text{m} * 5,9\text{m}^2 = 7,47e^{-4}\text{m}^3$  como volumen.

Con la densidad del agua,  $1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  y multiplicando este valor por el volumen

del agua obtenemos la masa de agua.  $1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 7,47e^{-4}\text{m}^3 = 0,747\text{Kg}$

Y multiplicando éste por la aceleración de la gravedad obtenemos el valor de la fuerza a aplicar en el ensayo de elementos finitos.

$$\rightarrow 0,747\text{Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 7,33134\text{N}$$

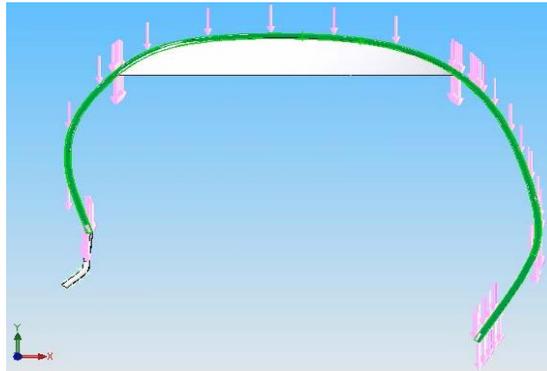


Figura 4.57. Aplicación de fuerzas para una lluvia fuerte.

**4.7.4.1. Propiedades de los materiales utilizados**

Fibra de vidrio:

Propiedad	Descripción	Valor
EX	Módulo elástico	4.2e+009
NUXY	Coefficiente de Poisson	0.44
GXY	Módulo cortante	
DENS	Densidad	2440
SIGXT	Límite de tracción	61000000

Aluminio:

Propiedad	Descripción	Valor
EX	Módulo elástico	6.9e+010
NUXY	Coefficiente de Poisson	0.33
GXY	Módulo cortante	2.58e+010
DENS	Densidad	2700
SIGXT	Límite de tracción	2.4e+008
SIGXC	Límite de compresión	
SIGYLD	Límite elástico	2.15e+008
ALPX	Coefficiente de dilatación	2.34e-005
KX	Conductividad térmica	209
C	Calor específico	900

Acrílico:

Propiedad	Descripción	Valor
EX	Módulo elástico	2.4e+009
NUXY	Coefficiente de Poisson	0.35
GXY	Módulo cortante	8.9e+008
DENS	Densidad	1200
SIGXT	Límite de tracción	48700000
SIGXC	Límite de compresión	
SIGYLD	Límite elástico	48400000
ALPX	Coefficiente de dilatación	5.2e-005
KX	Conductividad térmica	0.21
C	Calor específico	1500

**4.7.4.2. Resultados del estudio**

Tomando veintisiete puntos al azar en línea descendente de la pata de sujeción trasera que define los mayores esfuerzos, tal como se muestra en la figura, y luego graficándolos respectivamente para obtener una tendencia de esfuerzos, (gráfica) se observa que el mayor esfuerzo von Misses corresponde a un valor de 5,906 MPa.

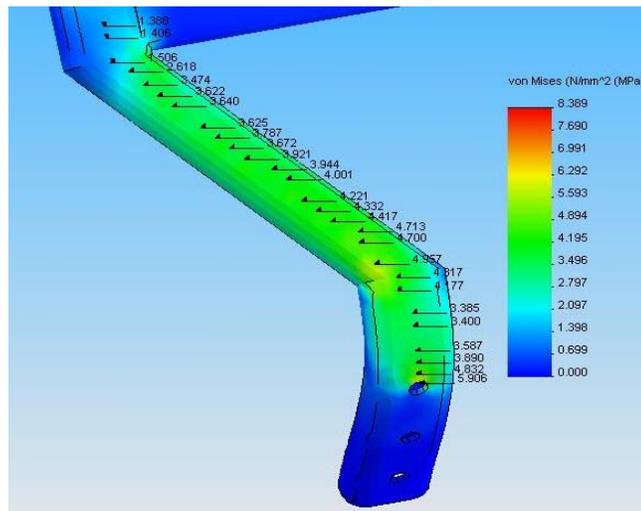


Figura 4.58. Esfuerzos de von Misses pata izquierda trasera.



Gráfica 4.11. Esfuerzo von Misses vs. nodo pata izquierda trasera.

Tenemos así en el punto de mayor esfuerzo de esta zona un factor de diseño:

$$N = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{215MPa}{5,906MPa} = 36,40$$

Para la estructura de aluminio el factor de seguridad mínimo es  $N=28,717$ .

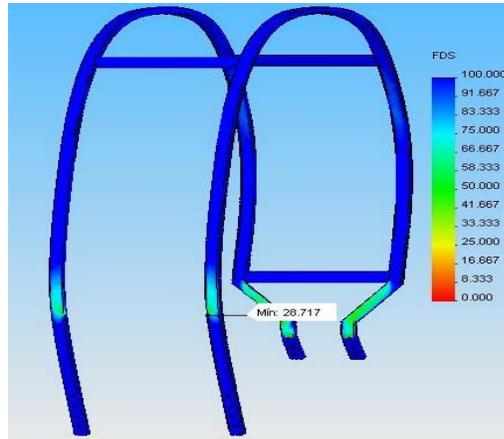


Figura 4.59. Factor de seguridad mínimo, estructura aluminio.

Para la estructura de fibra de vidrio se determinó que el factor de seguridad mínimo corresponde a un pequeño sector en el cual está unido a la estructura de aluminio y su valor es de  $N=7,27$ , tal como se observa en la figura 4.60. Este factor reducido se debe a la presencia de un borde concentrador de esfuerzos en el modelo.

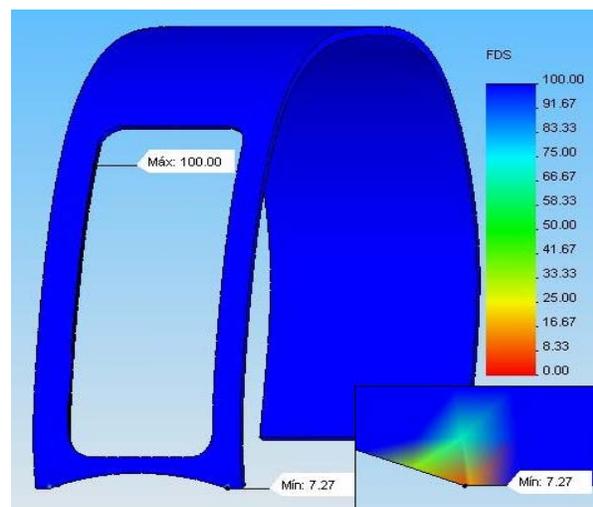
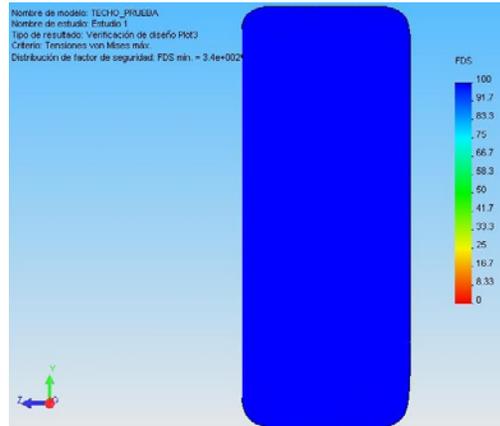


Figura 4.60. Factor de seguridad mínimo estructura de fibra.

El parabrisas acoplado firmemente a la estructura de fibra de vidrio y de un espesor de 5mm. el factor mínimo corresponde a  $N=340$ , (figura 4.61.)



