



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL VEHÍCULO PEUGEOT
604 BUGGY DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO
AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

**AUTORES: PÉREZ BOLAÑOS SILVIO JEFFERSON.
TORRES REALPE EDWIN ANDRÉS.**

DIRECTOR: ING. CARLOS MAFLA MSC

IBARRA – ECUADOR

2016



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 determina 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:	040161602-4
APELLIDOS Y NOMBRES:	PÉREZ BOLAÑOS SILVIO JEFFERSON
DIRECCIÓN:	BARRIO SAN LUIS. (PARROQUIA SANTA MARTA DE CUBA).
E-MAIL:	jeff_chi@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	062220142
TELÉFONO MÓVIL:	0988561908
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL VEHÍCULO PEUGEOT 604 BUGGY DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	PÉREZ BOLAÑOS SILVIO JEFFERSON
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA MSC.

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100348784-8
APELLIDOS Y NOMBRES:	TORRES REALPE EDWIN ANDRÉS
DIRECCIÓN:	CDLA. ANDREA TOBAR (CHORLAVI)
E-MAIL:	andrestorres100@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	062933378
TELÉFONO MÓVIL:	0986561247
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL VEHÍCULO PEUGEOT 604 BUGGY DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
AUTOR:	TORRES REALPE EDWIN ANDRÉS
FECHA:	NOVIEMBRE DEL 2016
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA MSC.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, Silvio Jefferson Pérez Bolaños, con cédula de identidad Nro. 0401616024 y Edwin Andrés Torres Realpe, con cédula de identidad Nro. 1003487848, en calidad de autores y titulares de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizamos 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

Los autores manifiestan 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



.....

Firma

Nombre: Silvio Jefferson Pérez Bolaños

Cédula: 0401616024



.....

Firma

Nombre: Edwin Andrés Torres Realpe

Cédula: 1003487848



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

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

Nosotros, Silvio Jefferson Pérez Bolaños, con cédula de identidad Nro. 0401616024 y Edwin Andrés Torres Realpe, con cédula de identidad Nro. 1003487848, manifestamos nuestra 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 autores de la obra o trabajo de grado denominado: **“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL VEHÍCULO PEUGEOT 604 BUGGY DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**; 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 condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Firma

Nombre: Silvio Jefferson Pérez Bolaños
Cédula: 0401616024

.....
Firma

Nombre: Edwin Andrés Torres Realpe
Cédula: 1003487848



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es **“OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DEL VEHÍCULO PEUGEOT 604 BUGGY DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”** presentado por los señores: **SILVIO JEFFERSON PÉREZ BOLAÑOS**, con cédula de identidad Nro. **0401616024** y **EDWIN ANDRÉS TORRES REALPE**, con cédula de identidad Nro. **1003487848**, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

.....
Ing. Mafla Yépez Carlos Msc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarles a Dios y mi Purita que me han guiado por el camino correcto y darme la oportunidad de ser una persona útil para la sociedad.

A mis padres Hernán Pérez y Anita Bolaños, que me han apoyado incondicionalmente a lo largo de mi vida en todo momento que se nos ha presentado, a mi madre por sus largas horas de consejos que me han servido para llegar a donde estoy, a mi padre por estar ahí donde me ha tocado ir gracias de verdad a los dos sin su apoyo no lo habría logrado han sido mi inspiración de todos los días.

A mi director de tesis que siempre estuvo preocupándose por la culminación de este trabajo y nos permitió avanzar dando pasos firmes.

Por último a mi compañero de tesis Andrés Torres por su amistad y dedicación para culminar este trabajo que nos ha costado mucho, además a una mujer muy especial en mi vida Marianela Ruiz por creer en mí, por ser la persona que ha estado en los momentos de alegría y tristeza gracias por estar ahí siempre.

Jefferson Pérez B.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Primeramente dedico mi trabajo a Dios y a la memoria de mi tío Klever Torres que desde el cielo me han dado las fuerzas necesarias y la fortaleza diaria, a mis queridos padres Edwin y Rubí, a mi hermana Sofí, a todos mis familiares y a mi novia que siempre estuvieron pendientes en mis momentos buenos y malos brindándome siempre todo su apoyo, consejos, cariño y amor para poder culminar una meta más en mi vida.

A mi compañero de tesis Jefferson Pérez por la paciencia y el esfuerzo realizado a diario, por la perseverancia para lograr culminar este proyecto, a mis amigos y a mi director de tesis por su optimismo y palabras de aliento.

Andrés Torres R.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Primeramente queremos agradecerle a Dios por permitirnos estar con vida, salud, y brindarnos todo su amor para poder compartir este logro con las personas que más queremos.

A la Universidad Técnica del Norte y sus docentes que por medio de sus conocimientos supieron guiarnos de la mejor manera en la culminación de nuestra carrera universitaria.

Al Ing. Carlos Mafla Msc. Director del Proyecto, quien compartió sus conocimientos, por su paciencia y confianza brindada para poder culminar este trabajo de grado.

A nuestros padres que con su esfuerzo nos supieron apoyar a lo largo de nuestra carrera y a todas las personas que de una u otra manera nos ayudaron en la culminación de este trabajo.

Jefferson Pérez B.

Andrés Torres R.

RESUMEN

En la actualidad se tiene grandes inconvenientes en lo que se refiere a seguridad en vehículos antiguos, son los causantes de varios accidentes de tránsito dentro y fuera de la ciudad, además ocasionan pérdidas humanas y materiales. Con el avance de la tecnología se ha mejorado los sistemas de seguridad activa y pasiva, con la implementación y el equipamiento de sistemas electrónicos en los vehículos. Como estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se realiza mejoras de los sistemas de seguridad y confort en el vehículo Peugeot 604 tipo Buggy, optimizando los sistemas de frenos, dirección, suspensión, chasis y carrocería, para obtener un vehículo en perfectas condiciones. El vehículo Buggy era de tipo autoportante si llegase a producir un accidente, el vehículo tiende a deformarse y dañar los demás componentes a su vez no cumple los requerimientos de un prototipo Buggy, se procede a la instalación de un chasis para que el vehículo pueda tener carrocería independiente de esta manera le ayuda a soportar las cargas y componentes del vehículo, además adaptarse a las condiciones de un prototipo arenero, se utiliza el chasis de una Ford Explorer, luego de esto se realiza la reconstrucción completa del mismo, con la ayuda del software solidworks se realiza el diseño de piezas mecánicas con la herramienta de simulación se puede obtener el análisis de tensiones y factor de seguridad, además se realiza pruebas de la suspensión en el software Matlab, una prueba de alineación y de carretera del vehículo dejando en perfecto estado para una conducción segura y eficiente. Este proyecto es de gran aporte para los estudiantes como elemento de trabajo o material de aprendizaje, de esta manera los estudiantes pueden realizar sus prácticas de taller en este vehículo Buggy precautelando siempre su seguridad y puedan emplear sus conocimientos.

ABSTRACT

Nowadays there are major drawbacks in regard to safety in older vehicles which are causing several traffic accidents within and outside the city. Also causing human and material losses. With the advancement of technology it has been improved security systems active and passive with the implementation and equipment of electronic systems in vehicles. As students of the Engineering in Automotive Maintenance career, we made systems safety and comfort some improvements were performed to the vehicle Peugeot 604 type Buggy, optimizing brake systems, steering, suspension, chassis and body, for a vehicle in perfect condition. Buggy vehicle was freestanding, if it were to produce a crash, the vehicle tends to deform and damage other components which does not meet the requirements of a Buggy prototype, we proceed to the installation of a chassis for the vehicle to have independent body, in this way it helps to support the loads and vehicle components also it can suit the conditions of a sandpit prototype, the chassis of a Ford Explorer was used and after this the complete reconstruction of the same was done with the help of software called solidworks. Also the desing of mechanical parts is carried out with the simulation tool. With which the analysis of stress and safety factor can be obtained, further evidence of the suspension is performed in the matlab software, and an alignment and road test was also done. Leaving the vehicle in perfect conditions for safe and efficient driving. This project is a great contribution to students as part of work or learning material, so students can conduct their workshop practices in this Buggy vehicle, always taking care of their safety and being able to use their knowledge.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	V
ACEPTACIÓN DEL DIRECTORIO	VI
DEDICATORIA	VII
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XX
CAPÍTULO I.....	1
1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.4 DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL.....	2
1.5 OBJETIVOS.....	2
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	2
CAPÍTULO II.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. INTRODUCCIÓN.....	3

2.2. LA SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO.....	3
2.3. SISTEMAS DEL VEHÍCULO.....	4
2.3.1 SISTEMA DE DIRECCIÓN.	4
2.3.2 LA SUSPENSIÓN.	16
2.3.3 SISTEMA DE FRENOS.	23
2.4. SOFTWARE SOLIDWORKS.....	30
CAPÍTULO III.....	32
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1 BIBLIOGRÁFICA	32
3.1.2 TECNOLÓGICA.....	32
3.2 MÉTODOS.....	32
3.2.1 TÉCNICAS.....	33
CAPÍTULO IV	35
4. DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROTOTIPO BUGGY.....	35
4.1 DIAGNÓSTICO.....	35
4.1.1 ESTADO QUE ENCONTRAMOS EL VEHÍCULO PEUGEOT 604 TIPO BUGGY.....	36
4.1.2 DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL VEHÍCULO FORD.	38
4.2 DISEÑO DE ELEMENTOS Y PIEZAS MECÁNICAS.	39
4.2.1 DISEÑO DEL CHASIS.	39
4.2.2 RECORTAR EL CHASIS.	42
4.3 DISEÑO DE LA SUSPENSIÓN.....	43
4.3.1 SUSPENSIÓN DELANTERA.	44
4.3.2 SUSPENSIÓN POSTERIOR.....	44
4.4 PARÁMETROS GENERALES REQUERIDOS PARA EL DISEÑO.	45
4.4.1 TRANSFERENCIA DE MASAS	45
4.4.2 ANÁLISIS DE CARGA SOBRE CADA RUEDA.....	51

4.5 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	52
4.5.1 MESA SUPERIOR DELANTERA.....	53
4.5.2 MESA INFERIOR DELANTERA.....	55
4.5.3 BARRAS TENSORAS POSTERIORES	58
4.5.4 BARRA TENSORA SUPERIOR.....	61
4.5.5 ENSAMBLE GENERAL DE LAS SUSPENSIONES AL CHASIS.....	63
4.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.....	64
4.7 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	67
4.8 CONSTRUCCIÓN.....	70
4.8.1 PROCESO DE PINTURA.....	72
4.9 PRUEBAS DEL VEHÍCULO.....	74
4.9.1 MATLAB.....	74
4.9.2 PRUEBA DE LA SUSPENSIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE MATLAB.....	74
4.9.3 CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS DE LA SUSPENSIÓN.....	74
4.9.4 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO BUGGY.....	76
4.9.5 ANÁLISIS DE FIGURAS.....	78
4.10 ALINEACIÓN DEL VEHÍCULO.....	82
CAPÍTULO V	90
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1 CONCLUSIONES.....	90
5.2 RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95
ANEXO 1: PLANOS SOLIDWORKS.....	96
ANEXO 2: BÁSCULA RECICLADORA NOVARED.....	104
ANEXO 3. REFERENCIAS PARA EL DISEÑO.....	106
ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS.....	109
ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Elementos de la dirección.	6
FIGURA 2: Tornillo sin fin.	8
FIGURA 3: Cremallera.	9
FIGURA 4: Sistema de bolas recirculantes y tuerca.	10
FIGURA 5: Sistema hidráulico con cremallera.	10
Figura 6: Dirección electro – hidráulica.	11
FIGURA 7: Dirección eléctrica.	12
FIGURA 8: Geometría de la dirección.	12
FIGURA 9: Ángulos de las ruedas.	13
FIGURA 10: Convergencia y divergencia.	13
FIGURA 11: Ángulo de caída.	14
FIGURA 12: Ángulo de salida.	14
FIGURA 13: Ángulo de avance.	15
FIGURA 14: Alineación de la dirección.	15
FIGURA 15: Suspensión.	16
FIGURA 16: Carrocería.	16
FIGURA 17: Bastidor.	17
FIGURA 18: Ballestas.	18
FIGURA 19: Muelles.	18
FIGURA 20: Tipos de muelles.	19
FIGURA 21: Barra de torsión.	19
FIGURA 22: Barra estabilizadora.	20
FIGURA 23: Amortiguadores.	20
FIGURA 24: Freno hidráulico.	25
FIGURA 25: Freno de tambor.	25

FIGURA 26: Freno de disco.	26
FIGURA 27: Servofreno.	27
FIGURA 28: Bomba de freno.....	28
FIGURA 29: Pedal de freno.....	28
FIGURA 30: Freno neumático.	29
FIGURA 31: Software Solidworks.....	30
FIGURA 32: Vehículo Peugeot 604 tipo Buggy y Ford Explorer.	35
FIGURA 33: Desmontaje de la carrocería.	38
FIGURA 34: Diseño del chasis.	39
FIGURA 35: Simulador Solidworks.....	40
FIGURA 36: Aplicación de material.	40
FIGURA 37: Cargas externas.....	41
FIGURA 38: Análisis estático de tensiones.	41
FIGURA 39: Factor de seguridad.	42
FIGURA 40: Recortar y soldar el chasis.	43
FIGURA 41: Renderizado suspensión independiente delantera.....	44
FIGURA 42: Renderizado suspensión trasera.....	44
FIGURA 43: Diseño de la suspensión.....	45
FIGURA 44: Aplicación de material.....	53
FIGURA 45: Determinación puntos de sujeción y aplicación de fuerzas.....	53
FIGURA 46: Tensiones en la mesa de suspensión superior delantera.....	54
FIGURA 47: Factor de seguridad en la mesa de suspensión superior delantera.....	55
FIGURA 48: Aplicación de material.....	55
FIGURA 49: Determinación puntos de sujeción y aplicación de fuerzas.....	56
FIGURA 50: Tensiones en la mesa de suspensión inferior delantera.....	57
FIGURA 51: Factor de seguridad en la mesa de suspensión inferior delantera.....	57
FIGURA 52: Aplicación de material.....	58

FIGURA 53: Tensiones en la barras posteriores longitudinales.	59
FIGURA 54: Factor de seguridad en barras tensoras longitudinales.	59
FIGURA 55: Tensiones en la barras posteriores longitudinales.	60
FIGURA 56: Factor de seguridad en barras tensoras longitudinales.	60
FIGURA 57: Análisis de tensiones en la barra tensora superior.	61
FIGURA 58: Factor de seguridad en la barra tensora superior.	62
FIGURA 59: Tensiones en la barra tensora superior.	62
FIGURA 60: Factor de seguridad en la barra tensora superior.	63
FIGURA 61: Ensamble general del chasis y sus componentes.	63
FIGURA 62: Instalación de las suspensiones delantera y posterior al chasis.	64
FIGURA 63: Freno de disco delantero.....	65
FIGURA 64: Freno de disco posterior.	65
FIGURA 65: Servo- Freno y bomba de freno.....	66
FIGURA 66: Sistema de dirección hidráulica.....	66
FIGURA 67: Chasis y carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy.....	67
FIGURA 68: Base de la estructura.	68
FIGURA 69: Estructura tubular.....	68
FIGURA 70: Carrocería Final.	69
FIGURA 71: Ensamble general del prototipo Buggy.....	69
FIGURA 72: Principio de construcción de la carrocería.	71
FIGURA 73: Carrocería terminada ensamblada al chasis.	71
FIGURA 74: Masillado de la carrocería del vehículo.....	72
FIGURA 75: Finalización del proceso de pintura.	73
FIGURA 76: Prototipo Buggy Ford.....	73
FIGURA 77: Resorte suspensión posterior.....	75
FIGURA 78: Amortiguador boge.....	76
FIGURA 79: Simulación de trayectoria en un hueco.....	79

FIGURA 80: Resultado de la trayectoria en hueco.	80
FIGURA 81: Simulación de trayectoria al pasar por un montículo.	81
FIGURA 82: Resultado de la trayectoria al pasar por un montículo.	82
FIGURA 83: Alineadora de ruedas Tektino.....	83
FIGURA 84: Elevador neumático.....	83
FIGURA 85: Platos goniométricos.	83
FIGURA 86: Suspensión.	84
FIGURA 87: Centrado del volante.	84
FIGURA 88: Base de datos.	85
FIGURA 89: Tenazas.	85
FIGURA 90: Ubicación del sensor.	85
FIGURA 91: Opresor de freno.	86
FIGURA 92: Nivelación de los sensores.....	86
FIGURA 93: Datos de camber y caster.....	86
FIGURA 94: Apriete de caster y camber.....	87
FIGURA 95: Datos antes y después de la alineación.	88

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1: Sistemas de seguridad en el vehículo.....	3
TABLA 2: Partes de Mecanismos de dirección.	6
TABLA 3: Partes del freno de tambor.....	26
TABLA 4: Partes del freno de disco.	26
TABLA 5: Sistemas actuales de frenado con control electrónico.....	29
TABLA 6: Especificaciones Generales.....	36
TABLA 7: Especificaciones Generales.....	36
TABLA 8: Especificaciones y diagnóstico de los sistemas de suspensión, dirección, frenos y carrocería.....	37
TABLA 9: Análisis de cargas.....	52
TABLA 10: Materiales usados en la reconstrucción de la carrocería.....	67
TABLA 11: Máquinas y Herramientas.....	70
TABLA 12: Datos Técnicos del vehículo Buggy.	74
TABLA 13: Programación Matlab.....	76
TABLA 14: Alineación de las ruedas base de datos.....	87

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo principal la optimización de los sistemas de seguridad y confort del vehículo, así como también realizar el diseño utilizando el software Solidworks, para luego proceder a la reconstrucción del vehículo para mejorar los sistemas de frenos, suspensión, dirección y carrocería, además sirva como material didáctico para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. El vehículo Peugeot 604 tipo Buggy se encontró deteriorado ya que fue hecho de un automóvil antiguo, sus sistemas necesitaban de un mantenimiento preventivo y correctivo por lo que fue necesario realizar varias modificaciones para lograr restaurar el prototipo.

Este proyecto se desarrolla en la Universidad Técnica del Norte, en los talleres de la ciudad de Ibarra, dando como resultado un nuevo Buggy en excelentes condiciones y apto a cualquier prueba que sea sometido. La contextualización del problema, está formada por antecedentes, planteamiento, formulación del problema, objetivo general, específicos, de igual manera la delimitación temporal y espacial, por último la justificación.

En el marco teórico se detalla conceptos de seguridad del vehículo sobre la importancia en la conducción y seguridad de los ocupantes, con los avances se tiene en cuenta el tema de la seguridad activa y pasiva en el vehículo para reducir las pérdidas humanas. Se indica cada sistema de seguridad como es el de frenos, suspensión, dirección con todas sus partes, además la carrocería y el chasis, los tipos existentes en cada uno de los sistemas, las diversas tecnologías aplicadas a los mismos, se detalla sobre que se trata el software Solidworks su importancia en aplicaciones de ingeniería, al terminar el capítulo se trata de sistemas actuales de frenado con control electrónico.

Metodología de la investigación de tipo bibliográfica - tecnológica, los métodos usados son de modelación, optimización, adaptación y analítico sintético a su vez las técnicas son análisis de mecanismos, elaboración de planos, mediciones además simulación usando softwares CAD.

En la propuesta se encuentra las tablas de especificaciones técnicas y generales del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy y del vehículo Ford Explorer del cual se utiliza el chasis para la modificación completa de la carrocería, de esta forma permite conocer el estado en el que se recibió el Buggy, además realizar el mantenimiento correspondiente a los elementos que componen los diferentes sistemas de dirección, suspensión y frenos. A partir del estado del vehículo se realizó el diseño utilizando el programa Solidworks de todas las partes que conforman el vehículo con sus respectivas medidas, al finalizar el diseño con ayuda de los planos se empieza la reconstrucción, modificación y adaptación de nuevos sistemas, se recorta el chasis, además se modifica la suspensión.

También se muestra las pruebas realizadas en el nuevo Buggy, se realizó la simulación de la suspensión en el software Matlab con sus respectivos cálculos obteniendo gráficos y figuras posteriormente detalladas, además una prueba de alineación a través de la máquina tectino con sus respectivos sensores ubicados en cada una de las ruedas con el uso de datos del fabricante para realizar los ajustes de caster, camber y la convergencia de las ruedas.

Al finalizar el trabajo se da a conocer las conclusiones y recomendaciones que se debe tener en cuenta para el correcto funcionamiento, además la bibliografía consultada de varios libros de la biblioteca de la universidad de todo el trabajo, anexos como prueba de haber realizado paso a paso el nuevo Buggy Ford y sus planos respectivos.

CAPÍTULO I

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES.

La Universidad Técnica del Norte posee un vehículo Peugeot 604 tipo Buggy modificado por los estudiantes de años anteriores a partir de un vehículo estándar, se encontraba en deterioro, prácticamente obsoleto, se realizó cambios de un motor de carburador a un motor a inyección electrónica, a su vez la adaptación de una caja automática, además existe otros componentes del vehículo que se encuentran en mal estado, por todo esto es necesario realizar mantenimiento o reemplazo de piezas mecánicas para que el vehículo quede en óptimas condiciones y pueda servir de material didáctico para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El vehículo se encuentra con los sistemas principales de seguridad y confort obsoletos lo cual se necesita de un mantenimiento eficaz, a la vez se realice una actualización de sus partes y que este vehículo pase las pruebas de todos los sistemas que le componen.

Es necesario realizar pruebas de los sistemas de suspensión, dirección, frenos y según este análisis saber el estado de los componentes del vehículo ya que son vitales para la seguridad y confort, para evitar que este vehículo sea el causante de algún accidente.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo lograr que el vehículo Peugeot 604 Buggy de la Universidad Técnica del Norte esté en perfecto estado de funcionamiento y cumpla con las características de un prototipo arenero?

1.4 DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL.

Esta investigación se llevará a cabo desde el mes de septiembre hasta el mes de julio, en los talleres de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 OBJETIVO GENERAL.

Optimizar los sistemas del vehículo Peugeot 604 Buggy de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Realizar un estudio de la Optimización de los sistemas del vehículo Peugeot 604 Buggy de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento de la Universidad Técnica del Norte.
2. Diagnosticar los sistemas del vehículo: Dirección, suspensión, sistema de frenos.
3. Realizar el mantenimiento o modificaciones a los sistemas mencionados.
4. Diseñar el nuevo Buggy a través del software Solidworks.
5. Realizar pruebas y mediciones de los sistemas.

1.6 JUSTIFICACIÓN.

Este proyecto está enfocado en realizar el mantenimiento general y principalmente a los sistemas de dirección, frenos, suspensión, a su vez realizar pruebas para su óptimo funcionamiento y lograr que este vehículo siga brindando apoyo para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, además para que los estudiantes puedan realizar prácticas de taller y apliquen los métodos y técnicas enseñadas en el aula.

Por otra parte, se va a evitar que este vehículo arenero que posee la Universidad siga deteriorándose, que mejore la durabilidad y confort, que pase cualquier prueba que se le someta en el taller, que sea seguro para la circulación y la integridad de los estudiantes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de seguridad del vehículo son sumamente importantes en la conducción, el estado de los sistemas mecánicos y la aplicación de la electrónica ha proporcionado mayor eficacia para garantizar la vida de los ocupantes. A continuación se detalla cada uno de los sistemas: Sistema de dirección, suspensión, frenos, carrocería y seguridad, su funcionamiento, partes y los tipos existentes (Casado, Navarro, & Morales, 2012).

2.2. LA SEGURIDAD EN EL VEHÍCULO.

Los fabricantes de los vehículos tratan de conseguir mejoras en los automóviles, la seguridad activa y pasiva son fundamentales con el fin de proteger las vidas humanas tanto del conductor como de sus ocupantes.

Cada vez existen nuevos sistemas de seguridad pero los conductores se sienten más seguros y exceden a la velocidad media al conducir, el vehículo está realmente diseñado para salvar vidas, pero si el conductor desconoce de los elementos de seguridad y no está en condiciones de conducir y es imprudente es inevitable que se produzcan accidentes (Rondón., 2012.).

TABLA 1: Sistemas de seguridad en el vehículo.

Seguridad Activa: Es el conjunto de todos los elementos que proporcionan una gran eficacia y estabilidad en marcha evitando accidentes estos son los siguientes:	Seguridad Pasiva: Son los elementos que reducen al mínimo los daños cuando ya se ha producido un accidente los cuales detallamos a continuación:
• Sistema de frenos.	• Cinturones de seguridad
• Sistema de dirección.	• Airbags.
• Sistema de suspensión.	• Chasis y carrocería.
• Neumáticos y adherencia al suelo.	• Cristales
• Iluminación.	• Reposacabezas.
• Control de estabilidad.	

Fuente: (Kindelán, 2015)

2.3. SISTEMAS DEL VEHÍCULO.

El vehículo está conformado por varios sistemas los principales son los que brindan seguridad para una buena conducción, en la actualidad en vehículos modernos para la seguridad del conductor y ocupantes se realiza la implementación de sistemas electrónicos, que en conjunto con elementos mecánicos del vehículo son indispensables.

Se detalla los sistemas de dirección, suspensión, frenos, carrocería y chasis los componentes respectivos, además avances tecnológicos que son de gran importancia en el vehículo.

2.3.1 SISTEMA DE DIRECCIÓN.

El régimen de dirección es de gran importancia en la conducción del vehículo, proporciona el giro adecuado del mismo con un movimiento de los neumáticos delanteros, a su vez el conductor mediante el giro del volante puede tomar la trayectoria deseada, este sistema es de gran importancia, unido a otros como el mecanismo de frenado, porque de él depende la confianza del conductor y la integridad de las personas que ocupan el vehículo.

Cualidades de la dirección.

Según (Rondón., 2012.), las cualidades que debe reunir el sistema para que el conductor realice una correcta conducción son: seguridad, suavidad, comodidad entre otras cualidades que se detalla a continuación:

Fuerza en la dirección. La fuerza debe ser estable y proporcional en una trayectoria recta, también debe ser suave al realizar un giro que desea el conductor.

Debe tener dirección estable. Al hablar de dirección estable se refiere que la dirección regresa a la posición inicial al momento que sale de una curva y retoma la trayectoria recta y las llantas delanteras regresan a su posición lineal.

Seguridad. Uno de los factores más importantes al dar marcha al automóvil es la dirección, el conductor puede realizar maniobras seguras a altas y bajas velocidades, la seguridad depende de la calidad y fiabilidad de los materiales para que el conductor se sienta seguro y cómodo al conducir.

Comodidad. Esta se da cuando el conductor realiza movimientos precisos y armónicos que son dirigidos a las ruedas del vehículo sin que el realice esfuerzos excesivos, el conductor no se encuentra cómodo cuando el sistema de dirección posee averías y no puede moverse sobre la trayectoria requerida, de igual manera cuando se presentan oscilaciones debido a la irregularidad del camino no debe ser transmitida hacia el volante. Un aspecto fundamental de comodidad es la variación de la posición del volante de acuerdo a la altura y la necesidad del conductor.

