



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“MODIFICACIÓN DE UN VEHÍCULO TODO
TERRENO PARA TAREAS DE RESCATE DE
VEHÍCULOS EN ZONAS DE ACCESO LIMITADO
PARA EL TALLER AUTOMOTRIZ ROCA”**

ROCA ROJAS JUAN PABLO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-07-31

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ROCA ROJAS JUAN PABLO

Titulada:

**“MODIFICACIÓN DE UN VEHÍCULO TODO TERRENO PARA TAREAS DE
RESCATE DE VEHÍCULOS EN ZONAS DE ACCESO LIMITADO PARA EL
TALLER AUTOMOTRIZ ROCA”**

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Edwin Pozo Safla
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Miguel Aquino Arroba
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ROCA ROJAS JUAN PABLO

TÍTULO DE LA TESIS: “MODIFICACIÓN DE UN VEHÍCULO TODO TERRENO PARA TAREAS DE RESCATE DE VEHÍCULOS EN ZONAS DE ACCESO LIMITADO PARA EL TALLER AUTOMOTRIZ ROCA”

Fecha de Examinación: 2015-12-15

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Celin Padilla Padilla PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Edwin Pozo Safla DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Miguel Aquino Arroba ASESOR DE TESIS			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. Celin Padilla Padilla
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del 1 autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Roca Rojas Juan Pablo

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Pablo Roca Rojas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Juan Pablo Roca Rojas
Cedula de Identidad: 020153134-0

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, que es un apoyo fundamental para seguir con salud y vida, Él es mi apoyo cuando necesitaba fuerzas.

A mi familia por ser parte fundamental y apoyo incondicional en mi formación como persona y como profesional, con quienes estaré agradecido por todo el sacrificio que hicieron para culminar un sueño que ahora se hace realidad.

A mis amigos y personas especiales que estuvieron allí dándome ánimos y vivas y buenos consejos para continuar.

Juan Pablo Roca Rojas

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, a la Facultad de Mecánica y a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por el conocimiento adquirido para ser un profesional íntegro y responsable.

A mis familiares, amigos y personas especiales que contribuyeron en todos los aspectos; acciones que han significado un compromiso para seguir adelante y no defraudarlos, para lograr esta meta tan anhelada que hoy se hizo realidad.

Juan Pablo Roca Rojas

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.2.1 <i>Justificación técnica</i>	2
1.2.2 <i>Justificación económica</i>	2
1.2.3 <i>Justificación social</i>	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo General.</i>	3
1.3.1 <i>Objetivos Específicos</i>	3
2. ESTADO DEL ARTE	
2.1 Conceptos generales.....	5
2.1.1 <i>Tipos de vehículos</i>	5
2.1.2 <i>Origen y uso del todo terreno</i>	5
2.1.3 <i>Partes del vehículo</i>	6
2.1.3.1. <i>Motor</i>	6
2.1.3.3 <i>Cubos de rueda</i>	8
2.1.4 <i>Suspensiones todo terreno.</i>	9
2.1.5 <i>Carrocerías</i>	13
2.1.6 <i>Winches</i>	14
2.1.7 <i>Neumáticos y llantas</i>	15
3 VALIDACIÓN DE SISTEMAS MODIFICADOS	
3.1 Sistemas motrices.....	18
3.1.1 <i>Anclaje del motor al bastidor</i>	18
3.1.1.1 <i>Introducción al método de elementos finitos</i>	19
3.1.1.2 <i>Sistemas discretos y sistema continuos</i>	20
3.1.2 <i>Análisis y simulación mediante ANSYS 16.0</i>	21
3.1.3 <i>Tipos de geometría.</i>	22
3.1.4 <i>Calidad de malla</i>	23
3.2 Simulación de esfuerzos.....	24
3.2.1 <i>Ensayo estático</i>	24
3.2.2 <i>Acoplamiento del motor y la caja de cambios</i>	32
3.2.3 <i>Sistema de suspensión</i>	34
3.4 Sistema de arrastre.....	43
3.5 Carrocería.....	48
3.5.1 <i>Determinación de las cargas que soporta la carrocería</i>	52
3.5.1.1 <i>Aceleración máxima</i>	52
3.5.1.2 <i>Aceleración longitudinal</i>	52
3.5.1.3 <i>Fuerza de inercia del conductor en los amarres del asiento</i>	54
3.5.1.4 <i>Frenada brusca</i>	55
3.5.1.5 <i>Inercia del piloto en los amarres del asiento</i>	55
3.5.1.6 <i>Transferencia longitudinal del peso debido a la desaceleración.</i>	56
3.5.1.7 <i>Curvas</i>	57
3.5.1.8 <i>Curva sin peralte.</i>	57

3.5.1.9	<i>Curva con peralte</i>	58
3.5.2	<i>Fuerza de inercia del conductor en los amarres del asiento</i>	60
3.5.3	<i>Centro de gravedad</i>	61
3.5.3.1	<i>Componente horizontal</i>	61
3.5.1.2	<i>Componente vertical (Pesando con el vehículo inclinado)</i>	62
4.	ENSAMBLAJE Y PRUEBAS DEL VEHICULO	
4.1	Montaje del motor en el bastidor	64
4.2	Suspensión modificada	66
4.3	Base para el winch delantero	69
4.4	Pintura, neumáticos y llantas	74
4.4.1	<i>Remoción de la pintura</i>	74
4.4.2	<i>Desengrasado</i>	75
4.4.3	<i>Masillado</i>	75
4.4.4	<i>Lijado</i>	76
4.4.5	<i>Fondeado</i>	76
4.4.6	<i>Pintado</i>	77
4.5	Pruebas de conducción	80
4.5.1	<i>Conducción en 4x2 (2H)</i>	80
4.5.2	<i>Conducción en 4x4 alta (4H)</i>	86
4.5.3	<i>Conducción en 4x4 baja (4L)</i>	90
5.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO	
5.1.1	<i>Componentes del vehículo</i>	94
5.1.2	<i>Elaboración del manual de operación</i>	94
5.1.2.1	<i>Recomendaciones sobre el combustible</i>	94
5.1.3	<i>Funcionamiento del vehículo de rescate</i>	103
5.1.4	<i>Precauciones al conducir</i>	105
5.1.4.1	<i>Apagar el motor cuando se detiene por largo tiempo</i>	105
5.1.4.2	<i>Ponga en marcha y apague el motor sin acelerar</i>	105
5.1.4.3	<i>No sobrecargue el vehículo</i>	105
5.1.4.4	<i>Coloque bien las marchas del vehículo</i>	105
5.1.4.5	<i>Verificar la presión de los neumáticos</i>	105
5.1.5	<i>Elaboración del manual de mantenimiento del vehículo</i>	106
6	ANÁLISIS DE COSTOS	
6.1	Definición de costo	107
6.2	Costo de mano de obra	107
6.3	Costos directos.....	107
6.3.1	<i>Total de costos directos</i>	109
6.4	Costos indirectos.....	109
6.4.1	Total de costos indirectos	110
6.5	Total de costos	110
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.....	121
7.2	Recomendaciones	121

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Tipos de vehículos 5
2	Tipos de amortiguadores 10
3	Comparación de neumáticos originales y neumáticos cambiados 17
4	Ventajas, desventajas y características del cambio de motor..... 18
5	Composición Química del acero ASTM A 36 30
6	Propiedades mecánicas del acero ASTM A36..... 30
7	Composición química del electrodo y resistencia mecánica..... 31
8	Metal base precalificado 31
9	Relaciones de transmisión de la caja de cambios del Daihatsu F20 33
10	Tabla comparativa de características del caucho y el nylon 38
11	Comparativa de winches 43
12	Especificaciones del winch 44
13	Composición química acero ASTM A572..... 49
14	Propiedades mecánicas Acero ASTM A572..... 49
15	Parámetros para carga lateral 52
16	Coeficientes de rozamiento 59
17	Materiales utilizados para la base 70
18	Selección de pernos..... 72
19	Características del neumático..... 79
20	Especificaciones de motor 94
21	Costo de mano de obra..... 107
22	Materiales suspensión 107
23	Materiales bull bar delantero y posterior 107
24	Elaboración de acoples..... 108
25	Insumos para la pintura 108
26	Insumos para soldaduras 108
27	Costos totales de insumos 108
28	Costos indirectos 109
29	Costo de copias 109
30	Costo de internet 109
31	Costo de pruebas del vehículo 109
32	Costo de transporte..... 110

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Motor	6
2 Tracción total opcional	7
3 Caja de cambios y transferencia	7
4 Disposición de los pares de engranajes para la caja de transferencia.....	8
5 Esquema de transmisión 4x4	8
6 Cubo de rueda o candado.....	9
7 Cubo de bloqueo automático	9
8 Suspensión	10
9 Esquema del amortiguador	11
10 Amortiguadores con gas	11
11 Amortiguadores con aceite	11
12 Amortiguadores con coil over	12
13 Paquete de ballestas	12
14 Muelles helicoidales	12
15 Jeep Willys	13
16 Jeep Rubicon.....	14
17 Winch eléctrico.....	14
18 Winch mecánico	15
19 Toma de fuerza	15
20 Neumático de labrado agresivo	16
21 Llanta de aluminio	16
22 Llanta de acero.....	16
23 Sistema continuo (infinitos grados de libertad).....	20
24 Sistema discreto	20
25 Sistema continuo.....	21
26 Calidad de malla (element quality).....	23
27 Geometría definida	24
28 Tipo de elemento para la discretización	25
29 Material para la geometría	25
30 Mallado de las bases en workbench de ANSYS.....	26
31 Calidad de malla	26
32 Colocación de la carga del motor	27
33 Esfuerzo máximo producido estáticamente	28
34 Deformación máxima producida estáticamente	28
35 Factor de seguridad del análisis estático.....	29
36 Construcción de las bases nuevas del motor	32
37 Construcción de las bases nuevas del motor	32
38 Acoplamiento de motor y caja de cambios.....	33
39 (a) Motor acoplado, (b) Bases de chasis para la caja de cambios	34

40	Vehículo con suspensión de serie, vehículo con suspensión levantada	34
41	Base de apoyo superior	35
42	Bases de apoyo del paquete de ballestas	35
43	Mallado por defecto	35
44	Calidad de malla	36
45	Apoyos	36
46	Aplicación de la carga	36
47	Buje de nylon	37
48	Mallado por defecto	38
49	Calidad de malla	38
50	Apoyo	39
51	Aplicación de carga	39
52	Deformación	39
53	Esfuerzo Máximo	40
54	Factor de seguridad	40
55	(a) apoyo móvil, (b) Apoyo fijo, (c) Bujes de nylon	41
56	Esquema del sistema de frenado	42
57	Discos de freno ventilados	42
58	Cilindro principal de frenado con servo asistencia	42
59	Tambor de freno posterior	43
60	Construcción del guardachoques	44
61	Simulación del guardachoque (superficies Space Claim)	45
62	Mallado del elemento	46
63	Aplicación de la carga	46
64	Aplicación de la carga	47
65	Deformación total	47
66	Esfuerzo máximo para la deformación	47
67	Barra Antivuelco (roll bar)	48
68	Doblado de los tubos	49
69	Elemento en simulación	50
70	Carga aplicada	50
71	Deformación Máxima	50
72	Punto donde ejerce la carga máxima	51
73	Coefficiente de seguridad	51
74	Esquema curva sin peralte	57
75	Esquema curva con peralte	58
76	Centro de gravedad en plano	61
77	Cálculo componente horizontal	62
78	Esquema de la segunda medición	63
79	Cálculo componente vertical	63
80	Obtención de la velocidad máxima	64
81	Desacoplamiento del motor original	64
82	Motor y caja de cambios acoplados en el banco de pruebas	64
83	Construcción de las bases del motor	65

84	Montaje del motor	65
85	Vehículo sin modificar	66
86	Detalle de la barra de dirección	67
87	Eje delantero desarmado.....	67
88	Eje delantero desmontado.....	67
89	Cambio de posición de las bases de las ballestas	68
90	Modificación de la barra de dirección	68
91	Suspensión delantera levantada	68
92	Cambio de posición de las bases de apoyo de la suspensión posterior	69
93	Suspensión delantera y posterior levantada.....	69
94	Soldadura de la base del winch.....	70
95	Colocación del winch	70
96	Base terminada	71
97	Descripción de pernos de sujeción del guardachoque delantero	71
98	Colocación del removedor.....	74
99	Remoción de la pintura.....	75
100	Masilla y endurecedor	75
101	Etapas del lijado.....	76
102	Lijado de la carrocería	76
103	Carrocería lijada	77
104	Carrocería fondeada.....	77
105	Forma correcta de pintar.....	78
106	Vehículo pintado.....	78
107	Neumático utilizado en la modificación.....	79
108	Nomenclatura del neumático	79
109	Llanta utilizada en el proyecto.....	80
110	Sujeción del vehículo a los rodillos.....	81
111	Vehículo fijado	81
112	Ventilador delante del vehículo	82
113	Dinamómetro	82
114	Rodillos.....	83
115	Curvas de potencia prueba 1	83
116	Valores obtenidos prueba 1	84
117	Curvas de potencia prueba 2.....	84
118	Valores obtenidos prueba 2	85
119	Curvas de potencia prueba 3.....	85
120	Valores obtenidos prueba 3	86
121	Curvas de potencia prueba 1	87
122	Valores obtenidos prueba 1	87
123	Curvas de potencia prueba 2.....	88
124	Valores obtenidos prueba 2	88
125	Curvas de potencia prueba 3.....	89
126	Valores obtenidos prueba 3	89
127	Curvas de potencia prueba 1.....	90

128	Valores obtenidos prueba 1 4L.....	91
129	Curvas de potencia prueba 2.....	91
130	Valores obtenidos prueba 2 4L.....	92
131	Curvas de potencia prueba 3.....	92
132	Valores obtenidos prueba 3 4L.....	93
133	Gire la llave del punto central hacia la derecha para abrir los seguros.....	95
134	Movimientos del asiento.....	95
135	Freno de estacionamiento.....	96
136	Giros de la llave en el swich de encendido.....	96
137	Panel de instrumentos.....	97
138	Luces testigos.....	97
139	Velocímetro.....	98
140	Luces direccionales.....	98
141	Tacómetro.....	99
142	Medidores.....	99
143	Interruptor de la luces.....	99
144	Medidor de presión de aceite.....	99
145	Palanca selectora de la caja de transferencia posición 2H.....	100
146	Posición 4H.....	101
147	Posición 4L.....	101
148	Palanca de velocidades y palanca de doble tracción.....	102
149	Palanca de bloqueo y desbloqueo del carrete.....	102
150	Control del winch.....	103
151	Posición de la llave de encendido.....	103
152	Conexión del eje delantero.....	104

LISTA DE ABREVIACIONES

4WD	4 wheel drive
SPOA	Springs over axle (resortes sobre el eje)
PTO	Power take off (toma externa de potencia)
M/T	Mud terrain (terreno lodoso)
A/T	All terrain (todo terreno)
OHC	Over head camshaft (eje de levas a la cabeza)
OHV	Over head valve (válvulas a la cabeza)
MEF	Método de elementos finitos
ASTM	American society of testing and materials (Sociedad Americana de pruebas y materiales)
SMAW	Shielded manual arc welding (soldadura por arco revestido)
AWS	American welding society sociedad (Americana de soldadura)
DOT	Department of transportation (Departamento de transportes)
2H	Dos ruedas motrices
4H	Cuatro ruedas relación alta
4L	Cuatro ruedas relación baja

LISTA DE ANEXOS

- A** Norma AWS D 5.1 tabla 4.2 pruebas requeridas
- B** Fichas de mantenimiento del vehículo

RESUMEN

Se ha modificado un todo terreno Daihatsu modelo F-20 para el taller automotriz Roca, con el objetivo de poder llegar a lugares donde no llega cualquier clase de vehículo salvo un todo terreno modificado, para lo cual se seleccionó el automotor antes mencionado debido a que su distancia entre ejes es de dos metros condición que hace posible la superación de la mayoría de obstáculos, y el volumen del mismo automotor.

Para que el vehículo supere las condiciones de fábrica, se montó un motor de 2000 cc, con el que se superó en un 16% la potencia respecto al motor 1600 cc manteniendo la misma caja de cambios y de transferencia, ya que la caja de transferencia posee una reducción de 2,33 a 1, junto con esto se levantó la suspensión del mismo para adicionar una llantas más grandes y que la suspensión aumente su recorrido en un 30%.

Con el vehículo armado en su totalidad, se procedió a hacer las pruebas de rendimiento las cuales arrojaron un valor de 115 N.m con lo que se concluye que es posible modificar un vehículo sin alterar de forma abrupta sus características originales.