*Figura 4.61. Factor de seguridad parabrisas.*

Como se pudo observar el mínimo factor de seguridad presente en el estudio corresponde a un valor de 7,27. Se determinó que el modelo ensayado es una estructura estable y capaz de soportar las cargas estimadas.

## CAPÍTULO V: Fabricación

### 5.1. Fabricación del asiento

La fabricación del asiento correspondiente a la nueva sección de la motocicleta que, se destinará a brindar soporte al conductor, ser confortable, poseer el mismo estilo y materiales de tapizado que la moto original. Dadas estas condiciones se procedió de la siguiente manera:

Primeramente era necesario seleccionar la forma más adecuada del asiento terminado, es decir, una forma que fuese lo más reducida longitudinalmente, pero de adecuadas dimensiones transversales, para esto se seleccionó la forma de “corazón achatado”, tal como se observa en la Figura 5.1.

El asiento necesitaría una base o soporte que fuese rígida y que permitiera de alguna forma su acople a la otra base unida rígidamente al chasis. Se seleccionó una sección de madera apamate (*tabebuia rosea*); dada su excelente calidad en la fabricación de muebles, ésta fue cortada a medida de la plantilla y posteriormente lijada.



Figura 5.1. a) Plantilla, b) Base del asiento en madera.

Una vez cortada la madera, sería trabajo del tapicero la selección de la goma espuma utilizada, su corte a medida, adhesión a la madera mediante pegamento, así como el corte, costura y elaboración del material cobertor de semicuero, para finalmente

grapado el semicucro en la parte inferior del asiento, proceso tal como se ilustra en las siguientes figuras.



*Figura 5.2. Fases de elaboración del asiento.*

Así mismo el patrón se utilizó para elaborar 2 bases metálicas del asiento, seleccionando un acero 1020 de 4 mm. de espesor. Para llevarla a medida se realizaron perforaciones continuas con un broca de 4 mm. a lo largo del perímetro del patrón dibujado sobre la lámina, para luego suavizar su contorno con un esmeril de mano y con disco de desbaste, tal como se observa en las Figura 5.3.



*Figura 5.3. Elaboración del soporte del asiento.*

También fue necesario elaborar 9 perforaciones con sus respectivos avellanados a 60 grados a fin de utilizar pernos de cabeza cónica, tanto para sujetar el asiento como para sujetar esta última base a la base firmemente unida al tubo cuadrado. Por otra parte se seleccionó un tubo de sección cuadrada de 90x90 mm. y de 2,5 mm. de espesor. (Figura 5.4.)



*Figura 5.4. Bases del asiento, asiento, porta asiento y herramientas de corte.*

Posteriormente se unieron permanentemente, con soldadura de arco los pernos a una de las bases y se esmeriló los residuos a fin de obtener una superficie alisada.

### 5.2. Desarme y seccionado de la Vespa

Se procedió a desacoplar la guantera, asiento, extraer el tanque de gasolina, luces de cruce, y extras. Las guayas del acelerador, cloche, las dos respectivas a los cambios y la de freno trasero fueron desacopladas, las anteriores se extrajeron hacia la parte delantera de la motocicleta, posteriormente se extrajo el perno de sujeción del basculante del motor y el amortiguador trasero, tal como se observa en la Figura 5.5., también se desconectaron algunos terminales eléctricos a fin de extraer el motor completo, es de acotar que la mayoría de las tuercas y pernos a extraer pueden ser fácilmente manipulados con llaves correspondientes a medidas  $\frac{1}{2}$  in. y 8 mm.

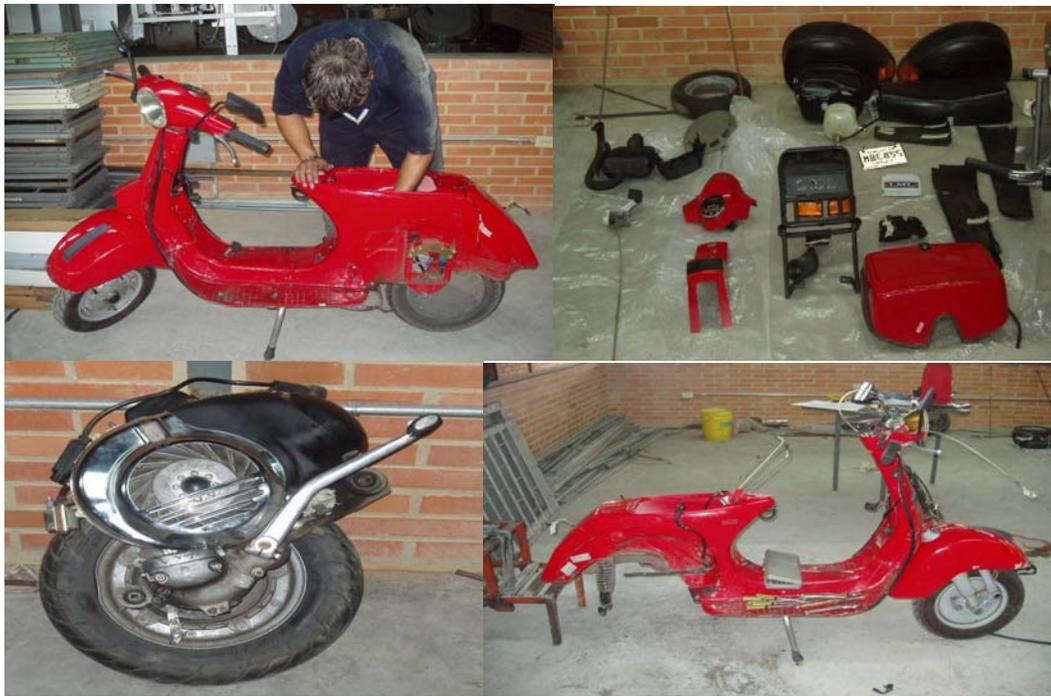


Figura 5.5. Procedimiento de desarme de la Vespa.

Es necesario determinar el número exacto de puntos de soldadura eléctrica que posee la junta entre el suelo y la sección posterior del chasis, este número determinará si es

posible remover las zonas de soldadura o si sería necesario realizar un corte transversal para separar las partes vinculadas.

Se contabilizaron un total de 58 puntos de soldadura eléctrica, la remoción de éstos debilitaría sensiblemente el metal, por tanto se estaría en presencia de un seccionamiento, el lugar escogido debe ser aquél en el cual existan los menores obstáculos, ya que en la zona próxima al suelo del chasis se encuentran ubicados tres tipos de refuerzos transversales, el pedal de freno trasero, el silenciador y el mecanismo del cabellete; incluido este mismo. La zona de corte está representada en la Figura 5.6. junto con los accesorios anteriormente descritos. El procedimiento de corte fue realizado con un esmeril de mano con un disco abrasivo, Figura 5.7.

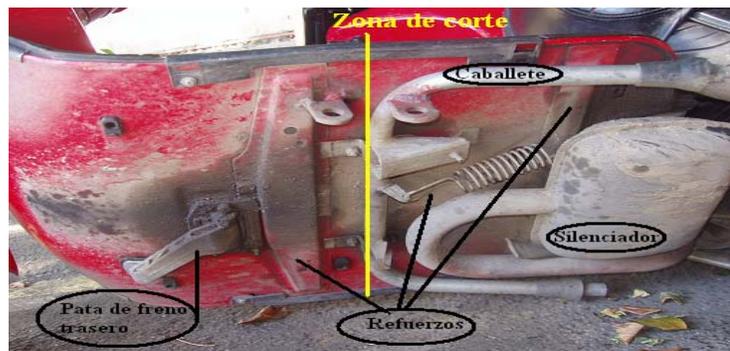


Figura 5.6. Ubicación de zona de corte.