Suavidad. La suavidad del sistema de dirección es importante ya que da confort al conductor para que realice maniobras de precisión de manera dócil y eficiente al momento de la conducción, la dureza es un factor peligroso ya que reduce la maniobrabilidad del vehículo y no se puede retomar la trayectoria requerida con facilidad, para esto se debe tener en cuenta que los componentes deben estar bien lubricados y engrasados, la dureza de la dirección también se da por neumáticos con baja presión de aire, el vehículo este desalineado o su peso sea desproporcional al indicado.

Precisión. Se produce cuando existen cambios tanto de suavidad como de dureza, puede ocasionar la pérdida de control sobre la trayectoria al momento que se toma una curva o se realiza una maniobra.

Facilidad de manejo. La facilidad de manejo se da cuando el sistema está en perfecto estado, de la misma manera su lubricación al igual que todos sus componentes realicen la función propia del sistema que conforma la dirección y que brinden confort a los ocupantes y al conductor.

Elementos de la dirección.

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección, tienen como objetivo orientar las ruedas delanteras para que el vehículo por medio del conductor tome la trayectoria requerida a continuación se detalla los elementos de la dirección en la tabla número 2.



FIGURA 1: Elementos de la dirección.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

TABLA 2: Partes de Mecanismos de dirección.

Volante.	Este elemento está unido con la columna de dirección mediante un estriado, y es sujeto por una tuerca, transmite movimiento giratorio a la caja de dirección por medio de la columna. En automóviles que tienen airbag incluido por seguridad se debe tener en cuenta las precauciones pertinentes al momento de manipularlo y lo que recomienda el fabricante.
Columna de dirección.	Es un elemento sumamente importante que permite mantener direccionado el vehículo, este es un eje que trasmite el movimiento del volante al engranaje del sistema de dirección, y a un tubo de la columna. Este tubo es fundamental ya que alivia el impacto cuando ocurre un choque.
Engranaje de dirección.	Es el encargado de transmitir el giro del volante, para ser transmitido a los rodamientos de las ruedas, a su vez reduce la velocidad a la que gira el volante al realizar una maniobra o tomar una curva, este movimiento es transmitido a las ruedas delanteras.
Articulación de la dirección.	Es la encargada de emitir una fuerza del engranaje articulado hacia los neumáticos delanteros, la articulación de la dirección está conformada por una barra en conjunto con brazos de mando.

Rótulas.	Las rótulas están encargadas de conectar los diferentes elementos de dirección con las bieletas de mando, permite el movimiento de sus miembros en planos diferentes. La bola interior macho va sujeta al brazo de mando y la parte externa hembra acopla en el macho y esta proporciona movimiento en ella.
Brazo de mando.	Es el encargado de dar movimiento a los demás componentes mecánicos de la dirección, este se encuentra junto con la caja de engranaje.
Biela de dirección.	Es la encargada de transmitir desplazamiento a la palanca de ataque.
Palanca de ataque.	Se encuentra unida con el brazo de acoplamiento de la dirección.
Brazo de acoplamiento.	Acoge el movimiento que proporciona la palanca de ataque, lo transmite a la barra de acoplamiento y manguetas.
Pivotes.	Está ligado al eje delantero y permite girar sobre el eje, ingresa hacia las manguetas en el lugar deseado.
Manguetas.	Sujetan las ruedas.
Brazo Pitman y Brazo Auxiliar.	Cuando el vehículo es conducido por caminos con excesivo movimiento del sistema de dirección produce movimiento esto ocasiona mal manejo del vehículo y desgaste de las llantas.

Fuente: (Martínez, 2012)

Tirantearía de la dirección. Está conformado por un grupo de elementos encargados de transmitir movimiento de la caja de la dirección hacia las ruedas.

Tipos de sistemas de direcciones.

- **Direcciones Mecánicas:**
 - De tornillo sin fin y rodillo.
 - De cremallera.
- **Direcciones con asistencia Hidráulica:**
 - Hidráulicas de bolas recirculantes y tuerca.
 - Hidráulicas de cremallera.
- **Direcciones Hidráulico-Electrónicas.**
 - Electro-hidráulica.
 - Eléctrica.

Direcciones mecánicas. Las direcciones mecánicas se usan en vehículos que poseen peso reducido en el eje directriz para cuando al accionar el volante el par no sea elevado.

Dirección de tornillo sin fin y rodillo. Es el mecanismo que posee un rodillo de dirección en reemplazo del segmento dentado, el tornillo sin fin no posee forma cilíndrica en la parte central, tiene forma estrechada lo cual efectúa movimiento en el punto medio cuando se realiza el giro del volante accionando el brazo de mando y de una manera rígida realiza movimientos basculantes hasta los 90°.

Con este sistema se reduce el desgaste posee mayor suavidad de funcionamiento y su espacio es reducido en el vehículo, cuando la conducción es en línea recta no posee en absoluto ningún juego para esto es necesario un ajuste del eje de rodillo y a su vez de los cojinetes del sin-fin esto proporciona una mejor calidad en la conducción.

Existen diferentes tipos de direcciones por su construcción, su característica depende del número de dientes de rodillo, en función a la carga que ejerce sobre las ruedas.

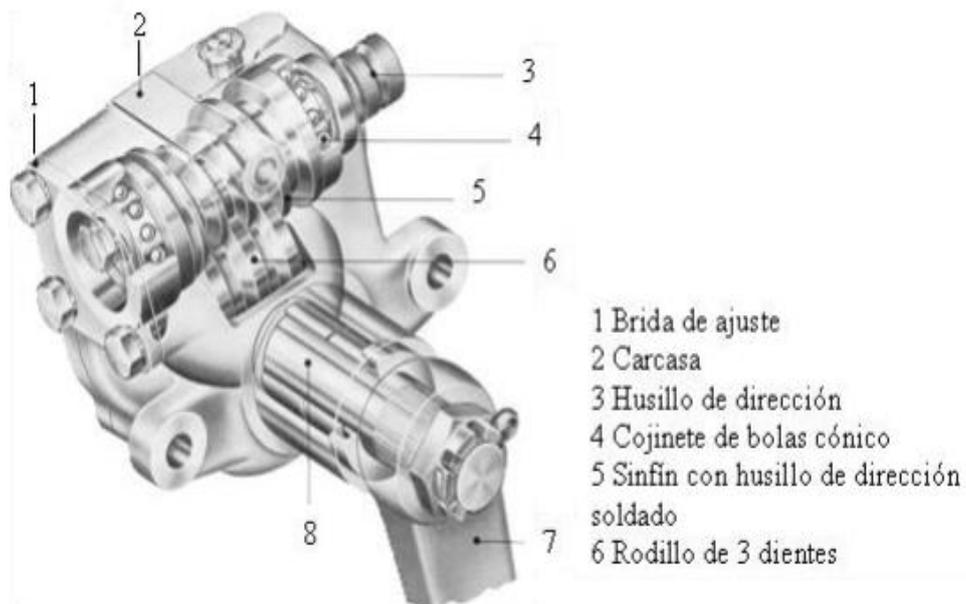


FIGURA 2: Tornillo sin fin.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Dirección de cremallera. Este tipo es usada en vehículos livianos al igual a los que poseen tracción del eje delantero, con este sistema se desmultiplica los esfuerzos del volante, su característica principal es la facilidad de retorno, gran uniformidad al realizar giros, posee un tipo de relación directa y su construcción se hace de forma plana esta dirección es muy constante y de gran seguridad. Posee pocos elementos de acoplamiento en la caja del mecanismo de dirección y las llantas del vehículo.

Posee dos configuraciones la cremallera esta acoplada a cada extremo o desde la parte central de la dirección que mediante una barra une a los brazos que se acoplan con las llantas motrices.



FIGURA 3: Cremallera.

Fuente: (Martínez, 2012)

El piñón de ataque que va en conjunto con la carcasa usa cojinetes, además posee un dentado de tipo helicoidal por medios de disco o articulación, se realiza el acople del husillo con la parte extrema con el piñón de ataque que predomina la carcasa.

La cremallera posee una guía, de dos a un casquillo elástico este es empujada hacia el piñón con un elemento de presión, a su vez asegura que no exista juego entre piñón y cremallera. Al girar el piñón se produce un desplazamiento axial de la cremallera, por medio de las barras, realiza el movimiento de los neumáticos del vehículo.

Direcciones con asistencia hidráulica. La dirección que tiene asistencia hidráulica para generar movimiento utiliza energía hidráulica, se manipula una bomba que se acciona a través del motor del vehículo, limita al esfuerzo excesivo del volante y permite una suavidad en la conducción, la bomba es encargada de suministrar aceite lubricante a presión, de esta manera facilita el giro del volante, a través de una banda que es acoplada al motor, este tipo de sistema se utiliza en los vehículos donde existe elevadas cargas.

Dirección hidráulica de bolas circulantes y tuerca. Este tipo de dirección posee pequeñas dimensión de tamaño, estas son comunes en automóviles livianos y algunos de carga pesada, la función de la válvula de distribución es exacta por su diseño al realizar un pequeño movimiento del volante ejerce la asistencia del sistema de dirección hidráulica.

En el conjunto que compone el cuerpo de dirección se encuentra la válvula de distribución, el cilindro y todo el conjunto que conforma la caja de dirección. La carcasa es usada como émbolo que permite realizar movimiento-axial, al realizar movimiento del husillo.

Su eje dentado engrana al rodillo que se encuentra en el eje de la dirección permitiéndole girar, la unión del émbolo y el sin fin con el volante es producido por la cadena de bolas recirculantes.



FIGURA 4: Sistema de bolas recirculantes y tuerca.

Fuente: (meganeboy., 2014)

Direcciones hidráulicas de cremallera. Este mecanismo de dirección se usa en una gran parte de vehículos, el accionamiento de este sistema está situado en la parte central o lateral de la caja, para montar columnas de dirección para seguridad.



FIGURA 5: Sistema hidráulico con cremallera.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

De igual manera se puede acoplar barras en los extremos tanto derecho como izquierdo o en la parte central por medio de un aislador de vibraciones, cuando esto requiera la cinemática de dirección. La construcción es corta y permite que se realice el accionamiento central de las barras de acoplamiento junto a la cremallera. Pueden equiparse también en este sistema válvulas de corredera rotativa las que proporcionan recorridos cortos de apertura y cierre su diseño es más económico

Direcciones hidráulico electrónicas. Este es un sistema aplicado en la dirección, mediante los avances tecnológicos ha incorporado un motor eléctrico y un procesador que controla los esfuerzos que realiza el conductor por medio de la asistencia hidráulica o eléctrica dentro de la dirección.

Dirección electro-hidráulica. El sistema electro-hidráulico es un sistema mediante gestión electrónica en conjunto con aceite lubricante; este sistema ha evolucionado de la dirección hidráulica. Tiene un motor eléctrico para dar movimiento a la bomba hidráulica, en este sistema no está conectado al motor del vehículo por medio de una correa es independiente en su lugar usa la batería del vehículo esta se activa solo cuando se requiera realizar movimientos de la dirección.



Figura 6: Dirección electro – hidráulica.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Dirección eléctrica. Está conformado por un motor eléctrico que permite el accionamiento del tornillo sin fin y este a la cremallera de dirección. El inconveniente del sistema en la dirección eléctrica es limitado a su aplicación, más usado en vehículos livianos por su peso y tamaño de las ruedas, estas limitantes no posee la dirección hidráulica en vehículos de mayor tonelaje el esfuerzo del motor tendría que ser mayor igual la intensidad eléctrica de esta manera existiría un alto consumo del mismo.

La dirección eléctrica o EPS es la más moderna en la actualidad, su ventaja ante los demás sistemas es no utilizar energía hidráulica, de esta manera se hace más ligera y tiene simplicidad al eliminar, la bomba hidráulica consta de los siguientes elementos:

- Sensor de velocidad.
- Sensor de giro delantero.
- Sensor de revoluciones.
- Mecanismo posterior de dirección.
- ECU.



FIGURA 7: Dirección eléctrica.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Geometría de la dirección.

Geometría de los ejes. Es una línea de referencia imaginaria de un eje de simetría, una correcta geometría se consigue cuando las cuatro llantas avanzan circunferencialmente mediante un centro en común, conocido como centro de rotación.

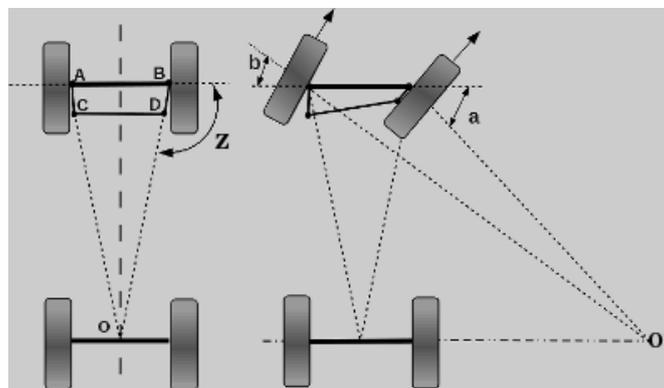


FIGURA 8: Geometría de la dirección.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Geometría y ángulos en las ruedas. La falta de paralelismo que existe entre las ruedas al igual que el conjunto de cotas angulares entre los pivotes y las ruedas al eje vertical es conocida como geometría de la dirección.

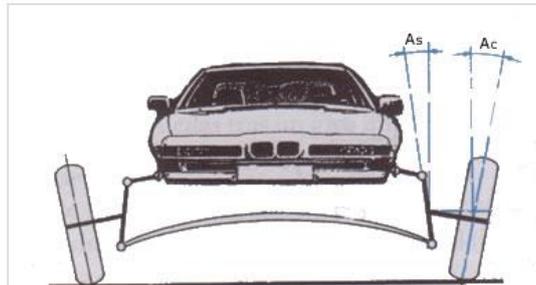


FIGURA 9: Ángulos de las ruedas.

Fuente: (Aficionados a al Mecánica, 2014)

Paralelismo, convergencia o divergencia. Al realizar una inspección visual al momento de ensamblar las ruedas, paralelas al eje del automóvil, se llega a la conclusión que no es conveniente ya que las ruedas deben ser instaladas de forma que presenten un ángulo de convergencia entre ellas se puede mencionar:

- Positivas (Convergencia). Cuando los neumáticos se cierran al frente.
- Negativa (Divergencia). Cuando los neumáticos se abren hacia el frente.

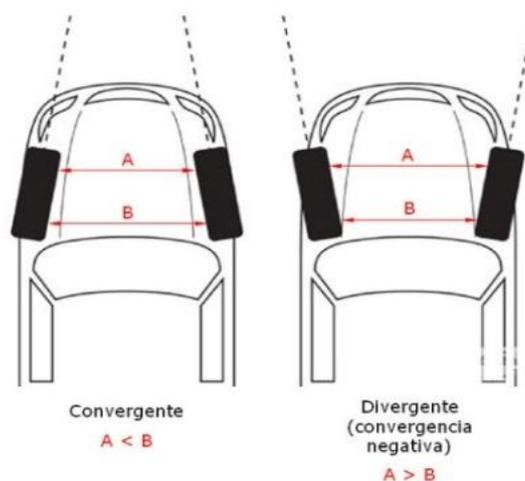


FIGURA 10: Convergencia y divergencia.

Fuente: (Nogales, 2008)

Ángulo de caída. Más conocida como camber o inclinación del neumático, forma el eje de simetría de los neumáticos respecto al eje vertical mirando al vehículo por la parte delantera. Las caídas pueden ser:

Positiva. La parte superior del neumático presenta una inclinación a la parte del extremo del vehículo, los neumáticos presentan mayor distancia entre sí en la parte superior que en la parte inferior.

Negativa. La parte superior del neumático presenta una inclinación a la parte del interior del vehículo, de modo que neumáticos están más próximos entre sí en la parte superior que en la parte inferior.

Cero. El neumático se encuentra verticalmente.

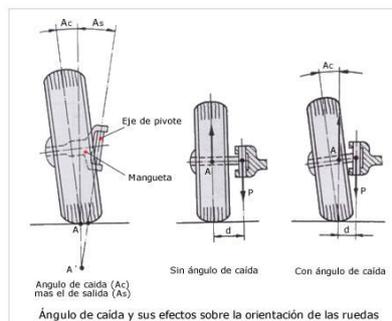


FIGURA 11: Ángulo de caída.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Ángulo de salida. Es el ángulo que se forma entre el eje del pivote, con respecto a este ángulo realiza el giro el neumático con respecto al plano vertical visto el automóvil de frente. Tiene dos funciones importantes el ángulo de salida las cuales son:

Facilita que al momento de retornar la dirección después de realizar un giro regrese a su posición central.

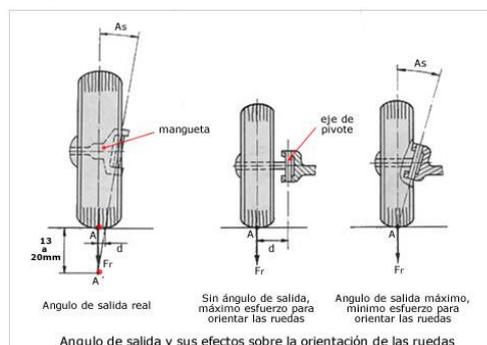


FIGURA 12: Ángulo de salida.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Ángulo de avance. Es el ángulo que es formado por el eje de pivote por el cual gira la rueda para orientarse en el eje vertical que a su vez pasa por la parte central del neumático visto el vehículo de lado lateral.

El objetivo principal del ángulo de avance es brindar estabilidad en la dirección del automóvil cuando se transita a altas velocidades en línea recta, después de realizar un giro favorece al retorno de las ruedas a la posición lineal.

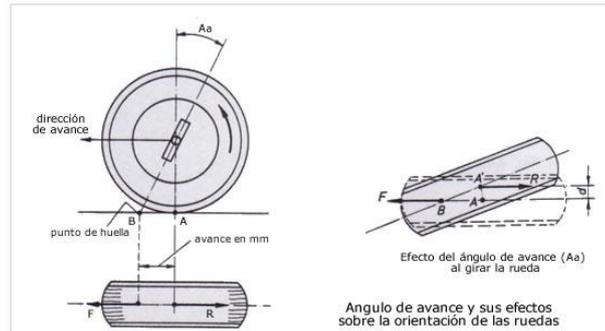


FIGURA 13: Ángulo de avance.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Alineación de la dirección.

Es el proceso que se realiza para comprobar que los ángulos, distancias y las llantas se encuentran en proporción de las tolerancias y medidas que el fabricante especifique en el manual.

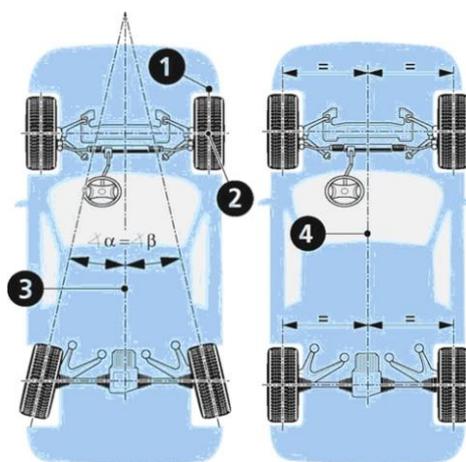


FIGURA 14: Alineación de la dirección.

Fuente: (Nogales, 2008)

2.3.2 LA SUSPENSIÓN.

La suspensión es la encargada de utilizar las fuerzas mecánicas de torsión con el fin de amortiguar y dar confort sobre las irregularidades del camino, los componentes de torsión son los encargados de que al momento de comprimir efecto de una fuerza regrese a su posición natural, de una manera suave y brindando seguridad al vehículo.

Este sistema es fundamental, para mantener los neumáticos del vehículo en contacto con el suelo, absorber las vibraciones y movimientos bruscos provocados por las irregularidades del terreno para evitar que estos golpes no sean transmitidos al bastidor.

El sistema está conformado por un conjunto de elementos elásticos intermedios que se interponen a los elementos suspendidos como bastidor, carrocería, pasajeros, etc. Y los elementos que no están suspendidos como las llantas del vehículo los puentes rígidos y los frenos.

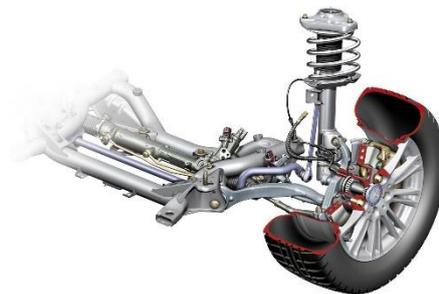


FIGURA 15: Suspensión.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Estructura del vehículo.

Carrocería. Es la parte del automóvil en la que se alojan los pasajeros o carga y además es la encargada de sujetar los elementos mecánicos del vehículo (Rondón., 2012.).



FIGURA 16: Carrocería.

Fuente: (Alonso, 2011)

Bastidor. Es la estructura compuesta por largueros y travesaños que fusionados conforman el chasis del vehículo, además deben poseer resistencia para soportar la carrocería, el motor, la unidad motriz y la suspensión. Además se somete a esfuerzos de cada uno de los componentes y de la carga. En la actualidad los fabricantes de vehículos emplean un sistema de auto bastidor conocido como carrocería auto portante o monocasco esto quiere decir que la carrocería y el bastidor forman un solo conjunto (Alonso, 2011).



FIGURA 17: Bastidor.

Fuente: (Alonso, 2011)

Elementos elásticos.

Son elementos que están por intermedio de más suspendidas y no suspendidas. Deben poseer por naturaleza a ser deformables para absorber los movimientos producidos por las irregularidades de los caminos en la conducción, la amplitud de la deformación debe ser limitada en un intervalo definido.

Los muelles principales empleados son:

- Las ballestas
- Los muelles helicoidales
- Las barras de torsión

Las ballestas. Están conformadas por una o más hojas de acero, unidas por un perno central denominado capuchino y también por abrazaderas que le permiten desplazamiento de las hojas cuando están con peso y se deforman.

Este tipo de elemento es usado en vehículos de todoterreno e industriales, no es muy usada en vehículos de turismo. El número de hojas de la ballesta y el grosor depende del peso que debe soportar de acuerdo a la carga, para lograr una flexibilidad variable se debe colocar hojas suplementarias.

La hoja de mayor tamaño o más larga es la hoja maestra y en los extremos curvados forman agujeros donde se colocan los casquillos para que se alojen los bulones para que permitan la articulación, las ballestas con los soportes del chasis, el resto de hojas disminuye de tamaño de acuerdo al distanciamiento de la hoja maestra.



FIGURA 18: Ballestas.

Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2012)

Los muelles helicoidales. Son los de mayor uso en vehículos de turismo, en la actualidad se encuentran conformados por arrollamiento helicoidales su fabricación es de acero con un espesor de varilla de acuerdo a la rigidez que se desee de igual manera del número de espiras y las distancias entre espiras y el diámetro necesario del arrollamiento de acuerdo con el peso que va a estar sometido.



FIGURA 19: Muelles.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Tipos. Existen muelles dependiendo del tipo del vehículo y de la capacidad de carga o esfuerzos a los que va a estar sometido como se muestra en la figura 20 en nuestro medio son comunes los normal, con paso entre espiras variable y los cónicos.

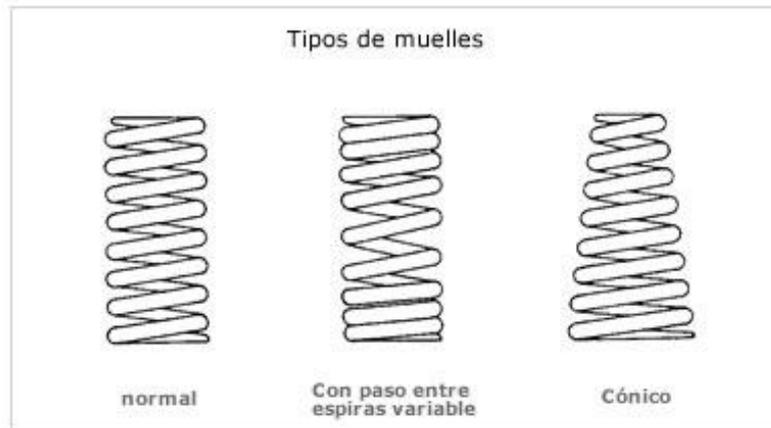


FIGURA 20: Tipos de muelles.

Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2012)

La barra de torsión. Mediante el principio de que si la barra de acero elástico es sujeta por su extremo y se aplica una fuerza de torsión por el otro lado de su extremo esta varilla tiende a retorcerse y de nuevo retorna a su forma común por la elasticidad cuando ya no existe esfuerzo de torsión.

La barra es de forma circular y en sus extremos poseen un estriado que es colocado en la parte del brazo de suspensión y por su otra parte en el soporte fijo del bastidor. La disposición de las barras de torsión puede ser paralelamente al eje longitudinal del chasis o transversalmente a lo largo del chasis.



FIGURA 21: Barra de torsión.

La barra estabilizadora.

Es una barra de acero elástico en forma de U, sus extremos van fijos en los brazos de suspensión de la llantas. Cuando el automóvil entra a una curva la fuerza centrífuga que actúa obliga a la carrocería a tomar inclinación con tendencia al vuelco, los mulles tienden a la compresión y a la expansión, las llantas del vehículo poseen cargas diferentes con lo que no tiene la misma adherencia con el suelo.

La función que realiza la barra estabilizadora es de compensar la desigualdad de la carga cuando existe irregularidades del terreno, cuando se encuentra en condiciones normales la acción de la barra es nula.

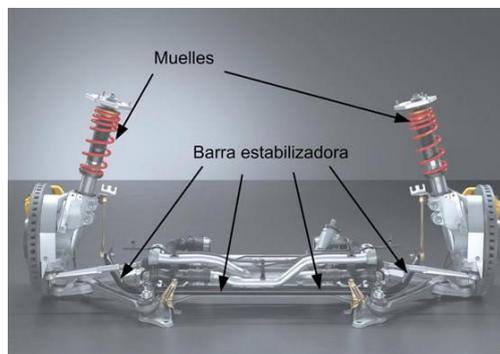


FIGURA 22: Barra estabilizadora.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Los amortiguadores.

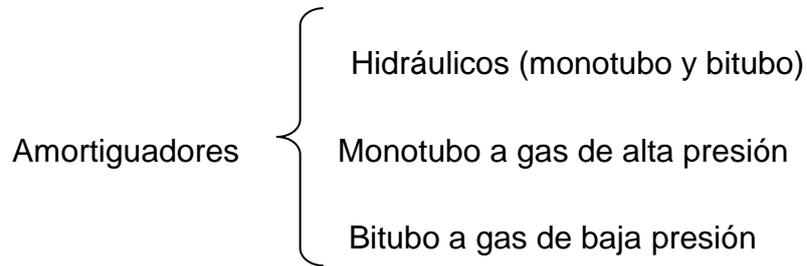
Tienen como misión atenuar las oscilaciones de la carrocería del automóvil brindar confort, disminuir las variaciones de la carga dinámica de las llantas evitando así que salten sobre las irregularidades del terreno.



FIGURA 23: Amortiguadores.

Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2012)

Existen varios tipos de amortiguadores los más usados son:



Amortiguador hidráulico convencional. Con este tipo de amortiguadores se controla los movimientos de la fuerza de amortiguación que se presentan en las masas suspendidas y no suspendidas, se retiene el paso del fluido por los pasos calibrando la apertura del paso con esta forma se obtiene una flexibilidad apropiada en los diferentes estados.