Con este proyecto se busca aumentar la eficiencia de la entidades rescatistas, facilitando la entrada a lugares donde no puede ingresar cualquier automotor, también es funcional para obras sociales donde el acceso es limitado por cualquier embate de la naturaleza, también sería una herramienta de aprendizaje en la escuelas de conducción para formar choferes profesionales con capacidad de conducir estos vehículos.

ABSTRACT

An all-terrain Daihatsu model F-20 has modified for the Roca auto shop, with the aim to reach places where there is no any kind of vehicle, unless a modified all-terrain, for which the aforementioned motor was selected because its wheel base is of two meters, a condition that makes it possible to overcome most obstacles, and the capacity of the motor.

Among the modifications to the vehicle, a 2 000 cc engine, whit which it overcame by 16% the power to the 1 600cc engine, maintaining the same gearbox and transfer case has a reduction off 2,33 to 1, whit this, the suspension rose thereof up to add larger tires and the suspension increases its route by 30%.

Whit the fully modified vehicle, it proceeded to do the performance test whose results were of 115 N.m, also with the coupling of the drive system, in the vehicle bumpers, extra help is got to save the vehicle in case of jamming thus it concludes that it is possible to modified a vehicle unchanged their main characteristics.

This project seeks to improve the capacity of rescue vehicles, facilitating entry to places where you cannot enter any motor; it is also functional for social projects where access is limited due to the geography of the land

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El origen del 4x4 siempre ha estado relacionado con las confrontaciones bélicas, las condiciones en el campo de batalla requieren una movilización rápida de tropas y suministros, lo que obligó al diseño y fabricación de vehículos, que pudieran enfrentar las condiciones adversas del terreno y el clima de forma efectiva.

Estas características permitieron que los todoterreno se popularicen muy rápidamente entre la sociedad civil, al inicio se utilizaron como vehículos de trabajo, debido a la potencia y a la capacidad de rendimiento operativo, que para otros vehículos es difícil de alcanzar. En la actualidad se han popularizado como vehículos de uso común y también para aficionados al deporte del 4x4.

Un uso que se les ha dado a los vehículos 4x4 ha sido el de prestar servicios de rescate y salvamento, que por sus características es el auto idóneo para este tipo de tareas.

De acuerdo a las estadísticas de accidentes en el Ecuador, por no contar con el equipo necesario, se ha perdido tiempo y vidas por el hecho de que en nuestro país no contamos con los vehículos idóneos para una tarea de rescate en un terreno inexplorado, es por ello que las entidades dedicadas a estas labores se han puesto de acuerdo en mejorar sus habilidades en las ramas competentes al rescate, movimiento de personal y suministro en terrenos de poco acceso para vehículos de serie, es por esto que nace la idea de un vehículo de serie para tareas de rescate, esta clase de transporte se deriva de los vehículos todo terreno, pero con más alcances que los anteriormente mencionados.

Un vehículo de rescate se basa principalmente medio de transporte todo terreno pero con la diferencia de que este puede ingresar a terrenos agrestes y prestar servicios como ayuda social, transporte de personal, transporte de víveres y rescate de vehículos estancados, en los que cualquier auto 4x4 común y corriente estaría limitado por sus características de fábrica. Cabe mencionar algunas de sus características como la de ser

un vehículo completamente estanco, ya que al momento de un rescate, dependiendo del terreno, hay que vadear ríos algo profundos, en los que un auto 4x4 de serie no los podría cruzar.

Otra de las características importantes es que el vehículo de rescate es que debe tener una gran fuerza para mover el peso de las ruedas y a la vez mover todo el peso del equipo de rescate es por eso que los vehículos destinados para el rescate deben contar un motor y una transmisión de potencia capaz de generar altos niveles de torque.

Por esta razón hemos decidido modificar dicho auto debido a que sus características de fábrica son las idóneas para un vehículo de rescate siendo principalmente por sus características de potencia y torque.

1.2 Justificación

1.2.1 *Justificación técnica.* Los problemas que dificultan la tarea de rescate son la falta de conocimiento para este tipo de labores y principalmente que los autos no tienen las modificaciones necesarias para ejecutar estos trabajos, con lo que cuentan con personal para llegar al lugar. Las prestaciones necesarias para esto son: un winch en la parte delantera y posterior del vehículo, un motor y una caja de velocidades con las relaciones de transmisión lo suficientemente fuertes para sortear obstáculos y una suspensión con recorrido amplio.

El vehículo a modificar se conducirá con los mandos, palancas y accesorios de un 4x4 de serie para que la persona que conduzca el vehículo no tenga problemas al momento de operar dicho automotor, salvo la operación del winch porque la persona que los manejará, es necesario que sepa la función de este.

1.2.2 *Justificación económica.* Muchos aspectos se toman en cuenta al momento de modificar un vehículo de serie, entre ellos el motor, la caja de velocidades, la suspensión, tomando en cuenta que el costo debe ser menor al costo de las modificaciones hechas en otros países para poder competir y brindar una opción al sector rescatista; la inversión en este proyecto será amplia pero con beneficios innumerables, principalmente para las entidades públicas o privadas dedicadas a las labores sociales y de rescate de personas, que tendrá un fácil manejo como el de

cualquier vehículo todo terreno, con la intención de que cualquier chofer con la debida experiencia lo pueda conducir sin ningún percance.

1.2.3 *Justificación social.* Con la realización de este proyecto se busca innovar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Automotriz, presentando al sector rescataista una alternativa para modificar un vehículo diseñado específicamente para ciertas tareas y que sea de bajo costo en comparación con los vehículos que se importan desde otros países.

También con este vehículo ya modificado se podrá llegar a realizar tareas de obra social, entrega de víveres a personas damnificadas donde el acceso ha sido bloqueado por cualquier embate de la naturaleza.

Es más con el proyecto se podrá enseñar en las escuelas de conducción para que los nuevos choferes sean capaces de conducir en terrenos malos y en las carretas de nuestro país.

Otro de los beneficios del proyecto es que no va a quedar estanco solo en la modificación del vehículo, sino que a partir de la investigación se pueden derivar algunos subtemas que beneficiaran, no solo, a sectores específicos de rescate sino también a la universidad, desde el punto de vista tecnológico y social.

Un gran problema que existe en nuestros tiempos es la contaminación ambiental por lo cual otro punto importante a favor del vehículo modificado es que al momento de llegar al lugar de los hechos no se tendrá que abrir un camino, dañando así el ecosistema.

1.3 **Objetivos**

1.3.1 *Objetivo General.* Modificar un vehículo todo terreno para tareas de rescate de vehículos en zonas de acceso limitado para el Taller Automotriz Roca.

1.3.1 *Objetivos Específicos*

- Estudiar y analizar los elementos o adaptes para el vehículo de rescate.
- Validar los elementos de serie en condiciones extremas de conducción.

- Ensamblar el vehículo bajo condiciones de seguridad para un óptimo funcionamiento.
- Realizar pruebas de funcionamiento del vehículo de rescate.
- Elaborar una guía de usuario y plan de mantenimiento del vehículo de rescate

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Conceptos generales.

2.1.1 Tipos de vehículos. Un automóvil liviano está destinado para transporte de personas, aunque también se puede llevar cargas u objetos grandes. En este grupo están todos los autos deportivos, todoterrenos, de turismo, monovolúmenes, las camionetas y furgonetas con varias filas de asientos.

Según una clasificación global los vehículos están clasificados de la siguiente manera:

Tabla 1. Tipos de vehículos

Tipos de vehículo	Uso destinado	Potencia [hp]	Torque [N.m]
Automóvil de turismo	Transporte familiar y equipaje	40-100	100-180
Automóvil deportivo	Circulación de alta velocidad	100 en adelante	200 en adelante
Automóvil monovolumen	Transporte de pasajeros y carga ligera	80-100	180-230
Todo terreno	Transporte de pasajeros y carga por cualquier clase de terreno	80-150	180-270
Automóvil deportivo utilitario	Uso familiar con capacidad de carga y prestaciones similares a las de un todo terreno y un monovolumen	80-150	200-240
Furgoneta	Transporte de grupos de personas con gran capacidad de carga	100-200	150-230
Camioneta	Vehículo con plataforma posterior descubierta para cargar objetos grandes	100-200	230-280

Fuente: (ZÚÑIGA, 2012)

De los tipos de vehículos para esta investigación se hace un estudio más profundo de los vehículos 4x4 o todo terreno que constituyen el objeto de estudio.

2.1.2 Origen y uso del todo terreno. El origen del 4x4 se remonta a 1941, año en el cual los Estados Unidos de América entró a la segunda guerra mundial, en donde las compañías Willys-Overland y Ford presentaron el modelo idóneo para capacidad de carga, arrastre y potencia de motor que eran requerido por el gobierno de ese entonces. La forma y modelo de jeep fue adoptada como un estándar para la fabricación de 4x4 de otras marcas, con líneas similares y características motrices parecidas a las del jeep Willys.

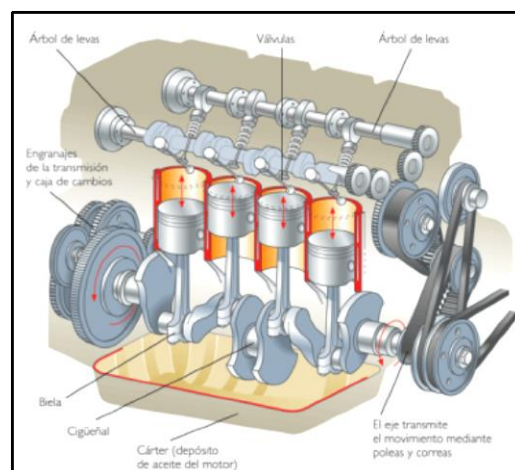
2.1.3 Partes del vehículo

2.1.3.1. Motor. Un motor de combustión interna o motor a explosión que transforma la energía química del combustible en energía mecánica.

Esta energía mecánica se convierte en movimiento giratorio gracias a mecanismo biela manivela, que convierte el movimiento lineal alternativo en movimiento giratorio el cual es transmitido a los demás mecanismos de transmisión como son, caja de velocidades, diferencial, etc., hasta llegar a las ruedas del automóvil con potencia y torque suficientes para desplazar el vehículo a la velocidad deseada por el conductor y con la carga que se necesite transportar.

En cuanto los motores para todo terreno, su característica principal es que son de baja revolución pero con un alto Torque, es decir que son motores robustos diseñados para un trabajo pesado, su temperatura optima de funcionamiento es desde los 85 °C a los 95 °C, la cilindrada de estos motores varía desde los 1600cc en adelante, tomando en cuenta la relación peso potencia de cada vehículo todo terreno. (Rosas, 1998)

Figura 1. Motor



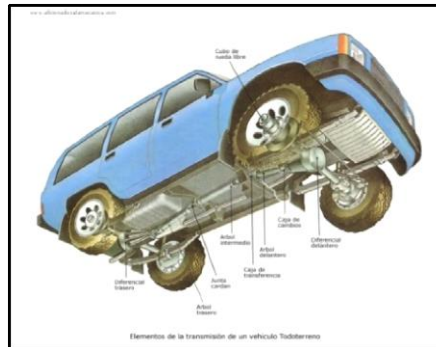
Fuente: (Rosas, 1998)

2.1.3.2 Transmisiones. Cuando se habla de transmisiones se refiere a un conjunto de engranajes, sean estos rectos o helicoidales, que hacen posible multiplicar o desmultiplicar la fuerza del motor de acuerdo a los requerimientos del operador. En este caso, para el proyecto se estudiarán las cajas de velocidades de los automóviles, en especial las de los vehículos para todo terreno; en cuanto a la tracción 4x4 o 4WD se

refiere a que la potencia del motor va a ser transmitida a las cuatro ruedas motrices del vehículo, esto será posible gracias a la caja de transferencia que será accionada por el conductor de forma manual o electrónica.

Este tipo de transmisión se llama transmisión total opcional.

Figura 2. Tracción total opcional



Fuente: (Rosas, 1998)

Con este tipo de transmisión es posible circular por terrenos accidentados, si las ruedas delanteras pierden tracción, se puede trasladar la fuerza al otro eje de forma manual en la mayoría de vehículos, esto es posible mediante la caja de transferencia o reductora, que va acoplada a la parte final de la caja de velocidades con salida para la doble transmisión a los dos ejes sean estos delantero y posterior.

Esta caja es accionada por una palanca ubicada junto a la palanca selectora de velocidades, según la posición de esta se puede elegir la conexión de los dos ejes o solo el eje posterior, también es posible elegir la marcha baja que sirve para aumentar el par motor hacia las ruedas motrices, por lo general esta marcha baja tiene una relación de 3 a 1.

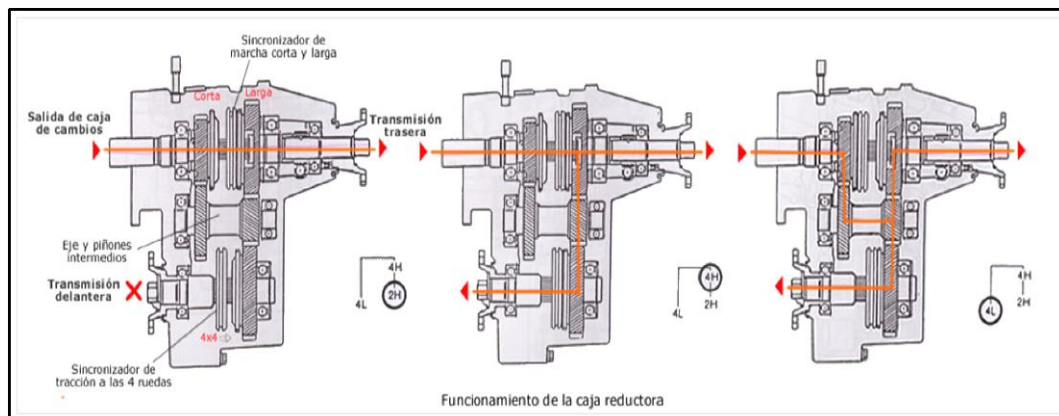
Figura 3. Caja de cambios y transferencia



Fuente: Autor

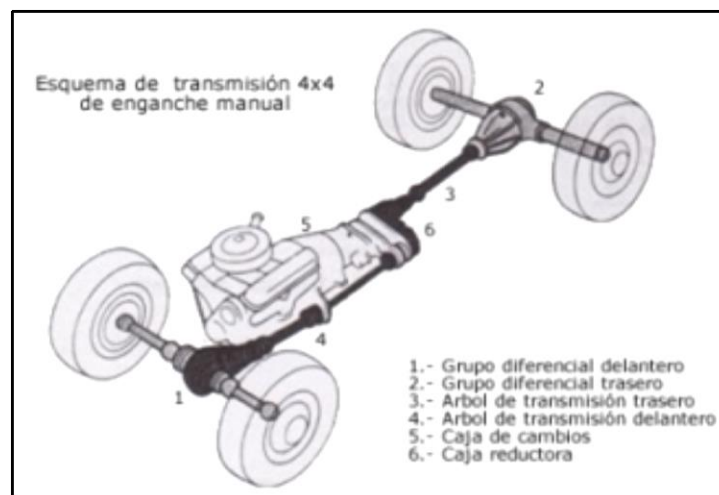
Los engranajes de la caja de transferencia están dispuestos en forma de pares de engranajes, de manera que cuando se utiliza la tracción total, disminuye el giro de las ruedas para obtener un mayor torque en las mismas esto sirve para coronar pendientes muy fuertes, para circular lentamente por caminos muy accidentados y vadear ríos con seguridad, de la caja reductora o de transferencia sale el movimiento para los ejes delantero y posterior, esta transmisión se la puede hacer con cadenas o piñones.

Figura 4. Disposición de los pares de engranajes para la caja de transferencia



Fuente: (Rosas, 1998)

Figura 5. Esquema de transmisión 4x4 de enganche manual



Fuente: (Rosas, 1998)

2.1.3.3 Cubos de rueda. Para continuar con el estudio, es necesario analizar los cubos de las ruedas o candados, básicamente la función de estos es conectar o desconectar las ruedas delanteras de forma manual o automática según sea el modelo de los cubos, esto es lo que hace que los todoterreno difieran de los vehículos con tracción total, cuando se necesita la doble tracción necesariamente hay que seguir dos pasos, el

primero es conectar la doble transmisión desde el habitáculo y después bajarse a conectar los candados para que las ruedas delanteras queden enganchadas a los ejes.

Figura 6. Cubo de rueda o candado



Fuente: (Estrada, 2014)

Ahora con el pasar de los años, se diseñan cubos de conexión automática, que dan más comodidad al conductor para que este ya no se baje a conectarlos, en este caso ya solo lo hace desde la cabina.