Figura 5.7. a) Corte con esmeril de mano, b) Corte de la moto.

### 5.3. Fabricación de partes nuevas

Delimitando la lámina de acero a 550x580mm. y seccionándola por corte plasma se procedería al dobléz de la misma para obtener la nueva sección superior del suelo. Posteriormente sería necesario unir la nueva sección del suelo al chasis mediante pernos de 3/8 de pulgada de espesor y de una pulgada de largo.



Figura 5.8. a) Corte con plasma de la lámina, b) Doblez en plegadora de cortina



Figura 5.9. Corte y ensamble de la nueva sección.

Se seccionó el tubo de sección rectangular a la altura adecuada; 340mm. logrando así un corte a escuadra con caras totalmente niveladas.



Figura 5.10. Corte del tubo base del asiento.

A continuación se seccionó la lámina perteneciente al refuerzo inferior de la nueva sección del suelo, delimitándola se realizaron cortes respectivos con esmeril de mano y posterior dobléz de acuerdo a cuatro guías marcadas sobre el metal.



Figura 5.11. a) Corte con esmeril de mano, b) Sección inferior del suelo.

El número de cables eléctricos que son conducidos a través del suelo de la motocicleta, los cuales corresponden al sistema de encendido, sistema de luces de cruce, flotante de gasolina, entre otros, son 11, es necesario seccionarlos a fin de añadirles 500mm. La forma de unión será a través de unión manual enroscada y aporte de soldadura de estaño. El alargamiento de los cables eléctricos debe realizarse con cables de calibre semejante y de uso automotriz (cable eléctrico calibre 18).

Se elaboró un refuerzo para la zona posterior, en donde apoya el amortiguador trasero, se elaboró con lámina de acero AISI 1020 de 1 mm. de espesor y se unió firmemente a través de soldadura MIG, utilizando dióxido de carbono como gas inerte.



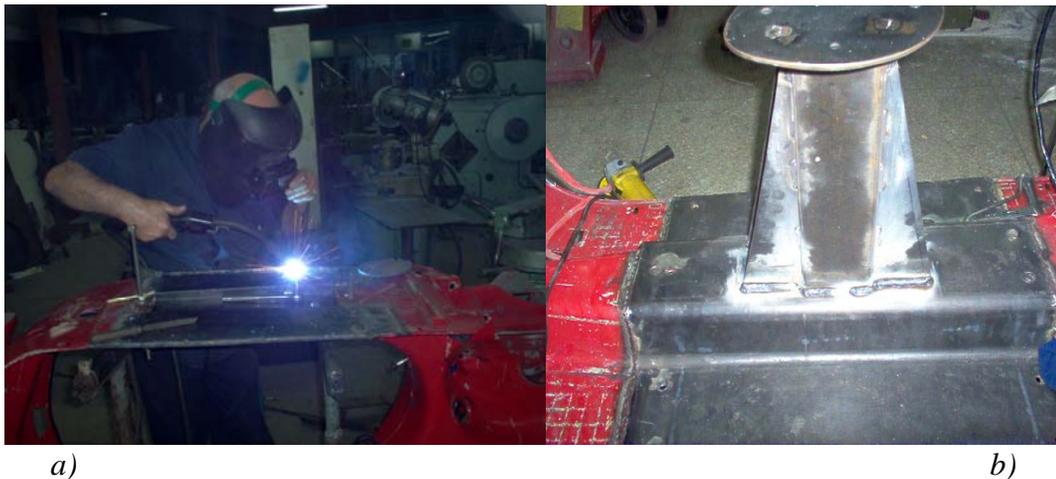
*Figura 5.12. Refuerzo posterior.*

También es necesario el alargamiento de las guayas, la de suministro de gasolina al carburador, accionamiento del cloche, las pertenecientes a la caja de cambios (2) y accionamiento del freno trasero. Se adquirieron 3 guayas de Vespacar de suministro de gasolina, éstas poseen 3500mm. de longitud y se acoplaron perfectamente para el accionamiento de los cambios y suministro de gasolina. La guaya del cloche fue sustituida por una guaya universal de 4000mm. de longitud y para la guaya del freno trasero fue necesario la creación de de una caja que contuviese un elemento de unión o “perro” entre dos guayas convencionales con sus respectivos ajustadores, tal como se observa en la Figura 5.13.



*Figura 5.13. Caja de guaya freno trasero.*

Una vez unidos soporte superior e inferior del suelo mediante pernos se procedió a realizar la unión permanente entre ambos y el chasis de la Vespa, fue utilizado equipo MIG para esta operación. Para la unión del tubo del asiento, base del asiento y sus refuerzos se utilizó soldadura SMAW con electrodo E-6018, el cual es muy común. El proceso y sus resultados son representados en la Figura 5.14.



*Figura 5.14. a) Proceso de Soldadura, b) Tubo del asiento soldado.*

A continuación se procedió al rearme de la motocicleta; se acopló el motor, guayas y sistema eléctrico, se ajustaron las guayas, recortándolas a la medida y sus forros, se colocaron en su lugar los tapa polvo, se acopló el tanque de gasolina y tanque de aceite en su lugar, se colocaron los lubricantes pertinentes; aceite dos tiempos y gasolina 95 octanos sin plomo y se procedió al encendido sin contratiempos.

Se ajustó el paso de aire y gasolina en el carburador, así como el resto de los accesorios y su posterior limpieza.



*Figura 5.15. Nueva Vespa LML-VIP*

**CAPÍTULO VI: Evaluación y Gastos Incurridos durante la modificación****6.1. Operación, maniobrabilidad y manejo de la nueva moto**

Una buena técnica de conducción sobre dos ruedas sumada a la experiencia nos permitirá circular tranquilos y seguros sobre las motos, previniendo accidentes y situaciones peligrosas, concientes de que la conducción es el principal elemento de la seguridad activa, (la seguridad pasiva son las protecciones como cascos, guantes, chaquetas entre otros) conducir una moto es más exigente que conducir un automóvil, ya que tiene dos puntos de apoyo, esto hace que este expuesto a mayor peligro al sobrepasar los límites de adherencia, frenado e inercias, que generalmente conducen a desastres. El equilibrio dinámico de nuestras máquinas se basa en el principio físico del efecto giroscópico que se produce cuando las ruedas giran sobre su eje.

Se evaluaron las condiciones de manejo y conducción del nuevo modelo brindando una nueva posición del chofer, con estudios ergonómicos fue adaptada para obtener una posición adecuada de nuestro cuerpo sobre la moto, lo cual nos proporcionará comodidad y seguridad cuando estamos conduciendo, permitiendo tener reacciones más rápidas ante cualquier eventualidad que se nos presente.

Es evidente que una moto más larga en su longitud es difícil de manejar y va a depender además de la posición de sus pasajeros, cuanto más adelantado se sienten los pasajeros mejor. Si se separan mucho disminuye el equilibrio, también el centro de gravedad se retrasa mucho. Para nuestro nuevo modelo el centro de gravedad se trasladado más atrás del original,  $X=226\text{ mm}$ ,  $Y= 39\text{ mm}$  con respecto al de la moto original.

