



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **TEMA:**

**“VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA  
COMPETENCIAS”**

**Trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en  
Mantenimiento Automotriz**

### **AUTORES:**

Amaguaña Criollo Wilson Alfredo

Benavides Moreno Fernando Jamil

### **DIRECTOR:**

Ing. Carlos Segovia

**Ibarra, 2013**

## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

ING. CARLOS SEGOVIA, DIRECTOR DE TESIS

### CERTIFICA:

Que el trabajo de grado previa a la ingeniería, titulada "VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS". Elaborada por los señores: AMAGUAÑA CRIOLLO WILSON ALFREDO - BENAVIDES MORENO FERNANDO JAMIL, Egresados de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, ha sido revisada y estudiada, prolijamente en todos sus aspectos, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias universitarias correspondientes.



**Ing. Carlos Segovia**

DIRECTOR DE TESIS

## DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis dedico principalmente a mis PADRES que gracias a su esfuerzo y sacrificio me dieron la educación hasta culminar el nivel superior, haciendo de su hijo una persona digna de aportar conocimientos a la sociedad.

También quiero dedicar este trabajo de tesis a mi gran hermano y amigo, el cual con su apoyo incondicional, supo darme la fuerza necesaria para culminar esta etapa en mi vida.

***Wilson Amaguaña***

Quiero dedicar este proyecto de tesis, en primera instancia a Dios por darme la vida y sabiduría para culminar la carrera.

De igual manera dedico de todo corazón a mis padres por estar siempre brindándome su apoyo incondicional ya que son la base fundamental de mi vida.

También dedico de manera muy especial a mi esposa quién con su comprensión y amor me dio la fuerza para culminar este proyecto de tesis, por eso y muchas cosas más en las que me apoyo esto es para ti: “Mi amor RUTH MUÑOZ”

***Fernando Benavides***

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte y a todos los profesores de la especialidad de Mecánica Automotriz que gracias a sus conocimientos y experiencias adquiridas con el pasar de los años, me ayudaron a culminar esta carrera y a estructurar el presente trabajo y de manera especial al ingeniero Carlos Segovia, director de la presente tesis,

A cada uno de mis familiares y amigos que me apoyaron de una manera desinteresada para poder culminar con el trabajo de tesis.

***Wilson Amaguaña***

Agradezco a mis familiares y amigos por su apoyo moral e incondicional demostrado a lo largo de mi vida estudiantil.

Agradezco de manera muy especial al Ingeniero Carlos Segovia quién fue el Director de Tesis, ya que gracias a su apoyo y su gran conocimiento permitió el desarrollo de la investigación para este proyecto.

Agradezco de manera especial a la Universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas para obtener nuevos conocimientos para ser una mejor persona.

También agradezco a nuestros catedráticos, quienes supieron inculcar valores humanos ya que ellos más que maestros son amigos que siempre me guiaron por el camino del buen saber.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	i
ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	1
DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	1
ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	1
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	1
RESUMEN.....	1
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	1
INTRODUCCIÓN .....	
CAPÍTULO I .....	1
1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4 DELIMITACIÓN .....	3
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	3
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	3
1.5 OBJETIVOS .....	3
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II .....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO .....	5
2.1.1 COCHES DE MADERA.....	5
2.1.2 INERMOVILISMO .....	7
2.1.3 ¿QUÉ ES UN INERMOVIL? .....	7
2.1.4 PARTES DEL INERMOVIL.....	8
2.1.5 MODALIDADES .....	8
2.1.5.1 INERMOVILISMO DE RECREACIÓN.....	9
2.1.5.2 INERMOVILISMO DEPORTIVO .....	9
2.1.5.2.1 CLASIFICACIÓN DEL INERMOVILISMO DEPORTIVO.....	10
2.1.5.2.1.1 NÚMERO DE OCUPANTES .....	10
2.1.6 POR LA TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA .....	11

2.1.6.1 POR LA TECNOLOGÍA AVANZADA.....	11
2.1.6.2 ESTRUCTURA BÁSICA .....	11
2.1.7 CALIDAD DE SUELO EN QUE RUEDA .....	12
2.1.7.2 LASTRE/RIPIO/PIEDRA.....	12
2.1.8 FICHA TÉCNICA DE UN INERMOVIL .....	13
2.1.9 PARTES AUTOMOTRICES PARA LA ELABORACIÓN DEL COCHE .....	17
2.1.9.1 CHASIS.....	17
2.1.9.2 JAULA DE PROTECCIÓN .....	18
2.1.9.3 DIRECCIÓN .....	20
2.1.9.3.1 SISTEMA PIÑÓN CREMALLERA.....	20
2.1.9.4 FRENOS .....	22
2.1.9.4.1 PARTES DE SISTEMA DE FRENOS.....	22
2.1.9.5 SUSPENSIÓN .....	25
2.1.9.5.1 SUSPENSIÓN DE TIPO MC-PHERSON .....	26
2.1.9.5.2 AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS CONVENCIONALES.....	26
2.1.9.5.3 BARRA ESTABILIZADORA.....	27
2.1.9.6 CARROCERÍA.....	29
2.1.10 FACTORES A TOMA EN CUENTA .....	30
2.1.10.1 SUSPENSIÓN.....	30
2.1.10.1.1 AMORTIGUACIÓN.....	31
2.1.10.1.2 PRE HUNDIMIENTO O SAG .....	31
2.1.10.1.3 MASAS SUSPENDIDAS Y MASAS NO SUSPENDIDAS .....	32
2.1.10.1.4 FRECUENCIA Y PERIODO .....	32
2.1.10.1.5 SUSPENSIÓN DE COMPETICIÓN.....	33
2.1.10.2 CENTRO DE GRAVEDAD .....	33
2.1.10.3 NEUMÁTICOS.....	34
2.1.10.3.1 RESISTENCIA A LA RODADUR.....	34
2.1.10.3.2 FUERZAS ELECTROSTÁTICAS .....	35
2.1.10.3.3 AGARRE EN CURVAS Y EN FRENADA.....	35
2.1.10.3.4 CÓMO AUMENTAR EL AGARRE LATERAL DE UN NEUMÁTICO.....	36
2.1.10.4 FRENADA .....	39
2.1.10.4.1 TIPO DE FRENO Y POTENCIA DE FRENADA.....	39
2.2 POSICIONAMIENTO TEÓRICO - PERSONAL.....	42
2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	43
2.4 INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN .....	44
2.5 MATRIZ CATEGORIAL .....	45
CAPÍTULO III.....	47
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	47
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.1.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL .....	47
3.1.3 PRÁCTICA .....	47
3.2. MÉTODO .....	48
3.2.1. MÉTODO SINTÉTICO .....	48

CAPÍTULO IV.....	49
4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS .....	49
4.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROTOTIPO.....	49
4.1.1 GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA.....	49
4.1.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN .....	51
4.1.2.4. VENTAJAS DEL ACERO ESTRUCTURAL A36 .....	52
4.1.2 DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DE DISEÑO .....	57
4.1.2.1 CARGA PERMANENTE .....	57
4.1.2.2 CARGA DE SEGURIDAD .....	57
4.1.2.3 CARGA MUERTA.....	58
4.1.2.4 CARGA VIVA.....	58
4.1.2.5 CARGA DE IMPACTO .....	58
4.1.2.6 CARGA DE VIENTO.....	59
4.1.3 RESISTENCIA AERODINÁMICA.....	60
4.1.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL VEHÍCULO MONOPLAZA.....	62
4.1.4.1 DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES.....	62
4.1.4.2 DISEÑO DE LA JAULA DE SEGURIDAD .....	62
4.1.4.3 DISEÑO DE LOS TRAVESAÑOS.....	64
4.1.5 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	65
4.1.5.1 CALCULO DE LA SUSPENSIÓN.....	65
4.1.5.1.1 SUSPENSIÓN DELANTERA .....	65
4.1.5.2 SELECCIÓN DE LA MESA INFERIOR .....	66
4.1.5.3 SELECCIÓN DEL PIVOTE .....	66
4.1.5.4 SELECCIÓN DE LAS RÓTULAS DE LA MESA SUPERIOR .....	67
4.1.5.5 SELECCIÓN DE AMORTIGUADORES .....	67
4.1.6 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.....	67
4.1.6.1 SELECCIÓN DE RÓTULA PARA BRAZO DE DIRECCIÓN .....	67
4.1.6.2 SELECCIÓN DEL TUBO PARA EL BRAZO DE DIRECCIÓN.....	67
4.1.6.3 SELECCIÓN DEL EJE PARA EL VOLANTE .....	68
4.1.6.4 SELECCIÓN DE BOCINES PARA EJE VOLANTE .....	68
4.1.6.5 SELECCIÓN DEL VOLANTE.....	68
4.1.7 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	68
4.1.7.1 SELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL NEUMÁTICO.....	69
4.1.8 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RODAJE .....	73
4.1.8.1 SELECCIONES DEL EJE .....	73
4.1.8.2 SELECCIÓN DE LAS MANZANAS .....	73
4.1.8.3 SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS .....	74
4.1.9 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.....	75
4.1.9.1 CALCULO DE LA FRENADA .....	75
4.1.9.2 PESO .....	76
4.1.9.3 TIPO DE FRENADA Y POTENCIA DE FRENADA .....	76
4.1.9.4 REFRIGERACIÓN.....	76
4.1.9.5 NEUMÁTICOS.....	77
4.1.9.6 TRANSFERENCIA DE PESOS.....	77

4.1.9.7 SELECCIONES DE LOS FRENOS DE DISCO .....	78
4.1.9.8 SELECCIÓN DE LAS MORDAZAS .....	79
4.1.9.9 SELECCIÓN DE LA BOMBA DE FRENO .....	79
4.1.9.10 SELECCIÓN DE LOS FRENOS DE TAMBOR .....	79
4.1.9.11 SELECCIÓN DEL CABLE DE FRENO .....	79
4.1.9.12 SELECCIÓN DE LOS PEDALES .....	80
4.1.10. DISPOSITIVO DE SEGURIDAD .....	80
4.1.10.1. IMPACT DE SEGURIDAD .....	80
4.1.10.2. PRINCIPALES CUALIDADES .....	81
4.2 RESULTADOS.....	84
4.2.1 TRANSFERENCIA DE PESO .....	84
CAPÍTULO V.....	86
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
5.1 CONCLUSIONES.....	86
5.2 RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	93
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS .....	94
ANEXO 2: SOCIALIZACIÓN .....	101
RESULTADOS.....	101
CONCLUSIÓN .....	101
ANEXO 3: CUESTIONARIO DE PREGUNTAS SOCIALIZACIÓN .....	102
ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DE SOCIALIZACIÓN.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA:1 COCHE DE MADERA .....	5
FIGURA: 2 COCHE MIXTO MADERA-HIERRO .....	6
FIGURA: 3 COCHE DE MADERA Y SU PILOTO .....	6
FIGURA: 4 VEHÍCULO DE INERMOVILISMO.....	7
FIGURA: 5 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN INERMOVIL .....	8
FIGURA: 6 REUNIÓN DE PERSONAS AFICIONADAS .....	9
FIGURA: 7 COCHE MONOPLAZA .....	10
FIGURA: 8 COCHE BIPLAZA.....	10
FIGURA: 9 INERMOVIL POR SU TECNOLOGÍA AVANZADA .....	11
FIGURA: 10 INERMOVIL DE ESTRUCTURA BÁSICA.....	11
FIGURA: 11 ASFALTO .....	12
FIGURA: 12 LASTRE .....	12
FIGURA: 13 CHASIS DEL AUTOMÓVIL .....	17
FIGURA: 14 JAULA ANTIVUELCO.....	18
FIGURA: 15 DIRECCIÓN .....	20
FIGURA: 16 SISTEMA CREMALLERA- PIÑÓN .....	20
FIGURA: 17 COMPONENTES DEL SISTEMA .....	21
FIGURA: 18 ACCIÓN PEDAL.....	23
FIGURA: 19 BOMBA DE FRENO .....	23
FIGURA: 20 CAÑERÍAS DE FRENO.....	24
FIGURA: 21 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENADOS DE DISCO.....	25
FIGURA: 22 SUSPENSIÓN.....	25
FIGURA: 23 PARTES DE LA SUSPENSIÓN MC PHERSON.....	26
FIGURA: 24 AMORTIGUADORES CONVENCIONALES HIDRÁULICOS .....	27
FIGURA: 25 FUNCIONAMIENTOS DE LA BARRA .....	28
FIGURA: 26 CARROCERÍA METÁLICA.....	29
FIGURA: 27 OSCILACIÓN DE LA SUSPENSIÓN .....	31
FIGURA: 28 MASAS NO SUSPENDIDAS .....	32
FIGURA: 29 COMPONENTE HORIZONTAL.....	33
FIGURA: 30 COMPONENTE VERTICAL.....	34
FIGURA: 31 ÁNGULO DE CAÍDA (CAMBER) .....	37
FIGURA: 32 FRENO CANTILÉVER.....	40
FIGURA: 33 GRAVITY BIKE.....	41
FIGURA: 34 RESISTENCIA DEL AIRE SOBRE EL VEHÍCULO .....	60
FIGURA: 35 CARACTERÍSTICAS DE LOS NEUMÁTICOS .....	69

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA: 1 ESQUEMA PRINCIPAL .....	50
GRÁFICA: 2 CURVA DE TENSIÓN VS. DEFORMACIÓN TÍPICA .....	52
GRÁFICA: 3 ÁNGULOS ESTRUCTURALES.....	54
GRÁFICA: 4 PLATINAS.....	54
GRÁFICA: 5 TUBO CUADRADO.....	55
GRÁFICA: 6 TUBO REDONDO.....	56
GRÁFICA 7: VISTA LATERAL IZQUIERDA.....	63
GRÁFICA: 8 VISTA FRONTAL.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No 1:- FICHA TÉCNICA DE LOS INERMOVILES (BÁSICOS) .....	13
TABLA No 2: DUREZA DE LAS RUEDAS .....	36
TABLA No 3: VALORES DE LA GRAVITY BIKE STEALTH GB-1 .....	41
TABLA No 4: DATOS DE LA GRAVITY BIKE STEALTH GB-1.....	41
TABLA No 5: DIMENSIONES DEL CHASIS.....	56
TABLA No 6: ÍNDICE DE LA CARGA PARA NEUMÁTICOS.....	70
TABLA No 7: ÍNDICE DE VELOCIDAD PARA NEUMÁTICOS .....	71
TABLA No 8: CARACTERÍSTICAS SELECCIONADAS DE LOS NEUMÁTICOS. .....	72
TABLA No 9: ESPECIFICACIONES DE ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	81
TABLA No 10: RESISTENCIA AERODINÁMICA.....	84
TABLA No 11: TRANSFERENCIA DE PESO .....	85

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación hace referencia al diseño y construcción del VEHÍCULO PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, el cual fue inspirado en los coches de carrera de madera ya que genera un impacto medioambiental prácticamente nulo, esto ayuda a reducir la contaminación ambiental. La ventaja de este tipo de vehículo lleva a las personas a sentir la adrenalina, vértigo y la velocidad tanto en forma recreativa como deportiva teniendo en cuenta todas las seguridades posibles para los ocupantes. Se encontró que en la actualidad ninguna industria ecuatoriana realiza la construcción de este tipo de vehículos, por lo cual hemos encontrado la necesidad de realizarlo de forma artesanal, teniendo en cuenta perdida en material y tiempo de construcción elevado. El prototipo consta de una jaula de seguridad multitubular anti deformable con capacidad para sus dos ocupantes el cual fue construida de tubo cuadrado, tubo redondo negro, platinas y ángulos ASTM A36, se seleccionó estos tipos de materiales porque existen en el mercado ecuatoriano, es de fácil manipulación para cualquier tipo de trabajos. El prototipo está equipado con una suspensión independiente delantera y una suspensión rígida posterior, el sistema de frenos son de disco delanteros y de tambores posteriores, además este prototipo posee freno de mano para cualquier emergencia. Para el sistema de dirección se acopló una dirección tipo trapecio, el cual es utilizado en los cuadrones, se escogió este tipo de dirección por que el ángulo de giro de las ruedas es más rápido y con menor giro en el volante. Gracias a este proyecto de investigación se facilitará la construcción de este tipo de vehículos a las personas que les guste este tipo de deportes extremos, lo cual atraerá el turismo ocasionado por esta actividad, teniendo la ventaja y el privilegio en nuestra Provincia por su topografía y que por lo tanto ofrecen las facilidades adecuadas para la práctica de este deporte en el vehículo monoplaza a gravedad.

## **ABSTRACT**

This research work denotes the design and the creation of A SINGLE-SEATER VEHICLE FOR RACE COMPETITION BY GRAVITY, which was inspired by the wooden race cars since taking into account that it generates virtually no environmental impact, and respectively this effect helps to reduce environmental pollution. The advantage of using this sort of vehicle is when it leads people to feel the adrenaline, vertigo and speed as in a recreational as in a sporting way of course contemplating all the possible safety measures for the people inside the car. It was found that nowadays none Ecuadorian industry has made these sort of vehicles, for that reason we believe there is a need to make it in an artisanal way, in light of the forfeiture in material and time due to the high cost of fabrication. The prototype consists of a trellis anti deformable safety cage which has capacity for two occupants, which was assembled of square tube, black round tube, angles and plates ASTM A36, these brands of materials were chosen because they can be found in the Ecuadorian market, it is easy to handle for any sorts of work. This prototype is equipped with an independent front suspension and a rear rigid suspension, the brake system is made out of front discs and rear drums and this prototype also has brake hand for any emergency. For the steering system a trapeze steering type was coupled, which is used in the four-wheel motorbike's systems, this type of steering system was chosen because the angle of rotation of the wheels is faster and less spin on the steering wheel. Thanks of this research project the assembling of this sorts of cars will become easy, especially for those people who likes adventure sports, activity which would magnetize tourism caused by this activity, this project is feasible since we have the advantage and privilege in our Province of having an adequate topography which allow us the right conditions to practice this extreme sport in this single-seater car working by gravity.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto investigativo contempla el diseño y construcción de un vehículo monoplace para competencias por gravedad. El cual contiene un detallado proceso de producción que consta de métodos investigativos, selección de materiales, cálculos, planos, fotos y videos.