Amortiguadores monotubo a gas. Estos amortiguadores de gas trabajan de igual manera que los hidráulicos con la diferencia principal que posee en un extremo nitrógeno a elevada presión (25bar).

Un émbolo flotante se encarga de separar el gas del aceite evitando que se mezclen, y cuando el aceite al desplazarse el vástago comprime al gas este sufre la variación de su volumen que permite un retorno instantáneo su funcionamiento es silencioso.

Amortiguador bitubo a gas. Es semejante al amortiguador convencional sino que presenta otras características como son que en la parte superior del tubo de reserva se encuentra nitrógeno a presión de 2,5 a 5 bares.

Posee un retenedor especial que impide que se escape el nitrógeno ni que ingrese polvo, posee un diseño especial de banda circular flexible que a su vez actúa de válvula de anti retorno, permite que el aceite fluya al tubo de reserva sin que pierda la presión del gas.

Sistemas de la Suspensión.

Suspensión de eje rígido. El sistema de eje rígido está conformado de un solo eje de una sola pieza en los extremos van la rueda de tal manera que el movimiento que afecte a una rueda se transmite a la otra. Como el eje va fijo con el chasis la inclinación se transmite a todo el automóvil. Su diseño es resistente y fácil de fabricar pero posee inconvenientes como: No brinda confort a los pasajeros y no es muy seguro. Este sistema puede ser montado en ballestas o con muelles helicoidales.

Suspensión independiente. Posee un ensamble elástico independiente, el movimiento de una llanta no es transmitido con la otra, la carrocería no resulta afectada con este sistema se logra mayor confort para los pasajeros y brinda más seguridad.

Semi –independiente. Se usa en vehículos de tracción delantera que le permite el movimiento independiente limitado a cada rueda, al momento de transmitir una acción de torsión con el eje sólido de conexión.

Suspensión Neumática. Es basada en el mismo principio de la suspensión convencional o hidroneumática esta logra intercalar entre el bastidor y el eje de las ruedas o los brazos de suspensión un resorte neumático, está conformado con una estructura de goma sintética reforzada con fibra de nailon formando el diseño de un cojín o balón vacío en su cavidad interior, en la parte posterior está unida a un émbolo que es unido al brazo de suspensión por la parte superior va cerrado por una placa que es unida al bastidor. Este sistema necesita aire comprimido.

Suspensión hidroneumática. Tiene como principio el uso de una esfera que en su interior posee un gas (nitrógeno) que es comprimido y su ubicación es en cada uno de los neumáticos, la función del gas es la de muelle este es comprimido cuando actúa un líquido hidráulico el cual transita por un circuito hidráulico.

Suspensión Mac Pherson. Es más usado en trenes delanteros en vehículos que poseen motores transversales y longitudinales y autos con tracción trasera. En este tipo de sistema el pivote de dirección sostiene a una biela en la parte superior en el cual va el amortiguador situado.

El muelle es concéntrico al amortiguador y se comprime con el platillo que es fijado en su cuerpo y el otro va en el extremo del vástago sujeto con el chasis por medio de articulación elástica.

Diferentes tipos de suspensión.

Suspensión pasiva. Los componentes de suspensión y amortiguación entre las ruedas deben compensar los movimientos no deseados en el automóvil que se ocasionan por la maniobra de la conducción o la calzada.

Suspensión semiactiva. Mediante el uso de sistemas regulados permite que los mecanismos varíen de acuerdo a la adaptación o las necesidades de uso.

Suspensión activa. Esta depende de acuerdo a las necesidades variando según las tres leyes: deportivas, media y confort, además de la altura deseada del vehículo según el uso de cada vehículo y el requerimiento del conductor.

2.3.3 SISTEMA DE FRENOS.

Este sistema es el encargado de la seguridad en el automóvil, la función consiste en desacelerar el giro de las llantas para lograr detener el vehículo, de igual manera depende del esfuerzo que realice el conductor para detener o maniobrar el vehículo al reducir la marcha según las condiciones del camino y así lograr evitar cualquier tipo de colisión.

La energía cinética que se produce por rozamiento de las piezas móviles es transformada en calor que se disipa al ambiente, existen diferentes diseños y cada vez más efectivos desarrollados por los fabricantes.

Funcionamiento.

Al accionar el pedal de frenos se detiene el automóvil y esta emite presión a los materiales de alta fricción (pastillas o balatas), contra los discos o los tambores que se encuentran sujetos a las ruedas y giran en conjunto. Al producirse esta fricción se logra reducir la velocidad hasta detener completamente el vehículo.

Los frenos más usados en la actualidad son los frenos de disco. Anteriormente los frenos de tambor eran ensamblados en todos los vehículos en las cuatro ruedas, con el uso de los frenos de disco los de tambor están dejando de ser usados por tener menor eficacia, se colocaba solamente en las ruedas traseras, en la actualidad va desapareciendo completamente.

Cuando se sobrecalienta los frenos por el rozamiento con el tambor o el disco existe un fenómeno que se conoce como la cristalización de balatas. La mayoría de automóviles en la parte delantera llevan frenos de disco, en la parte delantera donde se obtiene un 80% de potencia de frenado estos se enfrían con el aire y son menos susceptibles a la cristalización de balatas.

Fluido de frenos.

El fluido que se usa en el sistema de frenos se expande una serie de partículas estos se encuentran fabricados a base de especies o aditivos, debe tener la capacidad de fluir con facilidad a cualquier temperatura, soportar un alto punto de ebullición, además debe ser anticorrosivo y debe tener buenas cualidades de lubricación para evitar desgastes y fricción internamente.

Tipos de freno.

Frenos mecánicos. Este tipo de frenos posee un cable que es accionado con el uso del pie que transmite la potencia necesaria hasta detener el vehículo, este sistema fue dejado de usar con la evolución de vehículos más potentes que alcanzan grandes velocidades luego de esto evolucionó en el mercado el sistema de freno hidráulico.

Freno hidráulico. Conformado para transmitir por medios hidráulicos esfuerzos de frenado usando el pedal de freno por medio de fluidos, al realizar una presión por medio de líquido produce una fuerza necesaria que hace actuar a los elementos de frenado hasta detener el vehículo, entre los frenos hidráulicos se puede encontrar los frenos de disco y de tambor.

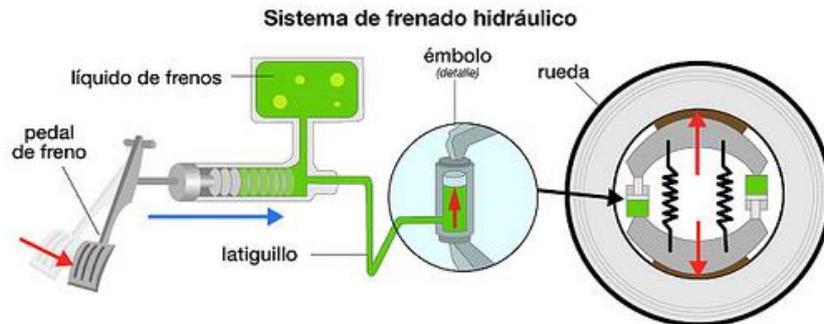


FIGURA 24: Freno hidráulico.

Fuente: (Alerco, 2009)

Freno de tambor. Conformado por un tambor metálico sujeto a las ruedas, un cilindro de rueda, pastillas y un resorte de retorno, la presión hidráulica desarrollada desde el cilindro maestro, permite que el cilindro de las ruedas empuje las pastillas contra las paredes internas del tambor así mediante fricción se produzcan el descenso de velocidad según requiera el conductor (Astudillo, 2010).



FIGURA 25: Freno de tambor.

Fuente: (Rondón., 2012.)

TABLA 3: Partes del freno de tambor.

Tambor del freno.	Zapata.
Balatas o fajas.	Resorte de retorno de las zapatas.
Ancla.	Plato de anclaje.
Cable de ajuste.	Pistón o émbolo hidráulico.
Cilindro de rueda.	Regulador.
Servofreno.	

Fuente: (Rondón., 2012.)

Freno de disco. Conformado por un disco rotor metálico en el cual se ejerce presión por medio de las pinzas de freno (que tiene montadas pastillas de fricción), mediante el sistema hidráulico ejerce una fuerza sobre las pastillas y estas sobre la superficie del disco que mediante la fricción generan una fuerza de frenado (Astudillo, 2010) .



FIGURA 26: Freno de disco.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

TABLA 4: Partes del freno de disco.

Pinza (mordaza).	Pasador de deslizamiento de la pinza.
Disco o rotor de freno.	Ranuras de ventilación.
Pastilla de freno (balata)	Válvula de purga.
Cubierta del émbolo o pistón.	Manguera o cañería de freno.
Cubre polvo o guardapolvo	

Freno de estacionamiento. El freno de estacionamiento o freno de mano es usado para dejar el vehículo varado o estacionado, el conductor realiza una fuerza de frenado por medio de una palanca o por medio de un pedal que es usado para este fin este solo actúa sobre las ruedas posteriores.

Servofreno.

Es un sistema de freno hidráulico encargado de proporcionar alivio de los esfuerzos del conductor logrando una mayor fuerza de aplicación para detener el vehículo, pueden ser de dos tipos freno asistido por vacío o asistidos por presión de aire.



FIGURA 27: Servofreno.

Fuente: (Casado, Navarro, & Morales, 2012)

Bomba de freno.

Es la encargada de presurizar el líquido por todo el sistema hidráulico, en la actualidad los vehículos incorporan bomba de doble circuito de freno de tipo tándem. Esto quiere decir que dispone de dos pistones los cuales suministran el líquido a presiones iguales para cada uno de los dos circuitos independientes distribuidos formando una (X), lo que significa el circuito actúa sobre la rueda delantera izquierda y también sobre la trasera derecha mientras el otro actúa sobre la rueda delantera derecha y la posterior izquierda, estos se desarrollan con un elemento de seguridad en el caso de que uno de los dos circuitos pierda eficiencia y falle.



FIGURA 28: Bomba de freno.

Es una palanca que activa al circuito de frenos de servicio que le permite accionar sobre el cilindro principal o bomba de frenado por medio de un empujador y por un esfuerzo mínimo realizado por el conductor.



FIGURA 29: Pedal de freno.

Fuente: (Rondón., 2012.)

Freno Neumático.

Este sistema de frenos sirve para transmitir la fuerza de frenado aplicada al pedal de freno con el uso de aire comprimido a una presión determinada, en sus componentes se puede encontrar el compresor de aire y un sin número de válvulas que distribuye, controla y direcciona, además permite regular el paso de aire, esto permite el funcionamiento de los actuadores mecánicos para que se detenga o bloquee los neumáticos, esto permite un frenado de mucha potencia.



FIGURA 30: Freno neumático.

Fuente: (Rondón., 2012.)

TABLA 5: Sistemas actuales de frenado con control electrónico.

ABS.	Sistema antibloqueo de frenos, evita el bloqueo de las ruedas al frenar evitando el resbalamiento de las ruedas sobre la calzada. Al ser un sistema con control electrónico se consigue conservar su dirección al vehículo pese a la potencia de frenado.
ASR.	El control de anti resbalamiento en aceleración, evita que se produzca el resbalamiento al acelerar debido al gran par motor de vehículos actuales, da una función completamente electrónica, se encuentra incorporado en el calculador de frenos y para realizar su función interviene sobre el sistema de frenos y la gestión del motor.
EBV.	Distribución electrónica de la frenada, con esta función electrónica que elimina el limitador de frenado trasero se logra calcular en función de la velocidad de las ruedas, este es activado antes de que intervenga el ABS el reparto de las presiones es igual entre ejes delanteros y posteriores.
EDS.	Diferencial de bloqueo electrónico, controla la tracción bajo circunstancias de diferentes grados de adherencia de las ruedas, este sistema de frenado trabaja sobre las ruedas que tiende al patinamiento de igual manera sobre la gestión del motor logrando regular el par transmitido a las ruedas.
ESP.	Control electrónico de estabilidad, mantiene el control de la estabilidad del automóvil en cualquier circunstancia necesaria mediante la acción sobre los frenos y sobre la gestión del motor evita el derrapado del vehículo.
MSR.	Regulación del par de inercia del motor, evita el resbalamiento de las ruedas en caso de usar el freno motor es el encargado de analizar la velocidad de las ruedas, el calculador determina el par necesario evitando el bloqueo este interviene sobre la gestión del motor para realizar esta función.

Fuente. (Martínez, 2012)

2.4. SOFTWARE SOLIDWORKS.

Este es un programa de diseño asistido mediante un computador (CAD), diseñado para modelado mecánico, este programa permite moldear piezas y elementos a su vez extraer planos u otra información necesaria para la producción, gracias a este programa se puede construir virtualmente una pieza o conjunto dependiendo de la idea mental del diseñador.

Se realiza de una forma bastante automatizada, Solidworks opera con el sistema Microsoft Windows, permite desarrollar productos de mejor calidad y más perfectos, tiene la capacidad de observar hasta el mínimo detalle trabajando de manera más rápida y productiva.

Es una herramienta fundamental para diseñar elementos y aplicaciones de Ingeniería con sus dibujos en 2D y 3D, la empresa Solidworks se fundó en 1993 por Jon Hirschtick, además lanzó su primer producto en 1995, actualmente se tiene el Solidworks 2016 (Ray, 2010).

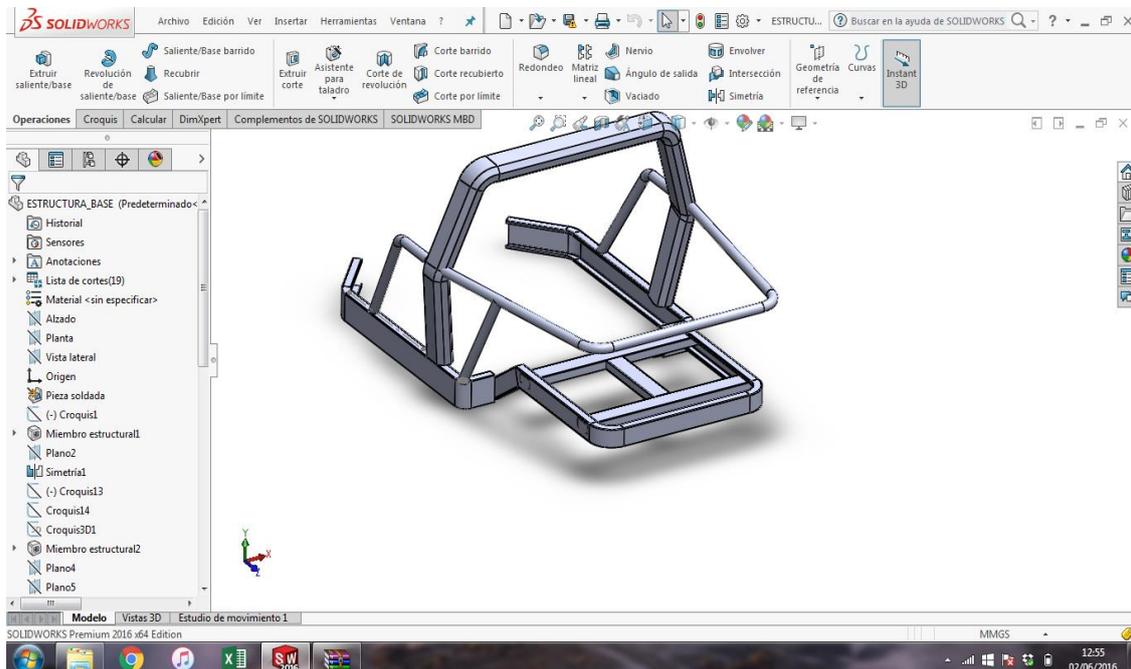


FIGURA 31: Software Solidworks

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

ABS. Sistema antibloqueo de ruedas.

ASTM. Sociedad Americana de Ensayos y Materiales.

ASR. Control de tracción.

AISI. Instituto Americano del Hierro y el Acero.

Axial. Es una pieza de la dirección que entre laza la cremallera de la dirección y la rótula.

Bieletas. Son las encargadas de proporcionar movimiento de la cremallera hacia los pivotes.

CAD. Diseño asistido por computadora.

CAE. Análisis de elementos finitos

CAM. Fabricación asistida por computadora.

EBV. Reparto electrónico de frenado.

ECU. Unidad electrónica de control.

EDS. Diferencial de bloqueo electrónico.

ESP. Control electrónico de estabilidad.

EPS. Dirección asistida eléctricamente.

MSR. Regulador del par de inercia del motor.

Transferencia de masas.- Es el cambio de reparto del peso en los puntos de apoyo del vehículo en aceleración, frenado y al momento de tomar una curva.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación es bibliográfica y tecnológica.

3.1.1 BIBLIOGRÁFICA

La investigación bibliográfica está incluida en este proyecto porque se acude a manuales para realizar el uso correcto del software Solidworks, además fuentes de información como manuales de taller, revistas, libros, y páginas de internet de mecánica automotriz ya que es una gran ayuda para dar conceptos claros y definiciones al proyecto

3.1.2 TECNOLÓGICA.

Es tecnológica por qué se va a dar un mantenimiento general del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy, se va a realizar un despiece, engrasado, reemplazo de piezas obsoletas, se va a renovar los sistemas del vehículo usando técnicas y tecnología actual para lograr resultados eficientes.

3.2 MÉTODOS.

Los métodos que se va a utilizar serán los siguientes:

Modelación.- Reconstrucción del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy usando el software Solidworks para el diseño de todos los componentes mecánicos de los sistemas de dirección, suspensión, frenos, chasis y carrocería utilizando normas de selección de materiales como la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (**ASTM A-36 – ASTM A232**), además del Instituto Americano del Hierro y el Acero (**AISI 4340 – AISI 1020 – AISI 1018**), otros materiales tales como: fibra de vidrio, fundición gris, magnesio-caucho, aluminio 6011, y hierro dúctil.

Optimización.- Los sistemas que se han optimizado son los siguientes; el sistema de frenos con la implementación de discos de freno a las cuatro ruedas, el sistema de dirección hidráulica con cremallera, suspensión delantera independiente (multi-link), suspensión posterior de eje rígido con sistema de barra tirante, chasis y carrocería.

Adaptación.- De nuevas suspensiones tanto en la parte delantera y posterior para absorber las irregularidades del camino y dar confort en la conducción, un chasis y carrocería independiente, para que cumpla la función de soportar cargas y esfuerzos que va estar sometido el prototipo Buggy.

Analítico – Sintético.- Es necesario recopilar datos de las pruebas realizadas a cada sistema del vehículo y luego proceder a realizar el mantenimiento correcto y eficaz, también recopilar información necesaria de los diferentes sistemas y partes del vehículo para elaborar el proyecto. Las pruebas a realizarse son la simulación de la suspensión mediante el software matlab, alineación, análisis estático de tensiones a los componentes de la suspensión, el chasis y el factor de seguridad mediante el software Solidworks.

3.2.1 TÉCNICAS

Las técnicas usadas en el desarrollo de este proyecto son las siguientes:

Análisis de mecanismos.- Se realizó el análisis de elementos sólidos en elementos de la suspensión como son la mesa superior, la mesa inferior, barras tensoras y el chasis usando el software Solidworks, además se realizó el estudio del centro de gravedad, transferencia de masas en aceleración, frenado y curva.

Elaboración de planos.- Se realizó planos A3 (ISO), de elementos y piezas mecánicas usando el software Solidworks de los componentes principales de seguridad del vehículo, con la ayuda de los planos llevar a la práctica la reconstrucción del prototipo Buggy.

Mediciones.- Recopilación de datos utilizando instrumentos de medición como el flexómetro, calibrador pie de rey y escuadras, las medidas recopiladas se utilizan para realizar los planos y diseños respectivos en el software Solidworks y ponerlos en práctica al realizar piezas mecánicas a implementar en el prototipo Buggy.

Simulación.- Con el uso de la herramienta de simulación Solidworks permite tener mayor control, además verificar el rendimiento de los elementos diseñados, con esto se puede identificar el esfuerzo que está sometido cada pieza mecánica con datos reales y observar si cumple con las condiciones requeridas aplicando la distribución de cargas sobre los componentes, por ende saber si es apto para la construcción, además con el software Matlab se realiza la simulación de la suspensión utilizando el coeficiente de amortiguación y el coeficiente de elasticidad del resorte para comprobar si es apta para este tipo de vehículo Buggy.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DEL PROTOTIPO BUGGY.

4.1 DIAGNÓSTICO.

En el presente trabajo se desarrolla en el diagnóstico del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy año 1986 con un motor V6, peso de 1450 kg, para lograr optimizar los sistemas de suspensión, frenos, dirección, carrocería y chasis además realiza modificaciones y adaptaciones con elementos de un vehículo Ford Explorer año 1997.



FIGURA 32: Vehículo Peugeot 604 tipo Buggy y Ford Explorer.

A continuación se detalla especificaciones técnicas del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy.

TABLA 6: Especificaciones Generales.

Modelo	Buggy
Fabricante	Peugeot
Año	1986.
Motor	4 x 2 V6
Sistema de combustible	Carburador
Suspensión	Mac Pherson, 4 ruedas
Caballos de fuerza	142 HP
Transmisión	Manual

Fuente: (Wladimir, 2008)

A continuación se detalla especificaciones técnicas del vehículo Ford Explorer año 1997.

TABLA 7: Especificaciones Generales.

Modelo	Explorer
Fabricante	Ford
Año	1997
Motor	4 x 4 V6
Sistema combustible	Inyección multipunto
Suspensión	Independiente (Delantera) Hojas longitudinales (Posterior)
Caballos de fuerza	4.0 L V6 (160 HP)
Transmisión	Automática
Distancia entre ejes	2840mm

Fuente: (Ford, 2016)

4.1.1 ESTADO QUE ENCONTRAMOS EL VEHÍCULO PEUGEOT 604 TIPO BUGGY.

El vehículo Peugeot 604 tipo Buggy de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se encontraba en deterioro, no posee las características de un vehículo funcional. Su estructura, componentes mecánicos, y de seguridad no cumplen con un vehículo apto para la circulación, a continuación se detalla una tabla para conocer el estado del vehículo:

TABLA 8: Especificaciones y diagnóstico de los sistemas de suspensión, dirección, frenos y carrocería.

Maquina	Sistema	Parte	Estado
VEHÍCULO PEUGEOT 604 BUGGY	Neumáticos	Delantera y trasera	Malo
	Frenos	Discos	Regular
		Mordazas	Malo
		Cañerías	Malo
		Bomba de freno	Malo
		Servofreno	Regular
		Pedal de freno	Regular
		Líquido de frenos	Regular
		Freno de mano	Malo
	Suspensión delantera.	Muelles helicoidales	Bueno
		Amortiguadores	Regular
		Mesas	Regular
		Brazos	Regular
		Barra estabilizadora	Bueno
	Suspensión trasera.	Muelles helicoidales	Bueno
		Amortiguadores	Regular
		Mesas	Regular
	Dirección	Volante	Malo
		Cremallera	Regular
		Rotulas	Malo
		Terminales	Malo
		Bombona	Regular
		Guardapolvos	Malo
Aceite		Regular	
Carrocería	Asientos	Regular	
	Tapizado	Malo	
	Tacómetros	X	
	Cinturones	Regular	
	Piso	Malo	
	Pintura	Regular	
	Luces	Regular	

Como se puede apreciar en la tabla 8, el vehículo Peugeot 604 tipo Buggy se encontraba con elementos mecánicos en mal estado, ya que fue hecho de un automóvil antiguo sus sistemas de dirección, suspensión, frenos y carrocería necesitan de un mantenimiento preventivo y correctivo por lo que es necesario realizar varias modificaciones y poder restaurar el prototipo.

4.1.2 DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL VEHÍCULO FORD.

Después de la inspección visual del estado del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy por sus características de deterioro, se realizó un reemplazo de la mayoría de sus componentes, además se logra realizar el diseño con la utilización del software solidworks, para la reconstrucción de cada elemento, se procede al desmontaje de la carrocería del vehículo Ford.

- Se retira el capó.
- La persiana
- Faros
- Asientos
- Pernos de las bases de la carrocería
- Componentes que obstruían la separación de la carrocería del chasis.



FIGURA 33: Desmontaje de la carrocería.

El vehículo Peugeot Buggy 604 era de carrocería auto portante, sus características físicas y estructurales no cumplen con el soporte y seguridad establecida en este tipo de automotores ya que si llegara a ocurrir un esfuerzo debido al terreno su estructura tendería a deformarse, esto produce daños en el desplazamiento en los elementos de la suspensión y de frenado, debido a esto se usa un chasis para lograr que sea más resistente al peso y al torque que el motor va a despeñar en este vehículo y sus demás componentes.

Uno de los cambios que se hizo es recortar el chasis para la modificación completa de la carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy. El chasis que se utilizó fue de la Ford Explorer por cumplir con todo lo requerido para la reconstrucción del nuevo Buggy con carrocería independiente.

4.2 DISEÑO DE ELEMENTOS Y PIEZAS MECÁNICAS.

4.2.1 DISEÑO DEL CHASIS.

Con ayuda del software solidworks 2016, se procede a realizar el diseño del chasis con todos sus componentes como travesaños, largueros, bases y soportes donde se aloja la carrocería, para observar si cumple con las condiciones requeridas para la aplicación en el nuevo prototipo Buggy arenero.

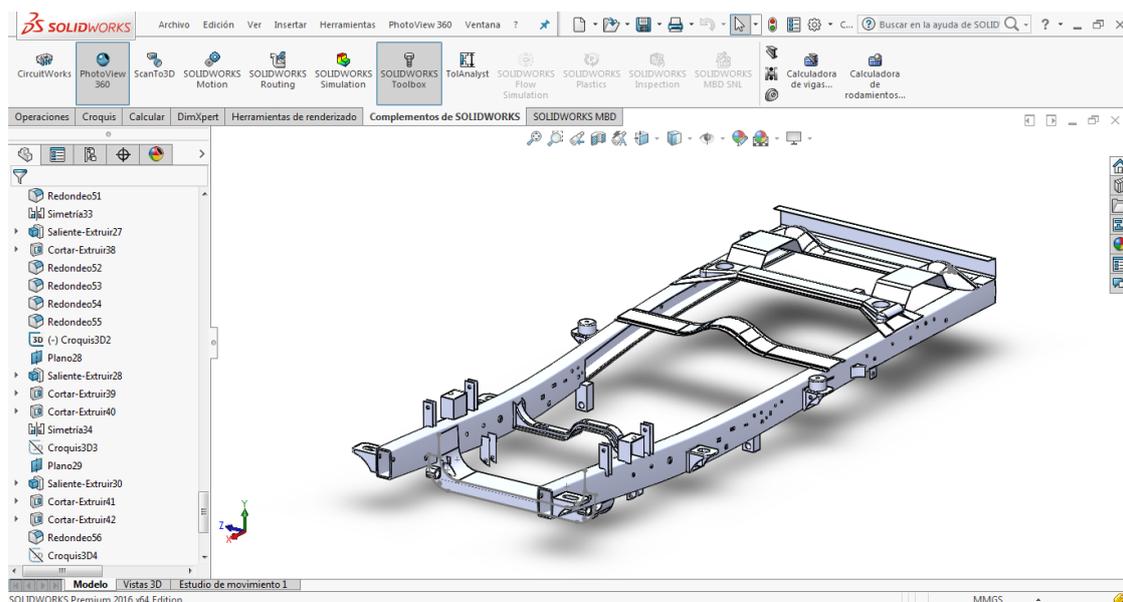


FIGURA 34: Diseño del chasis.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Una vez realizado el diseño se recorta el chasis para que no pierda sus características y cumpla las condiciones necesarias de esfuerzos y cargas sobre el mismo, se utiliza la herramienta solidworks *simulation*, para comprobar si este componente mecánico va a cumplir con los requerimientos deseados realizando su simulación y verificando si es apto y no se pasa de los rangos establecidos por este software.