Figura 7. Cubo de bloqueo automático



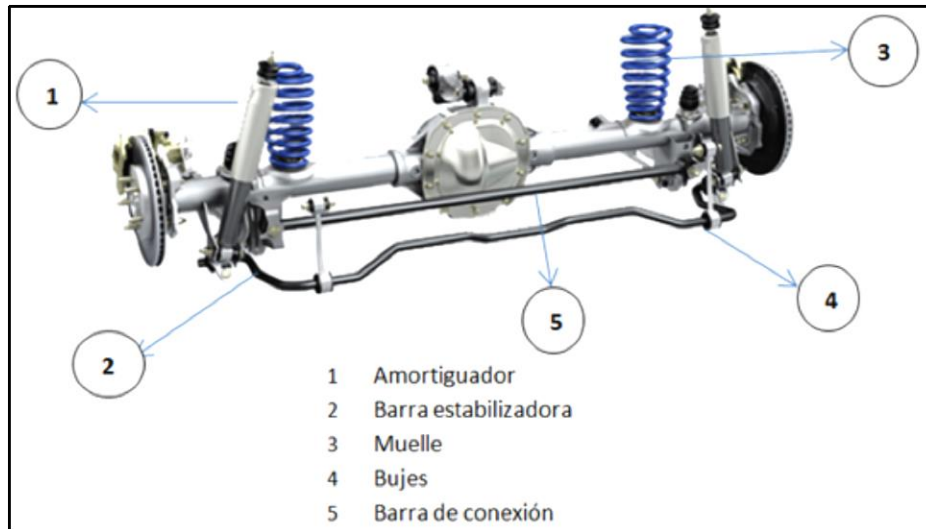
Fuente: (Estrada, 2014)

2.1.4 *Suspensiones todo terreno.* La suspensión es una de las partes principales en el automóvil, debido a que esta es la que absorbe todas las irregularidades del camino para brindar una conducción confortable para el usuario, Este sistema está compuesto por amortiguadores, resortes, barras de conexión, bujes y cauchos.

Para el objeto de estudio se mencionan las suspensiones todo terreno, su característica principal es la de tener un amplio recorrido para sortear los obstáculos por los que tiene

que circular un todo terreno, también le da la estabilidad adecuada para que no vuelque en un caso de excesiva inclinación

Figura 8. Suspensión



Fuente: (Andrade, 2000)

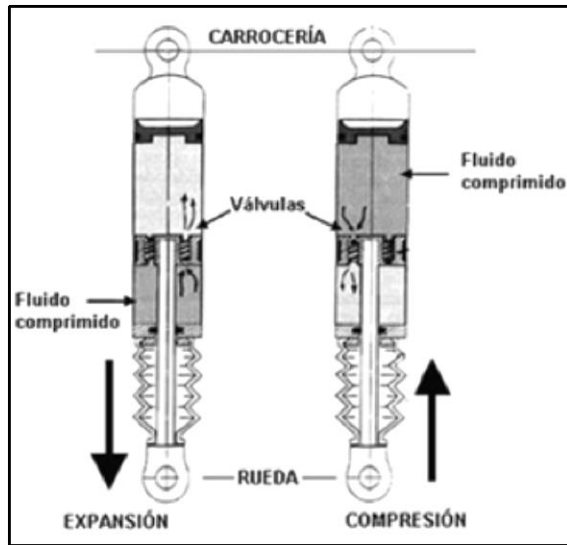
Los amortiguadores son componentes montados en cada rueda, generalmente tienen una configuración cilíndrica, normalmente funcionan con aceite, gas u otro fluido, el cual tiene por función limitar las oscilaciones de los resortes de cada rueda en los que están montados; para la modificación del vehículo se usan amortiguadores de doble acción reforzados con coil overs (resorte alrededor del amortiguador).

Tabla 2. Tipos de amortiguadores

Tipo de amortiguador	Características	Desventajas	Ventajas
Gas	Contienen gas nitrógeno a más del aceite. El gas nitrógeno hace más eficiente el retorno del fluido a las cámaras.	Vuelven la suspensión más rígida.	Mejor adherencia al piso en caminos duros.
Aceite	Contienen 2 cámaras y dos válvulas. Según las oscilaciones de vástago el aceite se mueve de una cámara a otra.	No brindan buena estabilidad en carretera a gran velocidad	No son tan rígidos
Coil over	A más de contener gas y aceite tienen como característica principal un resorte por fuera del amortiguador	Suspensión rígida	Extrema adherencia. Conducción segura abaja y alta velocidad. Mayor duración con respecto al cambio

Fuente: (Solutions, 2002)

Figura 9. Esquema del amortiguador



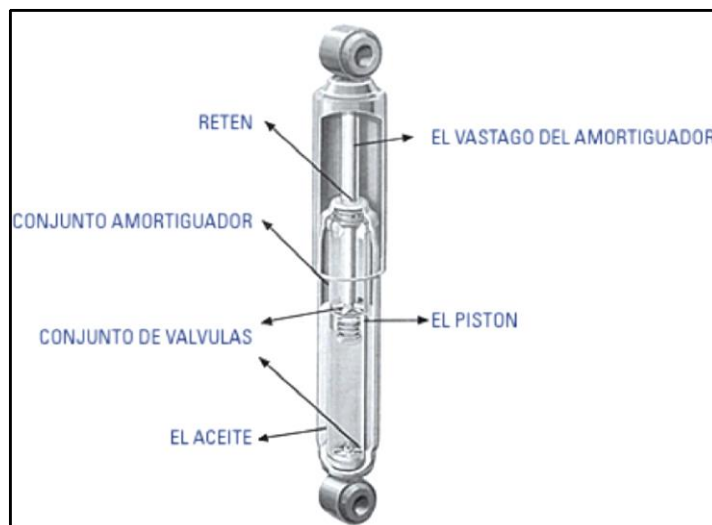
Fuente: (Solutions, 2002)

Figura 10. Amortiguadores con gas



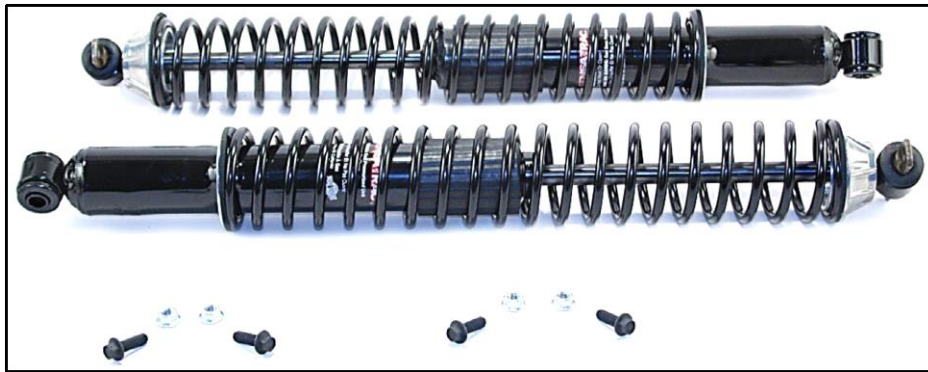
Fuente: (Australia, 2011)

Figura 11. Amortiguadores con aceite



Fuente: (Mateo, 2015)

Figura 12. Amortiguadores con coil over



Fuente: (Australia, 2011)

Los resortes son de vital importancia en el sistema de suspensión, estos pueden ser ballestas, que consisten en un conjunto de láminas en forma parabólica, o también pueden ser muelles helicoidales que son resortes en forma de espiral, cuya función es absorber la energía cinética mediante su deformación y volver al estado inicial; estos tipos de resortes son importantes para fijar la altura del automotor.

Figura 13. Paquete de ballestas



Fuente: (Estrada, 2014)

Figura 14. Muelles helicoidales



Fuente: (Estrada, 2014)

Para el trabajo en cuestión, se estudia la suspensión de paquete de ballestas con eje rígido delantero y posterior con la posición SPOA, (Springs Over Axle) por sus siglas en inglés significa resortes encima del eje, para ganar mayor altura y mayor recorrido de suspensión con amortiguadores con coil over para mejorar la capacidad de la suspensión del vehículo que se modifica.

2.1.5 Carrocerías. La carrocería o habitáculo es donde se alojan todos los controles de los sistemas eléctrico y mecánico en un automóvil, también es la que define el tipo de auto y uso al que será sometido.

Algunas de ellas son: coupé, sedan, familiar, pick up, todo terreno, entre otras.

De igual forma solo se tomó a objeto de estudio la carrocería de 4x4 o todo terreno.

La mayoría de los vehículos todo terreno cuenta con una carrocería muy simple, debido a que estos vehículos fueron diseñados para combate, entonces necesitaban que los ocupantes salgan rápidamente, es por eso que los primeros 4x4 no contaban con puertas y techo, con el pasar de los años y el fin de la guerra, estos automotores ya estaban al alcance de los civiles, con esto se adjuntaron más comodidades pero sin perder la esencia del todo terreno, razón por la cual en un vehículo todo terreno se tiene muy poco espacio de carga, en vez de esto se optimizó el espacio para la comodidad de ocupante.

Figura 15. Jeep Willys



Fuente: (Andrade, 2000)

Figura 16. Jeep Rubicon



Fuente: (Andrade, 2000)

2.1.6 Winches. El winch o torno es un accesorio complementario para los vehículos todo terreno, en algunos de los casos este viene incluido en el automotor.

La función de este es prestar una ayuda extra en el caso de que el vehículo se encuentre totalmente estancado, está ubicado en la parte frontal sujetado al chasis mediante pernos, puede ser con accionamiento eléctrico o mecánico, cada uno de estos consta de un carrete para enrollar el cable de acero, cable de acero y una caja reductora la cual dará la potencia requerida, el primero consiste en un motor de corriente continua conectado directamente a la batería del todo terreno y para el accionamiento consta con un control alámbrico que va conectado a la caja de relevadores del winch.

Figura 17. Winch eléctrico



Fuente: (industries, 2002)

Con respecto al winch mecánico el funcionamiento es similar al eléctrico, con la diferencia que la toma de potencia es mediante una toma de fuerza (PTO) Power Take Off que significa toma externa que va conectada a la caja de transferencia del todo terreno y su accionamiento es por una palanca que es accionada desde el interior del habitáculo.

Figura 18. Winch mecánico



Fuente: (Ramírez, 2008)

Figura 19. Toma de fuerza



Fuente: (Ramírez, 2008)

Para el todo terreno que fue modificado para el estudio, se adiciona un winch eléctrico por motivos de espacio en la parte frontal del chasis.

2.1.7 *Neumáticos y llantas.* Los neumáticos son parte esencial en un vehículo ya que estos son los encargados de brindarnos la tracción y el equilibrio en carretera o por cualquier terreno en el que se movilice el todo terreno.

Para este caso son necesarios los neumáticos de labrado agresivo es decir con un dibujo o banda de rodadura extremos que permitirán la máxima tracción en barro, arena y buen desempeño en carretera.

Figura 20. Neumático de labrado agresivo



Fuente: (Radial, 2000)

En cuanto a las llantas existen las de aluminio que pese a la ligereza no es recomendable su uso debido a que no resisten los golpes, y son más propensas a las torceduras haciéndolas imposibles de reparar, es por eso que es recomendable tener un juego adicional de llantas de acero equipadas con neumáticos de labrado agresivo para el uso fuera de carretera.

Figura 21. Llanta de aluminio



Fuente: (Radial, 2000)

Figura 22. Llanta de acero



Fuente: (Radial, 2000)

Para el vehículo a modificar se usan neumáticos con denominación MT que significa mud terren de tamaño más grande que las originales (7,50x16 A/T), para ser preciso el neumático se cambia por uno de la siguiente denominación: GT RADIAL M/T 33x12,50x15; con esto fue necesario también el levantamiento de la suspensión, siempre tomando en cuenta los criterios del fabricante para no exceder las cargas que van a soportar los palieres o ejes y los demás componentes de la transmisión, también se usó llantas de aleación por concepto de resistencia de cargas.

Tabla 3. Comparación de neumáticos originales y neumáticos cambiados

Tipo de Llanta	Ventajas	Desventajas
7.50 x16 A/T	Menos carga dinámica para el motor. Centro de gravedad más bajo. Estabilidad en conducción rápida	Menor altura del vehículo. Poca adherencia en terrenos difíciles. Facilidad para empantanarse.
GT RADIAL M/T 33x12.50x15	Mayor altura del vehículo. Gran adherencia en toda clase de terrenos. Resistencia al corte. Mejor tracción en terrenos mojados	Centro de gravedad más alejado del suelo. Ruido al momento de conducción rápida. Desgaste prematuro en conducción por asfalto.

Fuente: (Radial, 2000)

CAPITULO III

3 VALIDACIÓN DE SISTEMAS MODIFICADOS

3.1 Sistemas motrices

3.1.1 Anclaje del motor al bastidor. El anclaje del motor se lo hace respetando los criterios de seguridad tomadas del taller donde se lo hizo, el motor que se utiliza es un TOYOTA 21 R-U por sus características de potencia, torque y peso con respecto a las características del motor original siendo este un TOYOTA 12 R. Aquí una descripción de las características del motor cambiado

Tabla 4. Ventajas, desventajas y características del cambio de motor

Características	21 R-U	12 R	Ventajas	Desventajas
Año	1978-1988	1978-1983	Disminución del peso del motor. Aumento de torque y potencia en un 16,66%. Aumento de la carrera del pistón generando así más torque	Mayor aceleración para llegar a la potencia máxima (de 3 000 rpm a 3 600 rpm). Mayor consumo de combustible de 45 km/gl a 38 km/gl.
Cilindrada	2000 cc	1600 cc		
Nº. de cilindros	4	4		
Diámetro del cilindro	84,0 mm	80,5mm		
Carrera	89 mm	78 mm		
Relación de compresión	8,4 a 1	8,5 a 1		
Tipo	8 válvulas OHC carburado	8 válvulas OHV carburado		
Válvula de admisión	C 0,20mm	C 0,20 mm		
Válvula de escape	C 0,30 mm	C 0,35 mm		
Orden de encendido	1-3-4-2	1-3-4-2		
Potencia máxima	105 hp a 5200 rpm	90 hp a 5400 rpm		
Diámetro interior por carrera	84 x 89 mm	80,5 x 78 mm		
Referencia del par	162 N.m a 3600 rpm	122,58 N.m a 3000 rpm		
Transmisión	4 velocidades más reversa	4 velocidades más reversa		
Velocidad máxima	120 km/h	120 km/h		
Peso	125 N	133 N		

Fuente: (Molina, 2012)

Mediante la tabla descrita en la parte superior, es más fácil diferenciar y obtener el criterio del porque se cambió el motor, se puede observar como características más relevantes lo que es potencia, torque, carrera del pistón relación de compresión. Para el anclaje del motor al bastidor se construyen bases nuevas de acero en una placa de acero de 50 x 6,5 x 1000mm, esto con la finalidad de encajar el motor en las bases originales del bastidor.

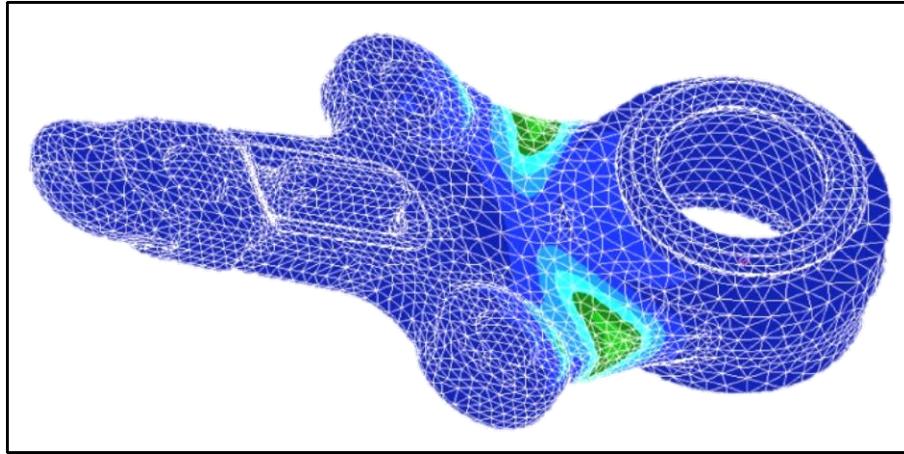
3.1.1.1 *Introducción al método de elementos finitos.* Es un método que se utiliza para dar soluciones a geometrías complejas, cargas no distribuidas y determinación de propiedades de materiales, en donde no se puede tener una solución acertada y con la ayuda del método de elementos finitos es posible.