En la actualidad ninguna empresa, fabrica o industria ecuatoriana está dedicada a la fabricación y comercialización de este tipo de prototipos, debido al desconocimiento de la etapa de fabricación.

Existe un grupo de competidores que lo están fabricando de forma manual para realizar competencias deportivas a nivel nacional, existiendo de esta manera desperdicio de material, fallas en el producto terminado y elevado costo de producción más pérdida de tiempo de mano de obra.

Por lo cual la necesidad de este proyecto es pretender incentivar a la industria ecuatoriana a la fabricación de este tipo de prototipos.

Con estos antecedentes mencionados anteriormente se desarrolló el presente proyecto, que garantiza la seguridad en la elaboración del prototipo y economía de diferentes clases sociales.

## **CAPÍTULO I**

### **1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Antecedentes.**

##### **Historia del Inermovilismo.**

Cuando los primeros seres humanos habitaron la tierra, ellos tenían que movilizarse a pie de un lugar a otro en busca de alimentos, utilizando la pesca, la cacería y la recolección de frutos. Posteriormente empezaron a realizar pequeñas embarcaciones para navegar por ríos y mares.

Pasado el tiempo vieron que los animales eran un medio de transporte para trasladarse de un lugar a otro ya que las circunstancias climáticas no eran del todo buenas. Entonces empezaron a elaborar los conocidos trineos para los tiempos de caída de nieve y les resulto muy eficiente.

De los troncos grandes y redondos empezaron a crear ruedas para carretas y carretones los cuales les transportarían con mayor comodidad y menor esfuerzo llevando sus cargas pesadas a diversos lugares.

En el siglo XIX ya se empezaba a utilizar las ruedas en diversas aplicaciones y también se dio la fabricación de rodamientos los cuales eran más dinámicos y seguros para las carrozas.

A principios del siglo XX se da la creación del conocido coche de madera que fue tomado en base al trineo que se utilizó para el traslado de personas y cosas en la temporada de invierno.

La novedad de este invento no se queda en el viejo continente si no que se traslada al nuestro, llegando así al Ecuador donde ahora es una práctica popular.

### **1.2 Planteamiento del Problema.**

Hoy en día en el Ecuador no existe una fábrica que construya este tipo de coches inermoviles a gravedad, por ende se ha visto la necesidad de crearlo de forma artesanal.

Durante las tres últimas décadas se evidencia un notable avance tecnológico en sector automotriz, aumentando el interés por el deporte tuerca, lamentablemente el elevado costo que representa esta actividad ha llevado a las personas a ser "Sujetos Pasivos".

### **1.3 Formulación del Problema.**

¿Cómo se diseña y construye un vehículo monoplaza a gravedad?

## **1.4 Delimitación.**

### **1.4.1 Delimitación Espacial.**

Este proyecto se realizó en la ciudad de Ibarra en las instalaciones de la mecánica automotriz JyJ la misma que se encuentra situada en la Av. Tobías Mena junto al cuerpo de bomberos (Yacucalle). JyJ cuenta con una completa infraestructura, que brinda las facilidades necesarias para el diseño y construcción del vehículo monoplaza a gravedad formula básica para competencia.

### **1.4.2 Delimitación Temporal.**

La fecha de iniciación del presente proyecto es en el mes de Junio del 2012, el cual culminará en el mes de Noviembre del 2013.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General.**

Vehículo monoplaza por gravedad para competencias.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- ✓ Realizar una Investigación bibliográfica del diseño y construcción para un vehículo monoplaza a gravedad.
  
- ✓ Realizar el diseño estructural del vehículo monoplaza.

- ✓ Construir el prototipo en base a las especificaciones establecidas.
- ✓ Realizar pruebas en el vehículo monoplaza a gravedad.
- ✓ Elaborar un esquema técnico de la construcción del vehículo.

### **1.6 Justificación.**

El motivo principal para la realización el presente anteproyecto de elaboración de un vehículo monoplaza para competencias por gravedad, es el hecho de generar un impacto medioambiental prácticamente nulo, aportando a reducir la contaminación ambiental e incentivar la realización de estos vehículos mediante el diseño, la fabricación y su distribución.

En la actualidad ninguna industria ecuatoriana realiza la construcción de este tipo de vehículos, por lo cual hemos encontrado la necesidad de realizarlo de forma artesanal, mitigando la perdida de material y el elevado tiempo de construcción.

La principal ventaja del vehículo monoplaza por gravedad para competencias es llevar a las personas a sentir la adrenalina y la velocidad tanto en forma recreativa como deportiva teniendo todas las seguridades posibles.

Gracias a este proyecto de tesis, el vehículo monoplaza por gravedad mostró todo su potencial, haciendo gala de las ventajas tipográficas que brinda la provincia de Imbabura, fortaleciendo la práctica deportiva incentivando de esta manera la visita del turista nacional e internacional.

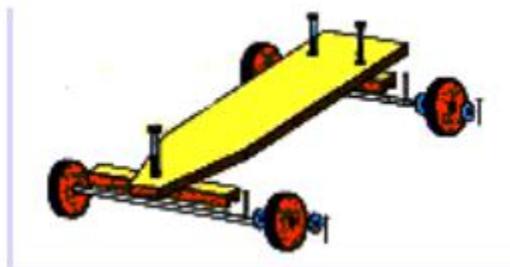
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Fundamento Teórico.

El origen del concepto de inermovilismo desde su origen hasta la actualidad no ha cambiado, el principio de trasladarse de un lugar a otro de forma cómoda y segura se mantiene. Conforme van cambiando los tiempos se ha ido modificando he incluyendo otros equipamientos tales como los frenos y los amortiguadores que son piezas de seguridad y confort las cuales ayudan a evitar oscilaciones y mantener en contacto las ruedas del vehículo al piso este efecto denominado contacto efectivo.

##### 2.1.1 Coches de Madera.



**Figura:1 Coche de Madera**

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

Hasta la actualidad no se tiene un dato exacto de cuando se realizó la primera carrera de coches de madera, teniendo indicios que se dio en los años treinta. A nivel local, en la provincia de Imbabura en 1950, se dan vestigios de la realización de una carrera de coches, en el sector de Yahuarcocha, teniendo como saldo trágico el fallecimiento de 4 personas.

Muchas ciudades de todo el país todavía tienen la tradición de las carreras de coches a gravedad pero ya no conservan las piezas tradicionales sino de a poco surgen transiciones a partes automotrices teniendo así un mejor comportamiento y seguridad a sus antecesores.



**Figura: 2 Coche mixto madera-hierro**

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

En nuestro país las carreras de coches se las realizan por la llegada de las fiestas provinciales o cantones ofreciendo la oportunidad de disfrutar a los espectadores de este deporte, incentivando las visitas de los turistas nacionales y extranjeros.



**Figura: 3 Coche de madera y su piloto**

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

### 2.1.2 Inermovilismo.

El inermovilismo tiene dos raíces, la inercia es la incapacidad de los cuerpos para salir de reposo. Y movilitas que significa calidad de movimiento. El inermovilismo es la carencia de autopropulsión ya que para la velocidad de este coche los factores que influyen son la gravedad y el peso.

### 2.1.3 ¿Qué es un Inermovil?.

Inermovil es el vehículo de 4 ruedas que carece de autopropulsión es similar a un automóvil a diferencia de este el Inermovil depende de factores externos como la inercia producida por la gravedad de ser empujado o halado.



**Figura: 4 Vehículo de inermovilismo**

Fuente: (Guillermo, El Silvervogel vehículo propulsado por la gravedad, 2008)

El inermovil es un coche de cuatro ruedas específicamente diseñado y preparado para carreras de descensos el cual posee las mismas seguridades básicas que posee un auto convencional.

### 2.1.4 Partes del Inermovil.

El inermovil tiene las mismas partes de un auto convencional a diferencia que no tiene motor, este depende específicamente de la gravedad para su movimiento.

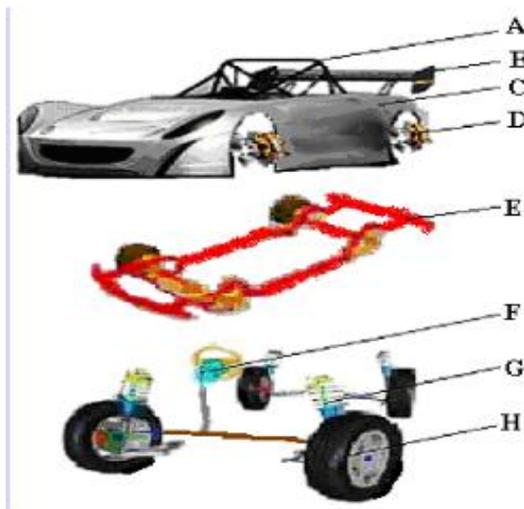


Figura: 5 Elementos que componen un inermovil

Fuentes: (Llerena J. L., 2004)

- A. Jaula antivuelco
- B. Alerón
- C. Carrocería
- D. Frenos de disco delanteros
- E. Chasis
- F. Dirección
- G. Suspensión
- H. Llantas y rines

### 2.1.5 Modalidades.

Existen dos clases de inermovilismo:

- Inermovilismo de recreación

- Inermovilismo deportivo

### **2.1.5.1 Inermovilismo de Recreación.**

El objetivo principal es la recreación de las personas aficionadas a esta actividad, no existen restricciones.



Figura: 6 Reunión de Personas aficionadas

Fuentes: (Llerena J. L., 2004)

### **2.1.5.2 Inermovilismo Deportivo.**

El inermovilismo es un deporte extremo y por lo cual necesita llevar las debidas seguridades.

El Inermovilismo deportivo está diseñado para:

- Competiciones entre pilotos y equipos
- Las innovaciones que se van dando en este deporte
- Incrementar los estándares de seguridad y comodidad para los coches que participan en esta actividad.

### 2.1.5.2.1 Clasificación del Inermovilismo Deportivo.

Existen varias modalidades del inermovilismo deportivo dependiendo de ciertos criterios.

#### 2.1.5.2.1.1 Número de Ocupantes.

**Monoplaza (A).**- Es el coche que lleva solamente a su conductor



Figura: 7 Coche Monoplaza

Fuente: (Guillermo, El Silvervogel vehículo propulsado por la gravedad, 2008)

**Biplaza (B).**- Es el coche que lleva a su conductor y a su acompañante.



Figura: 8 Coche Biplaza

Fuente: (S.A, concept carz ktm, 2010)

## 2.1.6 Por la Tecnología Implementada.

**2.1.6.1 Por la tecnología avanzada.-** Para este nivel de tecnología avanzada se utiliza los túneles de viento en la aerodinámica de los vehículos, también se utiliza lo que es la fibra de carbono en su carrocería para tener menos peso y más durabilidad, y los discos de cerámica que son especialmente para competencias.



Figura: 9 Inermovil por su tecnología avanzada  
Fuente: (S.A, concept carz ktm, 2010)

**2.1.6.2 Estructura Básica.-** Son los vehículos que son construidos de forma artesanal y con materiales de bajo costo y fácil adquisición, pero no olvidemos que estos coches deben tener las seguridades como la jaula antivuelco barras laterales.



Figura: 10 Inermovil de Estructura Básica  
Fuente: (Marcos, 2013)

## 2.1.7 Calidad de Suelo en que Rueda.

### 2.1.7.1 Pavimento / Asfalto.



Figura: 11 Asfalto

Fuentes: (Delgado, 2011)

### 2.1.7.2 Lastre/Ripio/Piedra.



Figura: 12 Lastre

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

En el deporte de inermovilismo existen 8 clases:

1. Formula avanzada pavimento (Monoplaza)
2. Formula avanzada lastre (Monoplaza)
3. Formula básica pavimento (Monoplaza)
4. Formula básica lastre (Monoplaza)
5. Formula avanzada pavimento (Biplaza)

- 6. Formula avanzada lastre (Biplaza)
- 7. Formula básica pavimento (Biplaza)
- 8. Formula básica lastre (Biplaza)

Existen algunas diferencias entre coches que corren en pavimento y lastre las cuales son:

- Diámetro de las ruedas
- Altura mínima y máxima del coche
- El diseño de la suspensión

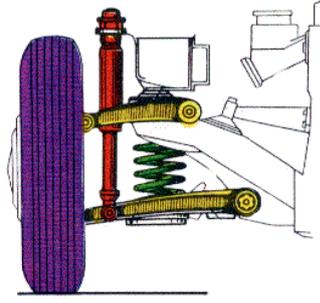
El equipamiento de seguridad en los dos casos son los mismos así como el largo el ancho y el peso.

### 2.1.8 Ficha Técnica de un Inermovil.

Tabla No 1:- Ficha técnica de los inermoviles (Básicos)

<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	
 <p style="font-size: small;">Figura 5.5 Freno combinado de tambor y disco.</p>	Doble sistema de Frenos
	Frenos de disco a las ruedas delanteras
	a) Discos ventilados parte delantera
	b) Tambores posteriores
Fuente: (Batista, 2011)	Freno de mano

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
 <p>Fuente: (QUISHPE, 2011)</p>	Dirección mecánica de piñón y cremallera
	Columna colapsable para impactos

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
 <p>Fuente: (QUISHPE, 2011)</p>	Dirección mecánica de piñón y cremallera
	Columna colapsable para impactos
	Posterior: Tipo eje de torsión

RUEDAS		
 <p>Fuente: (Company, 1996 - 2003)</p>	Aros de acero	
	Llantas delanteras:	Por ser definidas
	Llantas posteriores:	Rin 13

**EQUIPO INTERIOR**



Fuente: (Chen, 2011)

Asiento de competencia

Cinturón de Seguridad

**EQUIPO DE SEGURIDAD**



Fuente: (S.A, la casa del extintor, 2009)

Jaula de protección antivuelco.

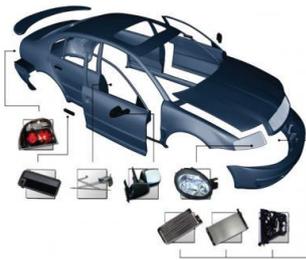
### CHASIS



Fuente: (buggies, Autocación, 2007)

Monoplaza estructura metálica

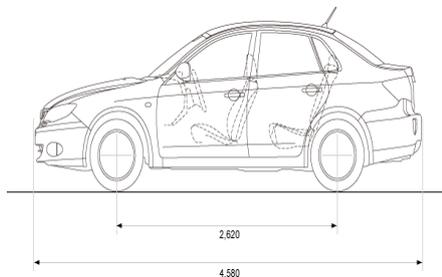
### CARROCERIA



Fuente: (S.A, anunico, 2010)

Por estar definidas

### DIMENSIONES



Fuente: (Valdés, 2012)

Largo total	1.83cm
Ancho total	0.94 cm
Distancia entre ejes	1.53 cm
Altura	1.11 cm
Peso bruto vehicular	

## 2.1.9 PARTES AUTOMOTRICES PARA LA ELABORACIÓN DEL COCHE.

### 2.1.9.1 Chasis.



Figura: 13 Chasis del Automóvil

Fuente: (Subaru, 2011)

Al chasis se lo denomina como el esqueleto del automóvil debe ser fuerte y resistente ya que en él se da el anclaje de todos sus componentes tanto eléctricos como mecánicos, también soporta la carrocería.

Su trabajo importante va más allá del de soportar peso y carga al llevar montados los mecanismos de seguridad como los frenos, suspensión y dirección. En la actualidad los vehículos pequeños ya no llevan chasis, en su lugar tienen incorporada una carrocería auto portante la cual tiene refuerzos específicos en distintos lugares de la carrocería, la función de es evitar la deformación al momento de sufrir un impacto brusco, disminuyendo el impacto de golpe al interior del vehículo.

## **Funciones.**

El chasis no es solamente la estructura fuerte donde se colocan todos los elementos del vehículo, es el encargado de brindar seguridad al momento de atravesar una curva a exceso de velocidad y tener la facilidad de manejo en cualquier circunstancia.

Antes de realizar la reparación o mantenimiento del chasis es recomendable adoptar medidas preventivas que alargaran la vida útil del mismo, evitando golpes fuertes, aceleraciones y frenados bruscos, ya que es poco lo que se puede hacer al momento de sufrir daños considerables, así como también evitar la corrosión que es un enemigo mortal del chasis.

### **2.1.9.2 Jaula de Protección.**

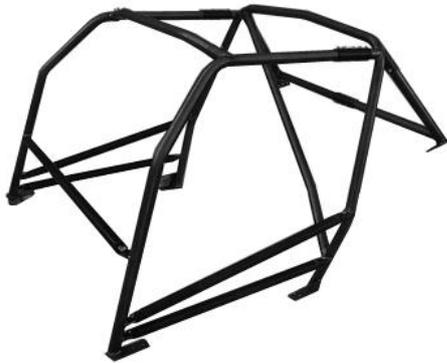


Figura: 14 Jaula antivuelco

Fuentes: (Agudo, 2011)

La jaula antivuelco es la estructura de protección en caso de un volcamiento al tener contacto directo con otros componentes del vehículo por lo que de su grado de resistencia dependerá la seguridad de los ocupantes.

En cuanto a la seguridad se refiere estas jaulas deben cumplir ciertos criterios técnicos y se las clasifica de dos formas:

**Un solo cuerpo.-** Son aquellas que se realiza la unión entre partes mediante puntos fijos de suelda.

**Desmontables.-** Son aquellas jaulas construidas fuera del vehículo de forma que se pueda desmontar en cualquier circunstancia, la unión de jaula-vehículo se la realiza mediante la utilización de pernos y tuercas.

Para la fabricación de dicha jaula se debe tener en cuenta la seguridad y la fiabilidad de los ocupantes para lo cual se debe utilizar materiales de buena calidad con espesor y diámetros grandes.