FIGURA 35: Simulador Solidworks.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Selección de materiales.

Una vez que se recorta el chasis en el diseño se elige el material del que está elaborado (AISI 1020 Acero laminado en frío), este material posee resistencia y ductilidad de muy alta calidad además es de gran uso en la industria automotriz, para realizar la simulación se toma en cuenta el límite elástico de 350 N/mm^2 (Manual de Servicio).

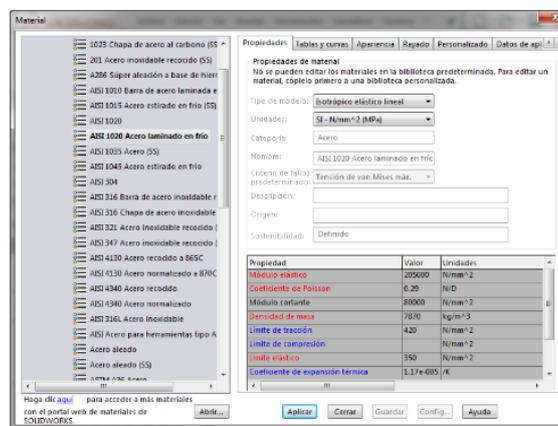


FIGURA 36: Aplicación de material.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Como se muestra en la figura 37, se utiliza una fuerza total que es igual al peso del vehículo por la gravedad (16000 N), se procede a distribuir las cargas externas en todas las partes estructurales como son los travesaños, largueros y bases ya que estos elementos son los encargados de alojar a los demás componentes del vehículo.

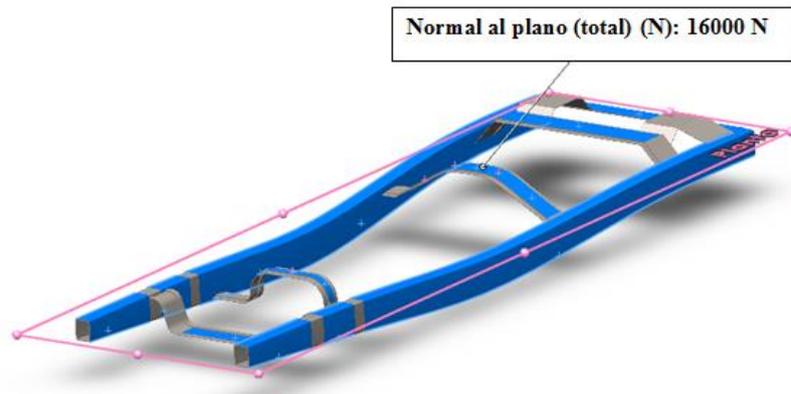


FIGURA 37: Cargas externas.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Análisis de tensiones del chasis.

De acuerdo al resultado del análisis estático de tensiones se obtiene como resultado un límite máximo de 108 N/mm^2 es decir, que según el cuadro el chasis cumple con sus características estructurales para desempeñar un excelente trabajo sin tender a deformarse, como se puede apreciar en la figura 38 bajo el límite de elasticidad de 350 N/mm^2 .

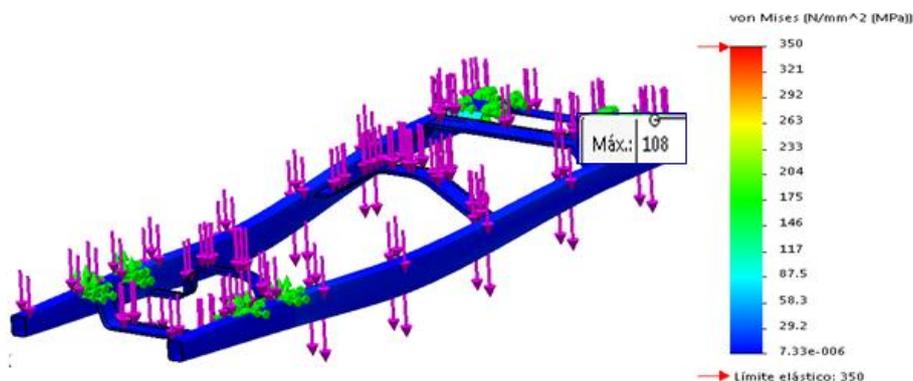


FIGURA 38: Análisis estático de tensiones.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Factor de seguridad del chasis.

Como se puede apreciar en la figura 39, el factor de seguridad es un coeficiente que calcula la resistencia máxima de un elemento a su vez el valor exacto al que es sometido, en este caso da un mínimo de 3.24 en color verde, un máximo de 10 en color azul garantizando que este chasis posea una gran resistencia para soportar cargas mayores, si fuese menor que 1 puede producirse una fractura en la estructura o presentar una deformación y no cumplir con su servicio.

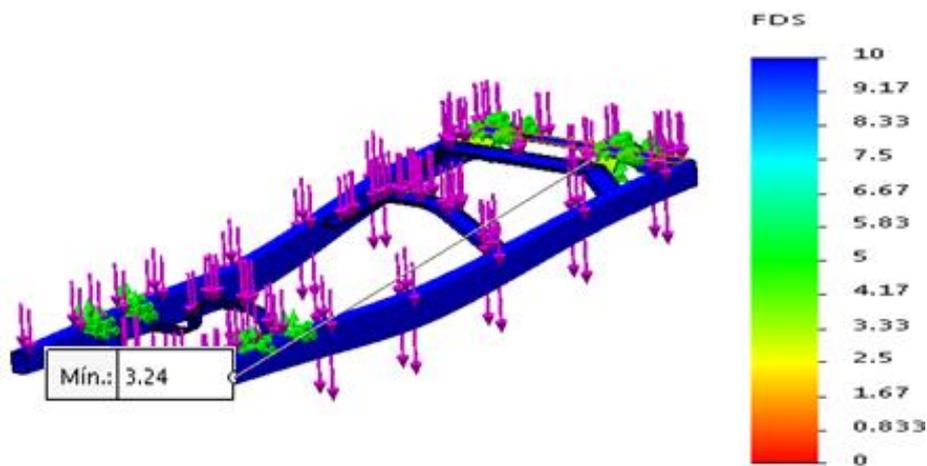


FIGURA 39: Factor de seguridad.

Fuente: (Solidworks, 2016)

4.2.2 RECORTAR EL CHASIS.

Se realiza su análisis respectivo además se procede a recortar el chasis en la vida real, es necesario colocar sus respectivos refuerzos para mayor seguridad, esto se realiza con el objetivo de que este vehículo sea maniobrable, y se adapte a las condiciones que va a estar sometido en el terreno, por esta razón se debe recortar 410 mm de distancia en los largueros del bastidor quedando la distancia entre ejes 2430 mm.

Proceso para recortar el chasis.

- Tomar las distancias entre ejes con ayuda del flexómetro para obtener medidas exactas.

- Revisar la presión de los neumáticos.
- Embancar el chasis a la misma altura para que al momento de recortar no pierda las medidas de referencia con ayuda de gatas hidráulicas.
- Trazar con escuadra las medias a recortar en los largueros.
- Recortar 410 mm en cada larguero del chasis, utilizar herramienta de corte como la pulidora con disco de corte de metal 7”.
- Una vez que se recorta los 410 mm en los largueros, proceder a unir mediante suelda eléctrica en puntos fijos para poner a nivel chasis.
- Al estar a nivel realizar un cordón de suelda tipo ZIG-ZAG con electrodos 6013.
- Realiza mediciones.
- Reforzar el chasis donde se realizó el corte usando Tol de 4mm.



FIGURA 40: Recortar y soldar el chasis.

4.3 DISEÑO DE LA SUSPENSIÓN.

Se realiza el diseño de la suspensión independiente delantera y posterior de eje rígido con la ayuda del software Solidworks, luego mediante cálculos de transferencia de masas se procede a realizar el análisis estático de tensiones y el factor de seguridad de cada elemento para comprobar si cumple con las características requeridas, se realiza la adaptación en el chasis.

4.3.1 SUSPENSIÓN DELANTERA.

Con la ayuda del software Solidworks se diseñó los elementos y piezas mecánicas que forman parte de la suspensión independiente delantera como son la mesa superior, inferior, mangueta y demás componentes, con medidas exactas y posteriormente el ensamblaje respectivo en el chasis.

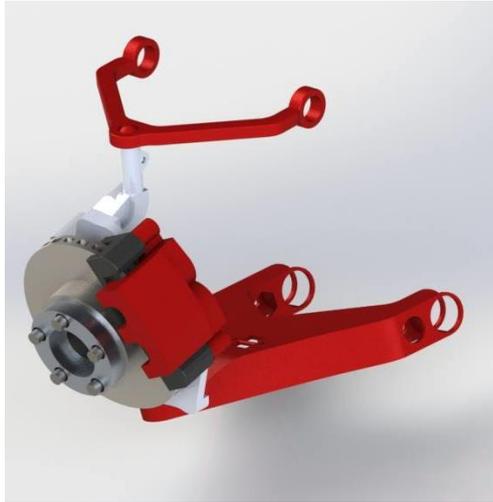


FIGURA 41: Renderizado suspensión independiente delantera

Fuente: (Solidworks, 2016)

4.3.2 SUSPENSIÓN POSTERIOR.

Se procede a diseñar la suspensión independiente de eje rígido de barras tirantes con bases de vehículos todo terreno o vehículos tipo Buggy, para el diseño de templadores, amortiguadores, espirales, barra estabilizadora, barra tensora superior, el conjunto de estos componentes deben realizar su función específica de soportar pesos, esfuerzos y adaptarse a las irregularidades del camino.



FIGURA 42: Renderizado suspensión trasera.

Fuente: (Solidworks, 2016)

En ingeniería se desarrolla diseños de elementos mecánicos como la suspensión, para esto es necesario realizar varios cálculos como transferencia de masas, cargas y esfuerzos a los que van a ser sometidos dependiendo de las características de un vehículo tipo Buggy.

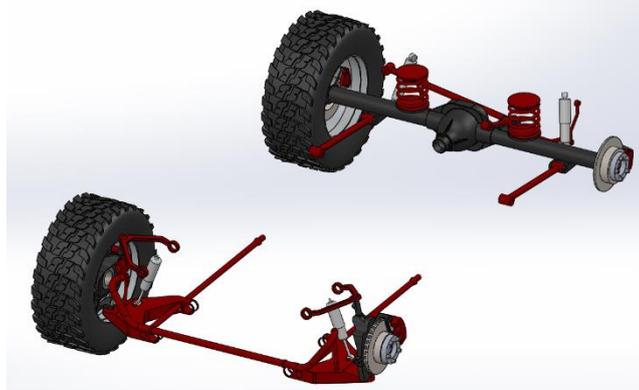


FIGURA 43: Diseño de la suspensión

Fuente: (Solidworks, 2016)

4.4 PARÁMETROS GENERALES REQUERIDOS PARA EL DISEÑO.

Características específicas de un vehículo tipo Buggy arenero y datos para que se realice cálculos de transferencia de masas como son:

- Distancia entre ejes: 2430 mm
- Ancho de vía: 1720 mm
- Masa del vehículo: 1455Kg
- Masa total: 1605Kg (considerando dos pasajeros)
- Distancia al piso: 300mm
- Altura del centro de gravedad: 528mm (con la ayuda del software Solidworks)

4.4.1 TRANSFERENCIA DE MASAS

La transferencia de masas, son los momentos actuantes en el centro de gravedad del vehículo y que se transfieren de una rueda a otra cuando existe contacto directo de los neumáticos con el suelo debido a la aceleración, frenado o el cambio de dirección como una curva, este fenómeno se puede identificar por el conductor del vehículo.

Las cargas aerodinámicas se consideran despreciables, pues su estructura tubular y las velocidades alcanzadas no generan grandes influencias en el vehículo. Por tal motivo, la estructura estará sometida a las siguientes cargas:

- Cargas permanentes (**G**), que hacen referencia al peso del vehículo y de los ocupantes.
- Cargas variables (**Q**), que hacen referencia a las cargas generadas por la inercia al acelerar, frenar o curvar.

A estas cargas se les multiplica por un factor de carga recomendado, a fin de garantizar el diseño y durabilidad de los componentes a evaluar:

- Las cargas permanentes tendrán un factor de $\gamma_G = 1.33$
- Las cargas variables tendrán un factor de $\gamma_Q = 1.50$

Así también se realiza el análisis de las trasferencias de masas en las condiciones más extremas, como aceleración brusca, frenada brusca y vehículo en curva con velocidad elevada de 60km/h en radio de giro de 50m, donde se fuerza al vehículo a su vez comprobar la resistencia, durabilidad de sus componentes para una conducción segura y eficiente.

a. Transferencia de masa durante la aceleración

Se necesita la aceleración del vehículo, y el tiempo que se demora en recorrer una distancia, en este caso se utiliza una velocidad de 0 a 100 km/h en 9.9 segundos que proviene de la tabla de especificaciones del vehículo Ford Explorer 4.0 L V6 (160 HP), por lo tanto:

$$v = v_0 + a \cdot t \quad \text{Ec.1}$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$a = \frac{27.78}{9.9}$$

$$a = 2.8 \text{ m/s}^2$$

Este resultado de aceleración de 2.8 m/s^2 , posteriormente se utiliza en la fórmula para calcular la transferencia de masa durante aceleración que se determina de la siguiente manera:

$$w_a = \frac{a * m * h}{l} \quad \text{Ec.2}$$

Dónde:

w_a = Transferencia de masa (N)

a = Aceleración (m/s²)

m = Masa total (kg)

h = Altura del centro de masa (m)

l = Distancia entre ejes (m)

$$w_a = \frac{2.8 * 1605 * 0.528}{2.430}$$

$$w_a = 976.5 \text{ N}$$

Se considera que la distribución de masas del vehículo tipo Buggy es de 60% en la parte delantera y 40% en la parte posterior aproximadamente, en aceleración se calcula en el eje posterior a su vez utiliza la transferencia de masas $w_a = 976.5 \text{ N}$ ya que las cargas en el momento de acelerar tienden a ir hacia atrás la carga sobre el eje posterior es:

Ec.3

$$w_t = (m * 40\% * Yg) + \left(\frac{w_a}{g} * Yq\right)$$

$$w_t = (1605 * 0.4 * 1.33) + \left(\frac{976.5}{9.81} * 1.5\right)$$

$$w_t = 1003.2 \text{ Kg}$$

En aceleración se tiene una carga en el eje posterior de 1003.2 kg, dividiendo se obtiene 501.6 kg en cada rueda y en el eje delantero 1131.45 kg que da 565.73kg por cada rueda, sumando las cargas debe dar como resultado 2134,65kg que es el peso total multiplicado por el factor de carga $\gamma_G = 1.33$.

b. Transferencia de masa durante frenada brusca.

Se requiere encontrar la distancia de frenado, es decir la distancia que recorre el vehículo desde el accionamiento de los frenos hasta su detención completa. Esta distancia se obtiene de la siguiente expresión:

$$df = \frac{v^2}{254e} \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

df = Distancia de frenado (m)

v = Velocidad al momento del frenado (km/h)

e = Coeficiente de fricción neumático-suelo

$$df = \frac{100^2}{254 * 0.85}$$

$$df = 46.31m$$

La máxima desaceleración provocada por el frenado es:

$$a_f = \frac{v^2}{2 * df} \quad \text{Ec.5}$$

$$a_f = \frac{27.78^2}{2 * 46.31}$$

$$a_f = 8.33m/s^2$$

La transferencia de masa durante el frenado es:

$$w_f = \frac{a * m * h}{l} \quad \text{Ec.6}$$

Dónde:

w_f = Transferencia de masa (N)

a = Aceleración (m/s²)

m = Masa total (kg)

h = Altura del centro de masa (m)

l = Distancia entre ejes (m)

$$w_f = \frac{8.33 * 1605 * 0.528}{2.430}$$

$$w_f = 2905 \text{ N}$$

La transferencia de masas da como resultado $w_f = 2905 \text{ N}$, en esta fórmula se utiliza la aceleración de frenado y los demás datos conocidos, en la parte delantera existe mayor peso por la ubicación de sus componentes en el eje delantero 60%, este resultado se aplica en la fórmula de transferencia de masas total sobre frenado ya que las cargas van hacia el frente.

$$w_t = (m * 60\% * Yg) + \left(\frac{Wf}{g} * Yq\right) \quad \text{Ec.7}$$

$$w_t = (1605 * 0.6 * 1.33) + \left(\frac{2905}{9.81} * 1.5\right)$$

$$w_t = 1725 \text{ Kg}$$

En frenado se obtiene una carga total en el eje delantero $w_t = 1725 \text{ Kg}$, dividiendo 862.5 kg en cada rueda, en el eje delantero y 409.65 kg como resultado 204,83 por cada rueda en el eje posterior, sumando las cargas el resultado es de 2134.65kg que es el peso total multiplicado por el factor de carga $\gamma_G = 1.33$

c. Transferencia de masa durante una curva

Al atravesar una curva se generan fuerzas que producen la transferencia de carga de las ruedas internas hacia las externas. Se considera que el vehículo ingresa a una curva de 50m de radio con una velocidad máxima de 60km/h, para lo cual se calcula la aceleración normal generada:

$$a_n = \frac{v^2}{\rho} \quad \text{Ec.8}$$

Dónde:

a_n = Aceleración normal (m/s²)

v = Velocidad (m/s)

ρ = Radio de la curva (m)

$$a_n = \frac{16.66^2}{50}$$

$$a_n = 5.5 \text{ m/s}^2$$

La transferencia de masa durante la curva queda determinada por:

$$w_l = \frac{a_n * m * h}{b} \quad \text{Ec.9}$$

Dónde:

w_l = Transferencia de masa lateral (N)

a_n = Aceleración normal (m/s²)

m = Masa (kg)

h = Altura del centro de masa (m)

b = Ancho de vía (m)

$$w_l = \frac{5.5 * 1605 * 0.528}{1.720}$$

$$w_l = 2709.8 \text{ N}$$

En transferencia de masas durante una curva se realiza un ejemplo muy claro para sacar datos que se necesita como es el caso de aceleración normal $a_n = 5.5 \text{ m/s}^2$ a su vez se obtuvo la transferencia de masas lateral $w_l = 2709.8 \text{ N}$, que se utiliza en la fórmula general aplicándole tanto en el eje delantero como posterior 60% - 40%.

Eje delantero:

$$w_d = (1605 * 0.3 * 1.33) \pm \left(\frac{2709.8}{9.81} * 1.5 \right)$$

$$w_{d1} = 1054.7 \text{ Kg}$$

$$w_{d2} = 226 \text{ Kg}$$

En el eje delantero existe el 60% por la ubicación de sus componentes además se realiza los cálculos a cada rueda donde se utiliza el 30% por la distribución de cargas en reposo, la rueda interna recibe mayor transferencia de carga lateral $w_{d1} = 1054.7 \text{ Kg}$, y en la externa $w_{d2} = 226 \text{ Kg}$.

Eje posterior:

$$w_d = (1605 * 0.2 * 1.33) + \left(\frac{2709.8}{9.81} * 1.5 \right)$$

$$w_{d3} = 841.3 \text{ Kg}$$

$$w_{d4} = 12.6 \text{ Kg}$$

En el eje posterior existe el 40% ya que el peso de sus componentes es menor para los cálculos se utiliza el 20% a cada rueda por la distribución de cargas en reposo, la rueda interna recibe mayor transferencia de carga lateral $w_{d3} = 841.3 \text{ Kg}$, y en la externa $w_{d4} = 12.6 \text{ Kg}$.

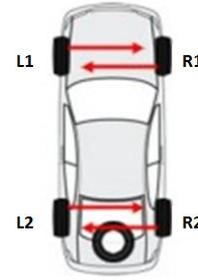
4.4.2 ANÁLISIS DE CARGA SOBRE CADA RUEDA

De los valores calculados se realiza el siguiente análisis para cada rueda bajo las diferentes situaciones de conducción, considerar que se multiplicará el peso total del vehículo por el factor de carga permanente de 1.33, sumando las cargas en las cuatro ruedas del vehículo en todas las posiciones se obtiene el peso total.

Peso total=1605kg * 1.33= 2134.65 Kg

TABLA 9: Análisis de cargas.

Transferencia de masas.	Distribución de carga en los neumáticos.	
<p>EN REPOSO Distribución 60-40 (%) (adelante-atrás)</p>	<p>L1 640.39 kg L2 426.93 kg</p>	<p>R1 640.39 kg R2 426.93 kg</p>
<p>EN ACELERACIÓN</p>	<p>L1 565.73 kg L2 501.6 kg</p>	<p>R1 565.73 kg R2 501.6 kg</p>
<p>EN FRENADA BRUSCA</p>	<p>L1 862.5 kg L2 204.83 kg</p>	<p>R1 862.5 kg R2 204.83 kg</p>
<p>EN CURVA</p>	<p>L1 1054.7 kg L2 841.3 kg</p>	<p>R1 226 kg R2 12.6 kg</p>



Como se puede apreciar en la tabla 9, donde existe mayor carga es cuando el vehículo toma una curva y todo el peso es dirigido a las ruedas interiores obteniendo como resultado en **L1** 1054.7 kg y **L2** 841.3 kg, todo esto se da por la velocidad y el radio de giro que tiene una curva.

4.5 ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN.

Análisis de los brazos de suspensión.

En curva. Para el análisis se toma en consideración la mayor carga de las calculadas en varias condiciones de manejo.

4.5.1 MESA SUPERIOR DELANTERA.

Selección de material.

Antes de realizar el análisis de la mesa superior delantera se selecciona el material en este caso (Hierro dúctil) con límite elástico de 551 N/m^2 , como se observa en la figura 44, para comprobar si las características de este elemento soportan las tensiones a las que están sometidas (Mott, 2006)

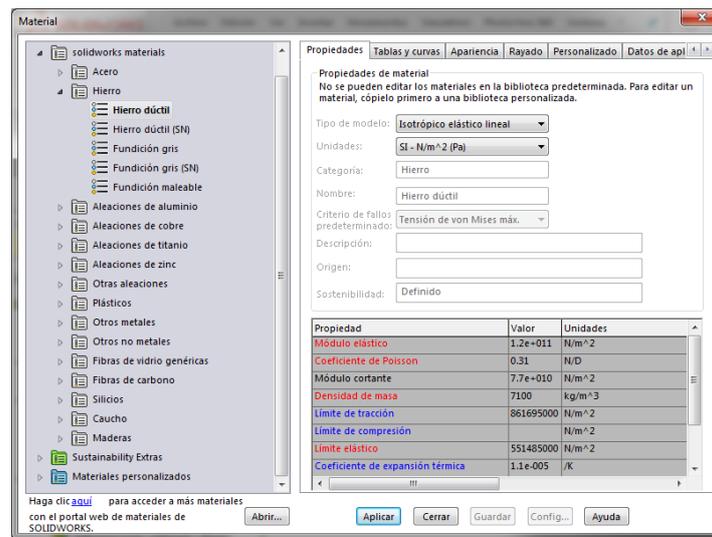


FIGURA 44: Aplicación de material.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Aplicación de fuerzas en puntos fijos y móviles.

$$F = 1054.7 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 10346.7 \text{ N}$$



FIGURA 45: Determinación puntos de sujeción y aplicación de fuerzas.

Fuente: (Solidworks, 2016)

La fuerza más elevada que se utiliza es la soportada durante una curva que se obtiene del análisis de cargas en este caso 1054.7 kg que se multiplica por la gravedad para obtener la fuerza total ya que el peso va a dirigirse a la llanta dependiendo la inclinación de la calzada, en este paso antes de realizar el análisis se debe fijar los puntos móviles y fijos además la dirección de las flechas como es aplicada la fuerza.

Análisis estático de tensiones.

Cuando se realiza el análisis estático de tensiones según (-vonMises-) se debe aplicar el uso de malla en el elemento, esto quiere decir, que es un conjunto de elementos finitos divididas sobre la pieza.

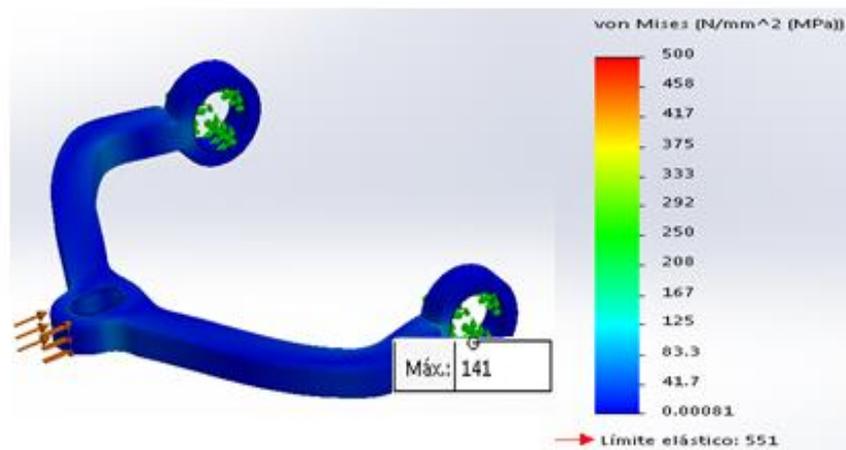


FIGURA 46: Tensiones en la mesa de suspensión superior delantera

Fuente: (Solidworks, 2016)

El límite elástico del material es de 551MPa , realizado el análisis se obtiene el resultado tensión máxima de 141MPa , al pasarse del límite elástico máximo la pieza va a quedar deforme o se produciría un punto de rotura en este caso la pieza cumple con la función requerida y su material es resistente a las cargas y esfuerzos a someter.

Factor de seguridad.

La mesa superior posee un factor de seguridad adecuado de 3.92.

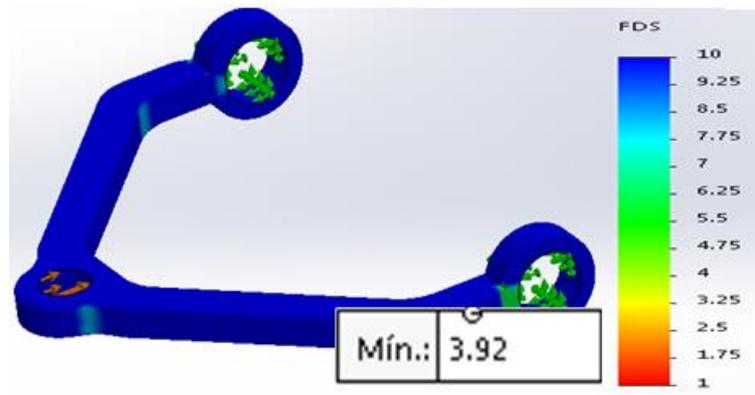


FIGURA 47: Factor de seguridad en la mesa de suspensión superior delantera

Fuente: (Solidworks, 2016)

Esta pieza mecánica cumple con un buen desempeño de soportar peso y adaptarse a las irregularidades del camino, conociendo que el factor de seguridad siempre debe ser mayor que 1 si fuera menor el material se deforma y se produce rotura.