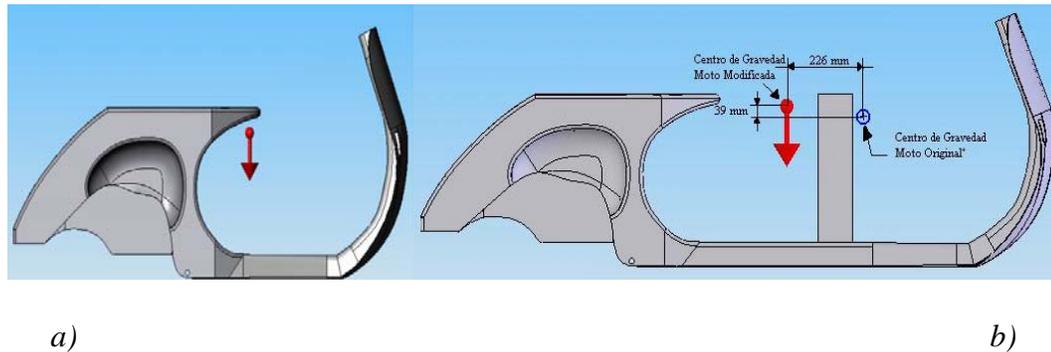


Figura 6.1. a) Centro de gravedad de la moto original, b) centro de gravedad de la moto modificada.

Por la diferencia de distribución de pesos se modifica el centro de gravedad y con ello el comportamiento regular de la motocicleta de producción en serie. El piloto debe adecuarse a las nuevas circunstancias. En primer lugar, al tener mayor peso en la rueda trasera el freno trasero demorará mucho más en frenar completamente la moto, por esta razón se debe utilizar con más fuerza para tener una frenada equilibrada. Igualmente se modifica el comportamiento en las curvas, teniendo una moto “perezosa” para dar la curva por lo que debemos comenzar la trazada y actuar con más anticipación ya que el radio de curvatura es mayor, aumentando el suministro de gasolina al carburador a la salida de la misma, así como aplicar mayor fuerza en los pies para poder equilibrarla a la hora de pararse en un semáforo o en una cola donde no pueda pasar entres los carros.

Otros factores que afectan la conducción son las acciones y reacciones de los acompañantes. El pasajero ideal es aquel que forma un solo conjunto con el conductor, conservando siempre su misma línea tanto en recta como en las inclinaciones en las curvas. Los pasajeros sin experiencia tienden a contrarrestar instintivamente la inclinación de la moto en las curvas desplazando el cuerpo hacia el otro lado con resultados incómodos para el chofer que sentirá movimientos extraños

en la moto. Cuando esto sucede, se debe anticipar la reacción de los acompañantes e indicarle que lo ideal es mantenerse recto sobre la moto.

Posteriormente se realizaron las pruebas pertinentes que consistieron en:

- ✓ Comprobación de estabilidad en tres fases, manejo con una persona, luego dos personas y finalmente tres personas.
- ✓ Aplicación de un litro de gasolina y rodaje hasta consumo total.

Para un litro de gasolina aplicada y trasportando tres personas, se estimó que se consumió totalmente en 31 km. Aproximadamente, tenemos así:

$$\frac{1L}{31km} = 0,032 \frac{L}{km} = \frac{32L}{100km}$$

Debido a que nuestro país posee grandes reservas petroleras el litro de gasolina de 95 octanos se coloca para la venta en 97 bolívares, el Estado Venezolano subsidia entre 22 y 25 bolívares por cada litro. No es un factor determinante el precio de la gasolina, recordando que un tanque completo de la vespa cuesta Bs. 400.

- ✓ Cálculo de radio de giro, correspondiente a 2,3m. aproximadamente.

Las condiciones de operación exigen una aplicación de cambios un poco más robusta; es decir, debe hacerse mayor esfuerzo para aplicar las velocidades. Esta dificultad se debe al alargue de estas guayas, ya que aumenta el roce interno entre la guaya y su forro, esto se corrige haciendo ajustes o calibración de las guayas.

## ***6.2. Ventajas y desventajas de la modificación de la motocicleta***

Las ventajas que tiene el nuevo producto fabricado es su capacidad de transporte de tiempo tres personas en las distintas vías de tránsito, además de ofrecer los distintos factores que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este prototipo como es;

comodidad, confort, estética y seguridad. En la siguiente tabla se va a comparar las ventajas y desventajas de la moto modificada con respecto a la moto original:

Mayor	✓
Igual	=

<b>Criterios</b>	<b>Moto Modificada</b> 	<b>Moto Original</b> 
Velocidad máxima	80 Km/h	✓ 85 Km/h
Peso total en vacío	✓ 135 Kg	96 Kg
Numero de Pasajeros	✓ 3 personas	2 personas
Radio de giro o radio mínimo de viraje:	✓ 2,3 metros	1,5 metros
Consumo de combustible	✓ 3.2 litros/100Kkm (correspondiente a 3 personas y tanque lleno)	2.4 litros/100Km
Altura mínima del estribo	= 240 mm	= 240 mm
Anchura máxima del manillar	= 680 mm	= 680 mm
Altura máxima	= 1040 mm	= 1040 mm
Distancia entre ejes	✓ 1710 mm	1260 mm
Longitud Total	✓ 2198 mm	1780 mm
Distancia de Frenado	✓	
Fuerza en el manillar	✓	
Estabilidad y		✓

maniobrabilidad		
Comodidad	✓	
Confort	✓	
Estética	✓	
Seguridad	=	=

*Tabla 6.1. Tabla comparativa de la moto modificada.*

### **6.2.1. Recomendaciones**

No es recomendable estar sentado todo el día debido a la facilidad para adquirir posturas incorrectas sobre la espalda. Un buen asiento es esencial para el trabajo, debe permitir al usuario mover las piernas y de posiciones de trabajo en general con facilidad.

El usuario no debe estirar su cuerpo excesivamente, ni los brazos, ni girarse innecesariamente. La posición correcta es aquella en cual la persona está sentada recta frente a la máquina.

El material con el que está elaborado el asiento otorga el confort adecuado a su ocupante, no deben utilizarse materiales que ocasionen transpiración excesiva, así como deslizamientos, debe tener un respaldo en el que apoyar la parte inferior de la espalda, permitiendo al trabajador inclinarse hacia adelante o hacia atrás con facilidad.

### 6.3. Gastos Incurridos durante la modificación de la moto

En la siguiente tabla se muestra los costos requeridos para la modificación de la moto, tomando en cuenta materiales, mano de obra, alquiler de taller y costo de la moto original. El costo total de la modificación es de Bs.5.585.894.

<b>Costos de Materiales</b>			
<b>Empresa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Monto (Bs.)</b>
Piaggio Center	Guaya modelo Vespa	2	7.660,80
Moto Palas C.A	Guayas	3	30.000,00
	Forros	4	14.000,00
Repuestos Oliver	Cable 18	20 metros	20.000,00
Distorbera	Tornillos Estufa c/plana	6	
	Tuercas Hex. Grado 2	12	
	Tornillos Autorroscante c/plana	5	
		Total = 23	6.738,42
Tapicería Darly	Asiento Confortable	1	40.000,00
Maploca	Lámina de Acero 2.5 mm (1,20*2,40	1	101.500,00
Maploca	Lámina de Acero 4mm	1	60.000,00
Maploca	Tubo Estructural Sección Cuadrada (90*90) e=2.5	1	40.000,00
		Sub Total =	319.899,22
	Imprevisto y Varios		15.994,96
		<b>Total =</b>	<b>335.894,00</b>

Tabla 6.2 Costos de Materiales.

<b>Costo Generales</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (Bs.)</b>
Moto Lider C.A	Moto Vespa L.M.L Star de Luxe	3.800.000,00
Costos de Materiales		335.894,00
Mano de Obra (soldador)		250.000,00
Pintura y Alfombra		200.000,00
Alquiler del Taller		1.000.000,00
	<b>Total=</b>	<b>5.585.894,00</b>

*Tabla 6.3. Costos Generales.*

#### **6.4. Mercado y estudio de mercado**

El éxito de las empresas depende de técnicas y herramientas, una de ellas es un estudio de mercado, en conjunto con una serie de investigaciones como competencia, canales de distribución, lugares de venta del producto, publicidad existente en el mercado, precios, etc.