Los materiales que se recomiendan son el tubo de alta resistencia (NEGRO), la medida mínima que se debe utilizar es de 2 pulgadas de diámetro, y el espesor no menor a 2 milímetros, siendo recomendable hacerla de un solo cuerpo.

A diferencia de la jaula desmontable en los orificios de sujeción mediante pernos se generan tensiones muy altas producto de esto perderá resistencia en este lugar cuando reciba un impacto como un choque brusco.

### 2.1.9.3 Dirección



Figura: 15 Dirección

Fuente: (QUISHPE, 2011)

La dirección es el elemento encargado de hacer girar a las ruedas directrices según la necesidad del conductor ya sea hacia la derecha o izquierda.

**2.1.9.3.1 Sistema Piñón Cremallera.-** Este sistema funciona mediante dos piezas dentadas una llamada cremallera y la otra piñón. La columna de dirección va anclada hacia el piñón el cual hace girar a la cremallera, la lubricación de todo este sistema se hace mediante grasa.

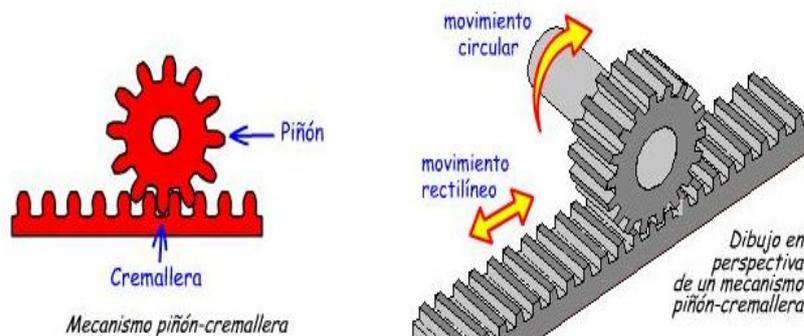


Figura: 16 Sistema cremallera- piñón

Fuente: (QUISHPE, 2011)

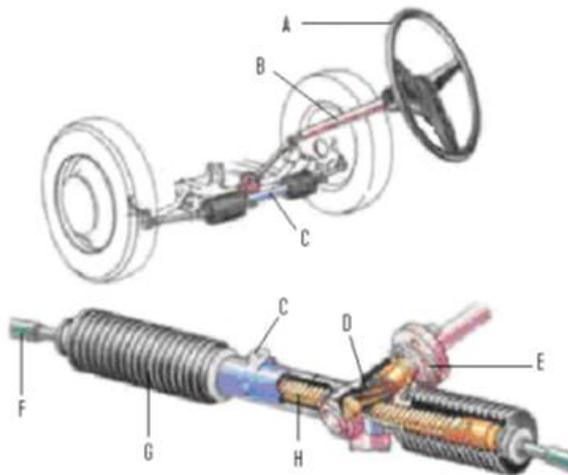


Figura: 17 Componentes del sistema

Fuente: (QUISHPE, 2011)

- a) Volante
- b) Columna de dirección
- c) Caja de dirección
- d) Piñón
- e) Flector unión columna de dirección y piñón
- f) Articulación
- g) Caucho de protección
- h) Cremallera

**Volante.-** Es el elemento por el cual el conductor ejerce su fuerza para direccionar las ruedas del coche.

**Columna de dirección.-** Es por la cual se transmite la fuerza del conductor hacia el piñón.

**Caja de dirección.-** Es todo el conjunto de la dirección.

**Piñón.-** Es el elemento que lleva el movimiento circular hacia la cremallera y esta convierte en movimiento rectilíneo.

**Flector unión columna de dirección y piñón.-** Es el que une las dos partes columna de dirección y piñón de caja.

**Articulación.-** Es el elemento que recibe la fuerza de la cremallera y luego transmite hacia las articulaciones de cada rueda.

**Caucho de protección.-** Es encargado de proteger de la suciedad como el polvo y el agua.

**Cremallera.-** En una barra dentada que tiene la función de dar movimiento rectilíneo hacia la izquierda y derecha.

#### **2.1.9.4 Frenos.**

Este sistema está diseñado para detener el vehículo mediante la aplicación de una fuerza que ejerce el conductor hacia una bomba de líquido que esta lleva la presión necesaria hacia los componentes de cada rueda el vehículo mediante el líquido, ahorrando esfuerzo al conductor.

##### **2.1.9.4.1 Partes de Sistema de Frenos.**

**Pedal de freno.-** Es la pieza metálica que recibe la fuerza que ejerce el conductor y la transmite al sistema hidráulico disminuyendo el esfuerzo del conductor, este elemento está situado en la pedalera.



La bomba posee otros orificios que sirven para la entrada y salida de líquido según la presión ejercida por el conductor.

**Cañerías.-** Es la encargada de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes componentes de los frenos, su característica principal es que está compuesto de tuberías rígidas, metálicas y flexibles, cuando son llevadas hacia elementos de recepción de presión.



Figura: 20 Cañerías de freno

Fuente: (Yolanda, 2008)

**Estanqueidad.-** Está formado por los componentes que están incomunicados en la parte interna de un depósito.

**Bombines.-** Está formado por un cilindro en el que se desplaza uno o dos pistones, que tiene un bombín en un lado o tiene huecos por ambos lados los 2 pistones se mueven de forma contraria en el interior de la bomba.

**Frenos de disco.-** Los frenos de disco vienen dados por el principal efecto que es (fricción y calor), este tipo de sistema es muy eficiente a comparación del sistema de frenos de tambor ya que en ellos se encierra el material que sale producto de frenado, en cambio en el sistema de disco salen al exterior y es enfriado rápidamente brindando mayor eficiencia y seguridad.

Este sistema principalmente se utilizó en los vehículos de carreras ya que ellos necesitaban tener mayor tiempo de frenado cuando se aproximaban a una curva en la actualidad se han mejorado los sistemas y los materiales siendo así muy eficientes.



Figura: 21 Componentes del sistema de frenados de disco

Fuente: (QUISHPE, 2011)

- Disco
- Mordaza
- Pistón
- Pastillas

### 2.1.9.5 Suspensión

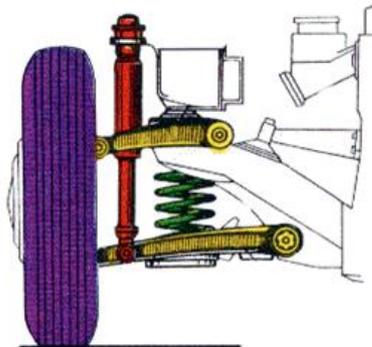


Figura: 22 Suspensión

Fuente: (QUISHPE, 2011)

Como lo mencionamos anteriormente este vehículo llevara un solo tipo de suspensión en la parte delantera que será de tipo Mc-Pherson.

**2.1.9.5.1 Suspensión de tipo mc-pherson.-** Este tipo de suspensión es la más utilizada para la parte delantera, ya que este sistema brinda mayor comodidad puesto que contiene un espiral y un amortiguador.

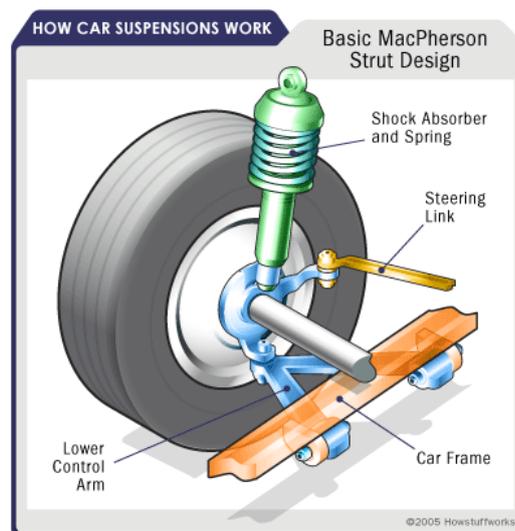


Figura: 23 Partes de la suspensión Mc Pherson  
Fuente: (AUTOMATICAS, 2012)

- A. Espiral
- B. Amortiguador
- C. Neumático
- D. Mesas

**2.1.9.5.2 Amortiguadores Hidráulicos Convencionales.-** Estos controlan los movimientos de los cuerpos fijos y cuerpos móviles o también llamados masas suspendidas y masas no suspendidas.

Este efecto se obtiene gracias a la presión del paso de fluidos a través de unos orificios calibrados, estos fueron diseñados con el objetivo de tener la flexibilidad necesaria para el control del vehículo en diversas circunstancias o tipos de carreteras.

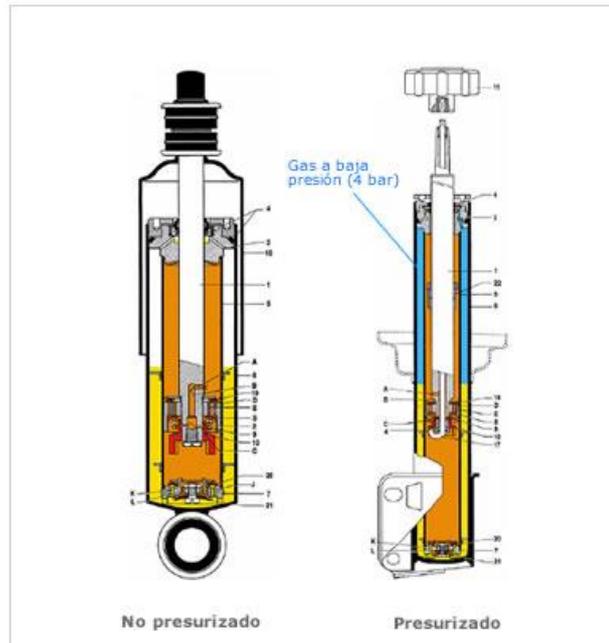


Figura: 24 Amortiguadores convencionales hidráulicos

Fuente: (Meganeboy, 2011)

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| 1. Buje             | 7. Tubo interior                |
| 2. Cabeza de pistón | 8. Cámara reguladora de presión |
| 3. Guardapolvo      | 9. Pistón                       |
| 4. Retén de aceite  | 10. Válvula de pie              |
| 5. Cámara de pistón |                                 |
| 6. Tubo exterior    |                                 |

**2.1.9.5.3 Barra Estabilizadora.-** El objetivo de este componente es de minimizar la inclinación lateral de la carrocería de un vehículo cuando este entra en una curva (Fuerza centrípeta).

La forma más común de estas barras de suspensión tiene la Figura 25, de la “U”. Este elemento se utiliza tanto en la parte delantera como posterior.

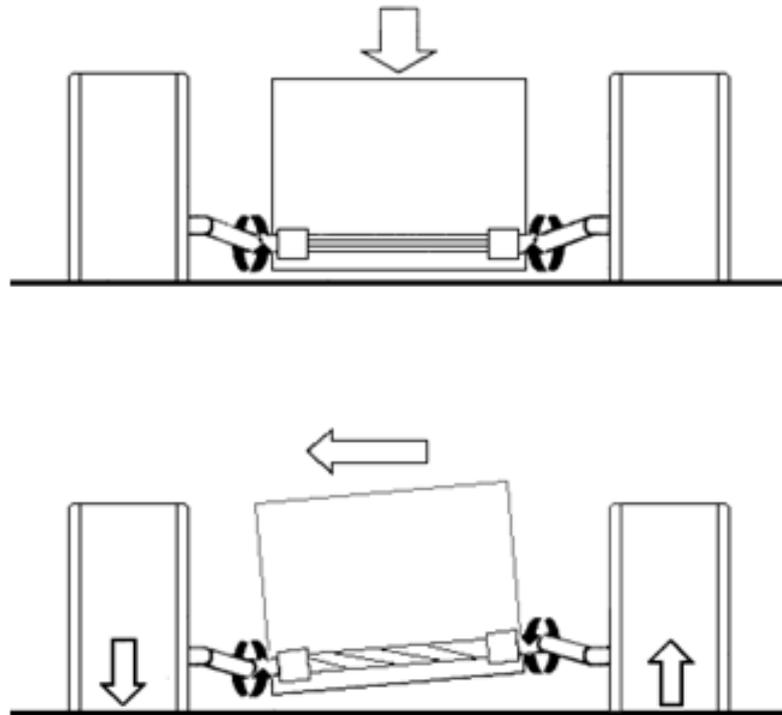


Figura: 25 Funcionamientos de la barra

Fuente: (Meganeboy, 2011)

Al momento que un vehículo entra en la curva, la carrocería tiende a inclinarse hacia el lado contrario a esta. Provocando que las ruedas las cuales van por la parte de afuera sean sometidas a mayor fuerza, llevando así a tener un mayor peso sobre la suspensión. Las ruedas internas quedaran con menos peso sobre la calzada.

**Centrípeta.-** Es la que lleva el vehículo hacia la parte de afuera haciendo que las ruedas internas pierda el contacto con la calzada.

La barra estabilizadora tiene la función de ser un componente elástico, esta transmite la fuerza hacia la suspensión asociando con la rueda interna, hacia la rueda externa. Este efecto se denomina endurecimiento de la suspensión teniendo así menor inclinación de la carrocería en el vehículo.

**Características.-** La elasticidad ante la inclinación del vehículo. Esto viene dado por el diámetro de la barra. Si esta es rígida transferirá mayor fuerza, disminuyendo el confort de conducción.

**2.1.9.6 Carrocería.-** Es llamado también habitáculo el cual va montado sobre el chasis y en su interior lleva a los ocupantes y partes que contemplan el vehículo como el motor, y accesorios. Existen varios tipos de carrocerías, es decir, convertibles y su uso es en los coches deportivos, en la actualidad a las carrocerías se las llama compactas pues su fabricación o construcción se la realiza en un solo cuerpo.



Figura: 26 Carrocería metálica

Fuente: (Hackett, 2010)

A La carrocería se la ha ido modificando de acuerdo a la tecnología, en los aspectos como la estética, la seguridad, el peso, y la economía.

Las primeras carrocerías que se fabricaron eran de madera en casi su totalidad, para después dar la aparición de las carrocerías metálicas las mismas que se aplican hasta la actualidad.

También existen las carrocerías de aluminio destinadas para trabajar en lugares cálidos, esta carrocería la podemos encontrar en la marca de vehículos LandRover.

Existen carrocerías de fibra de vidrio las cuales han ido espacio en el mercado sus ventajas son el peso y la molde habilidad.

Su aplicación más eficiente es en el área deportiva automotriz la cual es la primera opción para fabricar carrocerías para competencias por su peso ligero, pues estas las encontramos en la fórmula uno, es así que las escuderías emplean fibra de carbono para la elaboración de estas carrocerías.

## **2.1.10 Factores a Tomar en Cuenta.**

### **2.1.10.1 Suspensión.**

Al momento de cruzar un bache la rueda asciende y comprime el que puede ser un espiral, ballesta, o mediante aire comprimido. A esto se lo denomina como “suspensión” de un vehículo. Estos espirales pueden

cambiar su resistencia de acuerdo a la carga que se le aplique todo esto depende del peso del vehículo y el número de ocupantes.

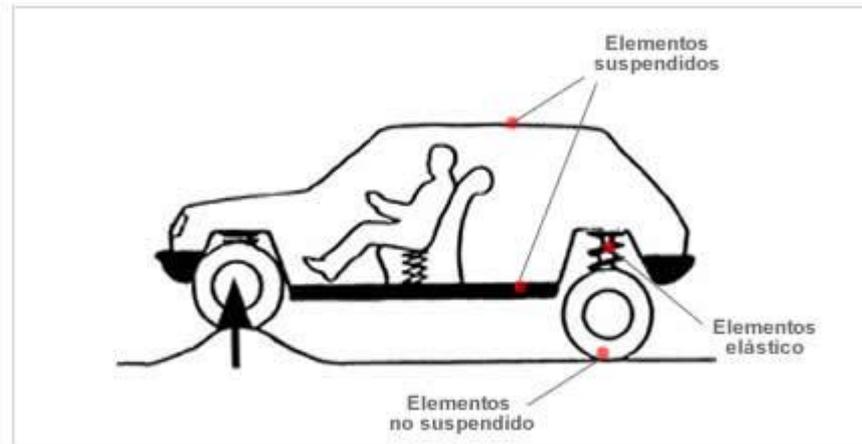


Figura: 27 Oscilación de la suspensión

Fuente: (Meganeboy, Aficionados a la mecánica, 2011)

**2.1.10.1.1 Amortiguación.-** Si al utilizar solamente espirales al momento que crucemos un bache esta causaría un rebote descontrolado. Perdiendo el control del vehículo y sufriendo un accidente.

Pensando en este efecto se ha visto la obligación de implementar un artículo que compensaría este efecto el cual se llama amortiguador que frenara el rebote hay dos tipos de compresión:

- Amortiguación de compresión: Disminuye el movimiento de hundimiento.
- Amortiguación de extensión: Disminuye el movimiento de extensión del espiral.

**2.1.10.1.2 Pre Hundimiento o sag.-** No es más que el hundimiento que se genera por el peso del vehículo y sus ocupantes. Esto permite que la rueda busque el fondo de un agujero en la calzada.

Si tenemos demasiados prehundimiento perderemos eficiencia en el recorrido de la suspensión. Caso contrario si tenemos poco prehundimiento en la suspensión esta no será tan efectiva al momento de caer en los agujeros de la calzada.

**2.1.10.1.3 Masas Suspendidas y Masas no Suspendidas.-** Tenemos dos tipos que son:

**Masas Suspendidas:** Tenemos al conductor, pasajeros y chasis entre otros.

**Masas no Suspendidas:** Son aquellas que tienen movilidad al momento que el vehículo cae en un bache de la calzada las cuales son: las ruedas, los frenos y los amortiguadores. Las masas no suspendidas al ser más ligeras de montaje, hacen posible que la suspensión sea lo más efectiva al tener menos peso.