4.5.2 MESA INFERIOR DELANTERA.

Selección del material.

La mesa inferior delantera es de material laminado (ASTM A36 Acero) con límite elástico de 250 MPa.

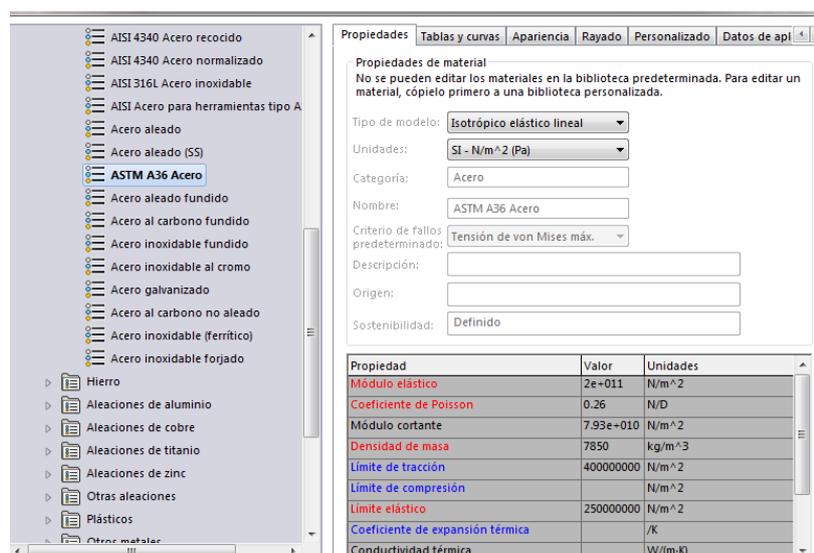


FIGURA 48: Aplicación de material.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Esta mesa por su recubrimiento de material laminado posee una gran resistencia y soporte de grandes esfuerzos a su vez posee propiedades de acero estructural al carbono que es utilizado en algunos elementos de la industria automotriz.

Aplicación de fuerzas en puntos fijos y móviles.

La mayor fuerza que soporta este cuerpo depende del peralte y la velocidad de la curva, el peso de los componentes del vehículo tienden a cargarse sobre el lado de inclinación dependiendo del radio de giro, en este caso se debe considerar como un apoyo fijo adicional, la zona de unión a la barra de torsión además se debe aplicar los puntos de sujeción fijos y móviles para aplicar dicha fuerza.

$$F = 1054.7kg * 9.81m/s^2$$

$$F = 10346.7N$$

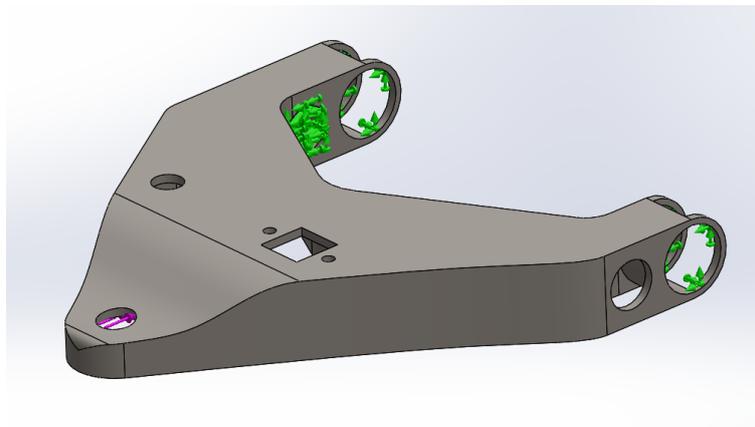


FIGURA 49: Determinación puntos de sujeción y aplicación de fuerzas.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Análisis estático de tensiones.

La tensión máxima a la que está sometida la mesa inferior delantera es de 106MPa y el material de esta pieza tiene un límite elástico de 250MPa, por su recubriendo estructural y diseño, esta pieza tiene la capacidad de soportar el peso de los componentes del vehículo sin tender a deformarse ni a fracturarse.

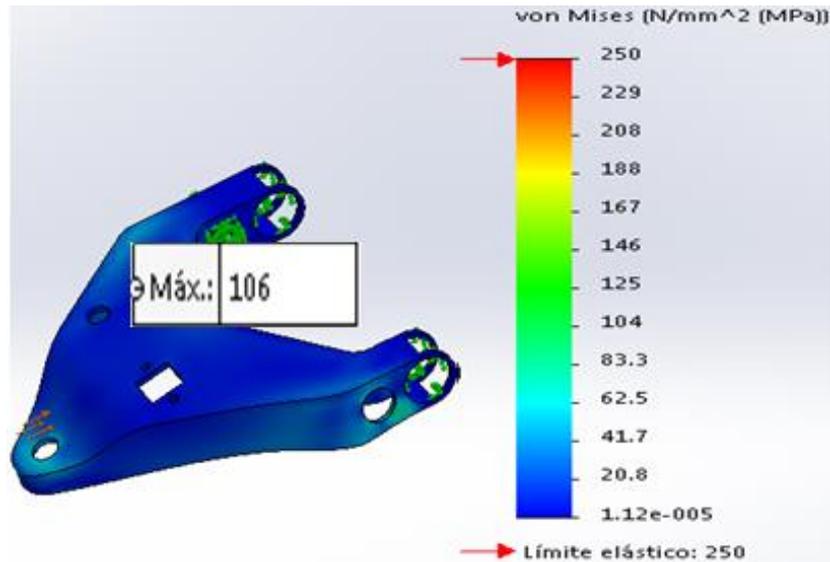


FIGURA 50: Tensiones en la mesa de suspensión inferior delantera

Fuente: (Solidworks, 2016)

Factor de seguridad.

El factor de seguridad de la mesa delantera inferior es de 2.37 posee un diseño para que se alojen otros componentes mecánicos importantes del vehículo

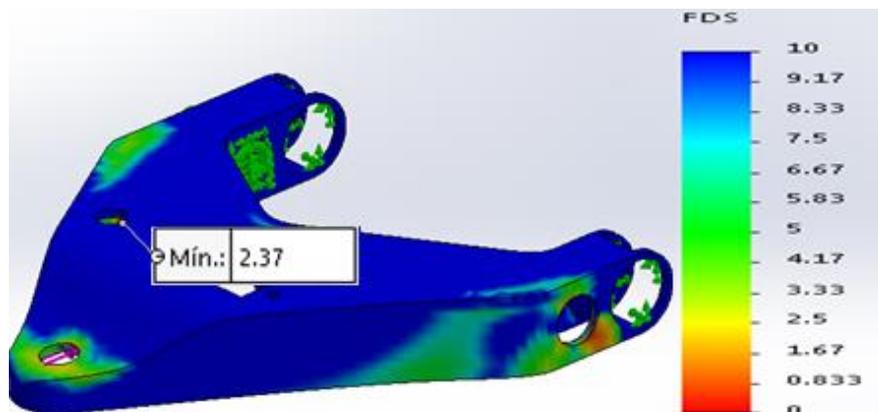


FIGURA 51: Factor de seguridad en la mesa de suspensión inferior delantera

Fuente: (Solidworks, 2016)

Es necesario que este elemento sea resistente para evitar que exista algún accidente por la fractura de este material y evitar daños de otros componentes a su vez la seguridad e integridad de los ocupantes del vehículo.

4.5.3 BARRAS TENSORAS POSTERIORES

En la parte posterior las barras tensoras longitudinales o también llamadas barras de control inferior y superior, están sometidas a fuerzas de tracción y compresión durante frenado y aceleración respectivamente.

Selección de material.

El material que comúnmente se utiliza en la elaboración de las barras posteriores es (ASTM A36 Acero) con límite elástico de 250 MPa, además este material permite la unión mediante proceso de soldadura, posee una gran resistencia y fuerza para realizar su respectivo análisis en aceleración y frenado.

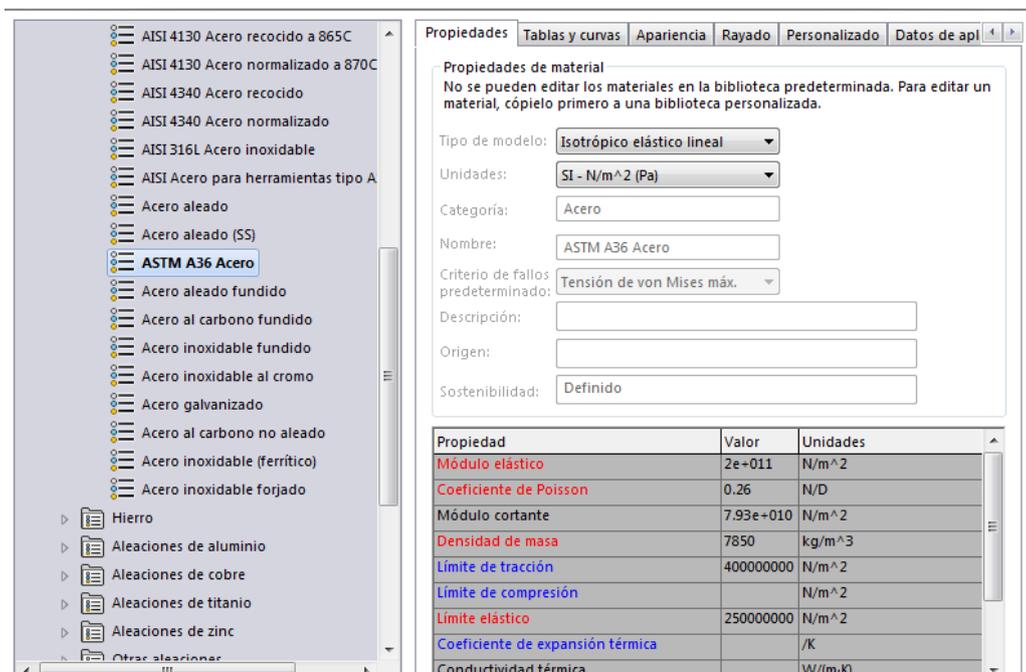


FIGURA 52: Aplicación de material.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Análisis de tensiones en aceleración.

La fuerza aplicada es la de aceleración que se obtiene de la tabla de análisis de cargas.

$$F = 501.6kg * 9.81m/s^2$$

$$F = 4920.7N$$

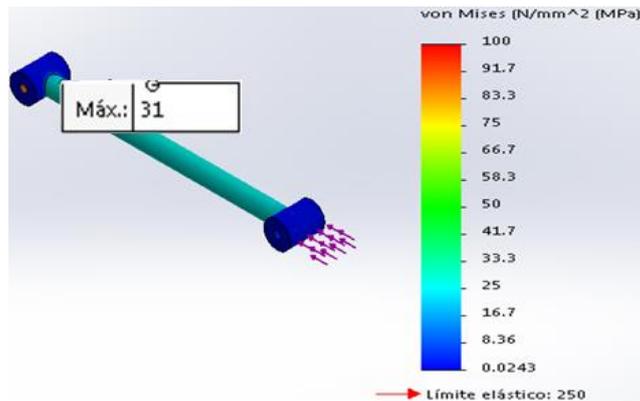


FIGURA 53: Tensiones en la barras posteriores longitudinales.

Fuente: (Solidworks, 2016)

En aceleración. Durante la aceleración cada barra se somete a fuerzas de compresión, este elemento se encuentra acoplado por medio de bujes entre la transmisión y el chasis con ayuda de estas barras se realiza una sujeción de todos los elementos impidiendo que los demás componentes que forman la suspensión no realicen su trabajo o tiendan a deformarse, el esfuerzo máximo es 31MPa se puede observar que en el analisis de tensiones es de gran resistencia a la rotura muy abajo del límite elástico de 250MPa.

Factor de seguridad.

El factor de seguridad mínimo es de 8.06 tiene un factor muy alto que da la seguridad de llevar a la práctica para su implementación y para la modificación de la suspensión en el vehículo Buggy, además se observa en la figura 54, el factor es muy alto por lo que se puede decir que es muy seguro sin tender a deformarse ni romperse.

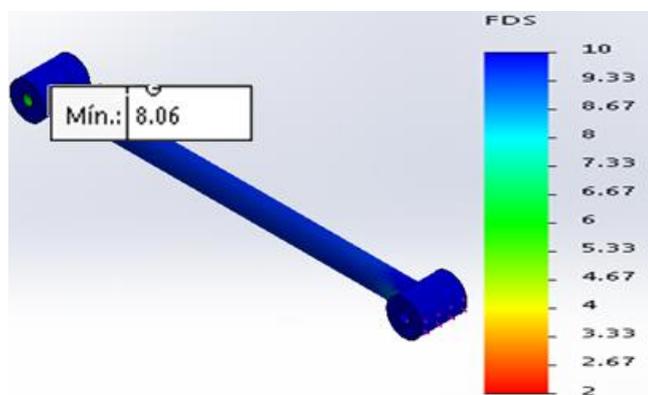


FIGURA 54: Factor de seguridad en barras tensoras longitudinales.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Análisis de tensiones en frenado.

La fuerza aplicada es la de frenado que se obtiene de la tabla de análisis de cargas.

$$F = 862.5 * 9.81m/s^2$$

$$F = 8461.13N$$

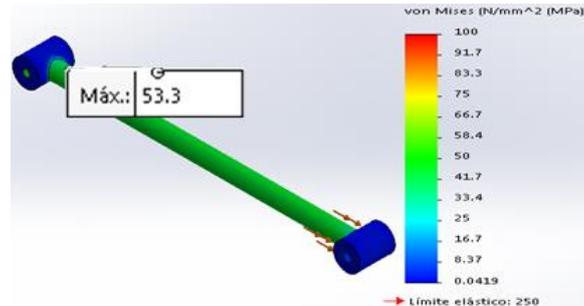


FIGURA 55: Tensiones en la barras posteriores longitudinales.

Fuente: (Solidworks, 2016)

En frenado. Si llegase a producir un frenado brusco cada barra se somete a tracción, debido a la fuerza de empuje que se produce por la detención de los neumáticos, los templadores realizan una fuerza contraria para soportar que los demás componentes de la suspensión no tiendan a deformarse o cambiar su posición realizando el análisis estático de tensiones se obtiene que el esfuerzo máximo es de 53.3 MPa, que está muy por debajo del límite elástico del material que es 250 MPa.

Factor de seguridad.

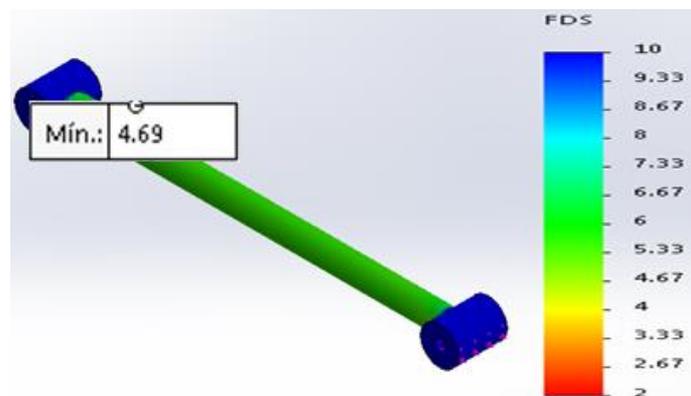


FIGURA 56: Factor de seguridad en barras tensoras longitudinales.

Fuente: (Solidworks, 2016)

El factor de seguridad mínimo es de 4.69 es aceptable porque va a soportar las cargas y esfuerzos a los que va a ser sometido debido a que estos elementos son sometidos a fuerza y el material tiende a deformarse y a regresar a su posición inicial indica que cumple con las características óptimas de seguridad y de los demás componentes del vehículo.

4.5.4 BARRA TENSORA SUPERIOR.

Esta barra se encuentra sometida a tracción y compresión durante las condiciones de aceleración y frenado. Al ser una sola barra central se aplica la carga transferida en todo el eje posterior durante aceleración y frenado, esta barra sirve de apoyo para soportar las cargas de la suspensión posterior contra el chasis.

El material de construcción es (ASTM A36 Acero), para realizar el análisis estático de tensiones se tiene un límite elástico de 250MPa.

Análisis de tensiones en aceleración.

La fuerza aplicada es la de aceleración que se tiene de la tabla de análisis de cargas.

$$F = 2 * 501.6kg * 9.81m/s^2$$

$$F = 9841.4N$$

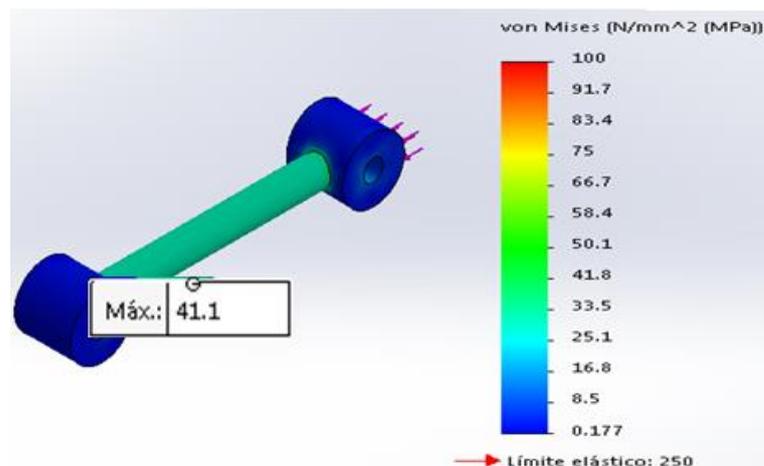


FIGURA 57: Análisis de tensiones en la barra tensora superior.

Fuente: (Solidworks, 2016)

En aceleración. Cada barra se somete a fuerzas de compresión, de magnitud se multiplica por 2 al encontrarse en posición media y tiene que soportar dos veces la fuerza aplicada al momento de acelerar y tener buen agarre de la transmisión al chasis a su vez el esfuerzo máximo es de 41.1MPa muy por debajo del límite elástico de 250 MPa por lo cual es apto para el diseño a continuación se tiene el factor de seguridad.

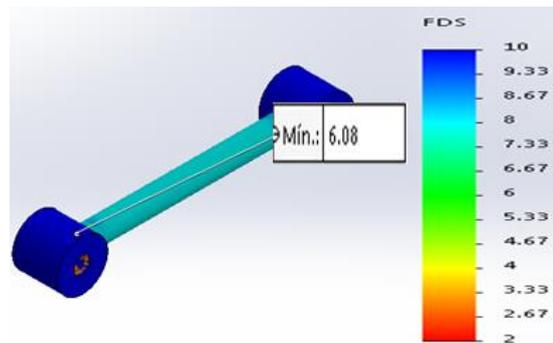


FIGURA 58: Factor de seguridad en la barra tensora superior.

Fuente: (Solidworks, 2016)

El factor de seguridad mínimo es de 6.08, el material no se va a deformar por las propiedades específicas, en aceleración a su vez soportar los esfuerzos y cargas sometidas sobre este elemento. Este componente se encuentra sujeto contra el chasis y el eje de transmisión para evitar que los demás elementos que forman la suspensión posterior cumplan con el trabajo específico.

Análisis de tensiones en frenado.

La fuerza aplicada es la de frenado que se obtiene de la tabla de análisis de cargas.

$$F = 2 * 862.5 * 9.81m/s^2$$

$$F = 16922.3N$$

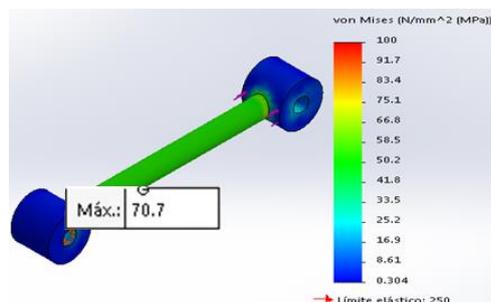


FIGURA 59: Tensiones en la barra tensora superior.

Fuente: (Solidworks, 2016)

En frenado. Al realizarse una frenada brusca la barra tensora superior debe soportar grandes esfuerzos al momento de frenado, como se puede apreciar en la figura 59 el esfuerzo máximo es de 70.7MPa muy debajo del límite elástico 250MPa, esta pieza mecánica cumple la función específica en conjunto con las demás del vehículo por atenuar el desplazamiento hacia la parte delantera en el momento de frenado, el factor de seguridad es el siguiente:

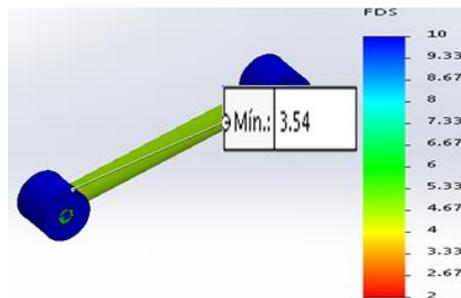


FIGURA 60: Factor de seguridad en la barra tensora superior.

Fuente: (Solidworks, 2016)

El factor de seguridad mínimo es de 3.54, la barra tensora superior tanto al momento de acelerar como en frenado cumple la misma función que es dar seguridad y en conjunto con los demás elementos que conforman la suspensión posterior garantiza que todas las piezas mecánicas cumplen con lo requerido para llevar a la práctica con la diferencia que la fuerza aplicada y el peso cambian según las condiciones de manejo.

4.5.5 ENSAMBLE GENERAL DE LAS SUSPENSIONES AL CHASIS.

Una vez terminado de hacer el diseño en el software Solidworks de las suspensiones y comprobar que todas las piezas cumplen con lo requerido, se procede a realizar el ensamble de las suspensiones delantera y posterior y sus componentes del sistema de frenos para llevarlo a la práctica.



FIGURA 61: Ensamble general del chasis y sus componentes.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Posteriormente en la práctica se realiza el ensamble de las suspensiones delantera y posterior en el chasis además se puede comprobar que todos sus componentes se encuentren en perfectas condiciones realizando un mantenimiento e inspección visual general de todas las piezas mecánicas que conforman las suspensiones como son:

- Amortiguadores.
- Rótulas.
- Barra estabilizadora
- Templadores.
- Rodamientos
- Ejes
- Espirales.
- Bujes



FIGURA 62: Instalación de las suspensiones delantera y posterior al chasis.

4.6 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS.

Se procede a la instalación del sistema de frenos con la adaptación de los discos para las 4 ruedas con sus respectivas mordazas, pastillas de freno, cañerías, sangradores, bomba de freno, servo-freno y depósito, todos estos elementos cumplen con las condiciones de brindar mayor eficiencia de frenado en el vehículo para precautelar la seguridad en la conducción.

En la parte delantera se realiza la inspección visual en el disco que no esté rayado o tenga fisuras, además el cambio de pastillas de freno, la mordaza que se encuentre fija y el pistón esté trabajando correctamente, por último verificar que no existan fugas en las cañerías y sus sangradores cumplan con lo requerido en el sistema.



FIGURA 63: Freno de disco delantero.

En la parte posterior se realiza un mantenimiento similar a la parte delantera con la diferencia que este cumple una función de disco y en la parte interna posee un tambor para el accionamiento del freno de mano o de estacionamiento por lo que se realizó un cambio de zapatas e inspección que conforman el freno de tambor.



FIGURA 64: Freno de disco posterior.

Se realiza la inspección del servo-freno, del accionamiento del pedal además se procede a cambiar el kit de la bomba de freno, la revisión de las cañerías en toda su trayectoria para descartar fugas, el líquido de frenos que se encuentra en el depósito es de color azul que cumple con las características técnicas para aprovechar al 100% la fuerza aplicada en el pedal de freno.

Se realiza la purga en cañerías de frenos para que no exista aire en el sistema se empieza por la bomba de freno luego las rueda más lejana a la bomba y así sucesivamente hasta la más cercana comprobando que no exista aire ni fugas, además comprobar el servofreno que trabaja usando aire de la admisión del motor.



FIGURA 65: Servo- Freno y bomba de freno.

Se instala el sistema de dirección hidráulica con cremallera, además verificar la bombona que es accionada mediante la correa del motor a través de una polea, los terminales y guardapolvos por último verificar que el radio de giro sea igual en ambos sentidos y su nivel de aceite hidráulico en el sistema.



FIGURA 66: Sistema de dirección hidráulica.

4.7 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

Una vez terminado la instalación de los sistemas de frenos, suspensión y dirección al chasis, tomando en cuenta las dimensiones necesarias del motor y caja se procede a realizar la modificación de la carrocería mediante el software Solidworks tomando como referencia las bases del chasis donde se ubica la carrocería.

En la figura 67, se puede observar la carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy que prácticamente tuvo que ser modificada en su totalidad por no encontrarse en condiciones óptimas estructurales para evitar daños mecánicos a los componentes y precautelar la seguridad de los ocupantes en la conducción.



FIGURA 67: Chasis y carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy.

Selección de materiales.

La selección de materiales se realiza de manera muy profesional, de acuerdo al diseño y a las características del fabricante, de manera que la carrocería no exceda en el peso requerido para este tipo de vehículo arenero.

TABLA 10: Materiales usados en la reconstrucción de la carrocería.

Planchas de TOL negro:	2mm. 3mm. 1/16.
Correas tipo C:	100 X 50 X 15 X 3.00 X 6000mm. 150 X 50 X 15 X 3.00 X 6000mm.
Tubo redondo:	2" X 2 X 6000mm
Tubo cuadrado	40 X 40 X 1.50 X 6000 – 1 ½"
Malla coqueada de persiana.	
Fibra de vidrio.	

Fuente: (Noboa, 2010.)

En el software Solidworks se realiza el diseño de la estructura tomando en cuenta mediciones a escala 1:2, como son el ancho de vía que se toma de llanta a llanta 1720mm, la altura del parante principal 1819mm y el largo entre ejes del vehículo 2430mm, para la construcción de la estructura sobre las bases del chasis.