Esta época de globalización y alta competitividad de productos y servicios, como el mundo del marketing, depende de las exigencias, expectativas y necesidades del mercado, es decir de los consumidores.

Los Mercados son áreas dentro de las cuales los vendedores y los compradores de una mercancía mantienen estrechas relaciones comerciales, y llevan a cabo abundantes transacciones, asistiendo las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacción de bienes y servicios a un determinado precio, de tal manera que los distintos precios a que éstas se realizan tienden a unificarse.

#### **6.4.1. Estudio de mercado.**

El estudio de mercado es la función que vincula a consumidores, clientes y público a través de la información, la cual se utiliza para identificar y definir las oportunidades y problemas de mercado, para generar, refinar y evaluar las medidas de mercadeo y para mejorar la comprensión del proceso del mismo.

Es una herramienta de mercadeo que permite y facilita la obtención de datos, resultados que serán analizados o procesados y así, obtener como resultado la aceptación del producto y sus complicaciones dentro del mercado. Es una guía que sirve de orientación para facilitar la conducta en los negocios y reducir al mínimo el margen de error posible y puede aplicarse en la práctica a tres campos definidos, con algunos de sus aspectos más importantes a analizar, como son:

El consumidor: Incluye las motivaciones de consumo, hábitos de compra, opiniones sobre el producto, aceptación de precio, preferencias, etc.

El producto: Es importante realizar estudios sobre la utilidad del producto planteado, realizar encuestas sobre su aceptación, así como análisis de formas y tamaños.

El mercado: Comprende estudios sobre distribución del producto, cobertura, aceptación de canales de distribución, publicidad y anuncios.

Los usuarios de motocicletas de baja cilindrada consideran como positivo una moto con las características planteadas en este estudio del Trabajo de Grado, tal como puede observarse en las encuestas realizadas. Además se consideró las posibilidades de adquirir una motocicleta que reuniera alguna de estas características innovadoras, encontrándose solo dos que poseían techo, aunque

los fabricantes de marcas reconocidas prometen una apertura de este mercado, ofreciendo recientemente prototipos que contrastan con los paradigmas establecidos.

 <p>Ahiton Admiral 150T-3</p>	<p>Motor monocilíndrico 4 tiempos. Cilindrada: 150 c.c. Potencia: 8,5 hp. Caja automática. Incluye techo y parabrisas. Configuración motor: Trasera centrada.</p>	<p>Distancia entre ejes: 1,450 m. Peso neto: 145 Kg. Chasis tubular detalladamente carenado.</p> <p><b>Notas</b></p> <p>Precio: 6 200 000 Bs. Extras: Alarma, encendido a distancia, CD player, apoya espaldas trasero</p>
 <p>BMW C1</p>	<p>Motor monocilíndrico 4 tiempos. Cilindrada: 125 c.c. Estructura de aluminio Cinturones de seguridad. Distancia entre ejes: 1 m.</p>	<p>Peso neto: 185 Kg. Precio: 17 500 00Bs.</p>
<p>Prototipo</p>  <p>Renault Ublo</p>	<p>Prototipo</p>  <p>Honda ASV-3</p>	<p>Prototipo</p>  <p>Honda Elysium</p>

Tabla 6.4. Modelos y prototipos de motos innovadoras.

### **6.5. Estudio del riesgo.**

El proyecto presentado tiene por horizonte el establecimiento de una línea de mototaxi, debe ser factible económicamente, lo que significa que la inversión que debe realizarse está justificada por la ganancia que generará. La rentabilidad de un proyecto estará determinada por la diferencia entre lo que se compra y lo que se vende, después de descontar todos los gastos que demandan los procesos internos de la empresa.

En una economía como la nuestra, además de un completo estudio económico, hay que tener en cuenta la inflación, la pérdida del valor de los activos a través de la devaluación, etc.

Así mismo la *Tasa Interna de Retorno (TIR)* es la tasa de interés efectiva que da la inversión en el negocio en evaluación. Es la máxima tasa que es posible pagar por el financiamiento de un proyecto, ya que devolviendo un préstamo con esa tasa, con los ingresos generados, el proyecto no daría ganancia ni pérdida.

Según las estimaciones de INNOPROD C.A. la tasa interna de retorno debe ser superior al 30%.

Se pueden observar a continuación las tablas de costos totales, gastos de personal, equipos, materiales, suministros, estados de ganancia y pérdidas, con lo cual la tasa de retorno resultante es de 53%. Este dato anterior garantiza; dependiendo de varios factores como lo son gastos de mantenimiento y flujo de pasajeros en el servicio que el negocio es factible económicamente, se puede poner en marcha y mantenerse con un mínimo de tres motocicletas.

### 6.5.1. Estudio de factibilidad

Asumiendo que se crea un servicio de mototaxi, partiendo de tres motos modificadas, se hizo el siguiente estudio de factibilidad.

CONCEPTO		MONTO
Maquinaria y equipos		15 395 000,00
Equipos de oficina		100 000,00
Capital de trabajo		
1,-Materia prima e insumos		0,00
2,- Personal		8 000 000,00
3,- Gastos de fabricación		5 023 302,00
<b>Sub-Total</b>		<b>28 518 302,00</b>
Imprevistos y varios		1 425 915,10
<b>TOTAL</b>		<b>29 944 217,10</b>

Tabla 6.5. Costo total.

Concepto	Cantidad	Precio unitario	COSTO
Motos modelos Vespa	3	4 000 000,00	12 000 000,00
Fibra de Vidrio	8	170 000,00	1 360 000,00
Aglomerante	8	90 000,00	720 000,00
Barras de aluminio	3	120 000,00	360 000,00
Lamina de acero de 3 mm.	1	190 000,00	95 000,00
Lamina de acero de 1,2 mm.	2	80 000,00	160 000,00
Cuero de los asientos	3	100 000,00	300 000,00
pinturas	2	200 000,00	400 000,00
			<b>15 395 000,00</b>

Tabla 6.6. Equipos para la Construcción de los Prototipos.

	Descripción	Cantidad	Años de Experiencia	Dedicación Horas/mes	Nº de Meses de Dedicación	Adelantos de excedentes Bs./mes	Total adelantos de excedentes (Bs.)
M	Asesor	1	15	160	2	1 500 000,00	
O							
D	Operador	3	3	160	12	1 000 000,00	36 000 000,00
	Obrero	2	3	160	2	522 000,00	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>6</b>				<b>2 500 000,00</b>	<b>36 000 000,00</b>
M							
O							
I							
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>				<b>0</b>	<b>0,00</b>
P	Administrador	1	3	160	12	1 000 000,00	12 000 000,00
A							
V							
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1</b>				<b>1 000 000,00</b>	<b>12 000 000,00</b>
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>				<b>3 500 000,00</b>	<b>48 000 000,00</b>

Tabla 6.7. Gastos de personal.

Descripción	Cantidad de litros mensuales	Precio Bs./litro	Precio mensual (Bs.)	Total anual (Bs.)
Gasolina para tres motos	2 700	70,00	189 000,00	2 268 000,00

Tabla 6.8. Requerimientos de materiales y suministros.