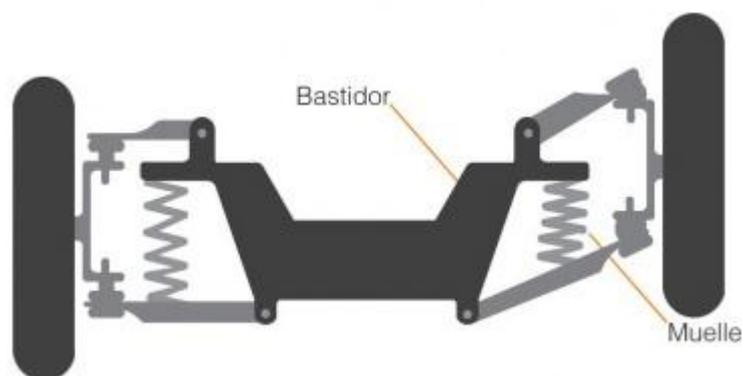


Figura: 28 Masas no suspendidas

Fuente: (Sabimet, 2012)

**2.1.10.1.4 Frecuencia y Periodo.-** Un ejemplo más claro es quitar los amortiguadores coche y dejarlo solamente con los espirales de la suspensión, levantamos el coche y a los conductores con una grúa hasta obtener la extensión máxima de la suspensión ahora soltaremos de un solo golpe. La suspensión se comprime bajo el peso de todo el conjunto

este se va a extender. Volviendo a comprimir hasta que esta regresa a su estado de reposo en pocos ciclos de (Expansión y Compresión).

**2.1.10.1.5 Suspensión de Competición.-** Este tipo de suspensión tiene una compresión más cerrada, la cual es más dificultosa hundirla, pero mejora así la estabilidad del piloto al momento de entrar en las curvas y evitando los desplazamientos del vehículo hacia la rueda exterior. Gracias a esto tendremos mayor agarre y precisión. La desventaja de este sistema es la falta de confort para el /los pasajeros.

**2.1.10.2 Centro de Gravedad.-** Es aquel punto en el que se concentra toda la masa de un vehículo sin cambiar su estado original. La posición de este centro de gravedad es muy importante a la hora de poner a punto el prototipo. Ya que si tenemos bien centrado este punto evitaremos volcamientos al momento de entrar a una curva.

Existen dos tipos de componentes para este centro de gravedad:

- Componente horizontal
- Componente vertical

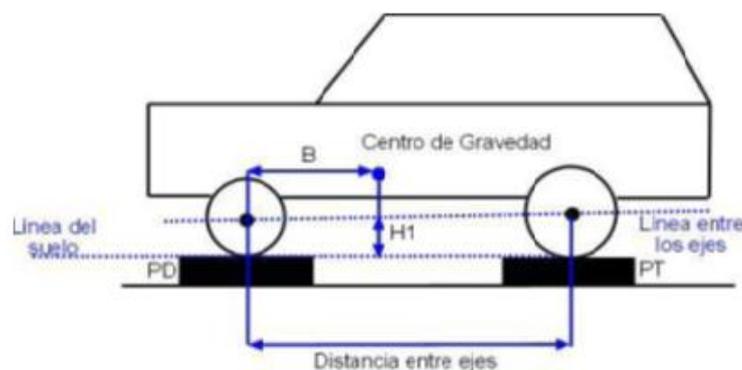


Figura: 29 Componente horizontal

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

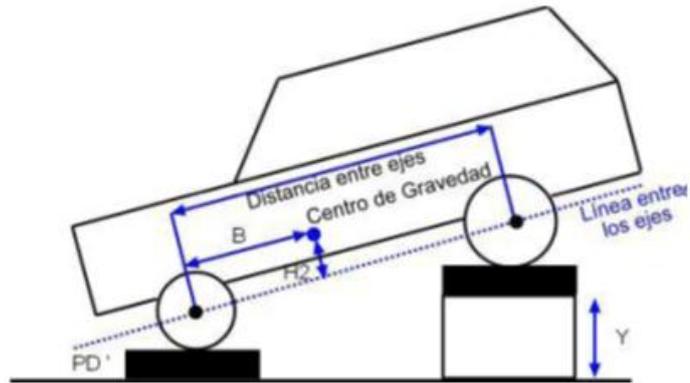


Figura: 30 Componente vertical

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

### 2.1.10.3 Neumáticos.

Es necesario realizar un análisis de los neumáticos debido al papel que desempeñan en un vehículo, ya que es la única parte del vehículo que tiene contacto con el asfalto.

**2.1.10.3.1 Resistencia a la Rodadura.-** Esta deformación se realiza en la goma para adaptarse a las pequeñas irregularidades que posee del asfalto.

Permitiendo a la goma “anclarse” al asfalto, aumentando el agarre. Siendo recomendable la utilización de la goma más blanda la cual es (42<sup>a</sup>, 75<sup>a</sup>), esta tiene más agarre en las curvas.

Al momento de pasar por las irregularidades del camino vuelve a expandirse. El porcentaje de energía que devuelve al expandirse se lo llama resistencia.

**2.1.10.3.2 Fuerzas Electroestáticas.-** Son aquellas Fuerzas que producen atracción o repulsión entre dos tipos de cargas eléctricas en reposo.

Cuando giramos la rueda la parte delantera del neumático se comprime y la parte posterior se demora una fracción de segundo en retornar su estado original, generando dos fuerzas por delante del centro de la rueda, a este efecto se lo denomina resistencia a la rodadura.

Este efecto depende de tres factores:

**1. Histéresis.-** Si el neumático se deforma poco y vuelve a expandirse rápido, esto disminuye la intensidad de las fuerzas teniendo así una disminución a la resistencia del avance.

**2. Presión de inflado.-** Una carga excesiva de aire en el neumático ara que el neumático se deforme menos en los costados y mucho más en el centro.

**3. Radio de la rueda.-** Las fuerzas electroestáticas se generan más cuando las ruedas son más pequeñas; como ejemplo tenemos a un Karting este tiene menor velocidad de punta que una rueda de un coche normal.

**2.1.10.3.3 Agarre en curvas y en Frenada:** Esto depende de dos fuerzas las cuales son:

▪**Fuerza de rozamiento.-** Esta fuerza se genera cuando tenemos dos cuerpos en contacto. Ya que tenemos un rozamiento contra el suelo.

▪**Fuerza centrífuga.**- Este efecto se da cuando entramos en una curva esta fuerza trata de sacarle de su ruta.

**2.1.10.3.4 Cómo aumentar el agarre lateral de un neumático.**- Los principales factores que influyen en los neumáticos cuando entramos en una curva son:

1. Dureza del compuesto de la goma.
2. Presión de inflado del neumático.
3. Peso del vehículo y carga.
4. Ángulos.
5. Temperatura de ambiente.
6. Ancho de la llanta.

**Dureza de la goma.**- Existe varios tipos de dureza que se detallan a continuación:

Tabla No 2: Dureza de las ruedas

<b>Tipo de rueda.</b>	<b>Grado de dureza.</b>
Fórmula 1	50-65
Gran turismo	60-75
Coche de serie	65-80
Street luge	72-81

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

**Presión de inflado.**- El máximo agarre lateral lo conseguimos a una presión de llenado de los neumáticos recomendada por los fabricantes. Si tenemos una presión muy baja “flanea” en los puntos de apoyo y si superamos la presión esta se deformara, en la parte central perdiendo adherencia.

**Angulo de caída.-** Cuando tomamos una curva, el neumático se apoyara sobre la parte exterior de ella, liberando el peso de la parte inferior y perdiendo un porcentaje de agarre.

Las ruedas llevan un ángulo de caída cuando estas están en reposo, la parte interior del neumático se apoya antes que el exterior. De esta manera al entrar en una curva, el neumático se apoyara toda estructura de agarre, ganando de esta manera estabilidad. Este ángulo de caída, debe ser entre  $1^\circ$  y  $3^\circ$ .

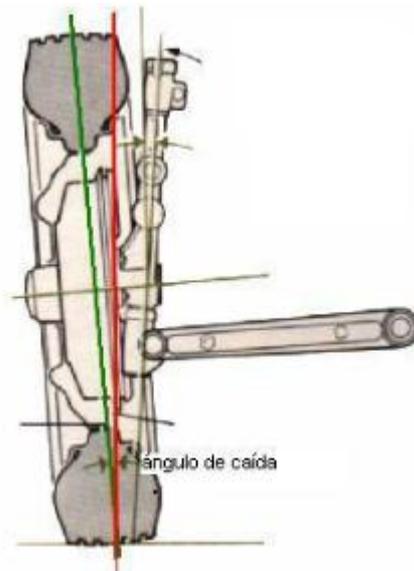


Figura: 31 Ángulo de caída (camber)

Fuente: (Pastas, 2009)

**Temperatura.-** El agarre máximo lo logramos a una temperatura determinada, pues por debajo de ella el agarre es malo, y por encima el neumático se desgastara muy rápido. La medición se la realiza a través de un termómetro infrarrojo.

**Ancho de la llanta.**-El máximo agarre del neumático se genera cuando tenemos toda la banda de rodadura recta.

Una llanta demasiado ancha hace que la banda de rodadura trabaje en exceso, y una llanta demasiado angosta sobrecargara la parte central del neumático.

**Condiciones de lluvia.**- Cuando existe lluvia en el camino tenemos dos razones:

1. Perdida de atracción electrostática entre banda de rodadura y el asfalto, por lo que contamos con agarre solamente mecánico.

2.- Al girar la rueda presiona la capa de agua, que trata de salir al exterior por los canales del neumático. Este proceso requiere de un tiempo apropiado, en caso de no tener el tiempo y espacio la parte delantera del neumático flota sobre el agua, sin aportar ningún agarre.

Para poder aumentar el agarre de un neumático en piso mojado podemos realizar las siguientes actividades:

1. Tener más canales de evacuación (longitudinales y diagonales) necesarios para sacar el agua hacia el exterior, tener cuidado con neumáticos lisos.

2. Colocar neumáticos angostos, esto es mejor ya que el peso del vehículo sobre la capa de agua es mayor, provocando una evacuación más rápida, hacia el exterior del neumático.

3. Un neumático de caucho blando. Es muy recomendable para este tipo de circunstancia la goma se deformará más y tendrá más contacto con el asfalto.

4. Inflar un poco más el neumático, con esto abrimos los canales de evacuación de agua para tener más agarre sobre la superficie.

#### **2.1.10.4 Frenada.**

En la capacidad de frenada de nuestro vehículo influyen varios factores como son:

- a) Peso total
- b) Tipo de freno y potencia de frenada
- c) Refrigeración del sistema de frenos
- d) Tipos de neumáticos
- e) Transferencia de pesos

**Peso.-** El peso para la frenada se transforma, mediante rozamiento producido, por la energía cinética del vehículo.

La energía cinética se obtiene a partir de:

$$E_c = \frac{1}{2}(m \times V^2)$$

Dónde:

**m** = masa del vehículo (Kg).

**V** = velocidad (m/s).

**2.1.10.4.1 Tipo de freno y potencia de frenada.-** El tipo de freno más eficiente es el de disco, complementándolo con el tambor. En vehículos livianos, el freno más eficiente es el de disco, seguido por el freno de cable.



Figura: 32 Freno cantiléver  
Fuente: (Cantilever-Shimano, 2011)

**Refrigeración.-** Al momento de la frenada se realiza un elevamiento de temperatura esto sucede en discos y tambores, y sus componentes pastillas y zapatas respectivamente. Este exceso de calor se disipa mediante el aire que ingresa por los orificios de refrigeración en los discos y en los tambores se va enfriando simultáneamente.

Si utilizamos de forma excesivamente el freno estos empiezan a perder eficacia generando la cristalización. En los sistema hidráulicos, el líquido se pone a hervir perdiendo casi toda la capacidad de frenada.

**Neumáticos.-** Al momento de realizar una frenada este de transmite al suelo por medio de los neumáticos. Si la superficie en contacto es poca podremos decir que es una buena frenada pero que no se transmite toda la capacidad al asfalto.



Figura: 33 Gravity Bike  
Fuente: (Tecnologías, 2011)

Tabla No 3: Valores de la Gravity Bike Stealth GB-1.

Vehículo	Peso total (P)	Distancia entre ejes	% peso eje delantero	% peso eje trasero	Distancia CG - eje delantero ( B )	Altura del centro de gravedad ( H )
Gravity Bike ( Stealth GB-1 )	131'1 Kg.	124 cm.	45'3 %	54'7 %	67'83 cm.	68'1 cm.

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

Tabla No 4: Datos de la Gravity Bike Stealth GB-1.

Vehículo	Peso total ( P )	Distancia entre ejes	% peso eje delantero	% peso eje trasero
Gravity Bike ( Stealth GB-1 )	131'1 Kg.	124 cm.	84,44 %	15,56 %

Fuente: (Llerena J. L., 2004)

**Lluvia.-** Durante la lluvia los neumáticos pierden adherencia, por ende la potencia será menor a la que tenemos en asfalto seco, si corremos en lluvia podremos tener un derrape perdiendo el control total del vehículo.

## **2.2 Posicionamiento Teórico - Personal.**

El inermovilismo carece de autopropulsión los factores que influyen son la gravedad y peso que definen la clase de movimiento.

El inermovil es un vehículo de cuatro ruedas, que no tiene autopropulsión, sus características son similares a las de un automóvil convencional, a diferencia que en este sistema influyen factores externos como la inercia producida por la gravedad, cuando se jala o empujada.

Considerando que el propósito del presente documento es el de enfocarse hacia el aspecto deportivo, será necesario ubicar el concepto anterior en un contexto más específico con lo cual se deberá enunciar lo siguiente.

Un inermovil que se destina a la práctica deportiva es un vehículo de cuatro ruedas, que tiene semejanza a un vehículo convencional en lo que respecta a su aerodinámica y a su seguridad. Está diseñado y preparado para carreras en trayectorias de descenso.

Se implementaron los componentes necesarios como es una jaula de protección, suspensión independiente delantera, frenos de disco independientes delanteros, freno de mano, cinturón de seguridad de tres puntos para brindar un mayor confort para el piloto y copiloto además que la suspensión sea flexible en caminos muy bruscos.

### **2.3 Glosario de Términos.**

**Abrazadera.-** Sirve para asegurar un objeto.

**Aleación.-** Mezcla de metales con otros elementos.

**Alerón.-** Es la pieza posterior que brinda mayor aerodinámica a velocidades altas.

**Amortiguador.-** Elemento que su función es mantener al vehículo estable.

**Articulación.-** Unión de dos piezas flexibles.

**Autopropulsión.-** Máquina que brinda la fuerza motriz.

**Bastidor.-** Estructura metálica que soporta los elementos del automóvil.

**Cojinete.-** Dispositivo de apoyo y guía a un eje en movimiento.

**Compresión.-** Fuerza para reducir el volumen en un espacio.

**Cremallera.-** Barra dentada que se desplaza de izquierda a derecha según sea la necesidad del conductor.

**Eje.-** Barra metálica que produce movimiento entre dos ruedas de un vehículo.

**Flexible.-** Fácil para doblarse sin romperse.

**Fluido.-** Líquido que genera presión en un sistema.

**Gravedad.-** Fuerza que atrae un cuerpo hacia el centro.

**Horquilla.-** Tiene la forma de una Y sirve para movimientos horizontales.

**Inercia.-** Resistencia de un cuerpo para cambiar el estado de reposo o de movimiento

**Mangueta.-** Son articulaciones que permiten el cambio de dirección de las ruedas en cada punta del eje.

**Muelle.-** Son piezas deformables que al aplicar una fuerza se comprime y al retirarlas vuelven a su estado original.

**Paralelogramo.-** Polígono de cuatro lados.

**Perno.-** Pieza de hierro, se usa para unir dos o más elementos.

**Piñón.-** Convierte el movimiento circular en rectilíneo.

**Reposo.-** Estado de un cuerpo que no ha sido aplicado ninguna fuerza.

**Torsión.-** Efecto de torcer o torcerse.

**Velocímetro.-** Dispositivo que indica la velocidad de un vehículo.

**Volante.-** El elemento sobre el cual el conductor ejercerá directamente su fuerza para direccionar al vehículo.

## **2.4 Interrogantes de Investigación**

¿Cuál es el chasis ideal para el inermovilismo?

¿Cómo se soluciona la estabilidad en competencia?

¿Cuál es el tipo de suspensión más aconsejable para un inermovil?

### 2.5 Matriz Categorial.

CONCEPTO	CATEGORÍAS	DIMENSIONES	INDICADORES
Este vehículo tiene cuatro ruedas, carece de autopropulsión, sujeto a factores externos como la gravedad, y peso	Inermovilismo recreativo.  Inermovilismo deportivo o deporte inermovilístico.	Como su nombre mismo lo indica es aquel que persigue un objetivo de recreación  El Inermovilismo es un <b>deporte extremo</b> .  Esta faceta deportiva del Inermovilismo está diseñada para:  _La competencia entre pilotos y equipos. _El desarrollo tecnológico vinculado a dicha competencia. _Respaldar al Inermovilismo	Dirige:  A todos los aficionados al deporte extremo

		recreativo mediante la dotación de vehículos capaces de brindar la seguridad y la comodidad adecuada; y, la selección de trayectos idóneos para el desempeño seguro de esta actividad.	
--	--	--	--

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Tipo de Investigación.**

Se utilizó la investigación práctica, tomando en cuenta los principios básicos de diseño y fabricación del inermovil, por ende la investigación bibliográfica se basó en las afirmaciones.

##### **3.1.1 Investigación Documental.**

Con la investigación bibliográfica se recurrió al estudio y recolección de información de diversas fuentes documentales, estudios previos, eventos internet, entre otros, a fin de ampliar y profundizar el conocimiento sobre el problema. La investigación de campo en tanto permitió aplicar los instrumentos seleccionados con el propósito de recolectar información directa de fuentes reales.

##### **3.1.3 Práctica.**

Cuando el investigador posee una serie de conocimientos que le permitan poner en práctica, los conceptos científicos para obtener los resultados que el investigador este buscando.

En este método los conocimientos adquiridos previos a la investigación constituyen uno de los elementos esenciales de la toma de decisiones en los campos donde se precisa realizar la investigación.