Entre algunas de las soluciones de los elementos finitos tenemos: el análisis de estructura, problemas de transferencia de calor, flujo de fluidos, transporte de masa así como el cálculo de potencial electromagnético. Estas soluciones generalmente requieren la solución de ecuaciones diferenciales ya sean parciales u ordinarias, debido al que se analiza geometrías complejas que no son posibles resolver, optimizando el tiempo y la economía en la solución.

El MEF (Método de elemento finito) permite realizar un cálculo en condición muy similares a la realidad, el cual podemos realizar cambios al prototipo virtual que se va a construir de forma fácil y económica, mejorando las características del prototipo, ya que antes primero se realizaban los prototipos físicos y sobre ellos se realizaban ensayos para mejorar, de esta forma se perdía tiempo en el desarrollo y por ende un coste económico elevado. El método consiste en dividir el continuo en un número finito de elementos, es decir discretizar el continuo y resolver cada uno de los elementos, para a continuación ensamblar la solución total. La malla es el conjunto de elementos finitos en que se ha dividido el dominio del problema, esta malla define un espacio de funciones de aproximación en la cual busca una posible solución. (Culebras, 2011)

De esta manera se consigue pasar de un sistema continuo, es decir de infinitos grados de libertad, a un sistema con un número finito de grados de libertad, cuyo comportamiento se modela por un sistema de ecuaciones lineales o no, el cual al momento de la simulación, da como resultado un análisis muy aproximado al real.

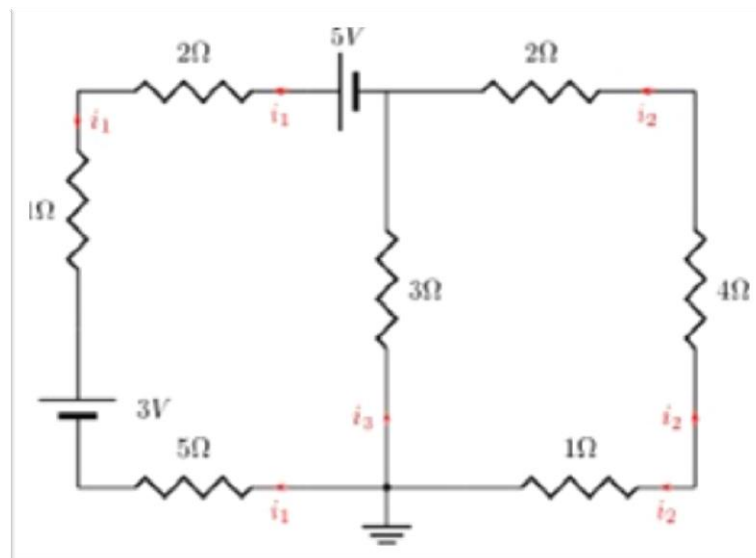
Figura 23. Sistema continuo (infinitos grados de libertad)



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/6042-5382771.jpg

3.1.1.2 *Sistemas discretos y sistema continuos.* Los sistemas discretos son aquellos en los que se puede distinguir a simple vista la repetición de componentes o de elementos de características similares, por ejemplo los sistemas eléctricos en estos se repiten las resistencias, impedancias, etc.

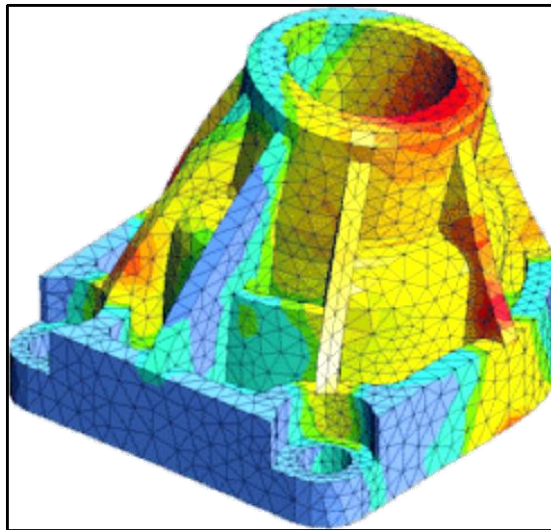
Figura 24. Sistema discreto



Fuente: J.N. Reddy. Introducción al método de elementos finitos.

Mientras que, los sistemas continuos, muestran una porción de sustancia, esta puede ser sólida, líquida o gaseosa, en este tipo de sistemas no es posible advertir una partición natural sino para su análisis es preciso dividirlos o discretizarlos en un número finito de elementos.

Figura 25. Sistema continuo



Fuente: https://ingenierodelacrisis.files.wordpress.com/2012/09/pumpe_fem.gif

3.1.2 *Análisis y simulación mediante ANSYS 16.0.* “El proceso fundamental del Método de los Elementos Finitos puede ser sintetizado en los siguientes pasos:

PREPROCESO (Preparación del problema)

- Definir el dominio geométrico del problema
- Definir el tipo de elemento que será utilizado en la discretización.
- Definir las propiedades de los materiales de cada elemento.
- Definir las propiedades geométricas de los elementos (longitud, área, etc.)
- Definir las conectividades de los elementos (malla de modelo).
- Definir las restricciones físicas del problema (condiciones de contorno).
- Definir las cargas aplicadas sobre el dominio.

PROCESO (Solución del problema)

- Cálculo de las matrices de rigidez y vectores de carga de cada elemento.
- Ensamblaje de las matrices de rigidez y de los vectores de carga elementales.
Obtención del sistema global de ecuaciones.
- Reducción del sistema de ecuaciones mediante la aplicación de las condiciones de contorno.

- Resolución del sistema de ecuaciones asociado al problema. Obtención de los valores nodales de las variables de campo que representan el problema.
- Calculo de variables derivadas como fuerzas de reacción, tensiones en los elementos, flujos de calor, etc.

POSTPROCESO (Análisis y evaluación de los resultados)

- Representación gráfica de los resultados (clasificación en colores dependiendo la magnitud de las variables, curvas de resultados, etc.)
- Verificación de la condición de equilibrio.
- Representación del dominio deformado (en caso de que se trate de un problema estructural).” (Valero, 2004)

3.1.3 *Tipos de geometrías.* Cuerpos solidos son geométrica y espacialmente 2D y 3D.

- Sólidos 3D están engranados de forma predeterminada con orden superior elementos sólidos tetraédricos o hexaedros con funciones de forma cuadrática.
- Cada nodo en un elemento de 3D tiene tres grados de libertad de traslación (DOF) para estructural o una temperatura DOF para térmica.
- Sólidos 2D se engranan de forma predeterminada con orden superior elementos sólidos triangulares o cuadrangulares con funciones de forma cuadrática.
- Cada nodo en un elemento 2D tiene dos grados de libertad de traslación para estructural o una temperatura DOF para térmica.
- Sólidos 2D se utilizan para representar tres tipos de geometría 3D “Axis métrico” “tensión plana” y “deformación plana”.

Cuerpos superficiales son geoméricamente 2D pero espacialmente 3D.

- Cuerpos superficiales representan estructuras que son delgadas en una dimensión (a través del espesor). Espesor no se modela pero suministra como un valor de entrada.
- Cuerpos superficiales están engranados con elementos de lámina que tiene seis DOF (UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ)

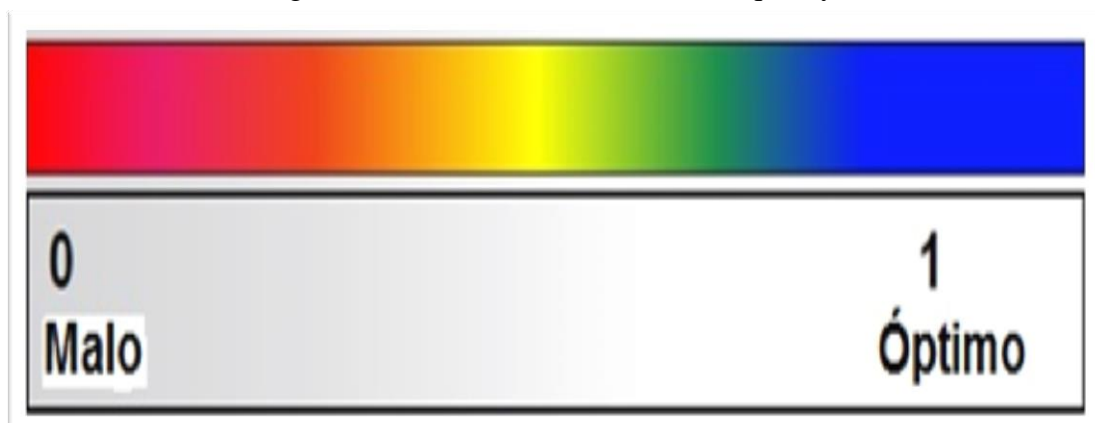
Cuerpos lineales son geoméricamente 1D pero espacialmente 3D.

- Cuerpos lineales representan estructuras que son delgadas en dos dimensiones. La sección transversal no se modela, se asigna a la línea de cuerpo.
- cuerpos de línea se modelan con elementos de viga que tiene seis DOF (UX, UY, UZ, ROTX, ROTY, ROTZ).

3.1.4 *Calidad de malla.* Ansys interactúa con varios criterios de calidad de malla entre ellos: Element Quality, Aspect Ratio, Jacobian Ratio, Warping Ratio, Parallel Deviation, Maximum Corner Deviation, Skewness y Orthogonal Quality.

Siendo más frecuente el Element Quality, este método es utilizado en el radio del volumen a la longitud de borde para un elemento dado.

Figura 26. Calidad de malla (element quality)



Fuente: ANSYS 16.0

Dependiendo del color se define la calidad del mallado, color rojo (0) quiere decir que la malla no es eficiente, mientras que el color azul (1) muestra una buena calidad.

3.2 Simulación de esfuerzos

En este punto se analizan los elementos construidos para la modificación del vehículo, empezando por las bases del motor.

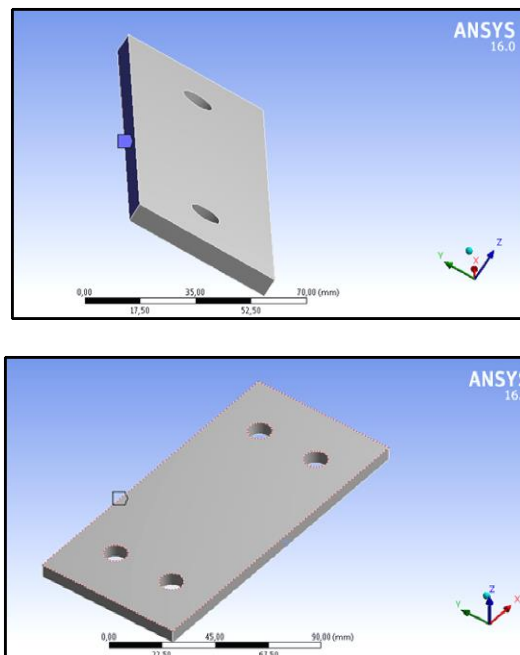
3.2.1 Ensayo estático. En este ensayo se determinara los esfuerzos máximos y mínimos de las deformaciones provocadas por la carga que se aplica a los elementos construidos, en este caso a las bases del motor. La carga mencionada se presentan cuando el motor se asienta sobre las bases originales del bastidor del vehículo.

Para este análisis por medio de elementos finitos utilizamos Workbench del software Ansys donde nos dará los resultados de las deformaciones que sufren las bases.

- Definir el dominio geométrico del problema

Para empezar con el análisis, el primer paso a seguir es que se importa la geometría del dibujo generada en SolidWorks y se convierte el diseño a superficies mediante SpaceClaim de ANSYS lo cual permite un mallado óptimo de la geometría.

Figura 27. Geometría definida

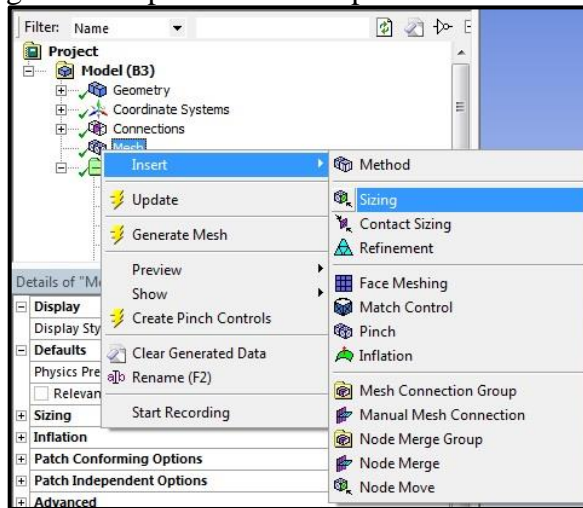


Fuente: Autor

- Definir el tipo de elemento que será utilizado en la discretización.

Para la discretización, se utilizan elementos cuadráticos que son útiles en el modelo geométrico para obtener una malla de calidad alta.

Figura 28. Tipo de elemento para la discretización



Fuente: Autor

- Definir las propiedades de los materiales de cada elemento.

De ahí se selecciona el material que se va a utilizar en la construcción del bastidor que será de acero estructural ASTM A36.

Figura 29. Material para la geometría

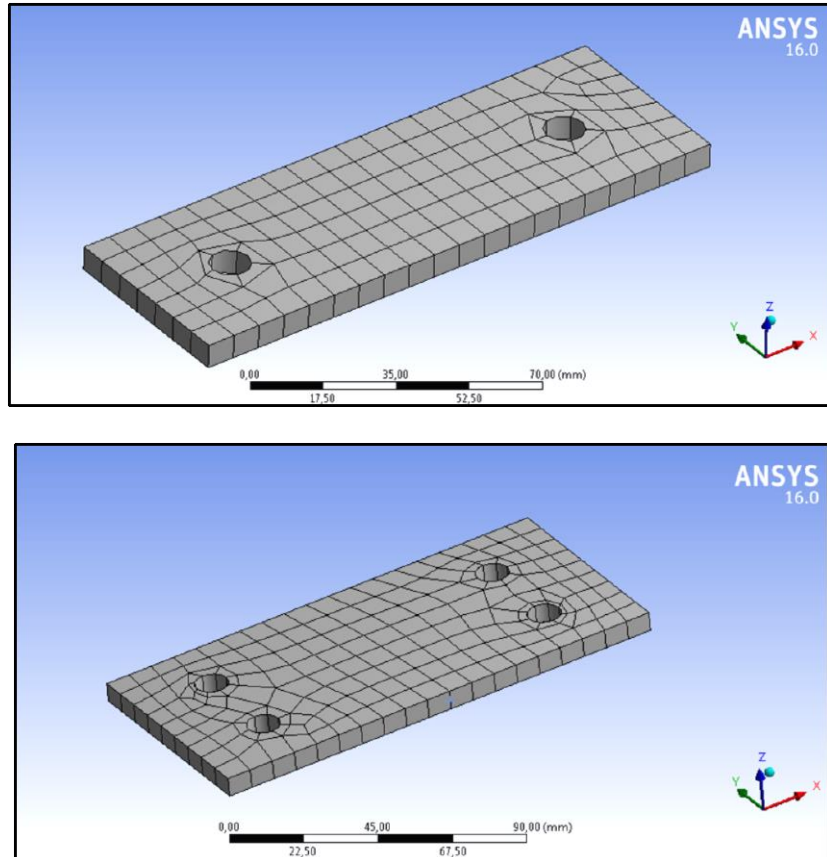
4		Structural Steel	Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1		
* Click here to add a new material					
Properties of Outline Row 4: Structural Steel					
	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	7850	kg m ⁻³		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's ...			
8	Young's Modulus	2E+11	Pa		
9	Poisson's Ratio	0,3			
10	Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa		
11	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa		
12	Field Variables				
13	Temperature	Yes			
14	Shear Angle	No			
15	Degradation Factor	No			
16	Alternating Stress Mean Stress	Tabular			
20	Strain-Life Parameters				
28	Tensile Yield Strength	250	MPa		
29	Compressive Yield Strength	250	MPa		
30	Tensile Ultimate Strength	400	MPa		

Fuente: Autor

- Definir las conectividades de los elementos (malla de modelo).

El siguiente paso es realizar el mallado de la geometría, para el mallado se utiliza la herramienta propia del programa.