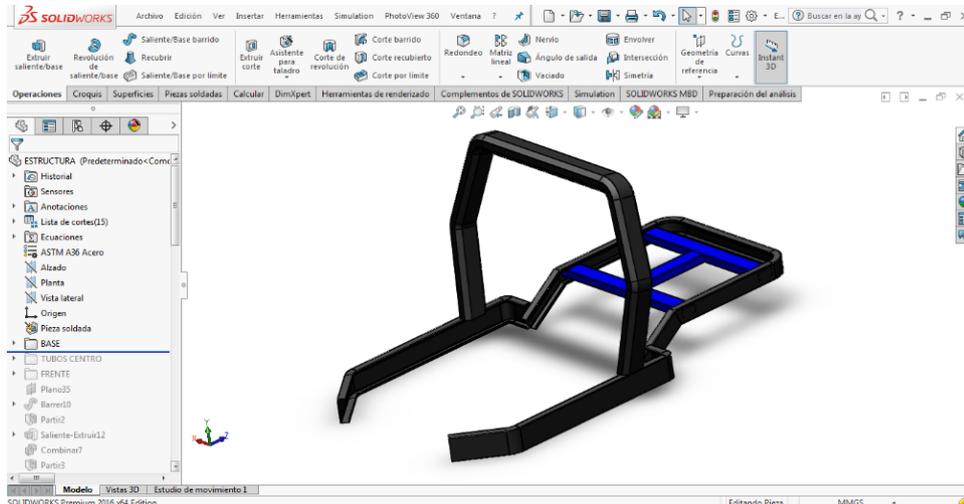


FIGURA 68: Base de la estructura.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Se realiza paso a paso el diseño usando diferentes planos para que el diseño esté acorde con un Buggy arenero cumpliendo las condiciones de seguridad y confort, para alivianar el peso de la carrocería se utiliza tubos redondos de 2” en la parte frontal y posterior además se toma en cuenta la altura del motor y sus demás componentes

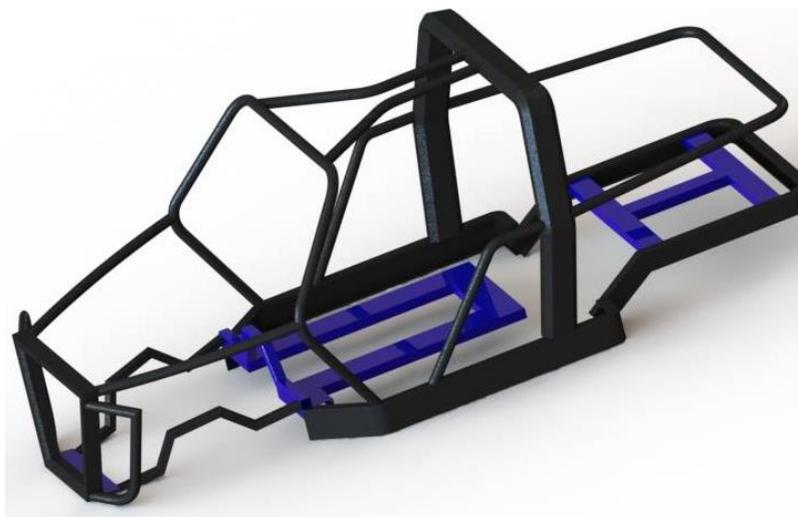


FIGURA 69: Estructura tubular.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Una vez ya formada la estructura se procede a realizar los guardafangos recubrimientos laterales de la carrocería el piso, la malla coqueada de las persianas delantera y posterior por último el diseño del capot con toma de aire para que tenga mayor ventilación y rendimiento en el motor, para alivianar el peso su construcción se realizó en fibra de vidrio, acorde al vehículo tipo Buggy.

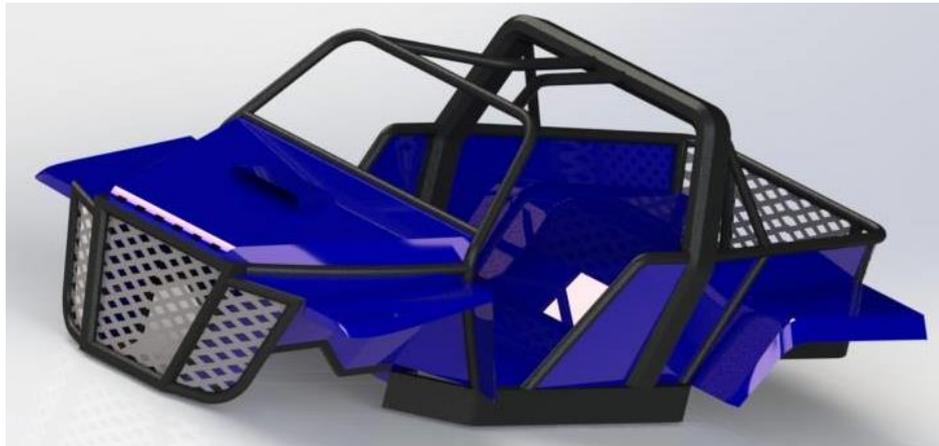


FIGURA 70: Carrocería Final.

Fuente: (Solidworks, 2016)

Este es el diseño total del prototipo luego que se realiza el ensamble general con todos sus componentes, como el chasis las suspensiones delantera y posterior, sistema de frenos, sistema de dirección, carrocería a su vez componentes estéticos de un prototipo Buggy, una vez listo los planos del diseño se procede llevarlo a la práctica.



FIGURA 71: Ensamble general del prototipo Buggy.

Fuente: (Solidworks, 2016)

4.8 CONSTRUCCIÓN.

Para la construcción del vehículo se usó los materiales antes mencionados, observar en la tabla 11, además de múltiples máquinas y herramientas necesarias en la re construcción del nuevo Buggy Ford, todo esto se realizó en un taller mecánico de modificaciones especializadas en este tipo de vehículos.

TABLA 11: Máquinas y Herramientas.

MÁQUINAS.	
Sueldas:	Soldadura a gas y arco eléctrico (MIG). Eléctrica Autógena
Dobladoras:	Tubo. Tol.
Cortador de plasma.	
Taladro de pedestal.	
Compresor.	
Torno.	
Sierra Circular.	
HERRAMIENTAS.	
Taladro.	Juego de rachas.
Pulidora.	Sierra de hierro.
Juegos de llaves.	Buril.
Martillo.	Palancas de apoyo.
Desarmadores.	Gata hidráulica.
Limas plana y redonda.	Tijera para metal.
Prensa manual.	Flexómetro.
MATERIALES.	
Electrodos:	6011. 6013. Cebora.
Discos:	Corte. Pulir.
Alambre para MIG	

Se usa los planos que se obtuvo del diseño realizado en el software Solidworks se procede a la construcción de la carrocería, se utiliza diversas máquinas como la suelda (MIG), el cortador de plasma además herramientas necesarias para llevar a cabo este proceso de reconstrucción de este vehículo.



FIGURA 72: Principio de construcción de la carrocería.

Terminada la construcción de la carrocería de los guardafangos, latas laterales malla de persianas delantera y posterior, además se realiza la fabricación del capot en fibra de vidrio, para su montaje además la fijación de los demás componentes del habitáculo dejando el vehículo listo para el proceso de pintura.



FIGURA 73: Carrocería terminada ensamblada al chasis.

4.8.1 PROCESO DE PINTURA.

Una vez terminado la carrocería realizada de componentes metálicos se continúa el proceso de elaboración, se lleva el vehículo a un taller de pintura certificado siguiendo procesos y técnicas de pintura como son los siguientes:

- Eliminar el óxido.
- Lijar hasta llegar al metal.
- Limpiar de impurezas con thinner.
- Masillar.
- Lijar la masilla.
- Aplicar fondo primer.
- Lijar el fondo.
- Limpiar toda la superficie de polvo o cualquier sustancia.
- Seleccionar el color.
- Ingresar a la cabina de pintura
- Pintura final.



FIGURA 74: Masillado de la carrocería del vehículo.

Terminado la fase de pintura con todos sus pasos se realiza un control de calidad de todas las partes que forman la carrocería, se procede a instalar el sistema de luces además detalles estéticos, de seguridad activa y pasiva del vehículo para que se encuentre en óptimas condiciones.



FIGURA 75: Finalización del proceso de pintura.

Vehículo Buggy finalizado con todos sus componentes en perfectas condiciones y listo para someterle a cualquier prueba, además este prototipo debe servir de material de estudio para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte.



FIGURA 76: Prototipo Buggy Ford.

4.9 PRUEBAS DEL VEHÍCULO

4.9.1 MATLAB.

Es una herramienta que por medio de una programación permite realizar cálculos, moldeado matemático, simulación, crear tablas dependiendo de las características, necesidades requerida, personalizadas; con el uso de esta herramienta a través de comandos y parámetros necesarios permite entender de una mejor manera cualquier simulación, se puede interpretar datos a su vez cálculos matemáticos de una manera más rápida y eficaz (Moler, 2013).

4.9.2 PRUEBA DE LA SUSPENSIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE MATLAB.

Para realizar la prueba en el software Matlab se toma datos reales del vehículo además mediciones exactas del sistema de suspensión y sus componentes. A continuación se detalla en la tabla de especificaciones sus respectivos datos para proceder a realizar los cálculos, posteriormente la simulación y análisis de tablas en Matlab.

TABLA 12: Datos Técnicos del vehículo Buggy.

Especificaciones.	Datos.
Masa total del vehículo.	1455 kg
Masa de cada neumático.	34 kg
Masa del vehículo correspondiente a cada neumático (m2)	(m coche – 4*m neumáticos)/4= 329,75 kg
Masa de la rueda (m1)	m rueda unidades
Coeficiente de amortiguación (ks)	835054 N/m
Coeficiente de elasticidad del resorte (kw)	6730109 N/m
Gravedad (b)	9800 mm/s ²

4.9.3 CÁLCULOS DE LOS ELEMENTOS DE LA SUSPENSIÓN.

Constante del resorte Kw.

$$Kw = \frac{G * d^4}{8 * Dm^3 * n}$$

Datos:

K_w -Coeficiente de elasticidad del resorte.

G -Valor del material del resorte. Acero inoxidable $7,85 \times 10^6$ [MPa] $7,85 \times 10^{12}$ [N/m²]

d -Diámetro del alambre 15 [mm] 0.015 [m]

n -Número de espiras útiles = (espiras totales – 2) = (5 - 2) = 3

D_m -Diámetro medio del alambre = diámetro exterior – d = (150 – 15) = 135[mm]
0,135[m]

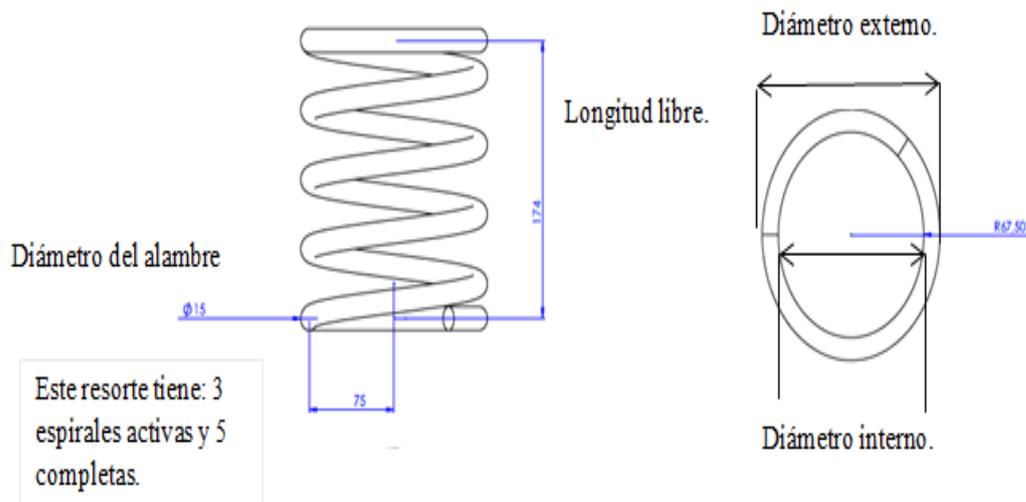


FIGURA 77: Resorte suspensión posterior.

Cálculo del coeficiente de elasticidad del resorte:

$$K_w = \frac{G * d^4}{8 * D_m^3 * n}$$

$$K_w = \frac{7,85 \times 10^{12} * 0,015^4}{8 * 0,135^3 * 3}$$

$$K_w = 6730109 \text{ [N/m]}$$

Coeficiente de amortiguación.

El coeficiente de amortiguación **ks** para este tipo de vehículo todo terreno viene dado por el fabricante del amortiguador comúnmente en los vehículos Ford estos amortiguadores cumplen con estándares de calidad, durabilidad y confort este caso marca **boge** (made in USA) $ks= 835054$ N/m.

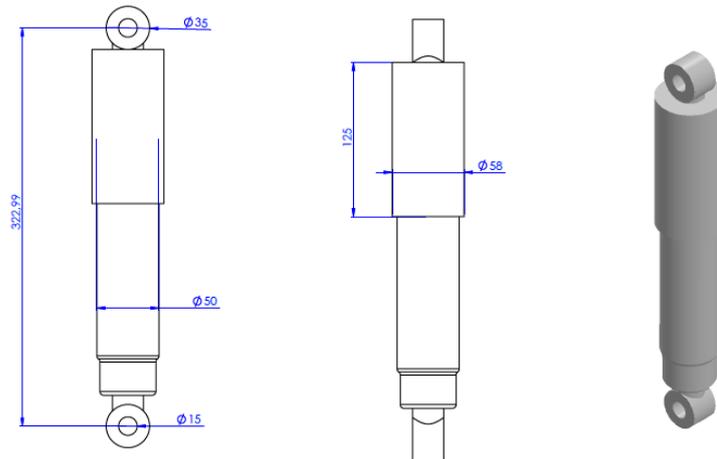


FIGURA 78: Amortiguador boge.

4.9.4 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO BUGGY.

TABLA 13: Programación Matlab.

```
% SIMULACIÓN Y ANIMACIÓN DE LA SUSPENSIÓN DEL PROTOTIPO BUGGY FORD
% 4.0 MODIFICADO
% PARÁMETROS MECÁNICOS Y DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO BUGGY
% PARÁMETROS MECÁNICOS Y DATOS TÉCNICOS DEL VEHÍCULO BUGGY
clc
m_coche = 1455;% Masa total del vehículo (incluidos los 4 neumáticos)
m_neumático = 34;% Masa de cada neumático
m2 = (m_coche - 4*m_neumático)/4; % masa del chasis que le corresponde
a cada neumático
m1 = m_neumatico; % masa del neumático
ks = 835054; % coeficiente de amortiguación
kw = 6730109; % coeficiente de elasticidad del resorte
b = 9800; % gravedad
```

```

% FUNCIONES DE TRANSFERENCIA
num = (kw*b)/ (m1*m2)*[1 ks/b]
den = [1, (b/m1 + b/m2), (ks/m1 + ks/m2 + kw/m1),
(kw*b)/ (m1*m2), (kw*ks)/ (m1*m2)]

G_yr = tf (num, den)           % fdt entre la elevación de la
calzada y la posición del chasis
G_xr = G_yr*tf ([m2 b ks],[b ks]) % fdt entre la elevación de la
calzada y la posición del neumático

% PARÁMETROS DE SIMULACIÓN
N = 700; % Número de muestras (más muestras permiten un análisis más
fino,
           % pero más lento, ajustar esto según la
           % potencia del ordenador

t = linspace(0,2,N);
r = [zeros(1,N*0.1) -ones(1,N*0.5) zeros(1,N*0.4)];
% elevación de la calzada
y = lsim(G_yr,r,t);
% posición relativa del chasis
x = lsim(G_xr,r,t);
% posición relativa del neumático

% ANIMACIÓN A PARTIR DE LA SIMULACIÓN REALIZADA
for k = 1:length(t)
    clf;
    plot(t(k),y(k)+3,'s','markersize',30); hold on;
    text(t(k)+.1,y(k)+3,'chasis');
    text(t(k)+.1,(y(k)+3+x(k))/2,'amortiguador');
% sumamos una cantidad (ej. 3) para establecer la posición absoluta del
chasis
    plot(t(k),y(k)+3,'+');
    plot(t(k),x(k)+0,'o','markersize',30);
    plot(t(k),x(k)+0,'+');
    text(t(k)+.1,x(k)+0.2,'rueda');
    plot([t(k) t(k)], [x(k),y(k)+3], 'linewidth',5);
    plot(t,r,'k','linewidth',2);
    plot(t(1:k),y(1:k)+3,'g--');
    plot(t(1:k),x(1:k)+0,'r--'); hold off;

```

```

axis([-0.1,t(end)+0.1,-2,5]);
% izquierda , derecha , inferior , superior,
grid on;
drawnow;
% Para la animación, forzamos el refresco de la figura en cada bucle
end

% EN OTRA FIGURA DIBUJAMOS LAS GRÁFICAS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE
CADA VARIABLE
figure(2);
subplot(3,1,1);
plot(t,r)
grid on;
title('elevación de la calzada');
subplot(3,1,2);
plot(t,x);
grid on;
title('posición del neumático');
subplot(3,1,3);
plot(t,y);
grid on;
title('posición del chasis')

```

Fuente: (Software MATLAB, 2013)

4.9.5 ANÁLISIS DE FIGURAS.

En el análisis de figuras permite el acceso directo a los resultados requeridos en ingeniería, mediante las figuras permite dar a conocer los resultados del análisis, con una presentación en 2D y 3D, a su vez la representación en forma de animación. Una vez obtenido todos los datos se representa en tres secciones:

- Elevación de la carretera.
- Desplazamiento respecto al chasis.
- Desplazamiento del neumático.

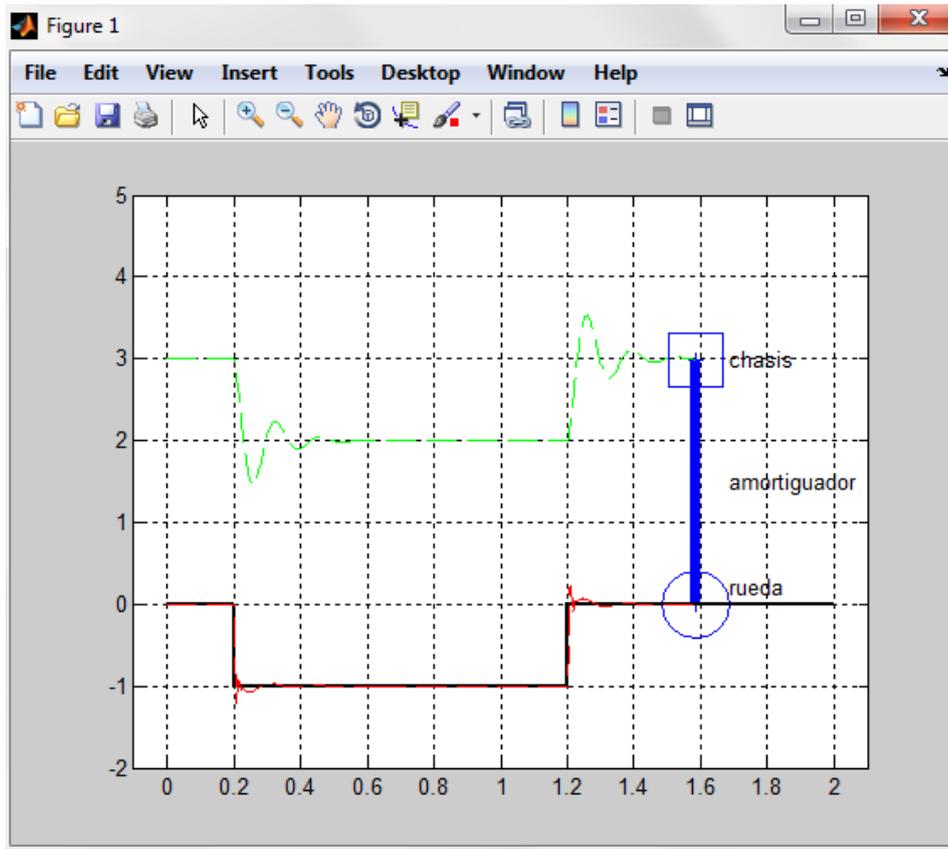


FIGURA 79: Simulación de trayectoria en un hueco.

Fuente: (Software MATLAB, 2013)

En la figura 79, se muestra los componentes principales como son la trayectoria requerida para el análisis, en este caso cuando existe un bache en la calzada, se utiliza los tres parámetros chasis, amortiguador y rueda, la distancia del chasis contra el suelo es de 300mm este análisis se realiza en un tiempo de 2 segundos.

Lo que generalmente se puede comprobar cuando el neumático cae sobre un hueco en este caso de 100 mm en volver a la trayectoria ideal se demora 0,2 segundos el peso del chasis provoca que el amortiguador actué atenuando el golpe producido por este efecto y al salir del hueco y tomar la trayectoria recta igual es un mínimo de 0,4 segundos de esta manera absorber las vibraciones e irregularidades que provoca el impacto.

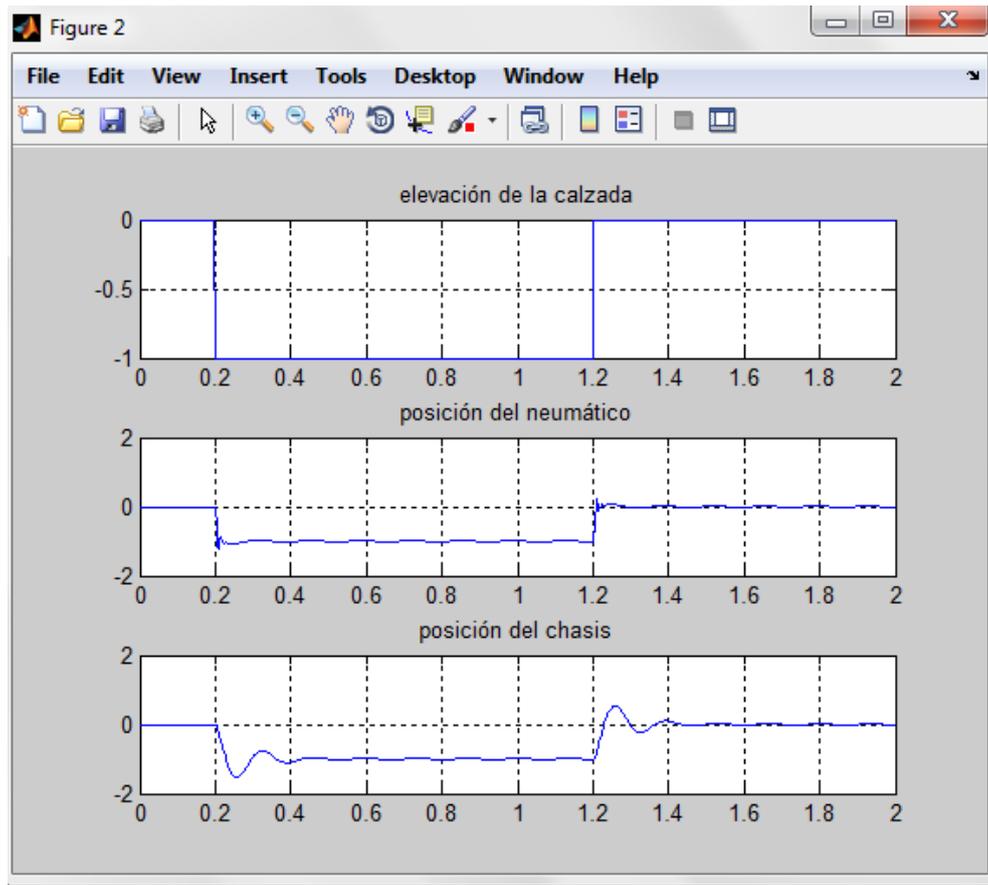


FIGURA 80: Resultado de la trayectoria en hueco.

Fuente: (Software MATLAB, 2013)

Como se muestra en la figura 80, se observa la elevación de la calzada, posición del neumático, posición del chasis además la trayectoria que debe seguir, las oscilaciones cuando el neumático cae sobre el hueco a su vez los elementos de la suspensión como el amortiguador y el espiral son elementos fundamentales para evitar que el impacto producido sea excesivo de esta manera evitar que los componentes que conforman la suspensión se dañen atenuando las cargas del chasis y ocupantes del vehículo.

Se puede observar la posición del chasis dependiendo de la deformación de la calzada y el retorno a la posición requerida luego que los elementos de la suspensión realizan su trabajo correspondiente, este estudio se realiza en el transcurso de 2 segundos tomando como referencia la distancia del chasis contra la el suelo 300mm.

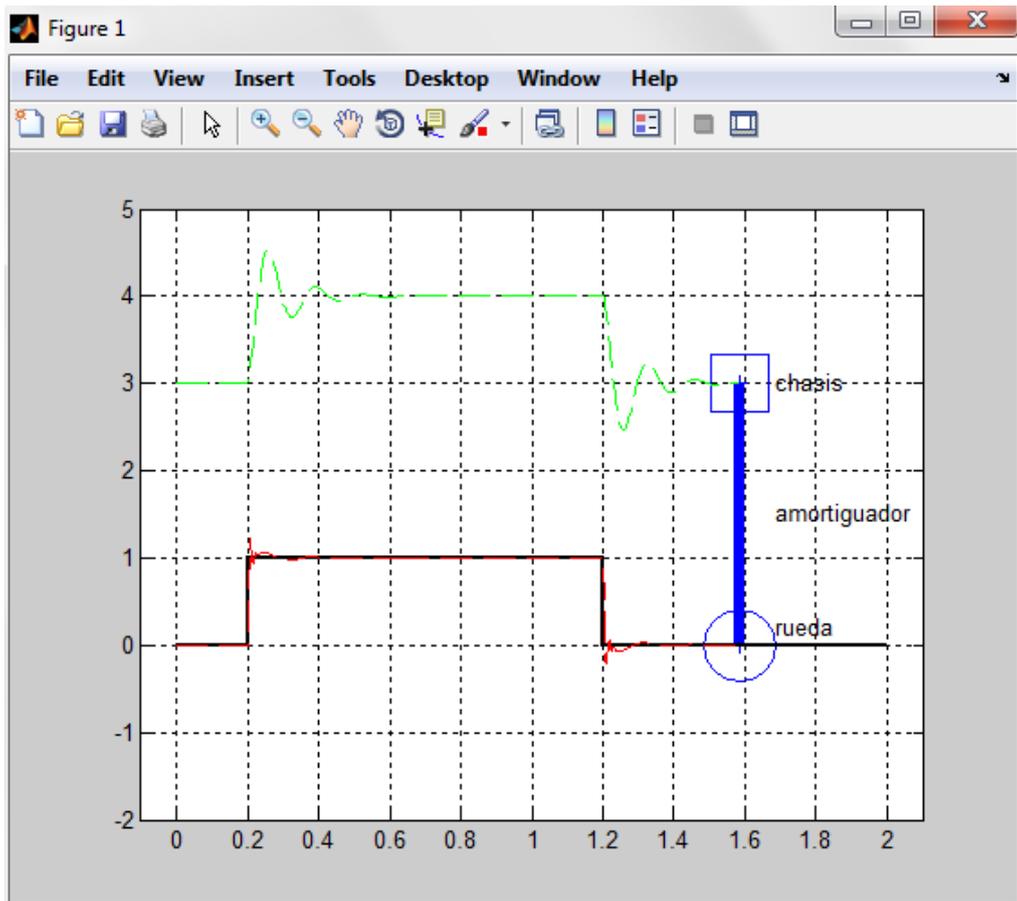


FIGURA 81: Simulación de trayectoria al pasar por un montículo.

Fuente: (Software MATLAB, 2013)

Al pasar por un montículo el amortiguador tiende a comprimirse en conjunto con el muelle o resorte posteriormente se expande regresando a su posición de origen, como se muestra en la figura 81, se puede observar las oscilaciones de la trayectoria a las que está sometido el vehículo.

Además del movimiento que realiza el chasis en conjunto con el sistema de amortiguación al pasar por un montículo de 100mm de elevación, el conjunto de rueda, amortiguador y chasis tiende a elevarse 150mm y el tiempo en retornar a la posición ideal es de 0,3 segundos a su vez al salir del montículo se demora igual un mínimo de 0,3 segundos atenuando el golpe y las vibraciones que se produzcan en el vehículo Buggy.