### **3.2. Método.**

Los Métodos que se utilizaron en este proyecto son:

**Inductivo – Deductivo:** Los cuáles fueron los encargados de aportar a la comprensión y análisis del diseño y construcción del inermovil.

#### **3.2.1. Método Sintético.**

Este método planteó constantemente una interrogante , favoreciendo la búsqueda para encontrar una relación entre los diversos componentes del proyecto, sirviendo de orientación a la explicación del diseño y construcción del mismo mediante su estudio y su aplicación en el marco teórico.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS**

#### **4.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROTOTIPO**

##### **4.1.1 Geometría de la Estructura.**

El monoplaza dispone de un chasis multitubular el cual consta de vigas principales de mayor diámetro las cuales tienen la función de soportar a los travesaños ya sean estos verticales u horizontales con el objetivo de conseguir una alta resistencia a la torsión y flexión. (Gráfica 1.)

El chasis está conformado con una célula de supervivencia de difícil deformación (donde se aloja el piloto) con jaula de seguridad, y con una estructura de protección lateral.

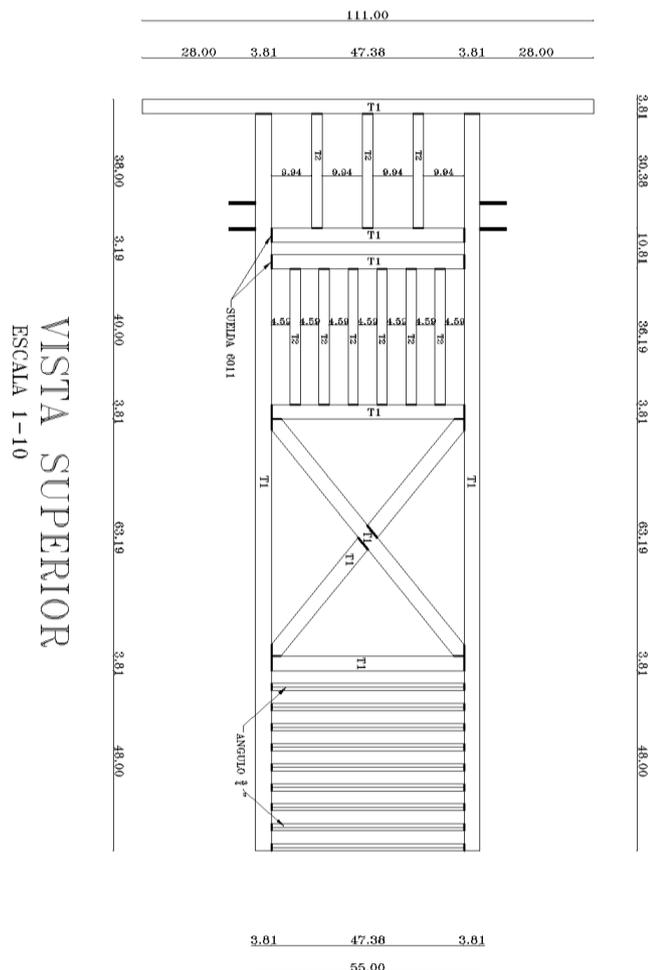
El mismo nivel de importancia se puede mencionar el hecho de que el centro de gravedad este perfectamente centrado para los dos ejes, lo que resultara una adición de pesos excepcional una vez montados todos los elementos y piloto sobre el vehículo.

Luego de seleccionar cada uno de los sistemas que formaron parte del prototipo, es importante plantear las diferentes opciones de modelos que

adquirió finalmente el prototipo, es decir su diseño estructural o su diseño real.

Para ello se planteó el siguiente modelo del chasis y su jaula de protección, como se indica en la Figura 1.

El chasis está dotado de tubos cuadrados y redondos de 1<sup>1/2</sup> y 1” pulgada los mismos que son soldados con electrodo E 6011.



Gráfica: 1 Esquema Principal

Fuente: (Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

#### **4.1.2 Materiales empleados en la construcción.**

Para escoger los materiales adecuados se debió analizar primero la existencia de los materiales en el mercado, facilidad de manipular, bajo costo y de acuerdo a esas características se dedujo que el acero ASTM A36 cumple con las características señaladas anteriormente.

##### **4.1.2.1 Acero A36.**

El acero A36 es una inducción de acero al carbono de utilidad general comúnmente usado en los Estados Unidos de América, aunque existen diferentes tipos de acero, de calidad superior en resistencia.

La denominación A36 fue reconocida por la ASTM (American Society for Testing and Materials)

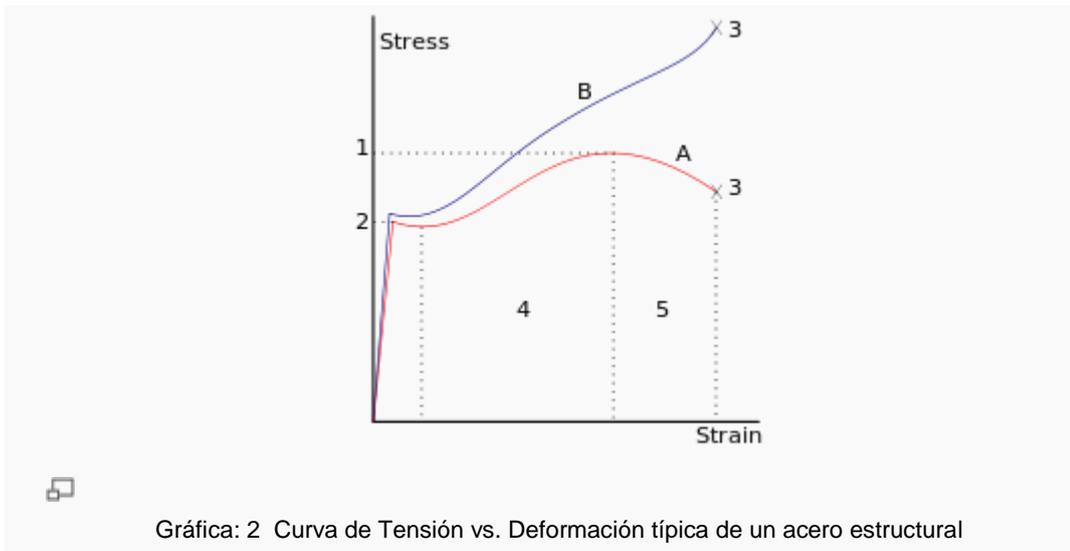
##### **4.1.2.2. Propiedades del Acero A 36.**

El acero A36, posee una densidad de  $7860 \frac{Kg}{m^3}$  ( $0.28 \frac{lb}{in^3}$ ). El acero A36 viene en planchas, en barras y perfiles estructurales con los espesores menores a 8 plg (203,2 mm) posee un límite de fluencia mínima de 250 MPA (36 Ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPa (58 Ksi). Las planchas con volumen mayor de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 Ksi), e igual límite de rotura.

##### **4.1.2.3. Usos y formas.**

El acero A36 se fabrica una amplia variedad de formas, las cuales son:

- Planchas
- Tubos
- Barras
- Laminas
- Perfiles estructurales



1. Tensión de rotura
  2. Límite elástico
  3. Fractura
  4. Región de endurecimiento inducido por deformación
  5. Región de necking
- A: Tensión de ingeniería  
B: Tensión verdadera

#### 4.1.2.4. Ventajas del acero estructural A36.

1. **Alta resistencia.**- Resistencia que posee el acero por unidad de peso lo cual implica que será referentemente bajo el peso de las estructuras.

2. **Uniformidad.-** No cambian las propiedades del acero apreciablemente en el tiempo.
3. **Elasticidad.-** El acero se aprecia más en su comportamiento ya que posee una gran elasticidad a diferencia de la mayoría de los materiales.
4. **Durabilidad.-** Si el mantenimiento de las estructuras de acero es el apropiado durarán indefinidamente.
5. **Ductilidad.-** La ductilidad es la característica que posee un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión.

Entre las cualidades o requerimientos generales del diseño de un chasis de la Fórmula Automovilística Universitaria “FAU” se tienen:

- **La distancia entre ejes y configuración del prototipo:** El prototipo debe tener una distancia entre ejes no menor a 1525 mm. El prototipo debe poseer cuatro neumáticos no necesariamente alineados.
  
- **Requerimiento mínimo de materiales:** El material base es el acero estructural, la estructura principal del prototipo debe ser construida en tubo estructural negro (mínimo 0.1% de carbono).

Con las características mencionadas anteriormente se pudo concluir que el acero estructural ASTM A36 posee las cualidades necesarias para la construcción del inermovil, las cuales son mostradas en las Gráfica: 3.

## Ángulos Estructurales



DIMENSIONES Sistema Inglés (pulgadas)		DIMENSIONES Sistema Métrico (mm)
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	20 x 20 x 2,0
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	20 x 20 x 2,5
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	20 x 20 x 3,0
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	25 x 25 x 2,0
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 1/4	25 x 25 x 2,5
2 x 2 x 3/16	3 x 3 x 5/16	25 x 25 x 3,0
2 x 2 x 1/4	3 x 3 x 3/8	25 x 25 x 4,5
2 x 2 x 5/16	3 x 3 x 1/2	25 x 25 x 6,0
2 x 2 x 3/8	4 x 4 x 1/4	30 x 30 x 2,0
	4 x 4 x 5/16	30 x 30 x 2,5
	4 x 4 x 3/8	30 x 30 x 3,0
	4 x 4 x 1/2	30 x 30 x 4,5
		30 x 30 x 6,0

### NORMAS TÉCNICAS:

Sistema Inglés: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M

Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6 M

Sistema Métrico: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M

Tolerancias Dimensionales: ISO 657/ V

### PRESENTACIÓN\*\*:

Se producen en longitudes de 6 metros.

Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetones de 1 TM c/u.

### USOS:

En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

### PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm<sup>2</sup> (\*)

Alargamiento en 200 mm

Espesores:

2,0mm, 2,5mm, 3,0mm,

3/32" y 1/8"

4,5 mm = 15,0 % mínimo

3/16" = 15,0 % mínimo

6,0 mm = 17,0 % mínimo

1/4" = 17,5 % mínimo

5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0 % mínimo

Soldabilidad = Buena

(\*) Para espesores de 2,0 y 2,5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3,500 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica: 3 Ángulos estructurales

Fuente: (Sabimet, 2012)

## Platinas



DIMENSIONES Sistema Inglés (pulgadas)			
1/8 x 1/2	3/16 x 1 1/2	1/4 x 4	1/2 x 3
1/8 x 5/8	3/16 x 2	3/8 x 1	1/2 x 4
1/8 x 3/4	3/16 x 2 1/2	3/8 x 1 1/4	5/8 x 4
1/8 x 1	1/4 x 1/2	3/8 x 1 1/2	3/4 x 4
1/8 x 1 1/4	1/4 x 5/8	3/8 x 2	1 x 4
1/8 x 1 1/2	1/4 x 3/4	3/8 x 2 1/2	
1/8 x 2	1/4 x 1	3/8 x 3	
3/16 x 1/2	1/4 x 1 1/4	3/8 x 4	
3/16 x 5/8	1/4 x 1 1/2	1/2 x 1	
3/16 x 3/4	1/4 x 2	1/2 x 1 1/2	
3/16 x 1	1/4 x 2 1/2	1/2 x 2	
3/16 x 1 1/4	1/4 x 3	1/2 x 2 1/2	

### NORMAS TÉCNICAS:

Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M

Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

### PRESENTACIÓN\*\*:

Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetones de 1 TM c/u.

### USOS:

Estructuras metálicas de todo tipo: construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos.

### PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm<sup>2</sup>

Alargamiento en 200 mm:

1/8" = 15,0 % mínimo

3/16" = 15,0 % mínimo

1/4" = 17,5 % mínimo

5/16", 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20,0 % mínimo

Doblado a 180° = Bueno

Soldabilidad = Buena.

\*\*Vienen con la marca, dimensiones y medidas impresas.

Gráfica: 4 Platinas

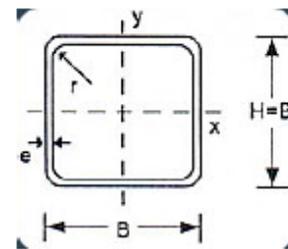
Fuente: (Sabimet, 2012)

## TUBERIA PULIDA. HIERRO NEGRO. CONSTRUCCION Y POSTES

- TUBERIA PULIDA (FL):

### TUBERIA PULIDA CUADRADA

Tubería pulida cuadrada  
Para Carpintería Metálica y Herrería  
Materia prima ASTM – A366  
Laminado en frío



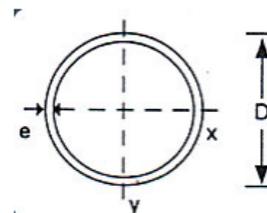
MEDIDA Pulgadas (B)	ESPESOR (mm (E))	LONGITUD Mts	PESO		SECCIÓN cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	S cm <sup>3</sup>	R cm
			Kg/m	Kg/Pieza				
½ x ½	0.90	6.00	0.337	2.022	0.424	0.110	0.17	0.509
½ x ½	1.10	6.00	0.398	2.388	0.510	0.131	0.20	0.506
¾ x ¾	0.90	6.00	0.518	3.108	0.633	0.285	0.30	0.672
¾ x ¾	1.10	6.00	0.624	3.744	0.759	0.319	0.33	0.648
1 x 1	0.90	6.00	0.701	4.206	0.861	0.745	0.59	0.930
1 x 1	1.10	6.00	0.848	5.088	1.038	0.853	0.67	0.907
1 1/4 x 1 1/4	0.90	6.00	0.884	5.304	1.090	1.541	0.97	1.189
1 1/4 x 1 1/4	1.10	6.00	1.071	6.426	1.317	1.790	1.13	1.166
1 ½ x 1 ½	0.90	6.00	1.067	6.402	1.318	2.766	1.45	1.448
1 ½ x 1 ½	1.10	6.00	1.298	7.770	1.597	3.241	1.70	1.425
2 x 2	1.10	6.00	1.743	10.458	2.156	8.137	3.20	1.943
2 x 2	1.20	6.00	1.896	11.376	2.344	8.739	3.44	1.931
3 x 3	1.40	6.00	3.340	20.040	4.076	36.606	9.61	2.997
3 x 3	1.40	6.00	3.573	21.438	4.360	39.024	10.24	2.992
4 x 4	1.50	6.00	4.793	28.758	5.884	95.916	18.88	4.038

Gráfica: 5 Tubo cuadrado

Fuente: (Sabimet, 2012)

**TUBERIA PULIDA REDONDA**

Tubería pulida redonda  
 Materia Prima:  
 ASTM- A366. Laminado en frío  
 ASTM- A609. Laminado en frío



MEDIDA Pulgadas (B)	ESPESOR (mm (E))	PESO		SECCIÓN cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	S cm <sup>3</sup>	R cm
		Kg/m	Kg/Pieza				
5/8	0.90	0.339	0.228	0.42	0.119	0.150	0.53
5/8	1.10	0.408	0.274	0.51	0.140	0.177	0.52
5/8	1.20	0.443	0.297	0.55	0.150	0.189	0.52
5/8	1.40	0.509	0.342	0.64	0.168	0.212	0.51
5/8	1.50	0.542	0.364	0.68	0.177	0.223	0.51
5/8	1.90	0.667	0.448	0.83	0.207	0.261	0.50
3/4	0.90	0.411	0.276	0.51	0.212	0.222	0.64
3/4	1.10	0.496	0.333	0.62	0.251	0.263	0.64
3/4	1.20	0.538	0.362	0.67	.269	0.283	0.63
3/4	1.40	0.621	0.417	0.78	0.308	0.319	0.63
3/4	1.50	0.662	0.445	0.83	0.321	0.337	0.62
3/4	1.90	0.819	0.550	1.02	0.381	0.400	0.61
7/8	0.90	0.482	0.324	0.60	0.343	0.309	0.75
7/8	1.10	0.584	0.392	0.73	0.408	0.367	0.75
7/8	1.20	0.634	0.426	0.79	0.439	0.395	0.74
7/8	1.40	0.733	0.492	0.92	0.499	0.499	0.74
7/8	1.50	0.781	0.525	0.98	0.527	0.474	0.73
7/8	1.90	0.971	0.652	1.21	0.632	0.569	0.72
1	0.90	0.554	0.372	0.69	0.520	0.410	0.87
1	1.10	0.672	0.451	0.84	0.621	0.489	0.86

Gráfica: 6 Tubo redondo

Fuente: (Sabimet, 2012)

Tabla No 5: Dimensiones del chasis.

DIMENSIONES PRINCIPALES		
DIMENSIONES		(m)
A	Largo	2.00
B	Ancho	1.00
C	Altura	1.40
D	Distancia entre ejes	1.53
E	Volado	0.3

Fuente:(Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD  
 PARA COMPETENCIAS, 2013)

Las dimensiones descritas en la tabla se dan de acuerdo al reglamento de competición establecida de **CEPRODI**.

#### **4.1.2 Determinación de las Cargas de Diseño.**

La estructura del vehículo monoplaza se diseñó considerando las siguientes cargas.

- Carga Permanente.
- Carga de Seguridad.
- Carga Muerta.
- Carga Viva.
- Carga de Impacto.
- Carga de Viento.

##### **4.1.2.1 Carga Permanente.**

Para determinar la carga permanente total ( $P_e$ ) del prototipo se unifico el peso total del mismo y se obtuvo que el peso propio sea de 140 Kg.

$$P_e = 140 \text{ [Kg]}$$

##### **4.1.2.2 Carga de Seguridad.**

Se determinó la carga de seguridad una vez conocida el área total de carga del prototipo (Ecuación 1.8)

$$C_s = 20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \times 0.52 \text{m}^2$$

$$C_s = 10.4 \text{ [Kg]}$$

#### **4.1.2.3 Carga Muerta.**

Ahora utilizando la ecuación, se determinó la carga muerta del prototipo (Cm)

$$Cm = 140Kg + 10.4kg$$

$$Cm = 150.4[Kg]$$

#### **4.1.2.4 Carga Viva.**

La carga viva se determinó sumando la carga más una sobrecarga del 10% que se aumenta para el dimensionamiento de este tipo de estructuras, la carga a llevar viene dada por el peso del piloto más el del copiloto que se en este caso es de 140 Kg.