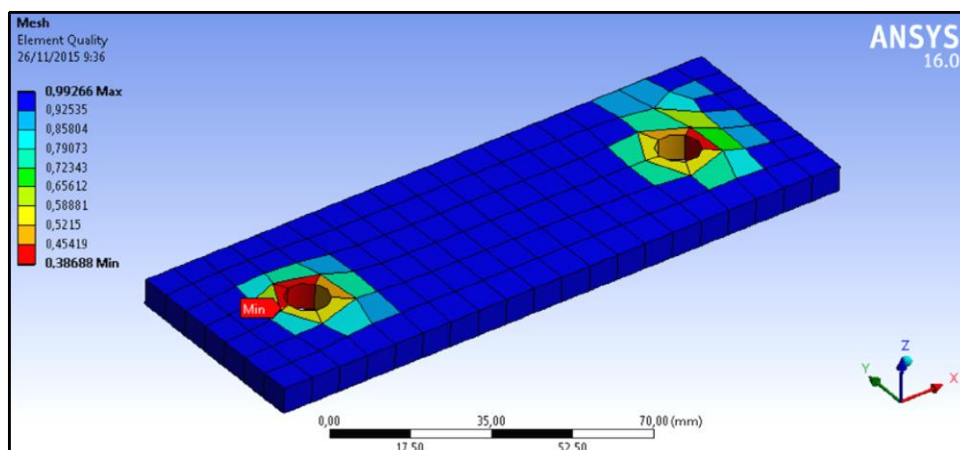
Figura 30. Mallado de las bases en workbench de ANSYS

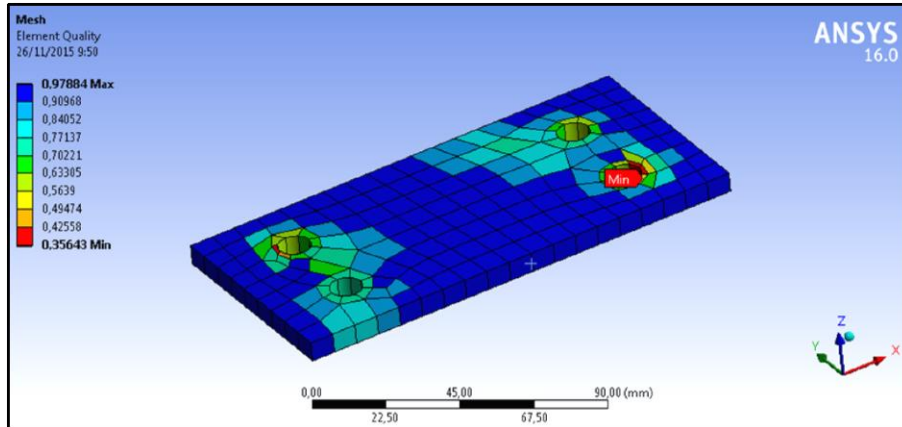


Fuente: Autor

Como se observa en la figura la calidad de malla es excelente ya que la mayor parte se encuentra en estado óptimo.

Figura 31. Calidad de malla





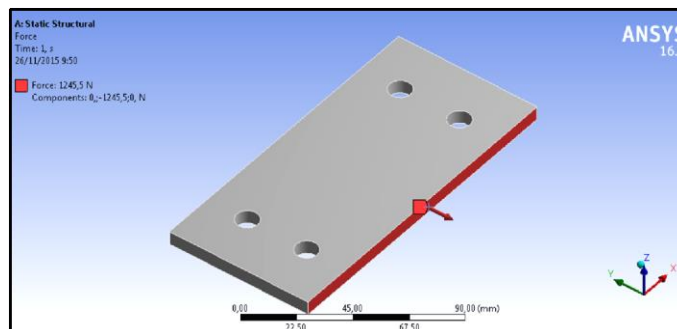
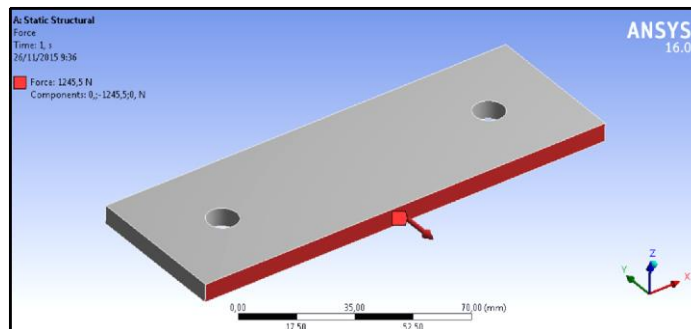
Fuente: Autor

De igual forma como se observa en la figura anterior la calidad de malla mínima tiene un valor de 0,35 y se observa que es un valor superficial, por lo tanto no afecta en el análisis de la geometría.

- Definir las restricciones físicas del problema y las cargas aplicadas sobre el dominio.

Una vez realizado el mallado de la geometría, se procede a colocar la carga del motor y de la misma manera se coloca los punto donde se restringe el movimiento.

Figura 32. Colocación de la carga del motor

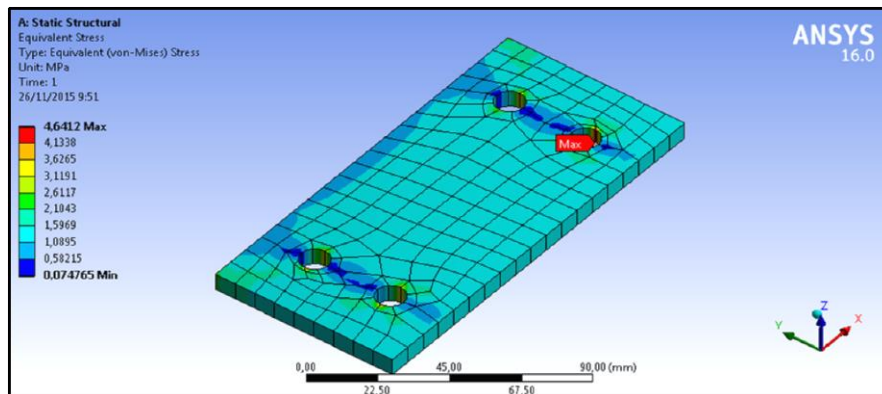
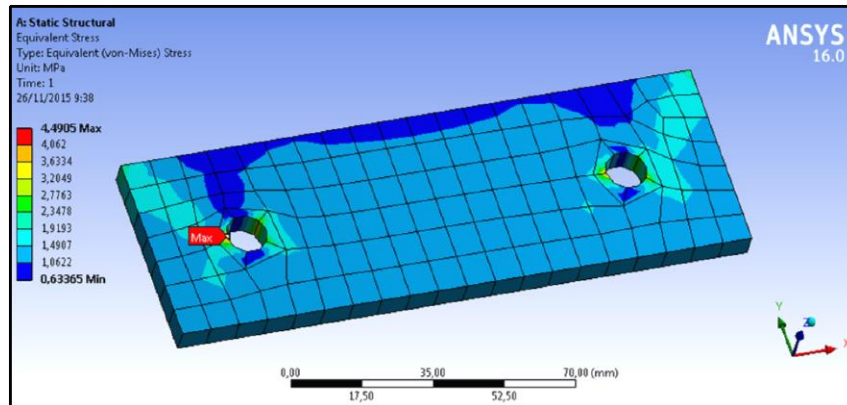


Fuente: Autor

Para el siguiente paso es el proceso de solución y el cual se obtiene los resultados de esfuerzo máximo, deformación máxima y el factor de seguridad y que los observamos gráficamente a continuación.

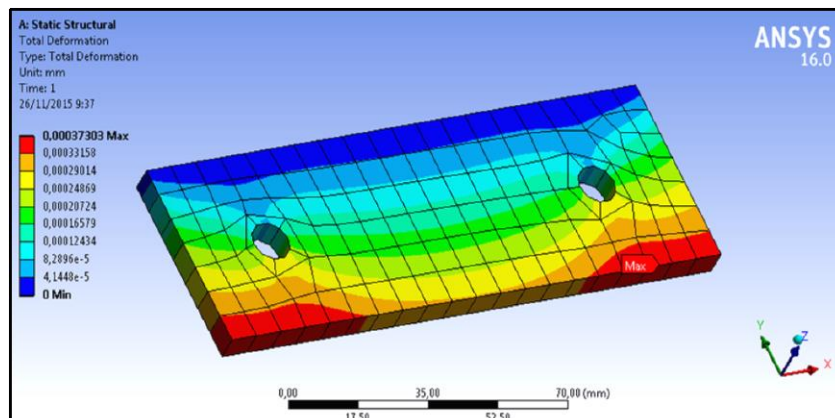
El programa resuelve la geometría mediante matrices y ecuaciones que posee, lo cual puede demorar según la complejidad del diseño.

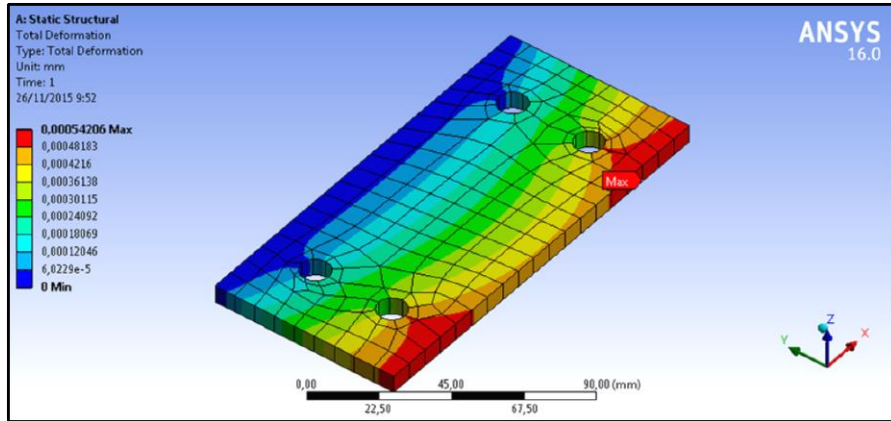
Figura 33. Esfuerzo máximo producido estáticamente



Fuente: Autor

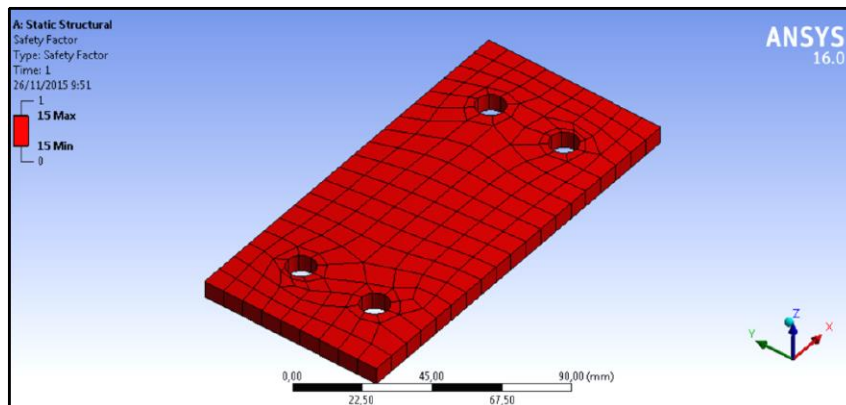
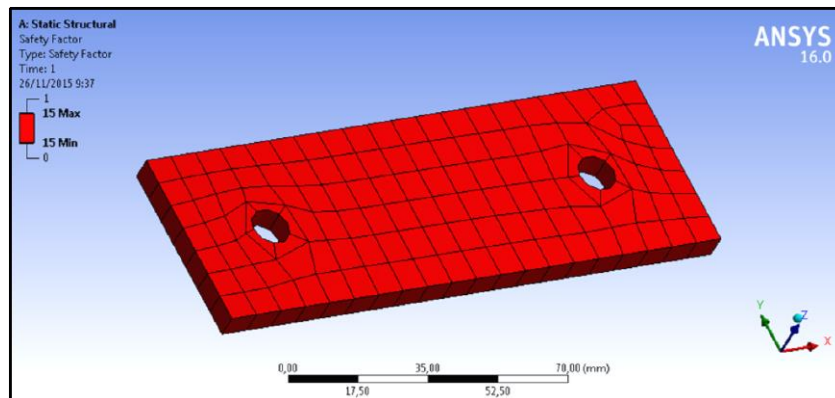
Figura 34. Deformación máxima producida estáticamente





Fuente: Autor

Figura 35. Factor de seguridad del análisis estático



Fuente: Autor

Se observa en las figuras los resultados del esfuerzo máximo para la placa base N°1 de 4,49MPa, para la placa base N° 2 de 4,64MPa, se obtiene estos resultados por la carga aplicada, que en este caso es el peso del motor, el cual es de 280lb, de la misma forma se tiene la deformación para cada una de las placas, siendo así la placa N°1 con una deformación de 0,00037mm y la placa N°2 con una deformación de 0,00054mm y un coeficiente de seguridad de 15 que es un valor alto, lo cual quiere decir que la selección

del acero ASTM A36 es correcta ya que este acero tiene como característica principal un valor de fluencia de 250MPa, condición suficiente para que el diseño de las bases sea válido.

Tabla 5. Composición Química del acero ASTM A 36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. Hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. Hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	Sobre 4 in.
Carbono	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganeso	--	.80/1.20	.85/1.20	.85/1.20	.85/1.20
Fósforo	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.

Fuente: (specialists, 2009)

Tabla 6. Propiedades mecánicas del acero ASTM A36

Resistencia a la tracción:	58,000 - 80,000 psi 400-550 MPa
Min. Punto de fluencia:	36,000 psi-250 MPa
Elongación en 8":	20% min
Elongación en 2":	23% min

Fuente: (specialists, 2009)

Para el proceso de unión entre piezas se selecciona el proceso de soldadura SMAW porque es rápido, portátil, de bajo costo, es aplicable a una amplia gama de materiales, se puede soldar en todas las posiciones y es adecuado para soldar en exteriores.

El electrodo adecuado para la soldadura de construcción de las bases es el E70 18 para espesores menores o iguales a 3/4 de pulgada.

Este electrodo se selecciona de acuerdo a la norma AWS A 5.1 que dice:

“El USA 7018 es un electrodo de polvo de hierro y bajo hidrogeno más eficiente y de uso general que se utiliza para soldar aceros al carbono, aceros de tornillería libre aleaciones de acero con una resistencia mínima de 50000PSI.

El electrodo E7018 posee un arco estable con una penetración media y escoria de fácil remoción.

Entre sus aplicaciones típicas están las soldaduras de cascos de barcos, unión de recipientes de presión, aplicaciones en taller, este electrodo se puede usar con corriente alterna y continua” (Society, 2008)

Tabla 7. Composición química del electrodo

Química típica del material de soldadura [%]	
C = 0,070	Mn = 0,970
P = 0,012	S = 0,011
Si = 0,570	

Fuente: (Electric, 2013)

Tabla 8. Resistencia mecánica

Propiedades mecánicas típicas del depósito de la soldadura	
Limite elástico [psi]	72 000
Resistencia a la tensión [psi]	86 000
Alargamiento a 2 in [%]	31
Prueba Charpy con muesca en V, a -6.66 °C [N.m]	88,13

Fuente: (Electric, 2013)