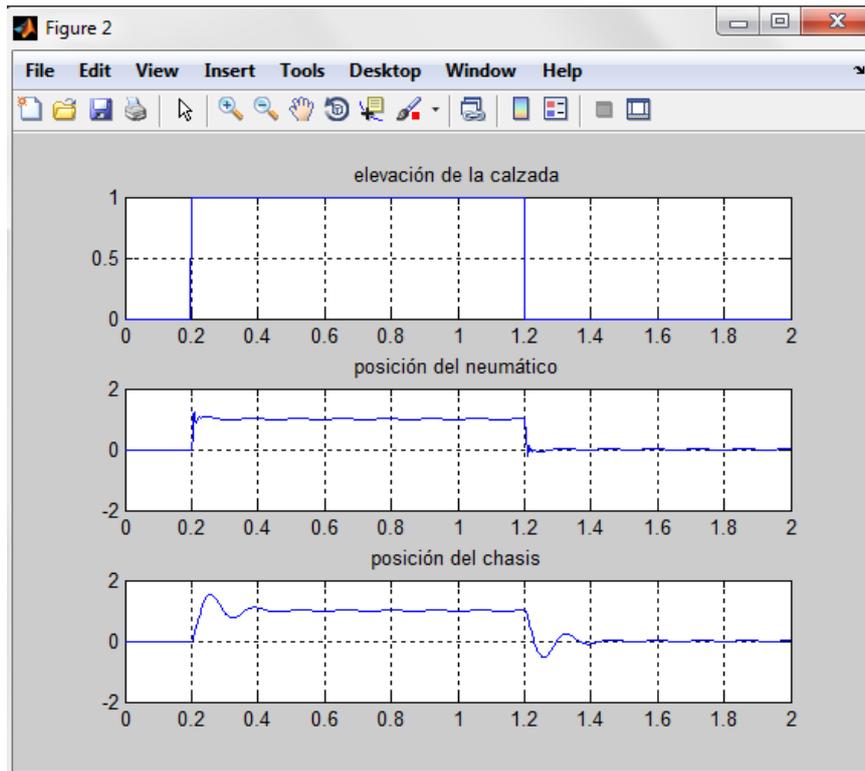


FIGURA 82: Resultado de la trayectoria al pasar por un montículo.

Fuente: (Software MATLAB, 2013)

El resultado de la figura 82, se observa cuando el vehículo pasa por un montículo por el impacto del neumático permite que el amortiguador se comprima de la misma manera el espiral actué soportando las cargas de los componentes del chasis el conjunto de la suspensión absorbe el golpe producido por las irregularidades de la calzada manteniendo la suavidad y confort de los ocupantes.

4.10 ALINEACIÓN DEL VEHÍCULO.

Proceso de la alineación.-La alineación es un proceso fundamental que se realiza en el vehículo tipo Buggy, precautelando el estado de los neumáticos de esta manera la seguridad en la conducción y la vida útil de los neumáticos para que se produzca un desgaste uniforme, con el pasar del tiempo se debe realizar un ajuste, revisión y corrección a su vez la presión de los neumáticos para evitar en la conducción se produzca un accidente de tránsito precautelando la seguridad de los ocupantes a continuación se detalla el proceso de alineación.

- Llevar donde exista un técnico alineador con equipos mecánicos modernos, estos equipos realizan lectura de datos digitales con base de datos de los parámetros de cada vehículo dependiendo la marca y el año.



FIGURA 83: Alineadora de ruedas Tektino.

Fuente: (Tektino, 2016)

- Subir al elevador y observar el estado de las rotulas, axiales, terminales además comprobar que no exista movimiento excesivo del neumático a su vez el estado de los amortiguadores.



FIGURA 84: Elevador neumático.

- Colocar las ruedas en los platos goniométricos.



FIGURA 85: Platos goniométricos.

- Observar detenidamente los neumáticos para identificar posible desgaste.



FIGURA 86: Suspensión.

- Verificar la presión en los neumáticos.
- Controlar el estado de los amortiguadores, la holgura en la dirección rotulas y desperfecto en los frenos.
- Realizar manualmente la revisión a todos los componentes de la suspensión.
- Centrar el volante.



FIGURA 87: Centrado del volante.

- Proceder mediante la máquina de alineación **tektino**, a buscar en la base de datos el modelo del vehículo Ford Explorer del 96-99.

- Obtener los datos del fabricante para realizar la alineación.

datos del vehículo			
Parámetros	Standard minima	Valor Standard	Standard maxima
Convergencia total FA	0.07°	0.29°	0.52°
Convergencia interna Frenos izquierda	0.04°	0.15°	0.26°
Convergencia externa Frenos izquierda	0.04°	0.15°	0.26°
Convergencia interna Frenos derecha	0.04°	0.15°	0.26°
Convergencia externa Frenos derecha	0.04°	0.15°	0.26°
Camber Frenos izquierda	-1.00°	-0.30°	0.00°
Camber Frenos derecha	-1.00°	-0.30°	0.00°
Caster Frenos izquierda	3.25°	4.25°	5.25°
Caster Frenos derecha	3.25°	4.25°	5.25°
SAJ izquierda			
SAJ derecha			
Convergencia total FA			
Convergencia interna Frenos izquierda			
Convergencia externa Frenos izquierda			
Convergencia interna Frenos derecha			
Convergencia externa Frenos derecha			
Camber Frenos izquierda			
Camber Frenos derecha			
Diferencia en base de ruedas			0
Diferencia de longitud			
Distancia de montaje			
Distancia de eje			

(FORD (BR)) [EXPLORER]

FIGURA 88: Base de datos.

- Colocar las tenazas en las llantas.



FIGURA 89: Tenazas.

- Ubicar los sensores en cada rueda.



FIGURA 90: Ubicación del sensor.

- Colocar el opresor de freno además se procede a colocar el sujetador de volante.



FIGURA 91: Opresor de freno.

- Nivelar los sensores observando en la pantalla.



FIGURA 92: Nivelación de los sensores.

- Comprobar el ángulo de avance y de salida.
- Observar los datos y tolerancias para ajustar el camber o caster según lo requerido.



FIGURA 93: Datos de camber y caster.

TABLA 14: Alineación de las ruedas base de datos

Ford Explorer (1996 – 1999)			
Parámetros	Standard mínimo	Valor standard	Standard máximo
Convergencia total (FA)	0,07°	0,29°	0,52°
Convergencia interna frontal izquierda	0,04°	0,15°	0,25°
Convergencia interna frontal derecha	0,04°	0,15°	0,25°
Camber frontal izquierdo	-1,00°	-0,50°	0,00°
Camber frontal derecho	-1,00°	-0,50°	0,00°
Caster izquierdo	3,25°	4,25°	5,25°
Caster derecho	3,25°	4,25°	5,25°

- La tolerancia no debe pasar de un máximo de 0° y mínimo de 1°.
- Observar la inclinación del camber frontal izquierdo y frontal derecho.
- Revisar la convergencia de los neumáticos en este caso es positiva.
- En el ángulo de caster debe haber una diferencia mínima de 1°.
- Corregir el camber y caster en las mesas superiores delanteras del vehículo.



FIGURA 94: Apriete de caster y camber.

- Comparar datos antes del ajuste y después del ajuste.



FIGURA 95: Datos antes y después de la alineación.

Al terminar la alineación se observa en la figura 95, los rangos que se encuentran en el vehículo Buggy, y se compara con el standard del vehículo Ford Explorer que se encuentra en la tabla 14 , se realiza la alineación referente a este vehículo por utilizar la mayoría de sus componentes.

El valor estándar es el valor requerido con los rangos que trabaja el vehículo, el valor mínimo y el valor máximo en la tabla 14 indica el mínimo $-1,00^{\circ}$ y el máximo $0,00^{\circ}$ de las inclinaciones camber frontal izquierdo y derecho de preferencia debe quedar en 0.50° .

El camber es la inclinación de las ruedas, cuando son negativas son inclinadas hacia fuera se produce desgaste en la parte interna del neumático, y la inclinación hacia fuera cuando son positivas son lo contrario (paradas) se produce desgaste en la parte externa del neumático.

La convergencia de 0.15° son positivas, como este vehículo trabaja con las llantas de forma de camber negativo la llantas están cerradas al momento del vehículo hacer tracción posterior las llantas se paran.

El rango está dejado en 1.27° y 1.08° como quedaron cerradas la convergencia es al 0.25° para lograr un desgaste uniforme y exacto del neumático.

El ángulo de caster siempre debe haber una diferencia mínima de 1° ya que si se pasa de esto se produce que el vehículo tiende a jalar la dirección.

El caster es el ángulo de avance en el vehículo Ford Explorer se puede corregir en las mesas delanteras en la parte de adelante es el caster y atrás el camber dependiendo de los parámetros, en el eje trasero 0.48° y 0.20° del vehículo es fijo no se puede corregir.

Por último se realiza la prueba de manejo para verificar si se ha realizado la alineación correctamente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Se realizó el diseño en el software Solidworks del chasis con todos sus componentes como largueros, travesaños, bases y soportes donde se aloja la carrocería, el material de construcción es AISI 1020 Acero laminado en frío con límite elástico de 350 N/mm^2 , mediante el análisis de tensiones se pudo determinar que el límite máximo es de 108 N/mm^2 , aplicando una fuerza distribuida de 16000 N, a su vez el factor de seguridad da un mínimo de 3.24, garantizando la aplicación de este chasis en el prototipo Buggy.
- Se determinó que con la instalación de los sistemas como: frenos, suspensión y dirección para el chasis se debe tomar en cuenta el peso del vehículo 1455kg, la fuerza que va existir al producir el frenado en la parte delantera 1725 kg y posterior 409,66 kg, mediante el cálculo de transferencia de masas sumando las cargas da un resultado de 2134.65 kg que es equivalente al peso del vehículo multiplicado por el valor de carga $Y_g = 1.33$, de esta manera se determina que los materiales aplicados en cada sistema son eficientes dando seguridad, fiabilidad y confort al momento de conducir el prototipo Buggy.
- Mediante el software Matlab se realizó la simulación de la suspensión posterior donde se puede apreciar las oscilaciones de la misma y el tiempo que se demora en retornar a su posición inicial, para esta simulación se calcula el coeficiente de elasticidad del resorte **Kw**: 6730109 [N/m] y el coeficiente de amortiguación **Ks**: 835054[N/m], se determina que la elección de materiales y modificación de la suspensión de eje rígido con barras tirantes cumplen con su función de soporte.

- En el software solidworks se determina los máximos esfuerzos soportados en los componentes del vehículo, una modelización estructural, una visualización del vehículo Buggy con el ensamble de todos sus sistemas en tres dimensiones, logrando determinar los planos para realizar la construcción del mismo.
- Las pruebas mecánicas realizadas en el prototipo Buggy revelaron el eficiente trabajo del mismo en la fase de diseño y construcción, logrando seguridad, fiabilidad y confort al momento de conducir.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Antes de realizar la fase de diseño en el software solidworks, se debe tener conocimientos previos del mismo, de lo que se va a utilizar conceptos claros para el análisis del chasis con todos sus elementos como largueros, travesaños, bases y soportes donde se aloja la carrocería, esto ayuda a interpretar de mejor manera los resultados del análisis teniendo criterio para llevar a la práctica.
- Es importante el correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad activa que evitan que se produzcan accidentes manteniendo la estabilidad del vehículo y el correcto funcionamiento de seguridad pasiva que reduce al mínimo los riesgos producidos en un accidente, ya que son de vital importancia en la conducción, a su vez si es sometido a sobre esfuerzos mayores a los obtenidos en transferencia de masas podría ocasionar algún daño o avería en el prototipo Buggy.
- Para la modelización y análisis de la suspensión de eje rígido con barras tirantes en el software matlab, se recomienda que el diseñador posea buenos conocimientos, aptitudes para el manejo y utilización del mismo, a su vez el uso de las librerías de esta tesis para reforzar sus conocimientos, esto garantiza la correcta interpretación de resultados en futuros proyectos.

- Antes de realizar modificaciones y adecuaciones al chasis, es recomendable realizar el diseño en el software solidworks, aplicar el material de construcción, las fuerzas que se van a utilizar en el análisis, mediante la utilización de la herramienta *simulation* ya que es seguro y confiables, ya que este software es muy utilizado en aplicaciones de ingeniería.
- Para la fabricación de este tipo de prototipos Buggy, se recomienda la utilización de elementos de seguridad que den al conductor, todas las garantías y confianza al momento de conducir, ya que al realizar las pruebas se pudo determinar que este vehículo alcanza elevadas velocidades, a su vez si se realiza modificaciones en los sistemas se debe tomar todas las normas de seguridad posibles, para evitar posibles accidentes y daños en el prototipo.

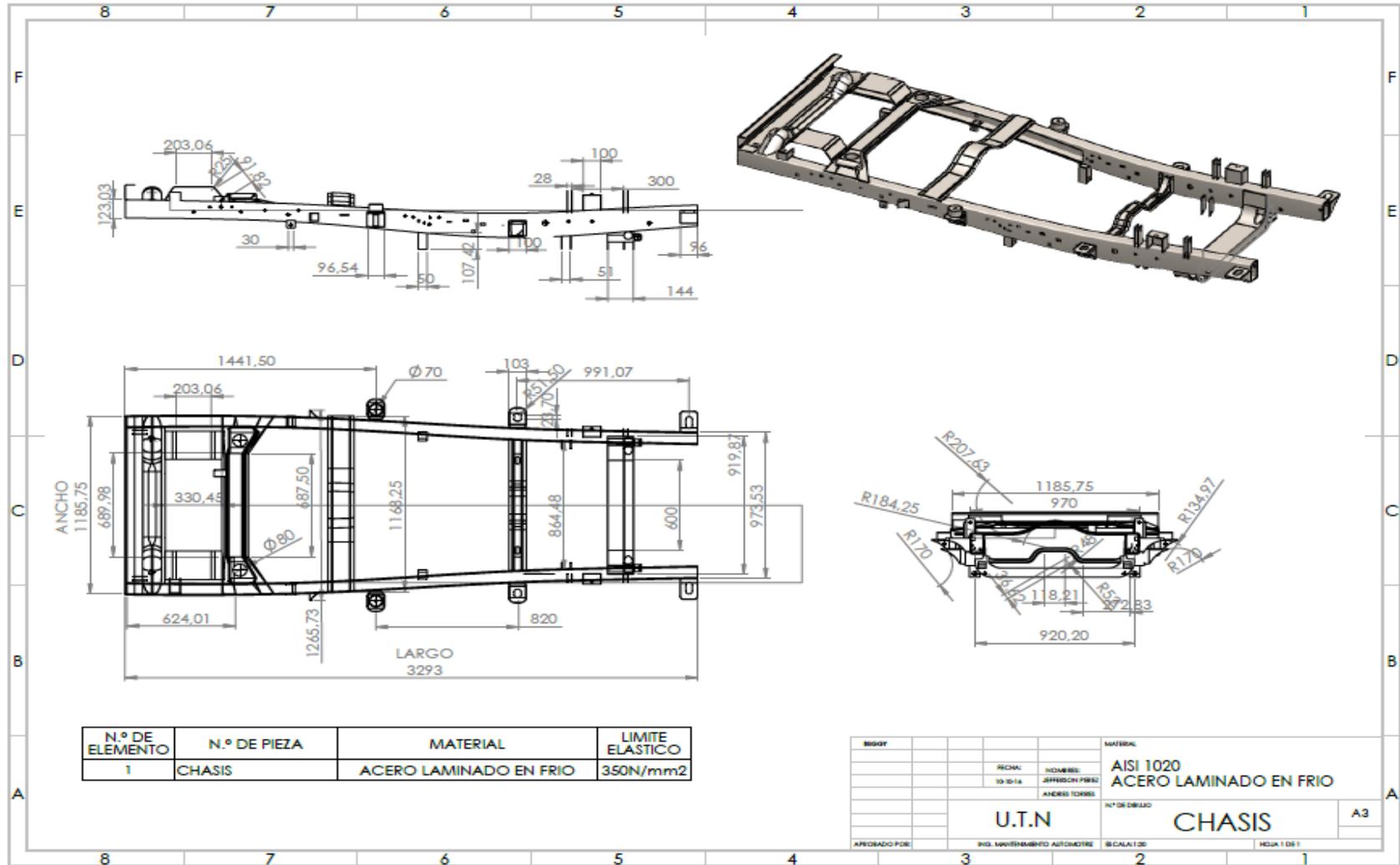
BIBLIOGRAFÍA

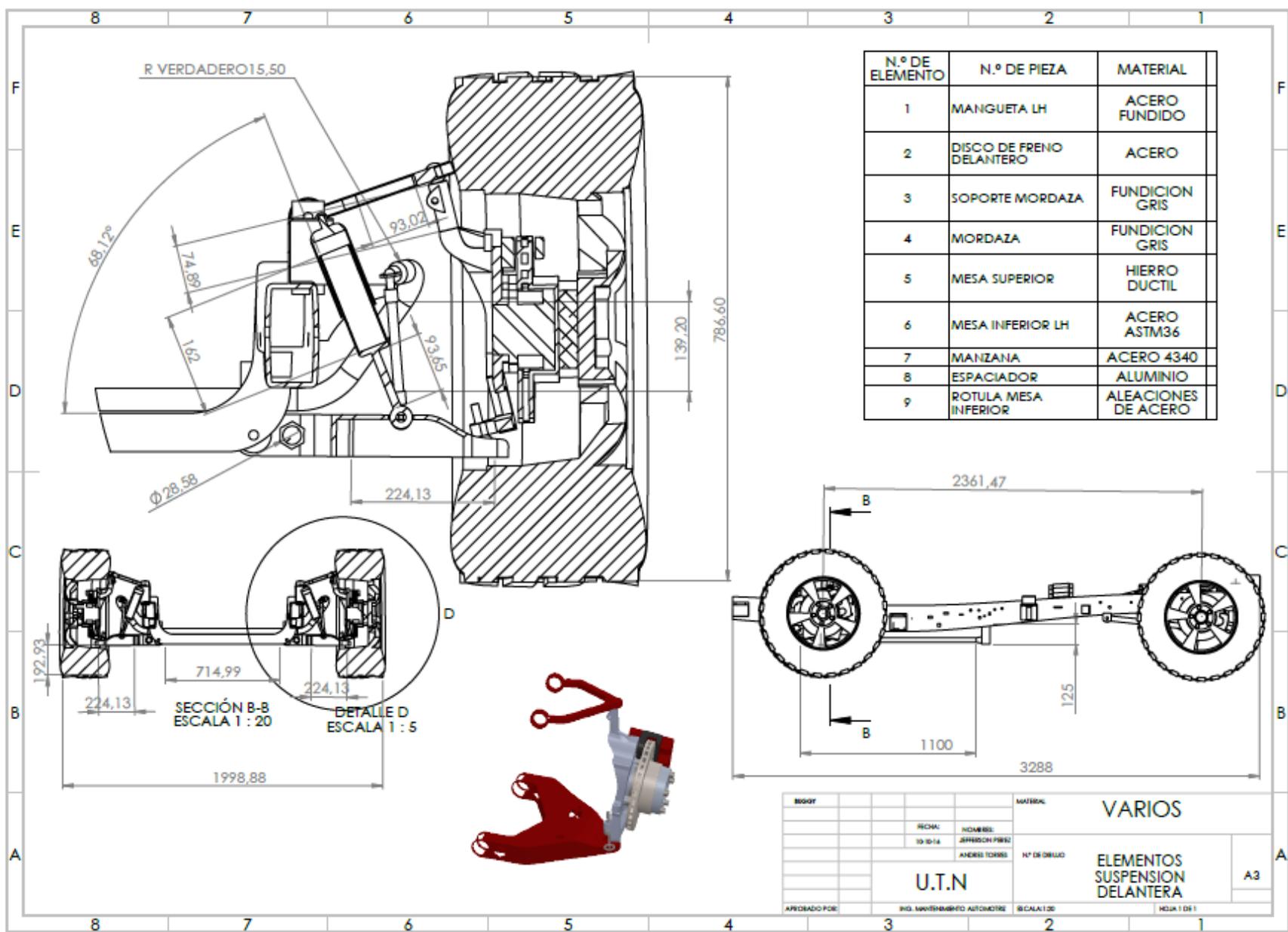
- Alerco. (2009). *Blogicars*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de <http://www.blogicars.com/2013/06/%C2%BFque-son-los-frenos-hidraulicos/>
- Alonso, J. (2011). *Técnicas del AUTOMÓVIL CHASIS*. Madrid, España: Paraninfo.
- Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del automóvil*. Madrid, España: Paraninfo.
- Autores. (s.f.).
- Casado, E. Á., Navarro, J. M., & Morales, T. G. (2012). *Sistema De Transmisión Y Frenado*. Madrid, España: Paraninfo.
- Casado, E. Á., Navarro, J. M., & Morales, T. G. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje*. Madrid, España: Paraninfo.
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *Circuitos de Fluidos. Suspensión y Dirección*. Madrid, España: MACMILLAN IBERIA, S.A.
- Ford. (2016). *Mecanico Automotriz.org*. Recuperado el 13 de 06 de 2016, de Ingeniería Extrema: <http://www.mecanicoautomotriz.org/1080-manual-informacion-general-chasis-ford-explorer-sistemas-frenos-partes>
- Kindelán, D. J. (5 de Enero de 2015). *Fundacion CEA*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2015, de Comisariado Eurpoeo del Automóvil: <http://www.fundacioncea.es/>
- Lenis, I. M. (2003). Manual de Servicio. En F. M. Company, *EVTM* (págs. 502-02-i). PCED.
- Martínez, D. H. (2012). *Manual Práctico Del Automóvil*. Madrid, España: Cutural, S.A.

- meganeboy., D. (2014). *Aficionados a al Mecánica*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm>
- Moler, C. (2013). Software MATLAB. España.
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. PEARSON EDUCACIÓN, MÉXICO.
- Noboa, N. &. (2010.). *Comercio e Ingeniería* . Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.nyn-ec.com/tol---planchas.html>
- Nogales, M. (2008). *Actualidad Motor*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de AB Internet Networks: <http://www.actualidadmotor.com/es-hora-de-realizar-una-alineacion-de-nuestro-coche-parte-ii/>
- Nord, V. (16 de 05 de 2016). Autodata 3.0. Inglaterra, France.
- Ray, J. (2010). *Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks*. Recuperado el 01 de 06 de 2016, de https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_ESP.pdf
- Rondón., N. (2012.). *Miller Manual Reparación De Automóviles*. Barcelona., España.: Grafos S.A.
- Solidworks. (18 de Marzo de 2016). CAD. EE.UU.
- Tektino. (2016). *Autech Tools*. Recuperado el 1 de 06 de 2016, de Automotive Technology:
<http://www.autech.com.ec/index.php/productos/alineacion/alineadora-de-ruedas-autoboss-tektino-detail>
- Wladimir, M. A.-T. (2008). *Repositorio Digital UTN*. Recuperado el 12 de 04 de 2016, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1654/1/FECYT%201250%20TESIS.pdf>

ANEXOS

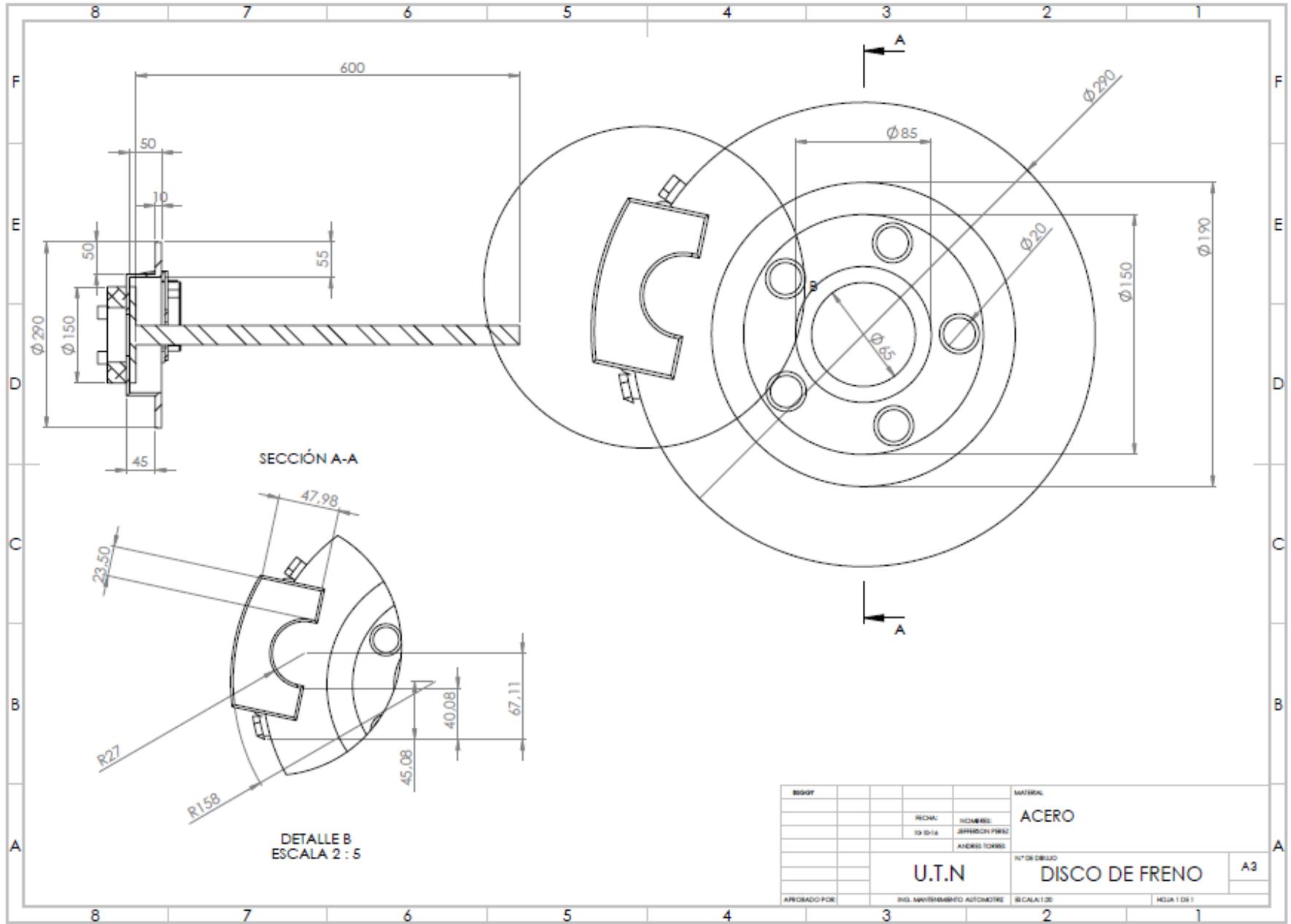
ANEXO 1: PLANOS SOLIDWORKS.