Pero tomando en cuenta de que el vehículo monoplaza puede ser diseñado para cargar un peso mayor a este se lo va a dimensionar con una carga de 300Kg.

$$Ca = Ct + (Ct \times 0.1)$$

$$Ca = 140 + (140 \times 0.1)$$

$$Ca = 154[Kg]$$

#### **4.1.2.5 Carga de Impacto.**

Efecto que se aplica a una estructura móvil o estática al momento que se introduce una carga de corta duración debido a su movimiento. Por medio de la ecuación se determinó las cargas de impacto (Ci).

$$Ci = 0.3(Cm + Ca)$$

$$C_i = 0.3(150.4Kg + 154Kg)$$

$$C_i = 91.32[Kg]$$

#### 4.1.2.6 Carga de Viento.

La carga de viento que actúa sobre un vehículo se la denomina resistencia aerodinámica, es una fuerza contraria al movimiento de un objeto en la atmósfera. Dicha fuerza aumenta según la velocidad, por lo que es poco importante a bajas velocidades, mientras que a velocidades elevadas se convierte en la resistencia más importante que debe vencer un vehículo para seguir avanzando.

La resistencia del aire para vehículos se determinó mediante la ecuación 3.1:

$$R_a = \frac{1}{2}(C_x \rho A_f V^2)$$

Dónde:

**R<sub>a</sub>** = Resistencia aerodinámica, en [N]

**ρ** = Densidad del aire en [Kg/m<sup>3</sup>]

**V** = Velocidad en [m/s]

**A<sub>f</sub>** = Superficie frontal del vehículo, en [m<sup>2</sup>]

**C<sub>x</sub>** = Coeficiente aerodinámico del vehículo.

El coeficiente aerodinámico C<sub>x</sub> varía entre 0.1 para coches de líneas aerodinámicas y 0.8 para camiones, e incluso más de 1 se llevan cargas muy voluminosas. “Para el vehículo monoplaza se toma un valor de C<sub>x</sub> = 0.1”.

El área frontal del vehículo se determinó proyectando la parte frontal sobre un plano perpendicular al flujo del aire que se produce sobre el vehículo, como se puede ver en la Figura: 34, por lo que el área frontal queda en función del ancho por la altura total del vehículo.

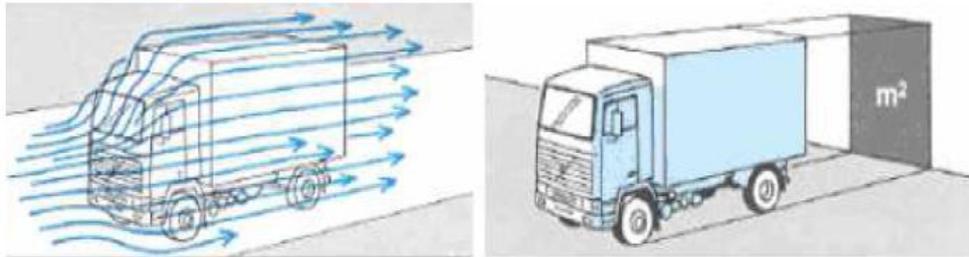


Figura: 34 Resistencia del aire sobre el vehículo

Fuente: (Silva, MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, 2010)

#### 4.1.3 Resistencia Aerodinámica.

La fuerza que frena el avance de todo objeto móvil debido a la resistencia aerodinámica es la fuerza Aerodinámica.

$$F_a = \left(\frac{1}{2}\right) \times A \times (C_x) \times d \times v^2$$

Dónde:

**A = Superficie frontal.-** Son los  $m^2$  que abarca la parte frontal de un vehículo.

**Cx = Coeficiente aerodinámico.-** Este factor depende de la forma de cada vehículo.

**d = Densidad del aire.-** Varía de acuerdo a la altitud. A nivel del mar su valor es de  $1,3 \text{ Kg}/m^3$  y a 2200msnm es de  $1\text{Kg}/m^3$ . Entonces a mayor altura menor resistencia al aire.

**V2 = Velocidad respecto del aire.**- Un factor muy importante, a altas velocidades, la aerodinámica es mucho más importante que a bajas velocidades; la velocidad respecto al aire es = velocidad del vehículo + efecto del viento (Si es a favor restamos la componente, y si es en contra la sumamos).

La mejor forma aerodinámica que brinda menos oposición al aire es la gota de agua con la parte delantera con forma de esfera y la parte posterior con forma de ángulo muy largo.

**Parte Frontal:** Curiosamente, la mejor forma frontal no es una forma afilada como podría pensarse, sino una forma cuadrada. No se debe intentar "partir" el aire en dos, sino presentar una suave forma esférica.

**Parte Central:** Debemos evitar cambios bruscos en el la forma de la carrocería, tales como elementos protuberantes, orificios, etc.

**Parte Inferior:** No hay que olvidar que parte del aire pasa por debajo del vehículo, y también frena al mismo. Una chapa plana cubriendo el fondo mejorará el Cx, además de evitar problemas al rascar con la parte baja en badenes o cambios de rasante fuertes.

**Parte Trasera:** El viento que generamos es más importante de lo que parece, cuando circulamos a alta velocidad, generamos un vacío (bueno, en realidad sólo una baja presión) detrás del vehículo. Este vacío literalmente nos aspira hacia atrás robándonos velocidad (como si lleváramos una aspiradora detrás). Para evitarlo, la parte trasera de todo vehículo nunca debe de acabar con una superficie vertical recta (como la trasera de un camión), sino que debe de acabar en formas suaves, afiladas y aplanadas, para que la corriente de aire no cree turbulencias.

Fuente: (Llerena, Elavoracion de un prototipo de inermovilismo, 2004)

#### **4.1.4 Diseño de la Estructura del Vehículo Monoplaza.**

El diseño de la estructura consistió en realizar los cálculos necesarios para determinar qué tipo de perfiles se debe utilizar, esto se realizó con el fin de seleccionar los perfiles más adecuados y obtener un diseño óptimo.

##### **4.1.4.1 Diseño de las Vigas Principales.**

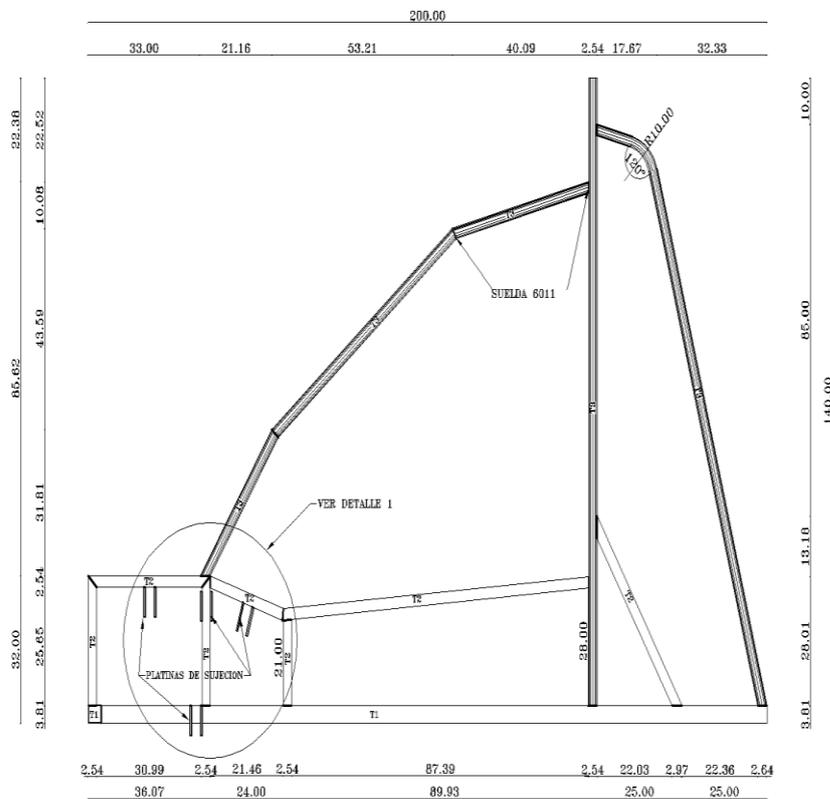
Las vigas principales son los elementos más importantes a diseñar, ya que estos deben garantizar un soporte eficiente para toda la estructura del vehículo monoplaza.

Para el dimensionamiento se supone una sola viga vista desde el lado lateral del vehículo apoyada en dos puntos que son sus dos ejes, se tubo datos conocidos como son: las distancias, la carga viva que va transportar el prototipo y se divide en cuatro debido a que sus normales descansan en sus cuatro ruedas y el peso se distribuye en esos cuatro puntos y la carga muerta que se trata como carga distribuida.

##### **4.1.4.2 Diseño de la Jaula de Seguridad.**

La jaula de protección, antivuelco o contra choques como la queramos llamar a esta estructura es sin lugar a duda el sistema de seguridad pasiva más importante ya que es la armadura, que en caso de colisión de un vehículo, va a tener contacto directo sobre otros cuerpos, por lo que de su resistencia va a depender la integridad de los ocupantes del vehículo.

Para la fabricación de la jaula se seleccionó tubos cuadrados y redondos de 1 pulgada. Los tubos redondos son elementos que son utilizados para la construcción de la jaula de seguridad, que sirven para proporcionarle rigidez a la misma, y para su diseño se los asume como vigas, como se muestra en la gráfica 7. Para que el prototipo funcione y su desempeño sea el esperado en la carretera se calculó su resistencia aerodinámica, la suspensión delantera, posterior y la frenada, de acuerdo con estos cálculos se descubrió que el prototipo es apto para competencias de inermovilismo.



## VISTA LATERAL IZQUIERDA

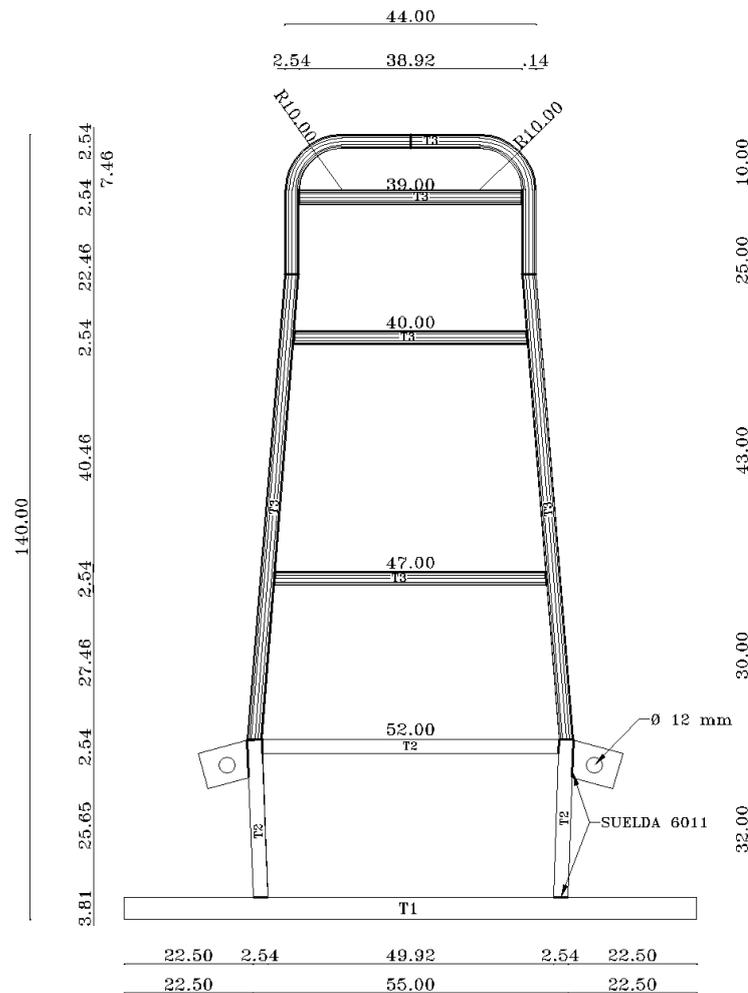
ESCALA 1-10

Gráfica 7: Vista lateral izquierda

(Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

### 4.1.4.3 Diseño de los Travesaños.

Los travesaños son elementos que van ubicados a lo ancho del prototipo y sirven para proporcionarle rigidez al mismo, y para su diseño se los asume como vigas, las mismas que están en sus extremos empotradas, como se muestra en la Gráfica 8.



VISTA FRONTAL

ESCALA 1-10

Gráfica: 8 Vista frontal

(Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

#### 4.1.5 Diseño y Selección del Sistema de Suspensión.

Debido a que la suspensión del prototipo es independiente en las ruedas delanteras son acoplados los siguientes elementos sujetos a dimensionamiento.

- Mesa inferior
- Soporte de mesa inferior
- Pivote
- Rotulas de la mesa superior
- Mesa superior
- Soporte de mesa superior
- Amortiguadores
- Soporte de amortiguadores parte inferior
- Soporte de amortiguadores parte superior

##### 4.1.5.1 Calculo de la Suspensión.

Para calcular el desempeño del sistema de suspensión se realizó el pesaje del coche con un valor de 294 Kg (incluido ocupantes). Suponiendo que sobre cada rueda cargara **73.5 Kg.** y la suspensión llevara un amortiguador Yamaha 125 de **K= 25 Kg/cm.** Como se indica a continuación.

##### 4.1.5.1.1 Suspensión Delantera.

$$fn = ?$$

$$\pi = 3,1416$$

$$K = 73.5kg/cm$$

Fuente: (Llerena J. L., [www.espe.edu.ec](http://www.espe.edu.ec), 2012)

M ocupantes (carga viva)= 140kg + 10% =154kg

M coche= 140kg

Masa Total = 294kg

### **Calculo**

$$fn = (1/2\pi) x \sqrt{(294 x K / M)}$$

$$fn = (0,159) x \sqrt{294 x 73.5 / 140}$$

$$fn = (0,159) x \sqrt{(21609 / 140)}$$

$$fn = (0,159) x \sqrt{(154.35)}$$

$$fn = 1.97 Hz$$

La  $fn = 1.97 Hz$ . Es decir, que la suspensión se comprime y extiende 1.97 veces por segundo en estas condiciones.

#### **4.1.5.2 Selección de la mesa inferior.**

Se seleccionó las mesas delanteras del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), en vista que este elemento se adapta a las condiciones del diseño y construcción, su característica principal es soportar eficientemente las cargas generadas en el prototipo. Cabe indicar que las mesas inferiores van acopladas a los soportes con un perno y en consecuencia, se verificó su adecuada alineación con la ayuda de elementos de precisión.

Capacidad de carga: 300Kg.

#### **4.1.5.3 Selección del Pivote.**

Se seleccionó los pivotes del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para obtener un correcto acople con las rotulas que se encuentran en las mesas inferiores.

#### **4.1.5.4 Selección de las Rótulas de la Mesa Superior.**

Se seleccionó las rótulas del vehículo marca (San Remo) para obtener un correcto acople, ya que esta rótula va conectada a la mesa superior.

#### **4.1.5.5 Selección de Amortiguadores.**

Los amortiguadores constituyen elementos esenciales para el sistema de suspensión, para la selección de estos componentes se debió tener en cuenta la oferta existente en el mercado nacional .

Al determinar un tipo específico de amortiguador se realiza el análisis bajo los criterios analizados al inicio de la sección.

Para el vehículo monoplaza se seleccionó los amortiguadores posteriores de una motocicleta “YAMAHA DT – 125-175 B” puesto que las condiciones de trabajo se asemejan mucho a las del prototipo.

#### **4.1.6 Diseño y selección del sistema de dirección.**

##### **4.1.6.1 Selección de rótula para brazo de dirección.**

Para la selección de las rótulas del brazo de dirección se seleccionó las mismas rótulas para lograr un correcto acople.

##### **4.1.6.2 Selección del tubo para el brazo de dirección.**

El tubo se seleccionó en base a la rótula del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para lograr un correcto acople.

#### **4.1.6.3 Selección del eje para el volante.**

Para el caso del eje del volante se seleccionó de igual manera el eje del volante del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para que exista un adecuado acople de los elementos.

#### **4.1.6.4 Selección de bocines para eje volante.**

Para la selección de los bocines se hizo tomando en cuenta, el diámetro del eje del volante.

#### **4.1.6.5 Selección del volante.**

Teniendo en cuenta el diámetro del eje del volante, se adquirió un volante deportivo en vista que este elemento se adapta a las condiciones del diseño y construcción planteados.

#### **4.1.7 Selección de los elementos normalizados.**

Los elementos normalizados son aquellos que están disponibles en el mercado y se los puede adquirir previo un cálculo o necesidad, todos estos elementos están disponibles bajo catalogo dependiendo de los requerimientos y características en su utilización.

#### 4.1.7.1 Selección del tamaño del neumático.



Figura: 35 Características de los neumáticos

Fuente: (Silva, MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, 2010).

La primera guía de referencia que se ve en un neumático es:

**P215/65 R 15 89H**

Dónde:

**P:** La primera letra es la que indica si una llanta es diseñada para vehículos de pasajeros. LT es la especificación que nos indica si una llanta está diseñada para camionetas, por lo cual aguantara mayor carga.

**215: Ancho de la banda de rodadura:** Este número nos indica el ancho de la llanta inflada, es decir medida entre las paredes laterales de la llanta, su medida es (milímetros).

**65: Aspecto de proporción:** Es el ancho de la sección, con el cual se determina la altura de la llanta, (distancia desde la pestaña de la llanta al piso) que en este caso sería el 60% de 205 mm (=123mm).