Descripción	Tiempo de contratación (Meses)	Monto(Bs./mes)	Total anual (Bs.)
Electricidad	2	100 000,00	200 000,00
Agua	2	22 800,00	45 600,00
Teléfono	2	60 000,00	120 000,00
Alquiler de Galpón	2	1 000 000,00	2 000 000,00
Soldadura	2	500 000,00	1 000 000,00
<b>TOTAL</b>			<b>3 365 600,00</b>

Tabla 6.9. Servicios para la Construcción de los Prototipos.

Concepto	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
Personal Administrativo	12 000 000,00	12 000 000,00	12 000 000,00	12 000 000,00	12 000 000,00
Depreciación equipos de oficina	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
Gastos Generales	2 000 000,00	2 000 000,00	2 000 000,00	2 000 000,00	2 000 000,00
Otros Gastos Administrativos	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Publicidad y Mercadeo	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>4 050 000,00</b>				

Tabla 6.10. Gastos administrativos

Descripción	Valor Activos (Bs.)	Vida Útil (años)	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
Equipos y maquinarias	15 395 000,00	5	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00
Equipos de oficina	100 000,00	2	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
<b>Otros activos</b>							
Imprevistos y varios	1 425 915,10	5	285 183,02	285 183,02	285 183,02	285 183,02	285 183,02
<b>TOTAL</b>			<b>3 414 183,02</b>				

Tabla 6.11. Cálculo de costos de depreciación y amortización.

Concepto	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
<b>Cantidades anuales Servicios</b>	86 400 000,00	92 160 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00

Tabla 6.12. Ventas.

Concepto	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
<b>Costo primo</b>					
Materia prima	2 268 000,00	2 268 000,00	2 268 000,00	2 268 000,00	2 268 000,00
Mano de obra directa	36 000 000,00	36 000 000,00	36 000 000,00	36 000 000,00	36 000 000,00
<b>Total costo primo</b>	<b>38 268 000,00</b>				
<b>Gastos de fabricación</b>					
Alquiler del Galpón	15 000 000,00	15 000 000,00	15 000 000,00	15 000 000,00	15 000 000,00
Mano de obra indirecta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	287 928,00	287 928,00	287 928,00	287 928,00	287 928,00
Agua	35 280,00	35 280,00	35 280,00	35 280,00	35 280,00
Teléfono	720 000,00	720 000,00	720 000,00	720 000,00	720 000,00
Repuestos y mantenimiento	769 750,00	769 750,00	769 750,00	769 750,00	769 750,00
<b>Depreciación</b>					
Máquinas y equipos	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00	3 079 000,00
Moldes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortización					

Tabla 6.13. Costos de producción.

Concepto	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
Costo de Producción	58 445 141,02	58 445 141,02	58 445 141,02	58 445 141,02	58 445 141,02
Gastos Administración y Ventas	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00
Financiamiento					
Pago de financiamiento	10 083 333,33	10 083 333,33	10 083 333,33		
<b>TOTAL</b>	<b>84 578 474,35</b>	<b>84 578 474,35</b>	<b>84 578 474,35</b>	<b>74 495 141,02</b>	<b>74 495 141,02</b>

Tabla 6.14. Costos totales.

Concepto	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
<b>Ingresos</b>					
Ventas Netas	86 400 000,00	92 160 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00
<b>Egresos</b>					
Costo Primo	38 268 000,00	38 268 000,00	38 268 000,00	38 268 000,00	38 268 000,00
Gastos de Fabricación	20 177 141,02	20 177 141,02	20 177 141,02	20 177 141,02	20 177 141,02
Gastos de Administración y Ventas	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00	16 050 000,00
<b>Financiamiento</b>					
Pago de financiamiento	10 083 333,33	10 083 333,33	10 083 333,33		
<b>COSTO TOTAL</b>	84 578 474,35	84 578 474,35	84 578 474,35	74 495 141,02	74 495 141,02
Utilidad Neta	1 821 525,65	7 581 525,65	30 621 525,65	40 704 858,98	40 704 858,98
Impuesto Sobre La Renta	72 861,03	303 261,03	1 224 861,03	1 628 194,36	1 628 194,36
<b>Utilidad Liquida</b>	1 748 664,62	7 278 264,62	29 396 664,62	39 076 664,62	39 076 664,62

Tabla 6.15. Estado de ganancias y pérdidas.

Concepto	Año 0 (Bs.)	Año 1 (Bs.)	Año 2 (Bs.)	Año 3 (Bs.)	Año 4 (Bs.)	Año 5 (Bs.)
Ventas		86 400 000,00	92 160 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00	115 200 000,00
Costo total		84 578 474,35	84 578 474,35	84 578 474,35	74 495 141,02	74 495 141,02
Utilidad neta		1 821 525,65	7 581 525,65	30 621 525,65	40 704 858,98	40 704 858,98
Impuestos sobre la renta		72 861,03	303 261,03	1 224 861,03	1 628 194,36	1 628 194,36

Utilidad líquida		1 748 664,62	7 278 264,62	29 396 664,62	39 076 664,62	39 076 664,62
Depreciación y amortización		3 414 183,02	3 414 183,02	3 414 183,02	3 414 183,02	3 414 183,02
Inversión	-29 944 217,1 0					
Flujo de caja	-29 944 217,1 0	<b>5 162 847,64</b>	<b>10 692 447,64</b>	<b>32 810 847,64</b>	<b>42 490 847,64</b>	<b>42 490 847,64</b>

Tabla 6.16. Flujo de caja del proyecto.

**Tasa Interna de Retorno (TIR) = 53%**

**Conclusiones:**

Se determinó que la motocicleta Vespa es un modelo duradero, económico de mantenimiento y de buena capacidad de carga, que permite aplicar modificaciones sin afectar su rendimiento.

SolidWorks y CosmoWorks en conjunto, son herramientas muy útiles en la creación de modelos tridimensionales y análisis de elementos finitos, permitiendo pasar de la fase teórica a la de fabricación con facilidad.

El mínimo factor de seguridad para la moto de producción en serie bajo condiciones severas de uso (cuatro personas), es  $N=3,84$ .

El alargamiento total de la motocicleta fue de 450mm, sin afectar el desenvolvimiento de la misma.

El mínimo factor de diseño para el chasis de la motocicleta construida es  $N=1,98$ . La construcción del prototipo verificó la validez de los cálculos.

La selección de tubos aplanados de aluminio, la fibra de vidrio y el acrílico optimizó el diseño del conjunto techo.

El mínimo factor de diseño del conjunto techo es  $N=7,27$ .

La inversión de la modificación es de Bs. 5'585.894,00 incluido el costo de la motocicleta.

La tasa interna de retorno es de 53%, lo cual indica una razonable y competitiva ganancia para la implementación del servicio de mototaxi.

**Recomendaciones:**

Para complementar nuestro trabajo se recomienda en un futuro realizar estudios de factibilidad para la fabricación del techo propuesto.

Se recomienda proteger la idea de este Trabajo Especial de Grado con una patente.

La homologación de este prototipo es fundamental para la circulación del mismo, se deben realizar los trámites pertinentes en el INTTT.

Se recomienda incluir a estudiantes de Ingeniería Mecánica en el estudio estático de los componentes de la motocicleta que no fueron incluidos, tales como neumáticos, efectos sobre la dirección delantera y grupo motor.

Se recomienda realizar un estudio dinámico al chasis y a los componentes de la motocicleta.

Se recomienda incluir en todo momento accesorios de seguridad como cascos, lentes adecuados y ropas reflectivas para la conducción de motocicletas, así como mantener en perfecto estado de funcionamiento el sistema de frenado.

***Bibliografía***

AVALLONE. E. M. 1995. *Manual del Ingeniero Mecánico*. Mc Graw Hill, novena edición. México. Tomo I y II.