Tabla 9. Metal base precalificado

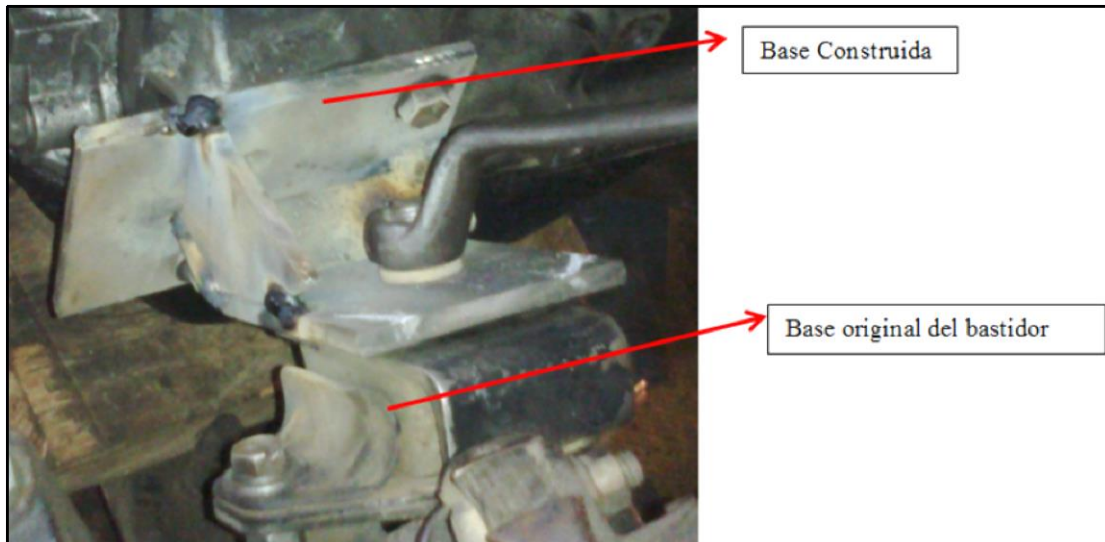
Tabla 3.1 Metal de Base Precalificado—Combinaciones de Metales de Aporte (ver 3.3)								
G r u p o	Requerimientos de la Especificación de Acero				Requerimientos de Metal de Aporte			
	Especificación de Acero	Mínima Resistencia a La Fluencia		Rango de Tracción		Especificación de Electrodo AWS	Clasificación de Electrodo	
		ksi	MPa	ksi	MPa			
I	ASTM A 36 (≤3/4 pulg. [20 mm])	36	250	58-80	400-510	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX
	ASTM A 53 Grado B	35	240	60 min.	415 min.			
	ASTM A 106 Grado B	35	240	60 min.	415 min.	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 131 Grados A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-75	400-520			
	ASTM A 139 Grado B	35	240	60 min.	414 min.	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Los electrodos con sufijo -GS deben ser excluidos)
	ASTM A 381 Grado Y35	35	240	60 min.	415 min.			
	ASTM A 500 Grado A	33	230	45 min.	310 min.	SAW	A5.23 ^a	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
	ASTM A 500 Grado B	42	290	58 min.	400 min.			
	ASTM A 501 Grado C	46	315	62 min.	425 min.	GMAW	A5.18	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 516 Grado 55	30	205	55-75	380-515			
	ASTM A 516 Grado 60	32	220	60-80	415-550	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Los electrodos con sufijo -GS deben ser excluidos)
	ASTM A 524 Grado I	35	240	60-85	415-586			
	ASTM A 573 Grado II	30	205	55-80	380-550	SAW	A5.28 ^a	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 573 Grado 65	35	240	65-77	450-530			
	ASTM A 709 Grado 58	32	220	58-71	400-490	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Los electrodos con sufijo -GS deben ser excluidos)
	ASTM A 709 Grado 36 (≤3/4 pulg. [20 mm])	36	250	58-80	400-550			
	ASTM A 1008 SS Grado 30	30	205	45 min.	310 min.	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Los electrodos con el sufijo -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, y -GS debe ser excluidos y los electrodos con el sufijo -11 debe ser excluidos para espesores mayores a 1/2 pulg. [12 mm])
	ASTM A 1008 SS Grado 33 Tipo 1	33	230	48 min.	330 min.			
	ASTM A 1011 SS Grado 40 Tipo 1	40	275	52 min.	360 min.	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Los electrodos con el sufijo -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, y -GS debe ser excluidos y los electrodos con el sufijo -11 debe ser excluidos para espesores mayores a 1/2 pulg. [12 mm])
	ASTM A 1011 SS Grado 30	30	205	49 min.	340 min.			
	ASTM A 1011 SS Grado 33	33	230	52 min.	360 min.	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Los electrodos con el sufijo -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, y -GS debe ser excluidos y los electrodos con el sufijo -11 debe ser excluidos para espesores mayores a 1/2 pulg. [12 mm])
	ASTM A 1011 SS Grado 36 Tipo 1	36	250	53 min.	365 min.			
	ASTM A 1011 SS Grado 40	40	275	55 min.	380 min.	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XC, E7XT-XM (Los electrodos con el sufijo -2C, -2M, -3, -10, -13, -14, y -GS debe ser excluidos y los electrodos con el sufijo -11 debe ser excluidos para espesores mayores a 1/2 pulg. [12 mm])
	ASTM A 1011 SS Grado 45	45	310	60 min.	410 min.			
	API 5L Grado B	35	241	60	414	SAW	A5.29 ^a	E6XTX-X, E6XTX-XC, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XC, E7XTX-XM
	API 5L Grado X42	42	290	60	414			
	ABS Grados A, B, D, CS, DS	34	235	58-75	400-520	SAW	A5.29 ^a	E6XTX-X, E6XTX-XC, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XC, E7XTX-XM
	ABS Grado E ^b	34	235	58-75	400-520			

Fuente: (Society, 2010)

Sin embargo, al momento unir las piezas de las bases de las soldaduras, esta acción aumenta el límite de fluencia del acero seleccionado generando mejores características, para aumentar la resistencia del hacer de construcción de las partes, debido a que estas

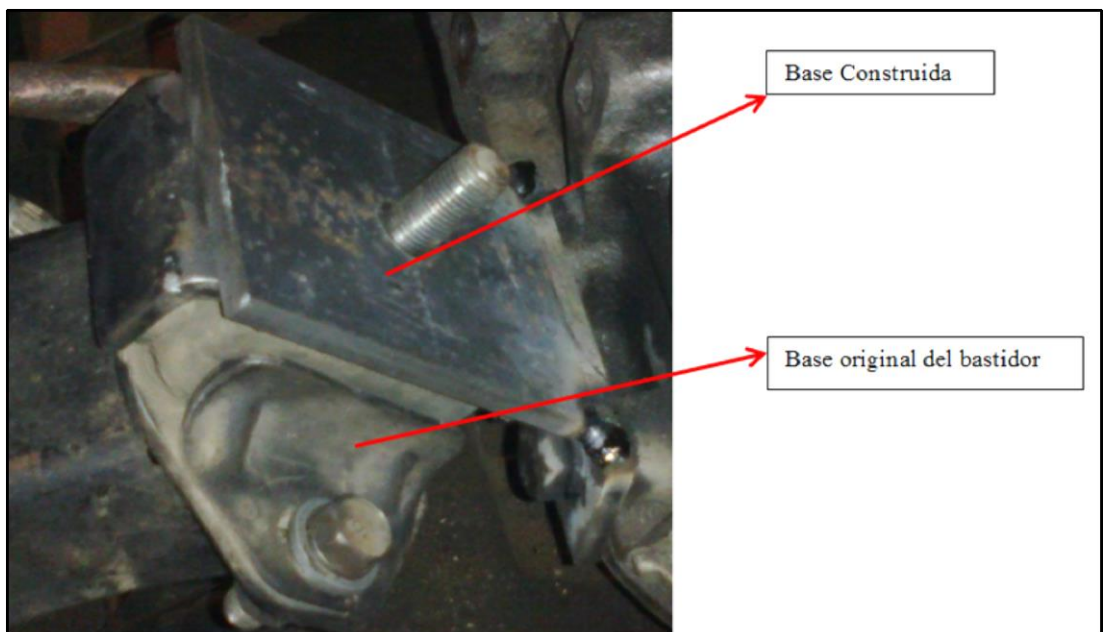
resisten esfuerzos de torsión, vibraciones excesivas y contra esfuerzos, que hacen que el material se fatigue y llegue a fracturarse.

Figura 36. Construcción de las bases nuevas del motor



Fuente: Autor

Figura 37. Construcción de las bases nuevas del motor



Fuente: Autor

3.2.2 *Acoplamiento del motor y la caja de cambios.* De la misma forma descrita anteriormente se hace el acoplamiento del motor y la caja de velocidades, se hace la revisión de manera íntegra, la cual no presenta ninguna clase de daños lo que hace posible un acoplamiento sin ninguna clase de problema.

Se utilizó la misma caja de cambios debido a la relación de transmisión, que proporciona una cantidad extra de fuerza a las ruedas motrices.

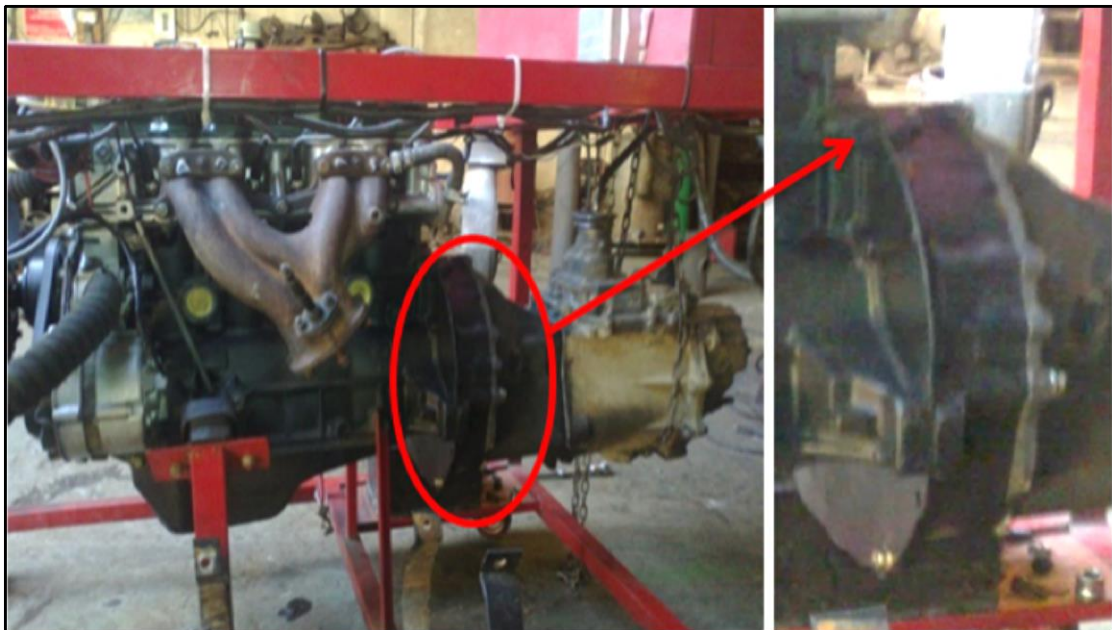
Tabla 10. Relaciones de transmisión de la caja de cambios del Daihatsu F20

	F10	F20	F50	F60	F70	F70 TURBO	F80
1st.	3.717	←	←	←	3.647	←	←
2nd	2.177	←	←	←	2.136	←	←
3rd	1.408	1.513	1.513 o 1.408	1.408	1.382	1.317	1.382
4th	1.000	←	←	←	1.00	←	←
5th				0.876	0.860	0.820	0.860
Reversa	4.434	←	←	←	4.351	←	←
Alta	1.383	←	←	←	1.295	←	←
Baja	2.407	←	←	←	2.367	←	←

Fuente: (Betancourt, 2000)

Las flechas marcadas en color rojo indican la relación de transmisión de la caja de cambios y caja de transferencia originales del automotor.

Figura 38. Acoplamiento de motor y caja de cambios



Fuente: Autor

Como se ve en la figura esta acción se la realiza en un banco de pruebas, por la facilidad que presta para acoplar la caja de cambios con el motor, esta acción se realiza por medio del acople original del motor a la caja de cambios, como se ve en el detalle de la figura, mediante pernos. Después se desacoplo del banco de pruebas y se la colocó en el vehículo de rescate, en las mismas bases originales del chasis.

Figura 39. (a) Motor acoplado, (b) Bases de chasis para la caja de cambios



Fuente: Autor

Nótese los acoplamientos en las bases originales del bastidor para el motor y la caja de cambios.

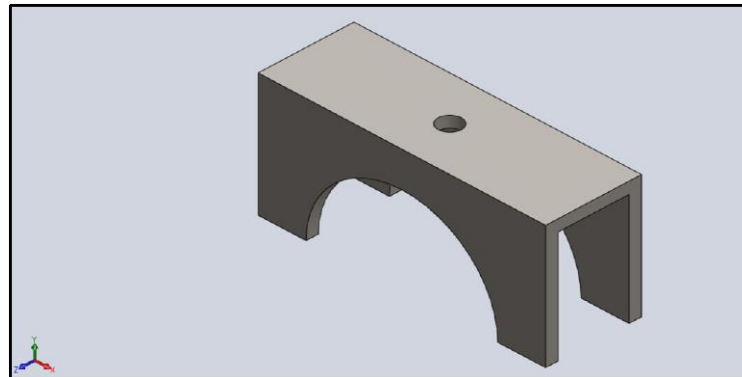
3.2.3 *Sistema de suspensión.* El sistema original del vehículo es de eje rígido con paquetes de ballestas semielípticas y amortiguadores telescópicos, en la modificación de dicho sistema se cambia de posición las bases de apoyo del paquete de ballestas, de la parte inferior a la parte superior, con este trabajo se consigue que el automotor gane una altura de 15cm más de la original (1.82m) desde el piso hasta el punto más alto de la carrocería, es decir el vehículo queda con una altura de 1.97m desde el piso al punto más alto de la carrocería, los neumáticos también influyen en la ganancia desde el piso hasta la carcasa del diferencial, con los neumáticos originales se tiene una altura de 26.1 cm y con el cambio de neumáticos se gana una altura 5.24cm, por lo tanto la altura final desde el suelo hasta el punto más bajo es de 31.34cm.

Figura 40. Vehículo con suspensión de serie, vehículo con suspensión levantada



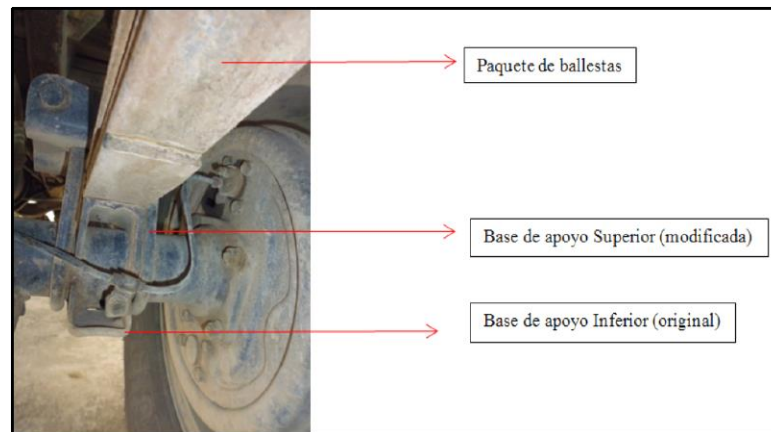
Fuente: Autor

Figura 41. Base de apoyo superior



Fuente: Autor

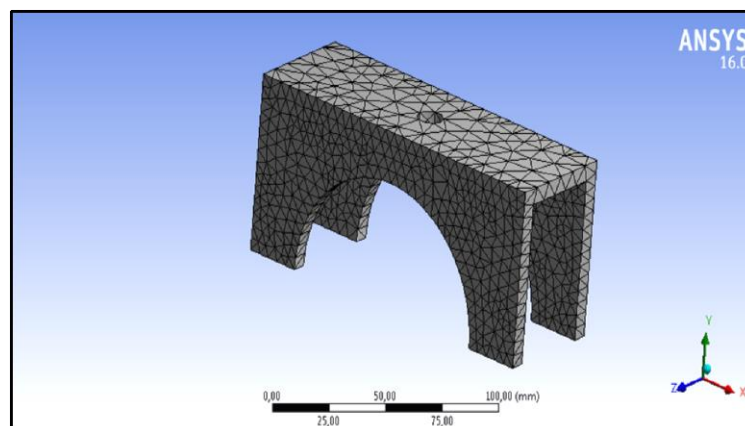
Figura 42. Bases de apoyo del paquete de ballestas



Fuente: Autor

De la misma forma para validar el diseño del levantamiento de la suspensión se hace e análisis por elemento finito, el material utilizado para la construcción de las bases es el acero ASTM A36 quedando como se muestra en la figura.

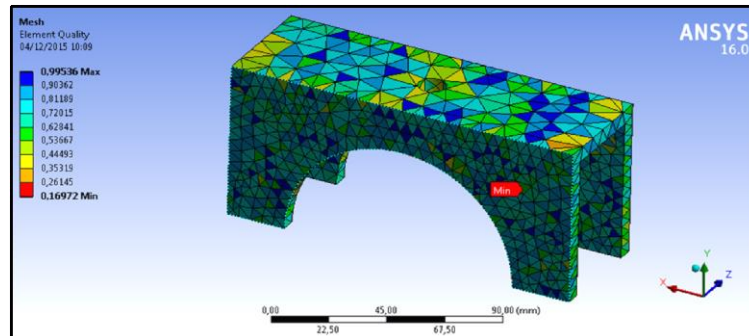
Figura 43. Mallado por defecto



Fuente: Autor

Así mismo se comprueba la calidad de la malla como se puede ver, es un mallado aceptable debido a que el punto crítico es muy pequeño, esto hace que el análisis por elemento finito sea aceptable y se acerque a los valores teóricos obtenidos por selección mediante tablas de características de materiales

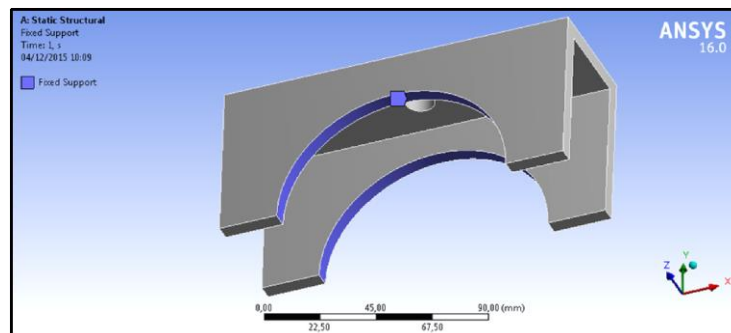
Figura 44. Calidad de malla



Fuente: Autor

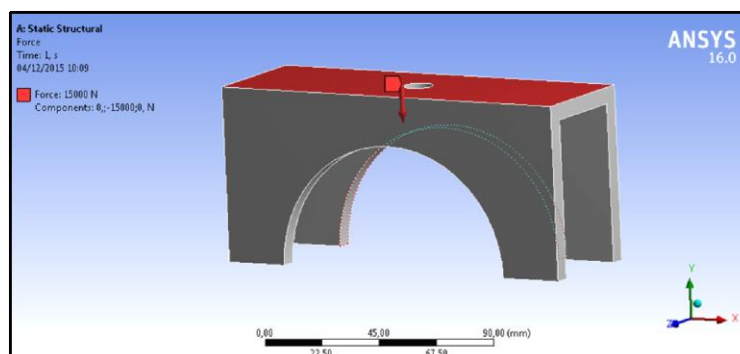
Entonces se procede a ubicar el punto donde estará apoyada la base y se aplica la carga, la cual es de 1500 kg.