**R:** Este símbolo indica la construcción de neumático, por ejemplo R por radial.

**15:** Rin o Aro. Es la medida que se da en pulgadas, es decir una llanta R15.

**89: Índice de carga:** Capacidad de carga que soportara cada neumático.

**H:** Esta nos indica la máxima velocidad que soporta el neumático.

Uno de los reglamentos de la CEPRODI que estimula que el Rin (diámetro) máximo para un monoplaza es de 13 pulgadas se escogió un Rin (diámetro) 12 pulgadas para estar dentro de las normativas del mismo, por lo que es necesario escoger solamente un neumático que cumpla con los requerimientos de carga y velocidad para este tamaño de aro.

De acuerdo a la nomenclatura que se presenta al inicio de este tema el neumático a escoger debe soportar una carga de 141 kg y soporta una velocidad máxima de 100 [km/h], que constan en la Tabla 6 y la Tabla 7.

Tabla No 6: Índice de la carga para neumáticos

<b>ÍNDICE DE CARGA</b>	<b>CAPACIDAD DE CARGA [lbs ]</b>
65	639
66	661
67	677
68	694
69	716
70	739

72	761
73	783
74	805
75	827
76	853
77	882
78	908
79	937
80	963
81	992
82	1019
83	1074
84	1102
85	1135
86	1168
87	1201
88	1235

Fuente: (Silva, MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, 2010)

Tabla No 7: Índice de velocidad para neumáticos

ÍNDICE DE VELOCIDAD	LIMITE DE VELOCIDAD [ Km/h]
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110

L	120
M	130
N	140
P	150
Q	160
R	170
S	180
T	190
U	200
H	210
V	240
W	270
Y	300
ZR	240+

Fuente: (Silva, MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, 2010)

De acuerdo a las tablas anteriores y a la selección de aros diámetro 13 pulgadas y diámetro 10 pulgadas se escogió los siguientes neumáticos, descrito en la Tabla 8.

Tabla No 8: Características seleccionadas de los neumáticos.

Ancho de neumático (delanteras)	145
Ancho de neumático (traseras)	175
Alto de flanco (delanteras)	100.5
Alto de flanco (traseras)	122.5
Radial	R
Diámetro (delanteras)	13
Diámetro (traseras)	13
Índice de carga	65
Índice de velocidad	J

Fuente: (Silva, MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD, 2010)

#### **4.1.8 Selección del Sistema de Rodaje.**

##### **4.1.8.1 Selecciones del Eje.**

El eje ayuda a soportar el peso del vehículo monoplaza y de la carga. Existen ejes redondos y ejes cuadrados para diferentes capacidades de carga.

Los elementos más comunes que deben tener el sistema de estos ejes son: zapata, pasador de zapata, tambor de freno, rodamientos cónicos, etc. El tipo de eje recomendable para este tipo de prototipos es redondo, por seguridad y facilidad de montaje.

Para el diseño del vehículo monoplaza se utilizó un eje que va a soportar una carga de 310 [Kg].

El eje seleccionado es el eje posterior del vehículo marca (Suzuki Forsa), con una capacidad máxima de 750 [Kg], cuando el conjunto se traslada a una velocidad promedio de 100 Km/h.

Tanto el sistema de suspensión como las llantas y los ejes están normalizados y no es necesario ser de la misma marca para acoplarse y funcionar correctamente.

##### **4.1.8.2 Selección de las Manzanas.**

Para la parte delantera del prototipo se acoplaron manzanas del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para un correcto acople con el pivote.

En la manzana se encuentran alojados dos rodamientos cónicos, que permite el movimiento de las ruedas delanteras del prototipo.

Para el eje posterior se seleccionó la manzana del vehículo marca (Suzuki Forsa 1) para un correcto acople con las puntas de eje. En la manzana se encuentran alojados dos rodamientos rectos o de bolas, que permiten el movimiento de las llantas posteriores.

#### **4.1.8.3 Selección de los Rodamientos.**

Los rodamientos son elementos que se encuentran ubicados en las puntas de eje que acoplan las ruedas. Estos elementos están sometidos a dos tipos de carga:

➤ **Carga radial:** Debido a la reacción que ejerce el piso sobre la llanta en dirección perpendicular al eje de la punta de eje.

➤ **Carga axial:** Debido a la reacción que ejerce el piso sobre la llanta cuando se encuentra con una irregularidad no necesariamente en dirección perpendicular, sino ligeramente desviada de la dirección vertical. Este tipo de carga se presenta también cuando el prototipo aborda una curva, se ejerce sobre él una fuerza centrífuga que tiende a desplazarlo hacia afuera de la trayectoria.

Teniendo presente estos conceptos se procedió a seleccionar los rodamientos de acuerdo a los diámetros de las puntas de teniendo así:

➤ **Ruedas delanteras:**

Rodamientos cónicos 44649/10RS KOYO

Rodamientos cónicos 11747/10RS KOYO

➤ **Ruedas posteriores:**

Rodamientos 205 KOYO

Rodamientos 63-28 KOYO

#### **4.1.9 Selección del Sistema de Frenos**

El sistema de frenos que se utilizó es un sistema hidráulico y un sistema mecánico, el eje seleccionado ya tiene incorporado los accesorios de frenado ya sean estos de tambor o de disco y en nuestro caso se trata de tambor.

En la actualidad se exigen cada vez más a los frenos, la normativa es cada vez más estricta, y el freno moderno debe absorber más energía en un espacio menor.

##### **4.1.9.1 Calculo de la Frenada**

En éste punto se encontró varios factores que influyen en la capacidad de frenada de nuestro vehículo:

1. Peso
2. Tipo de frenado y potencia de frenada
3. Refrigeración
4. Neumáticos
5. Transferencia de pesos
6. Lluvia

#### **4.1.9.2. Peso**

La frenada consiste principalmente en transformar, mediante rozamiento, la energía cinética que posee el vehículo en calor. Dado que la energía cinética la obtenemos a partir:

$$Ec = 1/2(m * V^2)$$

Dónde:

**m** = masa del vehículo (Kg).

**V** = velocidad (m/s).

#### **4.1.9.3 Tipo de Frenada y Potencia de Frenada.**

En vehículos pesados, el tipo de freno más apropiado es el de disco, seguido por el tambor. En vehículos livianos, el sistema de freno más potente es el de disco, seguido por el V- Brake y el freno cantiléver.

#### **4.1.9.4 Refrigeración.**

Como ya se nombró cada vez que frenamos se produce un elevamiento de temperatura ya sea en discos y tambores, como en pastillas y zapatas respectivamente. Este calor se disipa al aire que rodea los elementos ya mencionados.

Al utilizar repetidamente el freno, sufrirá un sobrecalentamiento, llegando a perder eficacia e incluso dejando de funcionar. También puede ocurrir que en el caso de frenos con sistema hidráulico, el líquido se ponga a hervir y así perder toda la capacidad de frenado.

La solución inmediata al sobrecalentamiento es frenar menos, disipando el exceso de temperatura generado en los frenos .

Por otro lado la utilización de discos es el mejor sistema que disipa con mayor eficiencia el calor, ya que por los demás sistemas son obsoletos para emplearlos en competencia.

#### **4.1.9.5 Neumáticos.**

Toda la frenada tiene que transmitirse al suelo a través de los neumáticos. Si la huella de contacto es muy reducida, podemos tener una buena frenada pero no ser capaz de transmitirla al asfalto, con lo que se derrapa. Esta es una de las razones por lo que una bicicleta de carretera, a pesar de tener buenos frenos, no puede ejecutar la frenada, otra razón es que tiene el centro de gravedad muy alto, por lo que se transfiere más peso a la rueda delantera durante la frenada.

#### **4.1.9.6 Transferencia de Pesos.**

Al frenar, el peso del conjunto vehículo más ocupantes se desplaza hacia el eje delantero, sobrecargándolo y aligerando el eje trasero.

El peso que se desplaza del eje trasero al delantero viene dado por la siguiente fórmula:

$$**P transferido = (P x h x Frenada)/(Dxg)**$$

Dónde:

**P transferido** = Peso que pasa del eje posterior al delantero (Kg).

**P** = Peso total del vehículo más ocupantes (Kg).

**H** = Altura del centro de gravedad (cm).

**Frenada** = Desaceleración sufrida ( $m/s^2$ ). En la realidad, una frenada a tope en competición alcanza los 6-7  $m/s^2$ .

**D** = Distancia entre ejes (cm).

**G** = Aceleración de la gravedad ( $9,8 m/s^2$ ).

Para que una frenada sea lo más eficiente posible, se necesitó que se transfiera una cantidad pequeña de peso de las ruedas traseras hacia las delanteras, para aprovechar el agarre de todas las ruedas.

Bien ahora se encontró el peso de transferencia para el ejemplo anterior:

Frenada fuerte =  $7m/s^2$ .

Aplicamos:

$P \text{ transferido} = (P \times h \times \text{frenada}) / (D \times g)$

$P \text{ transferido} = (294 \times 30 \times 7) / (170 \times 9,8)$

$P \text{ transferido} = 37.05 \text{ Kg.}$

Es decir, el efecto es de aligerar 37.05 Kg. en el eje posterior y cargar este peso sobre el eje delantero.

#### **4.1.9.7 Selecciones de los Frenos de Disco.**

Los frenos de disco se seleccionaron del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), debido a que los frenos de disco vienen acoplados con las manzanas.

Se realizó una modificación en el diámetro y espesor del disco de freno, resultando con las siguientes medidas:

$\varnothing = 200\text{mm}$  y  $e = 4\text{mm}$

#### **4.1.9.8 Selección de las Mordazas.**

Se seleccionó las mordazas y cañerías del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para que exista un correcto acople de los elementos seleccionados en el freno.

#### **4.1.9.9 Selección de la Bomba de Freno.**

Para este elemento se seleccionó la bomba posterior del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), con esto se logró que las cañerías se acoplen a la bomba de freno seleccionada.

#### **4.1.9.10 Selección de los Frenos de Tambor.**

Se seleccionó el sistema de frenos del vehículo marca (Suzuki Forsa 1) para un correcto acople con el eje, este sistema consta de zapatas, resortes, regulador del freno, elemento de sujeción para el cable.

#### **4.1.9.11 Selección del Cable de Freno.**

Para este elemento se seleccionó el cable del freno de mano del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), con las siguientes características:

- Diámetro:  $\frac{1}{8}$  "
- Material: Acero
- Alma: Acero.

#### **4.1.9.12 Selección de los Pedales.**

Para ambos casos tanto para los frenos delanteros como para los frenos posteriores, se seleccionó los pedales del vehículo marca (Suzuki Forsa 1), para que exista un correcto acople tanto en la bomba como en el cable de freno.

#### **4.1.10. Dispositivo de seguridad.**

##### **4.1.10.1. Impact de seguridad.**

Impact de seguridad es un elemento desarrollado para reducir la fuerza en caso de un impacto, está compuesto de un recipiente lleno de espuma flex de por lo menos 200 mm de espesor y del tamaño del frontal del bastidor (Atenuador frontal) y de 300x500 mm en los atenuadores laterales.

Los atenuadores están separados del habitáculo por una lámina de aluminio para que el atenuador se aloje en el habitáculo en caso de un accidente, los atenuadores no pueden ser parte estructural del vehículo y deben ser cambiadas.

Impact de seguridad esta relleno de poliuretano Baysafe, se fabrican componentes de seguridad para la absorción de impactos, tanto en la cabina de los ocupantes como en la zona externa del automóvil. En caso de colisión, las partes absorbentes de la energía del coche, como son los protectores de rodillas, pelvis y cabeza, experimentaran una deformación permanente, los guardachoques externos se equiparan con un centro de espuma que es de forma absorbente de energía que podrá deformarse

repetidamente. El espumado de elementos del ensamblaje y componentes de fijación y decoración permitirá su elaboración económica.

#### 4.1.10.2. Principales cualidades.

- ✓ Espuma absorbente de energía.
- ✓ Aumentada eficiencia en la absorción de energía independiente del sistema de dirección.
- ✓ Estabilidad dimensional durante el uso prolongado (evitando chirridos y golpeteos).
- ✓ Excelente comportamiento térmico.

Tabla No 9: Especificaciones de elementos utilizados en la construcción del prototipo.

ESPECIFICACIONES DE ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO			
CHASIS			
PRODUCTO	CANTIDAD	MEDIDAS	MATERIAL
Tubo cuadrado	3 de 6m c/u	1 <sup>1/2</sup> "	Hierro
Tubo redondo	2 de 6m c/u	1"	Hierro
Platina en ángulo	1 de 6m c/u		Hierro
SISTEMA DE FRENOS			
Manzanas FORSA 1	2		Hierro
Discos FORSA 1	2		Hierro
Cañerías de frenos	5m		Bronce
Tambores FORSA 1	2		Hierro
Pedal FORSA 1	1		Hierro

Bomba principal FORSA 1	1		Hierro
Freno de mano	1		Hierro
SISTEMA DE suspensión			
Mesa inferior FORSA 1	2		Hierro
Amortiguadores Yamaha 125	2		Hierro
Rotulas San Remo	2		Hierro – caucho
Meza superior (diseño personal)	4		Hierro
Barra estabilizadora FORSA 1	1		Hierro
Bases de amortiguadores	4	10cm * 10cm	Hierro
Eje posterior rígido	1	110cm	Hierro
SISTEMA DE DIRECCION			
Columna de dirección FORSA 1	1	30cm	Hierro
Caja de dirección tipo trapecio (Cuadrones)	1		Hierro
Barras de dirección	2	45cm	Hierro
Terminales de la dirección (Cuadrones)	4		Hierro – caucho
Volante deportivo FORSA 1	1		Plástico
LLANTAS			
Llantas delanteras de emergencia de HIUNDAY maxis	2	105/700/R13	Caucho
Llantas posteriores	2	165/55/R13	Caucho

dunlop			
Aros delanteros de emergencia de HIUNDAY	2	R13	Hierro
Aros posteriores	2	R13	Hierro
ACCESORIOS – VARIOS			
Asiento deportivo SPARCO	1		Plástico – tela – vinil.
Lona azul		1m	Vinil
Lata galvanizada		4m	Hierro
Vinil adhesivo		Varios colores	Adhesivo
Retrovisores Yamaha 125	2		Plástico – espejo
Cinturón de seguridad de 3 puntos	1		Tela – plástico
Pintura sintético automotriz negro		2.5 litros	Pintura
Pintura sintético automotriz tomate		1 litro	Pintura
Pintura sintético automotriz azul		1 litro	Pintura
Thinner		5 litros	Thinner
Spray dorado	1		Pintura
Remaches		3 libras	Hierro
Pernos con tuerca		Varias medidas	Hierro

Fuente: (Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

## 4.2 RESULTADOS.

Ya con la propuesta y el análisis finalizados, estos son los datos técnicos del INERMOVIL, como su desempeño en la carretera, cabe mencionar que se generaron los resultados del coeficiente aerodinámico, sistema de suspensión y peso transferido.

Estos cálculos se los realizó con la siguiente ecuación y a distintas velocidades.

**Formula:**

$$Fa = \left(\frac{1}{2}\right) * A * (Cx) * d * v^2$$

**Tabla No 10: Resistencia Aerodinámica.**

RESISTENCIA AERODINÁMICA	
VELOCIDAD	RESISTENCIA (N)
70 KM/H	20.94
50 KM/H	10.69
30 KM/H	3.85
10 KM/H	0.42

Fuente: (Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

### 4.2.1 Transferencia de Peso.

Cálculo realizado con dos tipos de desaceleración, estas cifras son constantes de  $7 m/s^2$  y una mínima de  $6 m/s^2$ .

**Formula:**

$$P \text{ transferido} = (P \times h \times Frenada) / (D \times g)$$

**Tabla No 11: TRANSFERENCIA DE PESO.**

TRANSFERENCIA DE PESO	
FRENADA	PESO TRANSFERIDO
$7 \text{ m/s}^2$	37.05 Kg
$6 \text{ m/s}^2$ .	31.76 Kg

Fuente: (Benavides, VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS, 2013)

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES.**

- La suspensión instalada en el monoplaza a gravedad fue una excelente elección ya que en la práctica es muy estable y confiable su funcionamiento está en 1.97 Hz que es las veces que oscila la suspensión en el paso por un camino irregular permitiendo al monoplaza evitar el revote fuerte.

- El sistema de frenos que se utilizó en el inermovil fue de discos en la parte delantera y tambores en la parte posterior esta combinación de sistemas es muy confiable ya que en su funcionamiento la transferencia de pesos es de 37.05 Kg. Este peso pasa desde la parte posterior hacia la parte delantera.

- Los amortiguadores son de una moto Yamaha 125, que fueron los ideales para el monoplaza por su tamaño y funcionamientos ya que su oscilación está en 1.2 Hz estos tienen la función de comprimirse y expandirse poco eso era lo que se buscaba para el diseño del monoplaza.

- El sistema de dirección es de un cuadrón que se basa en un trapecio este sistema fue ideal ya que se necesitaba que las ruedas giren lo más rápido posible sin tener que girar mucho el volante.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

- Realizar una mejora para el futuro en los rodamientos puesto que fueron instalados los del Suzuki Forsa 1. Si existiera otro tipo de rodamientos de mejor calidad y funcionabilidad se deberá remplazarlos y así realizarán una mejora en el inermovil.

- Realizar una mejora en el sistema de suspensión ya que con el pasar del tiempo, se tendrá más conocimientos sobre el tema, teniendo la posibilidad de implementar otro tipo de suspensión actualizada.

- A los estudiantes realizar un control periódico de las rótulas y terminales de dirección puesto que son elementos que están sujetos a movimientos axiales, la prueba que debe hacerse es verificar que no tengan juego tanto horizontal como vertical.

- Siempre una de las recomendaciones que se deberá hacer a los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte es que exista un mejoramiento futuro en el inermóvil.