DEBANDI. C 1983. *Fabricación de piezas fluidas con aleaciones de aluminio, aspectos básicos y aplicados*. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Departamento de Tecnología. Caracas. UCV.

GAZZANIGA L. 1982. *Roscas y Tornillos*. Dossat. España.

[12] GIACOSA D. 1964. *Motores endotérmicos*. Científico-Médica. España.

GROOVER M. 1997. *Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas*. Prentice Hall Hispanoamericana. México.

[15] INTTT. 2006. *Contenido mínimo de un proyecto técnico para la homologación de prototipo*. Venezuela.

LESUR L. 2002. *Manual de trabajo en láminas*. Trillas. Venezuela.

MOTO VESPA MADRID. 1989. *Manual para estaciones de servicio*. España.

MOTO VESPA, S.A. 1984. *Manual para estaciones de servicio*. España

MOTO VESPA, S.A. 1971. *Catálogo de recambio 125 c.c, 150c.c. y 160 c.c*. España.

[14] MOTT R. 1995. *Diseño de elementos de máquinas*. Prentice Hall Hispanoamericana, segunda edición. México.

POPOV E. 1952. *Mechanics of Materials*. Prentice Hall. New Jersey.

TIMISHENKO S. 1966. *Resistencia de materiales*. Montener y Simón. España.

BEER F. 1999. *Mecánica vectorial para ingenieros*. Mc Graw Hill, sexta edición. México.

ALFIERI G. 2006. *Máquinas, curso de tecnología mecánica*. Instituto Italiano de Cultura, segunda edición. Venezuela.

SHIGLEY J. 2002. *Diseño en ingeniería mecánica*. Mc Graw Hill, sexta edición. México.

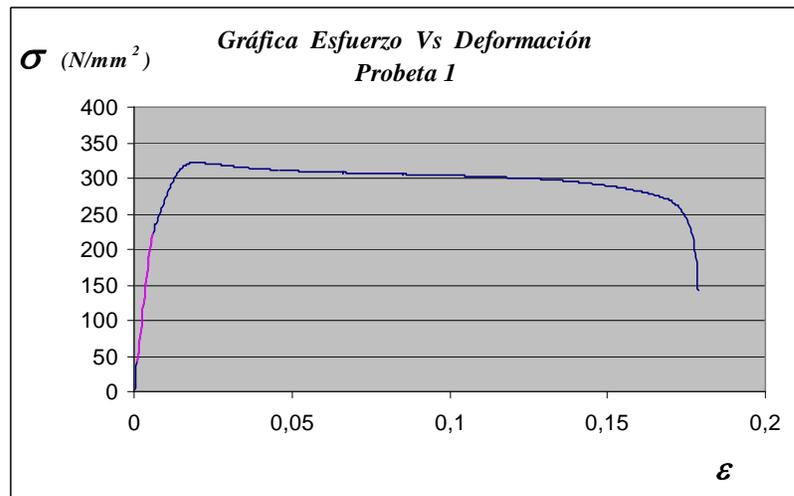
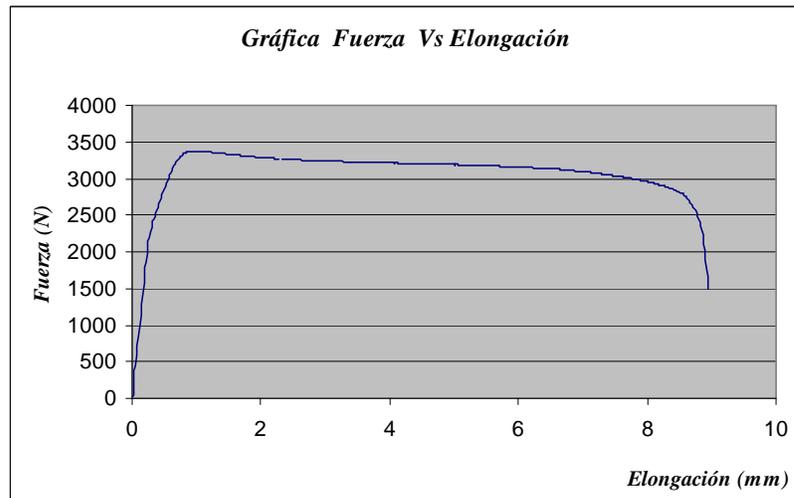
OLIVARES F. 1995. *Manual de diseño en plásticos reforzados con fibra de vidrio*. Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago de Chile.

***Referencias de la red***

- [1] <http://www.scooterhelp.com>
- [2] <http://www.inttt.gov.ve>
- [3] <http://es.wikipedia.org/wiki/Motocicleta>
- [4] <http://www.bajajauto.com/vehicle/threewheelertechnspec.asp?product=0100012&vehvariation=01>
- [5] [http://www.mp3.piaggio.com/index\\_esp.html](http://www.mp3.piaggio.com/index_esp.html)
- [6] <http://www.sidecarclasico.com>
- [7] <http://www.motorpasion.com/2006/04/11-kerry-mclean-monowheels>
- [8] <http://www.portalmotos.com/www/contenidos.asp?contentid=3098>
- [9] <http://www.dolmar.com/755.php>
- [10] <http://www.univision.com/content/content.jhtml?cid=788659>
- [11] <http://groups.msn.com/scootercatalunya/historiadevespa.msnw>  
<http://www.monografias.com/trabajos5/plasti/plasti.shtml>  
[http://www.innovaforum.com/tecnica/morfolog\\_e.htm](http://www.innovaforum.com/tecnica/morfolog_e.htm)  
<http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=659>
- [13] <http://www.monografias.com/trabajos/ergonomia/ergonomia.shtml>  
<http://www.aiteco.com/tormenta.htm>  
<http://www.neuronilla.com/pags/tecnicas/default.asp#brain>  
<http://www.monografias.com/trabajos11/estadi/estadi.shtml>  
<http://www.supermotor.com/revista/seguridad-vial/7396/idiada:-investigacion-ensayo-y-homologacion.html>  
<http://www.tenecesitanprotegeles.com/ViewPage.action?siteNodeId=11&languageId=4&contentId=-1>  
<http://www.cesvimap.com/e03/Doc/Informe%20esguince%20cervical.doc>  
<http://www.jane.es/seguretad/index.php?fuseaction=crash>  
<http://www.monografias.com/trabajos13/mercado/mercado.shtml>

**Probeta del Material Vespa**

Dimensiones de la probeta	
ancho:	12,8
espesor:	0,82
Área:	10,496
Longitud Inicial:	50