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL
1	MANGUETA LH	ACERO FUNDIDO
2	DISCO DE FRENO DELANTERO	ACERO
3	SOPORTE MORDAZA	FUNDICION GRIS
4	MORDAZA	FUNDICION GRIS
5	MESA SUPERIOR	HIERRO DUCTIL
6	MESA INFERIOR LH	ACERO ASTM36
7	MANZANA	ACERO 4340
8	ESPACIADOR	ALUMINIO
9	ROTULA MESA INFERIOR	ALEACIONES DE ACERO

BIBOT		MATERIAL		VARIOS	
FECHA:	NOMBRE:	Nº DE DIBUJO		ELEMENTOS SUSPENSION DELANTERA	
10-10-14	JEFERSON PEREZ				
APROBADO POR:		ING. MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		HOJA 1 DE 1	
U.T.N		ESCALA 1:20		A3	

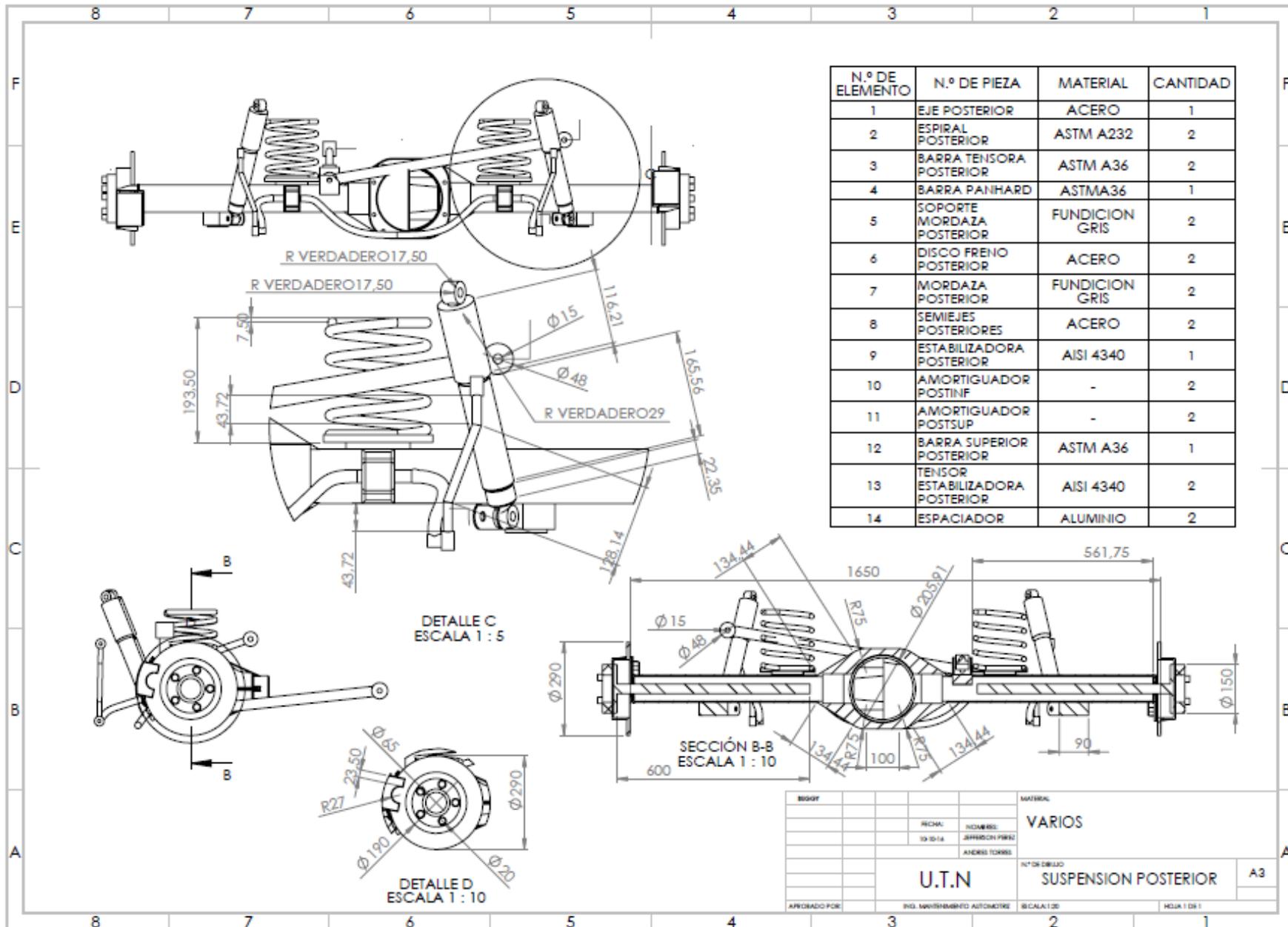


SECCIÓN A-A

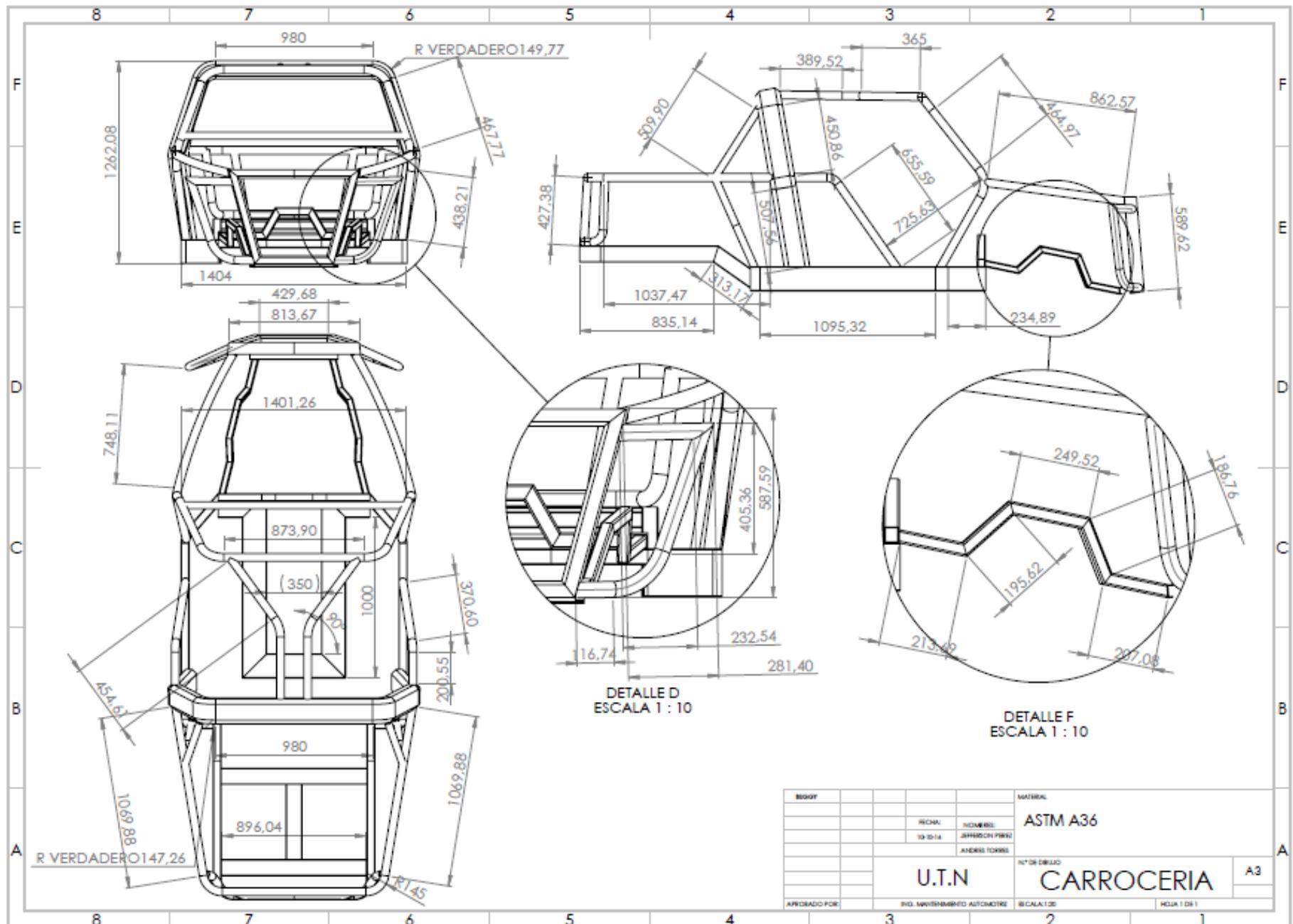
DETALLE B
ESCALA 2 : 5

PROYECTO		MATERIAL	ACERO
FECHA:	19-10-14	NOMBRE:	JERONIMO PEREZ
		AUTORES:	ANDRES TORRES
U.T.N		Nº DE DIBUJO	DISCO DE FRENO
APROBADO POR:	ING. MANRIQUELO AUTOMOTRIZ	ESCALA:	1:20
			HOLLA 1 DE 1

A3



BOBY		MATERIAL	
		VARIOS	
FECHA:	HOJA N.º:	U.T.N SUSPENSION POSTERIOR	
19-10-14	REPONCH PEREZ		
ANDRES TORRES			
APROBADO POR:		ING. MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	ESCALA 1:20
		HOJA 1 DE 1	



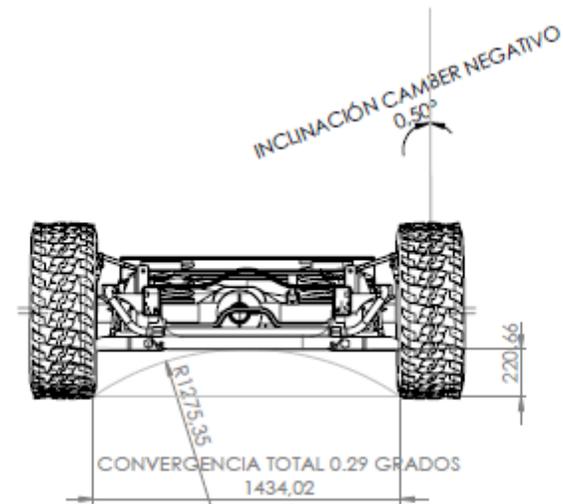
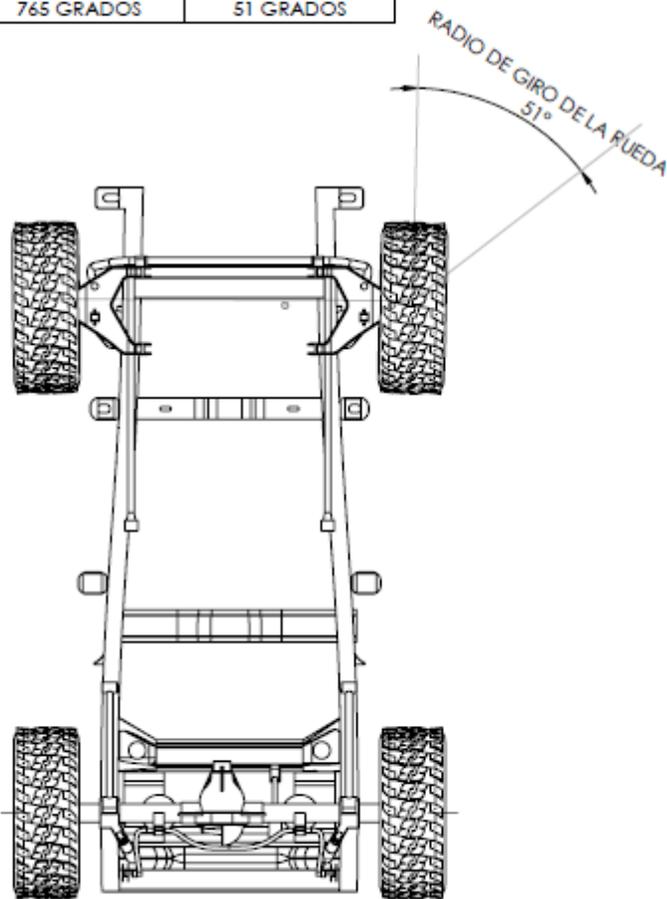
DETALLE D
ESCALA 1 : 10

DETALLE F
ESCALA 1 : 10

BOGOT		MATERIAL	
FECHA:	NUMERO:	ASTM A36	
19-10-14	JEFFERSON PEREZ		
	ANDRES TORRES		
U.T.N		N° DE DISEÑO	
		CARROCERIA	
ING. MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		ESCALA 1:20	
APROBADO POR:		HOJA 1 DE 1	

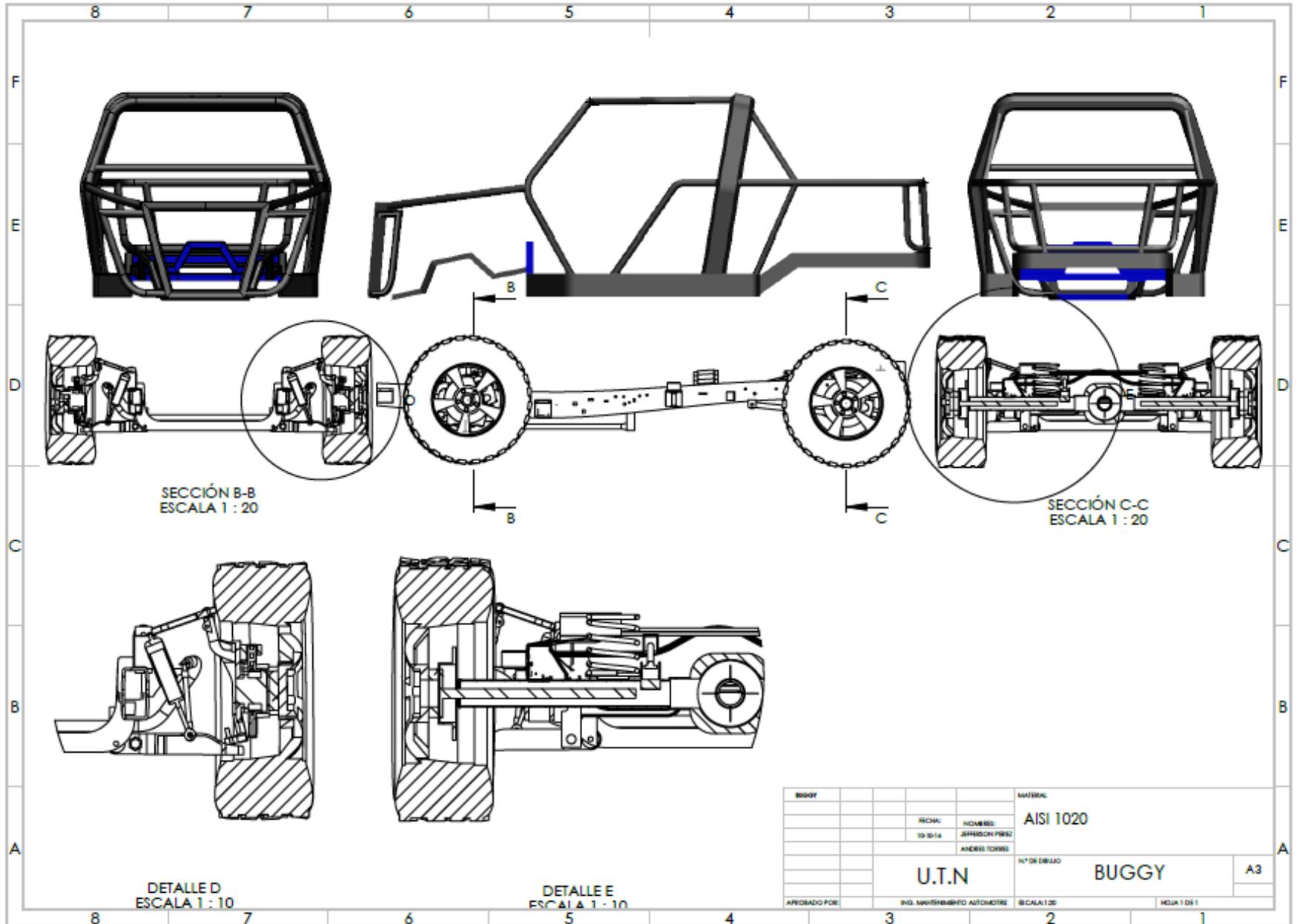
GIROS DEL VOLANTE	RADIO DE GIRO DE LA RUEDA
2 1/2 VUELTAS	15:1
765 GRADOS	51 GRADOS

CAMBER FRONTAL IZQUIERDO	CAMBER FRONTAL DERECHO
-0.50 GRADOS	-0.50 GRADOS



BIBLOT		MATERIAL	
		VARIOS	
FECHA:	NUMERO:	N° DE DIBUJO ANGULOS DE INCLINACIÓN Y GIRO DE LA DIRECCION	
13-10-14	JEFERSON PEREZ		
	ANDRES TORRES		
APROBADO POR: U.T.N ING. MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		ESCALA: 1:20	Hoja 1 DE 1

A3



BUGGY		MATERIAL	
		AISI 1020	
FECHA:	NOMBRE:		
10-10-14	JERONCH PEREZ		
	ANDRES TORRES		
U.T.N		Nº DE DIBUJO	A3
ING. MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		ESCALA 1:20	PÁGINA 1 DE 1

ANEXO 2: BÁSCULA RECICLADORA NOVARED



PESO DEL VEHÍCULO



HOJA DE RESULTADOS

Fecha 25/05/2016

RECICLADORA NOVARED

PRN#13 IBARRA

Comprobante Nro: 7162

Cliente: UNIVERSIDAD TECNICA DEL

Placa: S/PLACA

GM: UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

QA:

Cédula: 1003696091

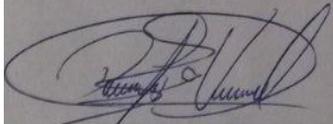
Producto: PESO BUGGY

Transportista: DANIEL VILLARREAL

Peso: 1455 KG

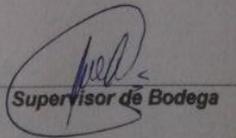
Fecha: 25/05/2016

Hora: 14:43:19



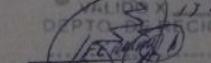
Firma Transportista

Cédula Nro: 1003696091



Supervisor de Bodega

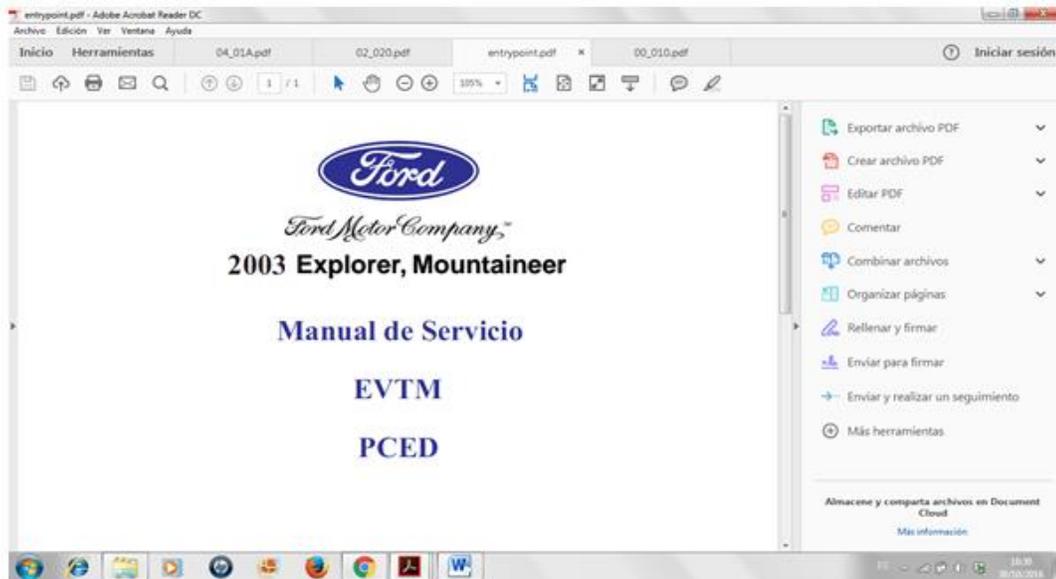
NOVACERO S.A.
SUCURSAL
VALLE DEL DIABLO
DEPTO. DE RECICLAJE


Operador de Bascula

NOTA ACLARATORIA:

CUALQUIER ALTERACION, TACHON O ENMIENDA INVALIDA EL PRESENTE DOCUMENTO LA ALMACENERA SERA RESPONSABLE POR EL PESO QUE CONSTA EN EL PRESENTE TICKET DE BASCULA; POR LO TANTO, NO SE ACEPTARÁN RECLAMOS POSTERIORES A LA FECHA DE RECEPCIÓN y/o SALIDA DEL VEHÍCULO, SEGUN EL CASO (Ingreso del producto, retiro del producto).

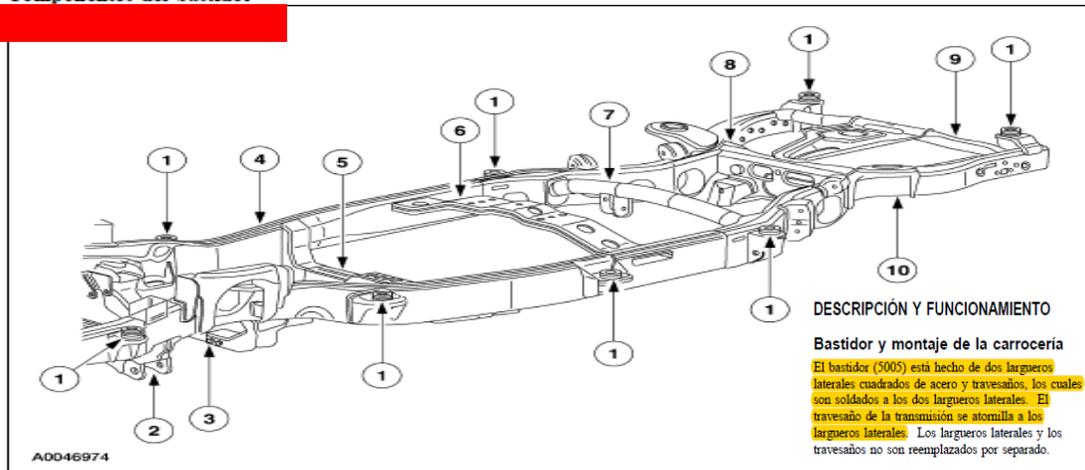
ANEXO 3. REFERENCIAS PARA EL DISEÑO.



502-02-2 Bastidor completo y montaje de la carrocería 502-02-2

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO (Continuación)

Componentes del bastidor

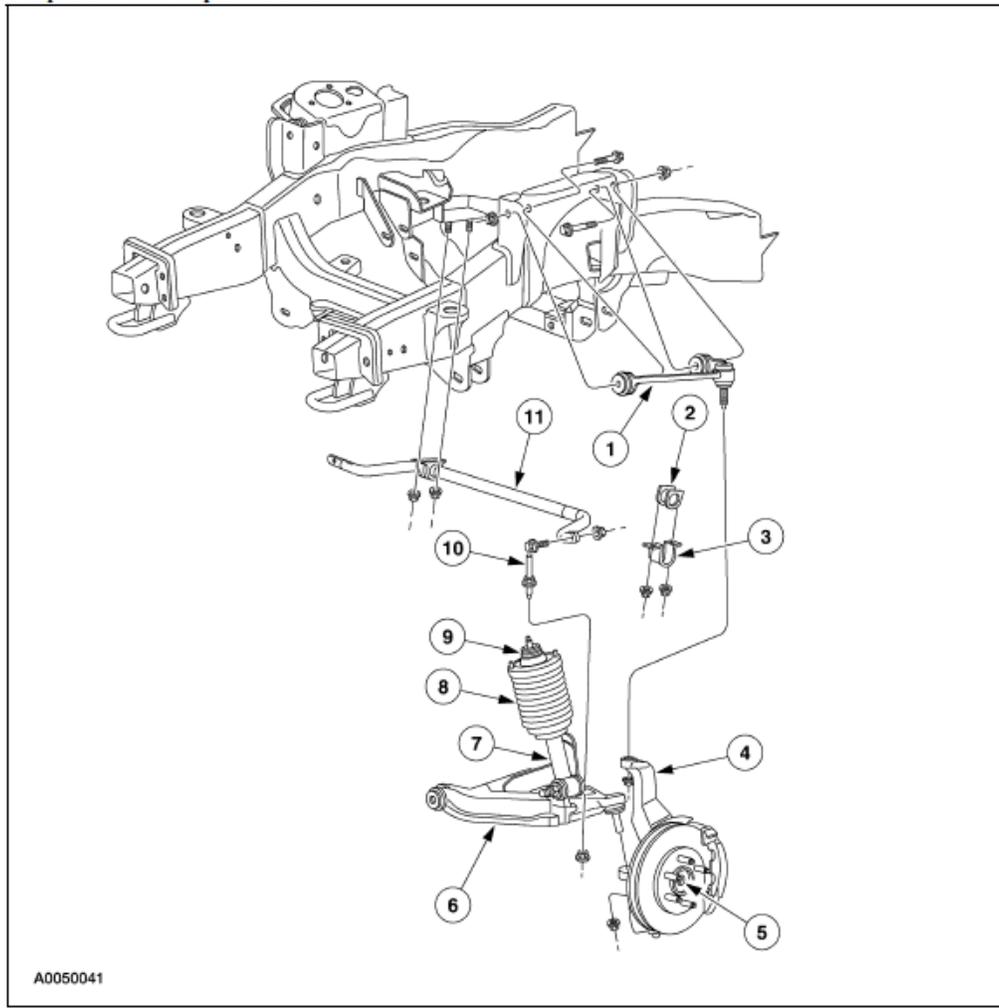


Ref.	Nº de parte	Descripción
1	—	Montajes de la carrocería al bastidor
2	—	Travesaño delantero No 1
3	—	Travesaño 1B
4	—	Larguero derecho del bastidor

Ref.	Nº de parte	Descripción
5	—	Travesaño de la transmisión
6	—	Travesaño No 3
7	—	Travesaño No 4
8	—	Travesaño No 5
9	—	Travesaño No 6

(Continuación)

Componentes de la suspensión delantera



A0050041

Ref.	Nº de parte	Descripción
1	3084/3091	Brazo superior derecho/ izquierdo
2	5493	Buje de la barra estabilizadora
3	5487	Soporte de la barra estabilizadora

(Continuación)

8	5310	Resorte helicoidal
9	18183	Montaje superior del amortiguador

Ref.	Nº de parte	Descripción
4	3K184/3K185	Nudillo de la rueda derecho/izquierdo
5	1104	Rodamiento y maza de la rueda
6	3042/3051	Brazo inferior derecho/ izquierdo
7	18124	Amortiguador

10	5K483	Eslabón de la barra estabilizadora
11	5482	Barra estabilizadora

DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Cuarta edición

Robert L. Mott, P. E.

University of Dayton

TRADUCCIÓN

Virgilio González y Pozo

REVISIÓN TÉCNICA

Sergio Saldana Sánchez

ESIME Cuahuacán

Instituto Politécnico Nacional

Ángel Hernández Fernández

ESIME Cuahuacán

Instituto Politécnico Nacional

Jairo Villanueva Sánchez

Instituto Tecnológico de Chihuahua



México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

ISBN 978-0-13-030-117-7
PEARSON Educación
Derechos reservados

ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS.

DOBLADORA DE TUBO



CORTADOR DE PLASMA Y COMPRESOR



SUELDA MIG



SUELDA ELÉCTRICA



ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS.

CHASIS Y CARROCERÍA



SOLDAR EL CHASIS



REFORZAR Y PULIR EL CHASIS



MODIFICACIÓN DE LA SUSPENSIÓN



ESTRUCTURA Y CHASIS



CONSTRUCCIÓN DE LA CARROCERÍA



PROCESO FINAL DE PINTURA



BUGGY FORD FINAL