- Una recomendación importante a los estudiantes futuros es que realicen la implementación del sistema de seguridad llamado IMPACT DE SEGURIDAD en el prototipo.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Agudo, E. (3 de Noviembre de 2011). *E.Agudo Automoción*. Recuperado el 26 de Mayo de 2013, de <http://agudoeautomocion.blogspot.com/2011/11/barras-antivuelco-soldadura.html>
2. Antivuelco, J. (2007). *marco racing*. Recuperado el 26 de Mayo de 2013, de <http://www.marcoracing.com/imagenes/Jaula-antivuelco-Heigo.jpg>
3. AUTOMATICAS, T. E. (29 de Mayo de 2012). *Suspensiones Automotrices*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de <http://suspensionalineacionybalanceo.blogspot.com/>
4. automotrices, E. (2009). *Extintores automotrices*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://images02.olx.com.ec/ui/13/67/86/1351197092\\_449886186\\_7-ventas-y-recargas-de-extintores-sistemas-contra-incendio-.jpg](http://images02.olx.com.ec/ui/13/67/86/1351197092_449886186_7-ventas-y-recargas-de-extintores-sistemas-contra-incendio-.jpg)
5. Batista, A. H. (2011). *Sistema de frenos de disco*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos68/sistema-frenos-disco/image006.jpg>
6. Benavides, W. A.-F. (Octubre de 2013). VEHICULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS. Ibarra, Imbabura: UTN.
7. buggies. (30 de Mayo de 2007). *Autocación*. Recuperado el 5 de agosto de 2012, de <http://www.autocasion.com/actualidad/novedades/68496/comodo-saltarin/>
8. buggies. (2011). *buggies*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://img.webme.com/pic/o/ocio-buggies/4277158\\_g.jpg](http://img.webme.com/pic/o/ocio-buggies/4277158_g.jpg)
9. Cantilever-Shimano. (2011). *wigglestatic*. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://www.wigglestatic.com/images/trp-eurox-mag-zoom.jpg>
10. Chen, M. W. (2011). *SHINE WHEEL INDUSTRIAL CORP*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de

<http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/car-carbon-fiber-tuning-racing-sport-seats-for-cars-216303934.html>

**11.** Company, T. G. (1996 - 2003). *LECTURA DEL COSTADO DE UN NEUMATICO*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://www.goodyear.com.uy/tireschool/read\\_sidewall.html](http://www.goodyear.com.uy/tireschool/read_sidewall.html)

**12.** Cremallera-Piñón. (2011). *mecanica de patio*. Recuperado el 02 de Junio de 2012, de [http://1.bp.blogspot.com/\\_5e6awWHgdAo/S-BxdSYJ2gI/AAAAAAAAAU/biGG5h7ALvI/s1600/ola.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_5e6awWHgdAo/S-BxdSYJ2gI/AAAAAAAAAU/biGG5h7ALvI/s1600/ola.jpg)

**13.** Delgado, H. (2011). *zona gravedad*. Recuperado el 12 de Abril de 2012, de <http://www.zonagravedad.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1037>

**14.** goodyear. (2012). *goodyear*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://www.goodyear.com.uy/tireschool/img/tiregrades\\_ar.gif](http://www.goodyear.com.uy/tireschool/img/tiregrades_ar.gif)

**15.** Guillermo, P. (27 de mayo de 2008). *El Silvervogel vehículo propulsado por la gravedad*. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://codigopgt.wordpress.com/2008/03/27/el-silvervogel-vehiculo-propulsado-por-la-gravedad/>

**16.** Hackett, K. (2010 de Diciembre de 2010). *Car advise*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de <http://www.caradvice.com.au/93779/aston-martin-one-77/>

**17.** Llerena, J. L. (2004). *Elaboracion de un prototipo de inermovilismo*. Recuperado el 7 de Mayo de 2012, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3388/1/T-ESPEL-0455.pdf>

**18.** Marcos, I. (2013). *zona gravedad*. Recuperado el 12 de julio de 2013, de <http://www.zonagravedad.com/modules.php?name=News&file=article&sid=1037>

**19.** meganeboy, D. (2011). *Aficionados a la mecanica*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>

- 20.** meganeboy, D. (2011). *Aficionados a la mecanica*. Recuperado el 10 de Junio de 2012, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension1.htm>
- 21.** Pastas, J. (2009). *itsah electromecanica*. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de [http://electroitsah.blogspot.com/p/blog-page\\_5147.html](http://electroitsah.blogspot.com/p/blog-page_5147.html)
- 22.** QUISPE, D. G. (2011). *Sistema de suspensión, dirección y frenos*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de <http://www.monografias.com/trabajos95/sistema-suspension-direccion-y-frenos/sistema-suspension-direccion-y-frenos.shtml>
- 23.** Racing, c. (2011). *racing competition*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://image.dhgate.com/albu\\_200506222\\_00-1.0x0/racing-seat-racing-seat-car-seat-racing-bucket.jpg](http://image.dhgate.com/albu_200506222_00-1.0x0/racing-seat-racing-seat-car-seat-racing-bucket.jpg)
- 24.** S.A. (2009). *la casa del extintor*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://lacasadelextintor.com.mx/645807\\_Extintores.html](http://lacasadelextintor.com.mx/645807_Extintores.html)
- 25.** S.A. (7 de Julio de 2010). *anunico*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [http://www.anunico.cr/anuncio-de/accesorios\\_y\\_repuestos/partes\\_de\\_carroceria\\_para\\_autos\\_de\\_todas\\_las\\_marcas\\_y\\_modelos-394340.html](http://www.anunico.cr/anuncio-de/accesorios_y_repuestos/partes_de_carroceria_para_autos_de_todas_las_marcas_y_modelos-394340.html)
- 26.** S.A. (2010). *concept carz*. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de [http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm\\_X-Bow\\_Orange-manu-07\\_064-1024.jpg](http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm_X-Bow_Orange-manu-07_064-1024.jpg)
- 27.** S.A. (2010). *concept carz*. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de [http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm\\_X-Bow\\_Orange-manu-07\\_064-1024.jpg](http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm_X-Bow_Orange-manu-07_064-1024.jpg)
- 28.** S.A. (2010). *concept carz ktm*. Recuperado el 15 de Mayo de 2012, de [http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm\\_X-Bow\\_Orange-manu-07\\_064-1024.jpg](http://files.conceptcarz.com/img/KTM/ktm_X-Bow_Orange-manu-07_064-1024.jpg)
- 29.** S.A. (2010). *Todo-photoshop*.
- 30.** S.A. (30 de Diciembre de 2011). *Car on line*. Recuperado el 04 de Junio de 2012, de [http://2.bp.blogspot.com/-Pv2gSGk\\_JBs/TV7g6Ou5RZI/AAAAAAAAAS4/LCYjZkjQvI/s320/pedal.gif](http://2.bp.blogspot.com/-Pv2gSGk_JBs/TV7g6Ou5RZI/AAAAAAAAAS4/LCYjZkjQvI/s320/pedal.gif)

- 31.** S.A. (2011). *xverticalsports*. Recuperado el 15 de febrero de 2012, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3388/1/T-ESPEL-0455.pdf>
- 32.** S.A. (11 de Marzo de 2012). *Casiopea*. Recuperado el 10 de Junio de 2012, de [http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Titulaci%C3%B3n\\_1](http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Titulaci%C3%B3n_1)
- 33.** Sedan. (2008). *carroceria tipo sedan*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de [www.todocarrocerias.com](http://www.todocarrocerias.com)
- 34.** Silva, J. L.-A. (Enero de 2010). *MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD*. Quito: EPN.
- 35.** Silva, J. L.-A. (Enero de 2010). *MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD*.
- 36.** Silva, J. L.-A. (2012). Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1243/1/CD-2645.pdf>
- 37.** Subaru. (2011). *Subaru Impreza 2.0 WRX Turbo*. Recuperado el 26 de Mayo de 2012, de [http://www.elchapista.com/images/curso\\_chapa\\_chapista/chasis\\_bastidores/carroceria.jpg](http://www.elchapista.com/images/curso_chapa_chapista/chasis_bastidores/carroceria.jpg)
- 38.** suspension, o. d. (2008). *aficionados a la mecanica*. Recuperado el 10 de Junio de 2012, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-suspension-curso/susp-principio.jpg>
- 39.** Tecnologías, N. (1 de Junio de 2011). *Bicicleta por Grvedad*. Recuperado el 15 de Junio de 2012, de <http://tecnologiabicicletas.blogspot.com/2011/06/bicicleta-por-gravedad.html>
- 40.** T-ESPEL Alex, L. J. (2010). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO MONOPLAZA DE MODALIDAD FORMULA BASICA EN PAVIMENTO PARA MONOPLAZAS PARA COMPETENCIAS POR GRAVEDAD*.
- 41.** Valdés, L. y. (2012). *Subaru*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de <http://www.lyv.cl/modelo-impreza-dimensiones-sedan.html>

**42.** Yolanda, M. W. (2008). *sistema de frenos - Cañerías*. Recuperado el 04 de Junio de 2012, de [http://i01.i.aliimg.com/img/pb/952/672/269/1286237297792\\_hz-myalibaba-web12\\_22646.JPG](http://i01.i.aliimg.com/img/pb/952/672/269/1286237297792_hz-myalibaba-web12_22646.JPG)

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS.















## **ANEXO 2: SOCIALIZACIÓN**

### **INFORME DE SOCIALIZACIÓN**

#### **RESULTADOS.**

La Presentación de los resultados obtenidos en la socialización a los estudiantes del noveno semestre de la carrera en Ing. Mantenimiento Automotriz fueron satisfactorios para nosotros como expositores del tema.

#### **CONCLUSIÓN.**

En la exposición realizada, se evidencio que los estudiantes prestaron mucha atención a la charla brindada por los expositores como integrantes del proyecto de tesis. El resultado se lo ve reflejado en los datos estadísticos que se muestran a continuación:

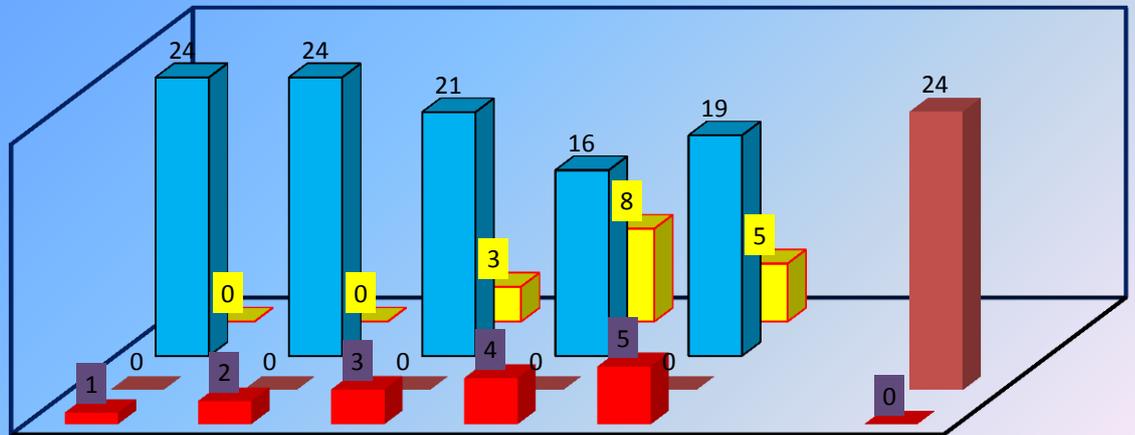
**ANEXO 3: CUESTIONARIO DE PREGUNTAS SOCIALIZACIÓN.**

<b>NUMERO DE PREGUNTA</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>CORRECTO</b>	<b>INCORRECTO</b>	<b>% CORRECTO</b>	<b>% INCORRECTO</b>
1	¿QUÉ ES UN INERMOVIL?	24	0	100.0%	0.0%
2	¿ENUMERE 3 VENTAJAS DEL INERMOVIL?	24	0	100.0%	0.0%
3	¿CÓMO ES EL SISTEMA DE DIRECCIÓN EMPLEADO EN EL INERMOVIL?	21	3	87.5%	12.5%
4	¿CÓMO ES EL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EMPLEADO EN EL INERMOVIL?	16	8	66.7%	33.3%
5	INDIQUE UN TEMA DE TESIS	19	5	79.2%	20.8%

<b>TOTAL ENCUESTAS</b>	<b>24</b>
------------------------	-----------

# ENCUESTA SOCIALIZACIÓN

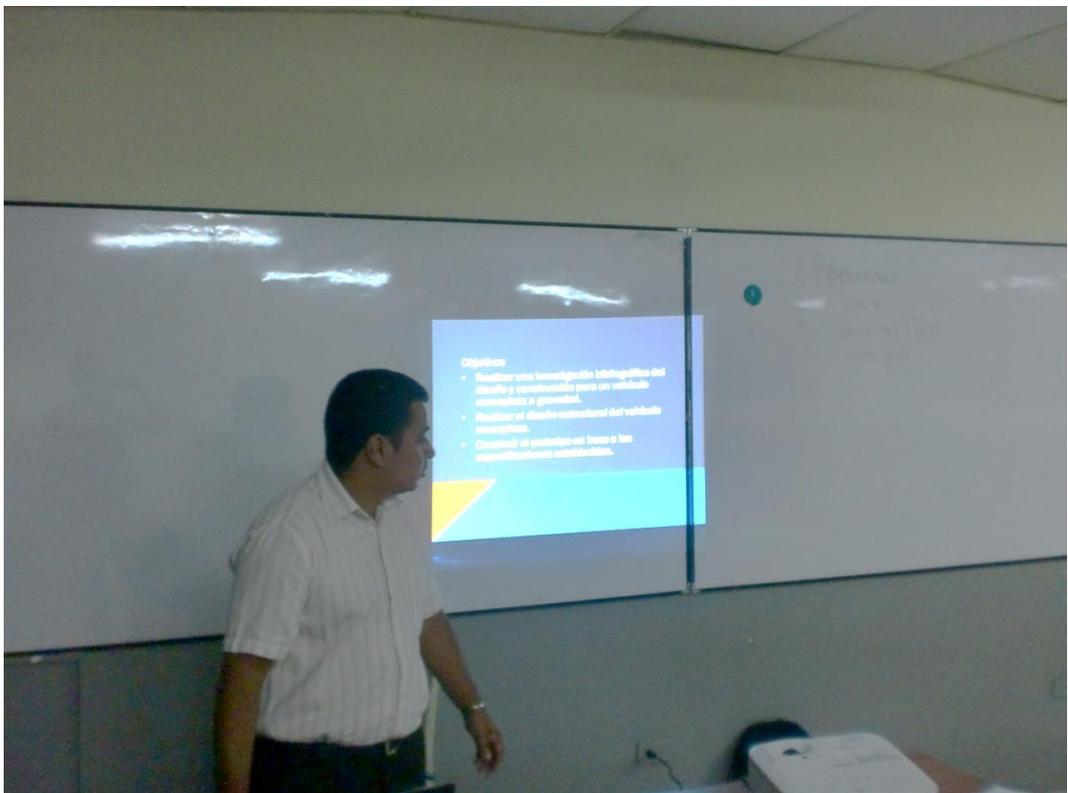
■ NUMERO DE PREGUNTA ■ PREGUNTA ■ CORRECTO ■ INCORRECTO



#### ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DE SOCIALIZACIÓN.







*Universidad Técnica del Norte*

*Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología*

*Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz*

*Ibarra, 25 de Noviembre del 2013*

# **CERTIFICADO**

*Yo Ing. Carlos Mafla certifico:*

*Que los señores estudiantes egresados AMAGUAÑA CRIOLLO WILSON ALFREDO y BENAVIDES MORENO FERNANDO JAMIL de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz cumplieron con la socialización con el tema de Trabajo de Grado "VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS", con lo estudiantes de Noveno Semestre de la carrera en mención el día 14 de Noviembre del 2013 a las 19h30.*

*Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.*

*Atentamente,*



*Ing. Carlos Mafla*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100306275-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Amaguaña Criollo Wilson Alfredo		
DIRECCIÓN:	Rio Paute 13-06 y Jacinto Egas ( Las 4 esquinas)		
EMAIL:	wiloalfredyt@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062650890	TELÉFONO MÓVIL:	0968743989

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS"
AUTOR (ES):	Amaguaña Criollo Wilson Alfredo Benavides Moreno Fernando Jamil
FECHA: AAAAMMDD	2014-02-3
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingenieros en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Segovia

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Amaguaña Criollo Wilson Alfredo** , con cédula de identidad Nro. 100306275-7 , en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes de Febrero del 2014

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: **Amaguaña Criollo Wilson Alfredo**

C.C. 100306275-7



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Amaguaña Criollo Wilson Alfredo**, con cédula de identidad Nro. 100306275-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingenieros en Mantenimiento Automotriz**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 3 días del mes de Febrero de 2014

(Firma) .....

Nombre: **Amaguaña Criollo Wilson Alfredo**

Cédula: 100306275-7



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100339804-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	<b>Benavides Moreno Fernando Jamil</b>		
DIRECCIÓN:	Av. Rafael Miranda 1-59 y Panama		
EMAIL:	ferchovc@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	062956713	TELÉFONO MÓVIL:	0993565413

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS"
AUTOR (ES):	<b>Amaguaña Criollo Wilson Alfredo</b> <b>Benavides Moreno Fernando Jamil</b>
FECHA: AAAAMMDD	2014-02-3
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	<b>Ingenieros en Mantenimiento Automotriz</b>
ASESOR /DIRECTOR:	<b>Ing. Carlos Segovia</b>

## 5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

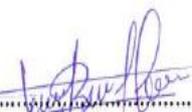
Yo, **Benavides Moreno Fernando Jamil**, con cédula de identidad Nro. 100339804-5 , en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes de Febrero del 2014

**EL AUTOR:**

(Firma).....

Nombre: **Benavides Moreno Fernando Jamil**

C.C. 100339804-5



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Benavides Moreno Fernando Jamil**, con cédula de identidad Nro. 100339804-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“VEHÍCULO MONOPLAZA POR GRAVEDAD PARA COMPETENCIAS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingenieros en Mantenimiento Automotriz**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 3 días del mes de Febrero de 2014

(Firma) 

Nombre: **Benavides Moreno Fernando Jamil**

Cédula: 100339804-5