Figura 45. Apoyos



Fuente: Autor

Figura 46. Aplicación de la carga



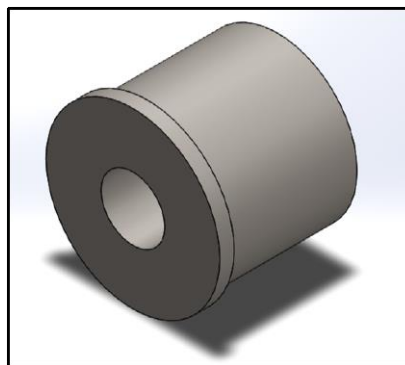
Fuente: Autor

Aplicados estos parámetros se obtiene resultados de deformación total con un valor de 0,012 mm, una fuerza máxima de 41,025 MPa, que de acuerdo al criterio de Von-Mises se obtiene un factor de seguridad de 6,09 que se lo obtiene de la siguiente forma:

$$f_s = \frac{\text{limite elástico}}{\text{maximo valor en el peor caso}} = \frac{250\text{MPa}}{41,025\text{MPa}} = 6,09 \quad (1)$$

Por lo tanto con los valores obtenidos en la simulación, se establece que el diseño se las bases resiste a las cargas sometidas y es válido, junto con esto se elaboran bujes de Nylon y pines engrasables para el apoyo fijo y el apoyo móvil del paquete, con esto se consigue una mayor duración de los bujes, ya que el nylon proporciona dureza, capacidad de amortiguación de golpes, ruido y vibraciones, también es muy resistente al calor, al desgaste, a la abrasión, su punto de fusión es de 263 °C.

Figura 47. Bujes de nylon



Fuente: Autor

El nylon también tiene numerosas aplicaciones en ingeniería, gracias a la gran resistencia que presenta este material a los agentes químicos, disolventes y de abrasión, aunado de gran dureza y tenacidad que hacen de este material ideal para su uso en piezas que esta sometidas a gran desgaste por ejemplo: rodamientos, engranajes, neumáticos, etc., con respecto al caucho (Martinez, 2008).

Por otro lado el caucho es de origen natural, con un proceso de vulcanizado se vuelve duro, impermeable y adquiere una mejor elasticidad.

Como característica principal se tiene que es tiene excelentes propiedades mecánicas, es decir que tiene buena resistencia a la torsión, a la tracción y a la compresión, también es un buen dieléctrico y tiene gran capacidad de adherencia a los metales.

No se lo utilizo en la construcción de los bujes debido a que no tiene resistencia a los lubricantes, el caucho en contacto con el aceite o la grasa tiende a deshacerse (Gonzales, 2009).

En la siguiente tabla se muestran las características del nylon con respecto al caucho.

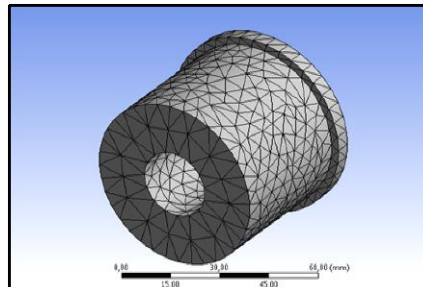
Tabla 11. Tabla comparativa de características del caucho y el nylon
Tabla comparativa de características del caucho y el nylon

	NYLON	CAUCHO
Rigidez	✓✓✓	✓
Resistencia a la abrasión	✓✓✓✓✓	✓
Resistencia a la tracción	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓
Capacidad de absorción de golpes	✓✓✓✓	✓✓✓
Elasticidad	✓	✓✓✓✓✓

Fuente: Autor

Para validar el uso de los bujes de nylon, también se hizo un análisis de cargas.

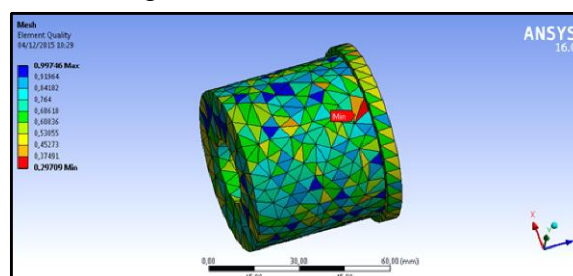
Figura 48. Mallado por defecto



Fuente: Autor

Para un mejor análisis el mallado debe estar en un valor de cero a uno, como se observa en la figura la coloración y el punto crítico muestran que es una buena calidad de malla.

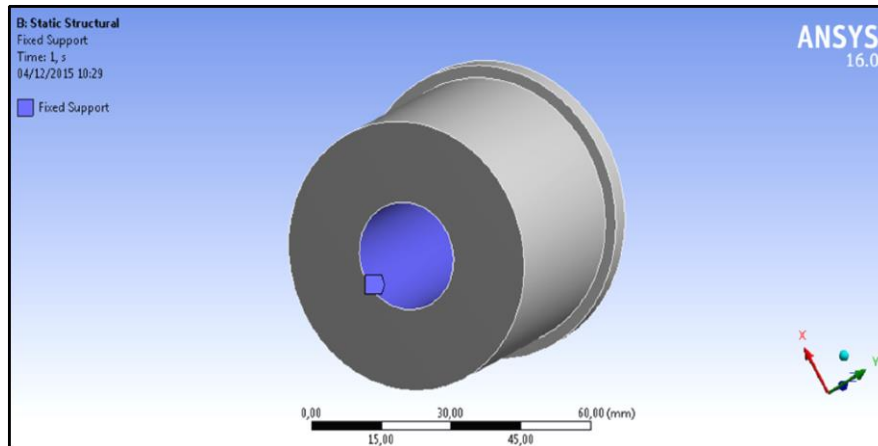
Figura 49. Calidad de malla



Fuente: Autor

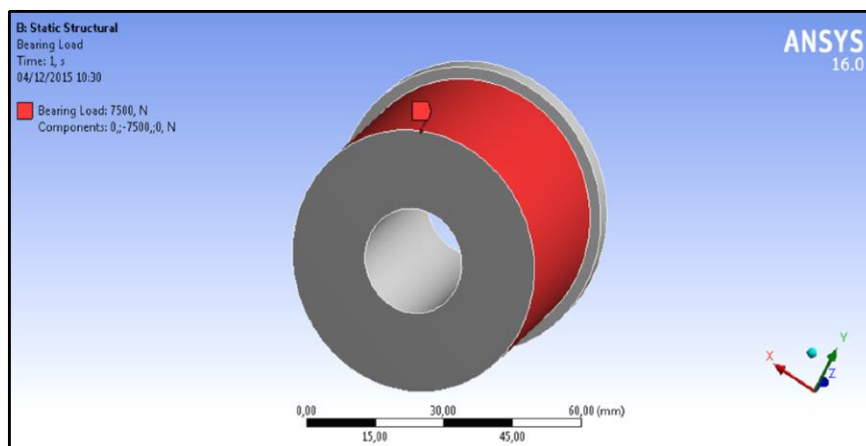
Después del mallado, se procede a la ubicación de los apoyos para señalar la carga aplicada.

Figura 50. Apoyo



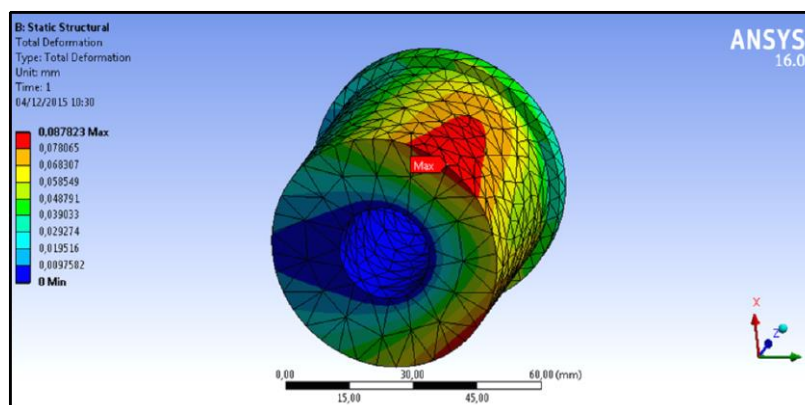
Fuente: Autor

Figura 51. Aplicación de carga



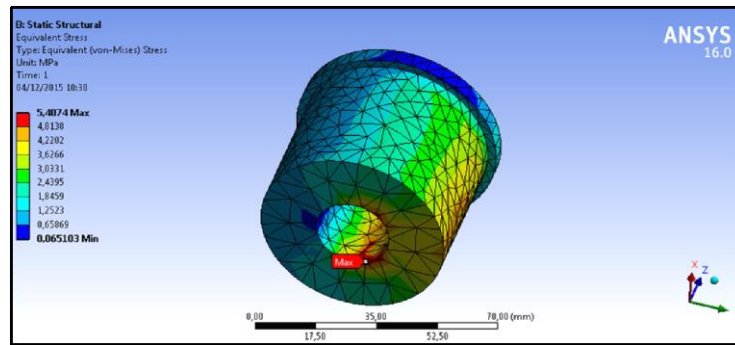
Fuente: Autor

Figura 52. Deformación



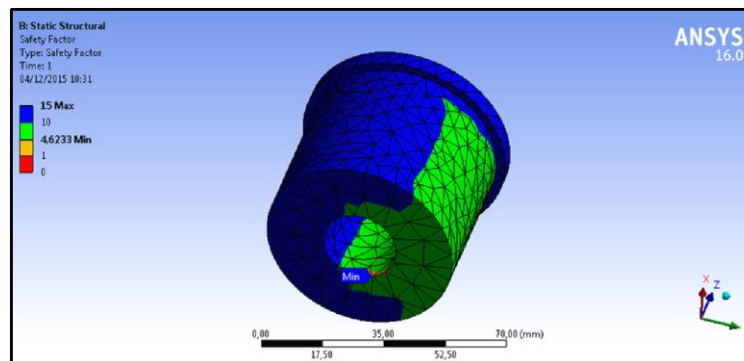
Fuente: Autor

Figura 53. Esfuerzo Máximo



Fuente: Autor

Figura 54. Factor de seguridad



Fuente: Autor

Señalado y ubicado el apoyo y la carga se procede al análisis para la validación, obteniéndose resultados favorables a la selección de los bujes, dando resultado de deformación con un valor de 0,087mm, una fuerza máxima de deformación de 5,407MPa, que según el criterio de fallos de Von-Mises, se obtiene un resultado de 4,62, que se obtiene de la siguiente manera.

$$f_s = \frac{\text{limite elástico}}{\text{maximo valor en el peor caso}} = \frac{26 \text{ MPa}}{5,407 \text{ MPa}} = 4,62$$

Junto con los bujes, se adicionan pines engrasables, para darles mayor tiempo de vida ya que siempre estarán lubricados con grasa.

El tipo de grasa ideal para esta aplicación es la de chasis, es una grasa normal de base cálcica de fibra corta recomendada para el engrase en general del chasis de los automotores, máquinas agrícolas de transporte y usos similares donde se requiere adhesividad.

De buena estabilidad y consistencia media presenta muy buena resistencia al lavado por el agua y se recomienda su uso a temperaturas desde $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ es una grasa de extrema presión, por lo tanto es idónea para el uso en los pines de la suspensión. (S.H, 2013)

Figura 55. (a) apoyo móvil, (b) Apoyo fijo, (c) Bujes de nylon



Fuente: Autor

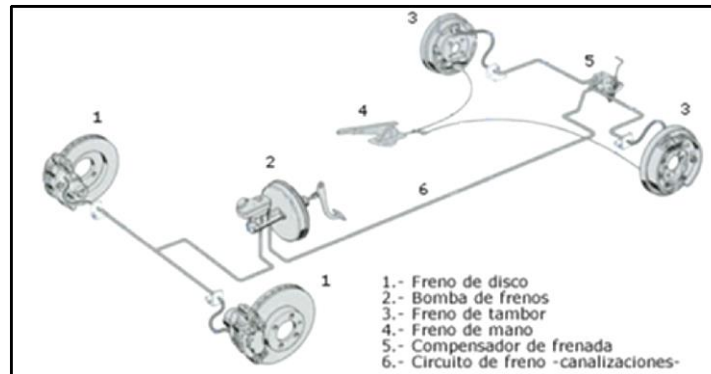
3.3 Sistema de frenos.

El sistema de frenos del vehículo de rescate es del tipo convencional, con accionamiento mecánico hidráulico, con servo asistencia para una mejor capacidad de frenado, discos delanteros ventilados de 250 mm de diámetro para una capacidad de frenado más precisa en condiciones de recalentamiento y humedad, con mordazas mono cilíndricas y tambores posteriores de 270 mm de diámetro, todo este sistema accionado por el cilindro principal que tiene 22,22 mm de diámetro y un recorrido de 50mm esto al momento de accionarlo con el pie genera una presión de 800 lb/in^2 que es repartida a las mordazas delanteras y a los bombines posteriores para detener la marcha del vehículo.

El fluido que se utiliza en el sistema es WAGNER 21-B DOT 3 este líquido presenta un punto de ebullición a 140°C , no es compresible y absorbe la humedad que se pueda generar por la presión del sistema para que no existan obstrucciones por corrosión dentro de las cañerías del sistema (Rica, 2014).

Este sistema es original del automotor, es por eso que no se modifica ninguno de sus componentes por las características antes mencionadas

Figura 56. Esquema del sistema de frenado



Fuente: (Estrada, 2014)

Figura 57. Discos de freno ventilados



Fuente: Autor

Figura 58. Cilindro principal de frenado con servo asistencia



Fuente: Autor

Figura 59. Tambor de freno posterior



Fuente: Autor

3.4 Sistema de arrastre

El sistema de arrastre en el vehículo de rescate es importante, ya que este puede ayudar al mismo automotor o, ya sea al vehículo que va a ser rescatado, para llevarlo a una posición más segura.

La mayoría de vehículos de rescate cuentan con este sistema en la parte delantera, los que tienen más equipo también constan con el mismo sistema en la parte posterior; con esto se logra que un rescate sea más rápido y seguro, ya que el vehículo queda completamente estático para remolcar al automotor que va a ser rescatado.

Tabla 12. Comparativa de winches

	Winch1(Warn tabor 12k)	Winch 2(Ironman 10000)	Winch 3(Ramsey winch 12000)
Peso	40 kg	42 kg	45Kg
Potencia	4.9 kv	4.1 kv	4.5 Kv
Capacidad de arrastre	5443 kg	4310 kg	4545kg
Capacidad de batería	650 Ah mínimo para arrastre	650 Ah mínimo para arrastre	650 Ah mínimo para arrastre
Motor	6.5 hp	5.5 hp	6.0 hp
Reducción	216:1	265:1	218:1
Tren de engranajes	epiciclodal	epiciclodal	epiciclodal

Fuente: Autor

Se toma en cuenta que el sistema de arrastre no es una modificación, sino un mecanismo de recuperación de vehículos acoplado en la parte frontal del todo terreno,

la capacidad de tiro del winch debe superar el peso mismo del automotor, es por eso que se elige el winch WARN TABOR 12k por su capacidad de tiro, el peso y la potencia.