141	3,27E+03	4,63E-02	311,25	405,18	213	3,22E+03	7,03E-02	307,22	624,49
142	3,27E+03	4,67E-02	311,15	408,10	214	3,22E+03	7,07E-02	307,19	627,42
143	3,27E+03	4,70E-02	311,15	411,21	215	3,22E+03	7,10E-02	307,22	630,52
144	3,26E+03	4,73E-02	311,04	414,32	216	3,22E+03	7,13E-02	307,19	633,63
145	3,26E+03	4,77E-02	310,94	417,24	217	3,22E+03	7,17E-02	307,10	636,55
146	3,26E+03	4,80E-02	310,83	420,35	218	3,22E+03	7,20E-02	307,08	639,66
147	3,26E+03	4,83E-02	310,73	423,45	219	3,22E+03	7,23E-02	307,01	642,77
148	3,26E+03	4,87E-02	310,73	426,38	220	3,22E+03	7,27E-02	307,01	645,69
149	3,26E+03	4,90E-02	310,56	429,49	221	3,22E+03	7,30E-02	306,95	648,80
150	3,26E+03	4,93E-02	310,45	432,59	222	3,22E+03	7,33E-02	306,77	651,90
151	3,26E+03	4,97E-02	310,46	435,52	223	3,22E+03	7,37E-02	306,84	654,83
152	3,26E+03	5,00E-02	310,43	438,62	224	3,22E+03	7,40E-02	306,77	657,94
153	3,26E+03	5,03E-02	310,33	441,73	225	3,22E+03	7,43E-02	306,74	661,04
154	3,26E+03	5,07E-02	310,24	444,66	226	3,22E+03	7,47E-02	306,75	663,97
155	3,26E+03	5,10E-02	310,22	447,76	227	3,22E+03	7,50E-02	306,65	667,07
156	3,26E+03	5,13E-02	310,16	450,87	228	3,22E+03	7,53E-02	306,65	670,18
157	3,25E+03	5,17E-02	310,04	453,79	229	3,22E+03	7,57E-02	306,66	673,11
158	3,25E+03	5,20E-02	310,04	456,90	230	3,22E+03	7,60E-02	306,58	676,21
159	3,25E+03	5,23E-02	309,94	460,01	231	3,22E+03	7,63E-02	306,53	679,32
160	3,25E+03	5,27E-02	309,87	462,93	232	3,22E+03	7,67E-02	306,56	682,24
161	3,25E+03	5,30E-02	309,88	466,04	233	3,22E+03	7,70E-02	306,46	685,35
162	3,25E+03	5,33E-02	309,79	469,14	234	3,22E+03	7,73E-02	306,49	688,46
163	3,25E+03	5,37E-02	309,64	472,07	235	3,22E+03	7,77E-02	306,43	691,38
164	3,25E+03	5,40E-02	309,61	475,18	236	3,22E+03	7,80E-02	306,41	694,49
165	3,25E+03	5,43E-02	309,57	478,28	237	3,22E+03	7,83E-02	306,34	697,59
166	3,25E+03	5,47E-02	309,51	481,21	238	3,22E+03	7,87E-02	306,31	700,52
167	3,25E+03	5,50E-02	309,46	484,31	239	3,22E+03	7,90E-02	306,31	703,63
168	3,25E+03	5,53E-02	309,36	487,42	240	3,21E+03	7,93E-02	306,26	706,73
169	3,25E+03	5,57E-02	309,30	490,35	241	3,21E+03	7,97E-02	306,20	709,66
170	3,25E+03	5,60E-02	309,27	493,45	242	3,21E+03	8,00E-02	306,17	712,76
171	3,25E+03	5,63E-02	309,24	496,56	243	3,21E+03	8,03E-02	306,08	715,87
172	3,24E+03	5,67E-02	309,15	499,48	244	3,21E+03	8,07E-02	306,05	718,80
173	3,24E+03	5,70E-02	309,12	502,59	245	3,21E+03	8,10E-02	306,10	721,90
174	3,24E+03	5,73E-02	309,02	505,70	246	3,21E+03	8,13E-02	306,88	725,01
175	3,24E+03	5,77E-02	309,06	508,62	247	3,21E+03	8,17E-02	305,94	727,93
176	3,24E+03	5,80E-02	309,02	511,73	248	3,21E+03	8,20E-02	305,91	731,04
177	3,24E+03	5,83E-02	308,91	514,83	249	3,21E+03	8,23E-02	305,83	734,15
178	3,24E+03	5,87E-02	308,90	517,76	250	3,21E+03	8,27E-02	305,88	737,07
179	3,24E+03	5,90E-02	308,79	520,87	251	3,21E+03	8,30E-02	305,82	740,18
180	3,24E+03	5,93E-02	308,76	523,97	252	3,21E+03	8,33E-02	305,85	743,28
181	3,24E+03	5,97E-02	308,78	526,90	253	3,21E+03	8,37E-02	305,73	746,21
182	3,24E+03	6,00E-02	308,61	530,00	254	3,21E+03	8,40E-02	305,73	749,32
183	3,24E+03	6,03E-02	308,57	533,11	255	3,21E+03	8,43E-02	305,59	752,42
184	3,24E+03	6,07E-02	308,50	536,04	256	3,21E+03	8,47E-02	305,62	755,35
185	3,24E+03	6,10E-02	308,45	539,14	257	3,21E+03	8,50E-02	305,68	758,45
186	3,24E+03	6,13E-02	308,51	542,25	258	3,21E+03	8,53E-02	305,55	761,56
187	3,24E+03	6,17E-02	308,41	545,17	259	3,21E+03	8,57E-02	305,58	764,49
188	3,24E+03	6,20E-02	308,36	548,28	260	3,21E+03	8,60E-02	305,52	767,59
189	3,24E+03	6,23E-02	308,27	551,39	261	3,21E+03	8,63E-02	305,50	770,70
190	3,24E+03	6,27E-02	308,24	554,31	262	3,21E+03	8,67E-02	305,37	773,62
191	3,23E+03	6,30E-02	308,20	557,42	263	3,21E+03	8,70E-02	305,40	776,73
192	3,24E+03	6,33E-02	308,21	560,52	264	3,21E+03	8,73E-02	305,38	779,84
193	3,23E+03	6,37E-02	308,20	563,45	265	3,20E+03	8,77E-02	305,34	782,76
194	3,23E+03	6,40E-02	308,08	566,56	266	3,20E+03	8,80E-02	305,29	785,87
195	3,23E+03	6,43E-02	307,97	569,66	267	3,20E+03	8,83E-02	305,13	788,97
196	3,23E+03	6,47E-02	308,00	572,59	268	3,20E+03	8,87E-02	305,34	791,90
197	3,23E+03	6,50E-02	307,94	575,69	269	3,20E+03	8,90E-02	305,18	795,01
198	3,23E+03	6,53E-02	307,96	578,80	270	3,20E+03	8,93E-02	305,15	798,11
199	3,23E+03	6,57E-02	307,80	581,73	271	3,20E+03	8,97E-02	305,03	801,04
200	3,23E+03	6,60E-02	307,89	584,83	272	3,20E+03	9,00E-02	305,12	804,14
201	3,23E+03	6,63E-02	307,77	587,94	273	3,20E+03	9,03E-02	305,01	807,25
202	3,23E+03	6,67E-02	307,78	590,86	274	3,20E+03	9,07E-02	305,01	810,18
203	3,23E+03	6,70E-02	307,60	593,97	275	3,20E+03	9,10E-02	304,97	813,28
204	3,23E+03	6,73E-02	307,60	597,08	276	3,20E+03	9,13E-02	304,89	816,39
205	3,23E+03	6,77E-02	307,66	600,00	277	3,20E+03	9,17E-02	304,86	819,31
206	3,23E+03	6,80E-02	307,51	603,11	278	3,20E+03	9,20E-02	304,80	822,42
207	3,23E+03	6,83E-02	307,51	606,21	279	3,20E+03	9,23E-02	304,74	825,53
208	3,23E+03	6,87E-02	307,44	609,14	280	3,20E+03	9,27E-02	304,82	828,45
209	3,23E+03	6,90E-02	307,39	612,25	281	3,20E+03	9,30E-02	304,70	831,56
210	3,23E+03	6,93E-02	307,36	615,35	282	3,20E+03	9,33E-02	304,63	834,66
211	3,23E+03	6,97E-02	307,41	618,28	283	3,20E+03	9,37E-02	304,64	837,59
212	3,23E+03	7,00E-02	307,36	621,38	284	3,20E+03	9,40E-02	304,60	840,70
213	3,22E+03	7,03E-02	307,22	624,49	285	3,20E+03	9,43E-02	304,54	843,80
					286	3,20E+03	9,47E-02	304,46	846,73
					287	3,20E+03	9,50E-02	304,48	849,83