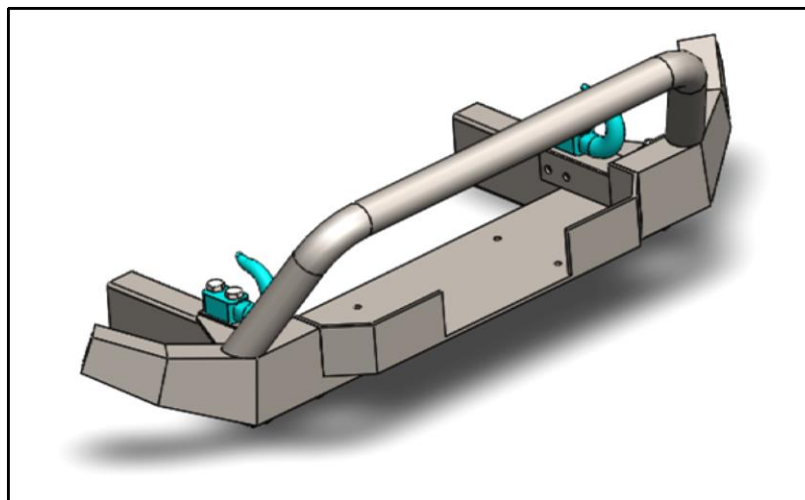
Tabla 13. Especificaciones del winch

Warn Tabor 12k	
Modelo	Tabor 12 K
Máxima capacidad de tiro	12 000 lb (5 443kg)
Motor	12 V DC 6.5 hp
Controles eléctricos	Solenoides
Control remoto	Alámbrico con interruptor
Tren de engranajes	Epiciclodal
Reducción	216:1
Embrague	Corona dentada deslizante
Freno	Automático
Dimensiones del tambor (Diámetro/Longitud)	6.4cm/23cm
Peso	40 kg
Cable(Diámetro/longitud)	9.5mm/32m
Batería recomendada	650 Ah mínimo para arrastre

Fuente: (industries, 2002)

Para el montaje del winch, se fabrica una base junto con el guardachoque utilizando como material base el acero ASTM A36 debido a que posee un límite de fluencia de 36000PSI.

Figura 60. Construcción del guardachoque



Fuente: Autor

Esto hace que el guardachoque no tenga ninguna deformación al momento del uso.

Para hacer válido el diseño, se aplica una carga de 12 000lb de manera que genere tracción al momento que el winch jala o recupera el vehículo cuando este se encuentra atascado.

La función del guardachoque no va a ser continua, ya que el esfuerzo es alto y produce una fatiga de material a corto plazo, es por eso que la función de este es netamente cuando el automotor está completamente atascado y sin tracción en las ruedas.

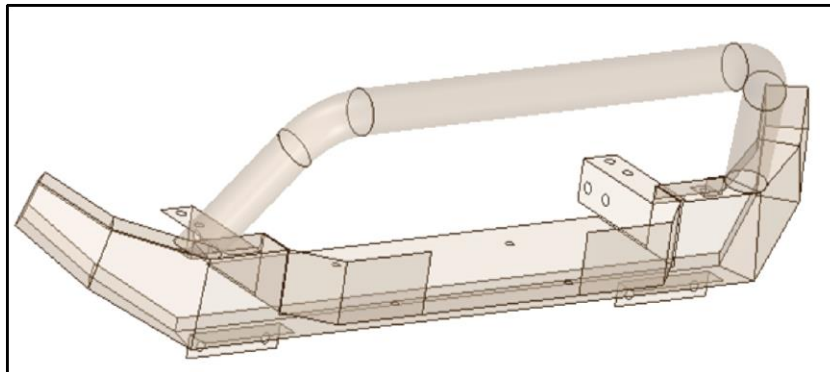
La simulación de la carga se la hace en el software ANSYS 16.0 cuya función es simular mediante ecuaciones y matrices del programa cual será el comportamiento de cualquier elemento estructural diseñado.

Para esto el software genera una malla la cual mostrara los puntos críticos de la estructura, mientras más pequeño el mallado el diseño será aceptable, para una mejor calidad de malla, se usa el complemento de ANSYS llamado SpaceClaim, cuya función es transformar un elemento solido a superficies, con esta acción la calidad del mallado es óptima.

La malla óptima para un diseño aceptable es en un intervalo abierto de 0 a 1, de la misma forma se procede al análisis mediante el programa, el cual muestra resultados de esfuerzo máximo, deformación máxima y factor de seguridad.

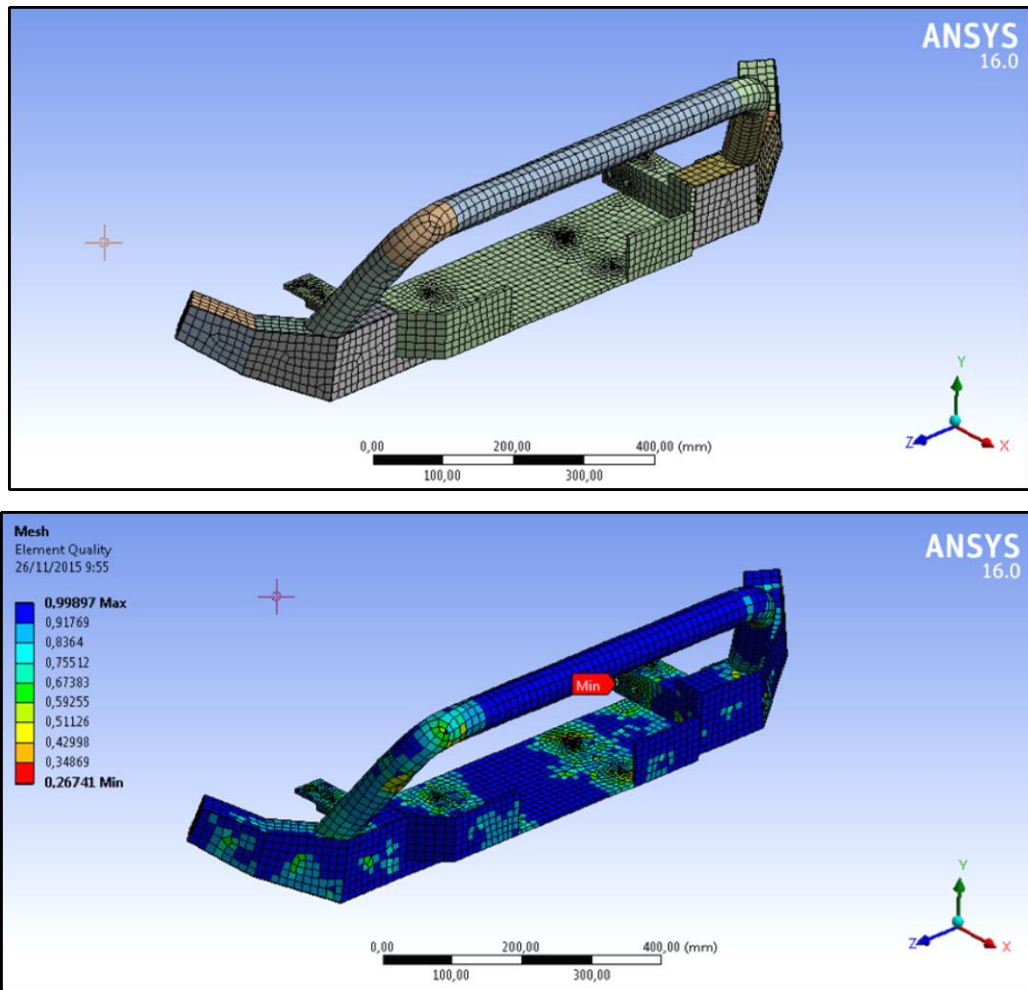
Con la calidad de malla en óptimas condiciones, se procede a ubicar las fuerzas, para saber dónde serán los posibles puntos de ruptura o fleje del material, para saber si el diseño cumple con los requerimientos establecidos para el rescate de un vehículo.

Figura 61. Simulación del guardachoque (superficies Space Claim)



Fuente: Autor

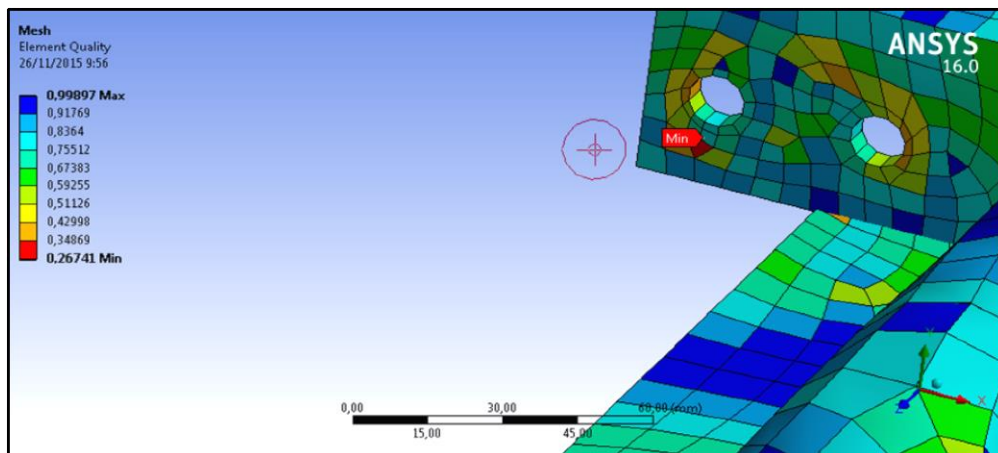
Figura 62. Mallado del elemento



Fuente: Autor

En este caso se muestra el mallado por defecto y el mallado optimo; se puede notar la diferencia de la calidad de la malla.

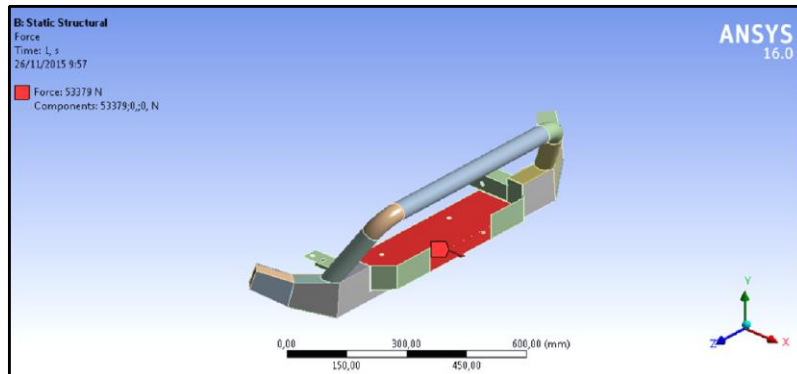
Figura 63. Aplicación de la carga



Fuente: Autor

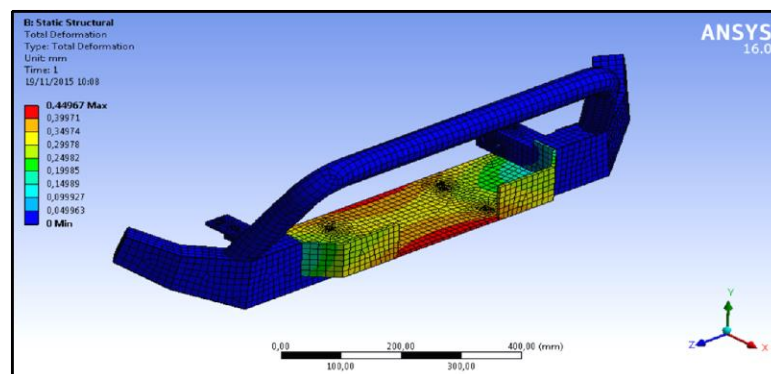
En la figura se observa el punto mínimo de la malla, en este caso es superficial por lo tanto no afecta en el análisis.

Figura 64. Aplicación de la carga



Fuente: Autor

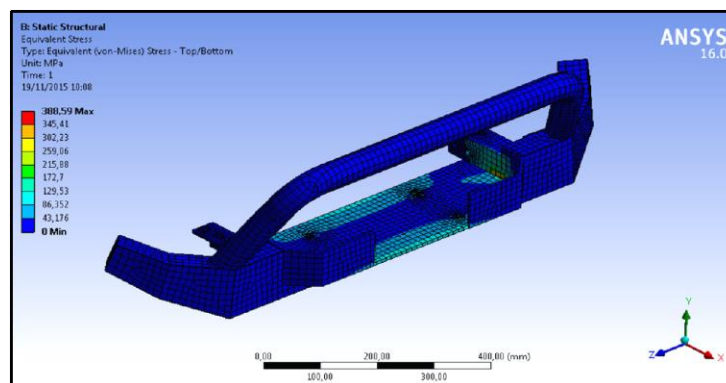
Figura 65. Deformación total



Fuente: Autor

El color rojo en la simulación quiere decir el lugar donde existe la mayor deformación con un resultado de 0,44mm.

Figura 66. Esfuerzo máximo para la deformación



Fuente: Autor

Por lo tanto con el esfuerzo máximo obtenido en la simulación da como resultado 388,59 MPa, este valor supera al esfuerzo permitido del acero A36, pero por acción de la soldadura aplicada en la unión de las piezas aumenta el límite de fluencia del material llegando a un valor similar al acero A572 grado 55 que es de 380 MPa (Society, 2010) y según el criterio de fallos de Von-Mises se obtiene el siguiente factor de seguridad:

$$f_s = \frac{\text{limite elástico}}{\text{maximo valor en el peor caso}} = \frac{380MPa}{388.59 MPa} = 0,977$$

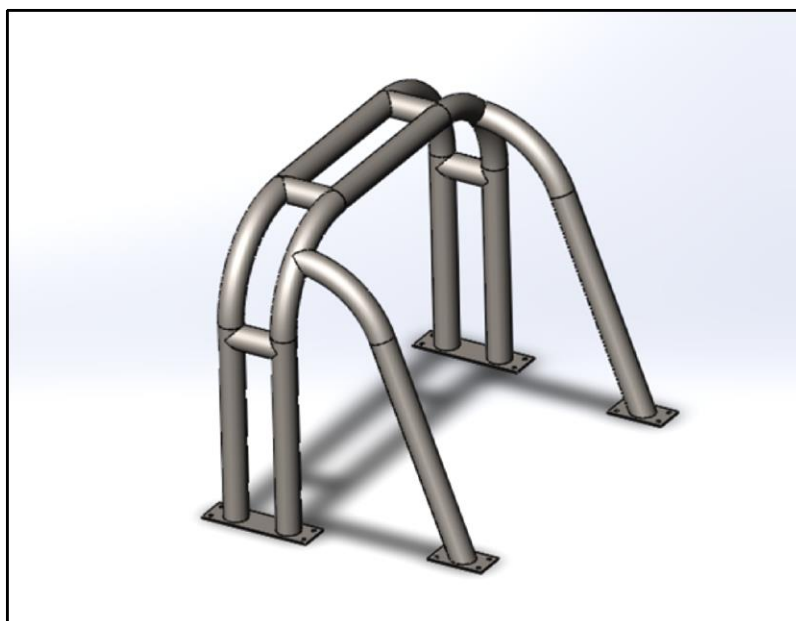
Con este resultado se concluye que el guardachoque y la base para el winch son funcionales, debido a que el trabajo de este no va a ser constante.

3.5 Carrocería

Para proteger al conductor y al acompañante del vehículo, se adiciona una barra antivuelco, cuya función principal es evitar la deformación de la carrocería en caso de volcamiento del vehículo de rescate.

Otra de las funciones de la barra antivuelco es que en ella se fijan los cinturones de seguridad, debido a que este sistema es rígido dentro de la carrocería, entonces no existe ningún riesgo de corte o desprendimiento del sistema de seguridad

Figura 67. Barra Antivuelco (roll bar)



Fuente: Autor

La ubicación de la barra es en la parte interna del vehículo detrás de los asientos del conductor y el acompañante con la finalidad de proteger la cabeza de estos, también en la barra antivuelco se fijan los cinturones de seguridad.

En cuanto a la construcción, se utiliza tubería de acero ASTM A 572 de 3” de diámetro por 3 mm de espesor, en la siguiente tabla se muestran las especiaciones de dicho acero

Tabla 14. Composición química acero ASTM A572

Composición Química						
%C (máx.)	%Mn (máx.)	%Si (mx.)	%P (máx.)	%S (máx.)	%V	%Nb
0,23	1,35	0,40	0,04	0,05	0,01 - 0,15	0,005 - 0,05

Fuente: (specialists, 2009)

Tabla 15. Propiedades mecánicas Acero ASTM A572

Propiedades Mecánicas				
Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción [Kg/mm²]		Elongación
[Kg/mm ²]	[MPa]	[Kg/mm ²]	[MPa]	%
35 (mín)	345 (mín.)	46 (mín)	450 (mín.)	21 (mín.)

Fuente: (specialists, 2009)

Para darle la forma requerida, se utiliza una dobladora manual de tubería y para la unión de las partes, se utiliza como proceso de soldadura SMAW debido a que presenta características de rapidez en la soldadura, es idóneo para ser aplicado en todas las posiciones, es portátil y es aplicable en taller donde no hay protección para la atmosfera de la soldadura.

Figura 68. Doblado de los tubos

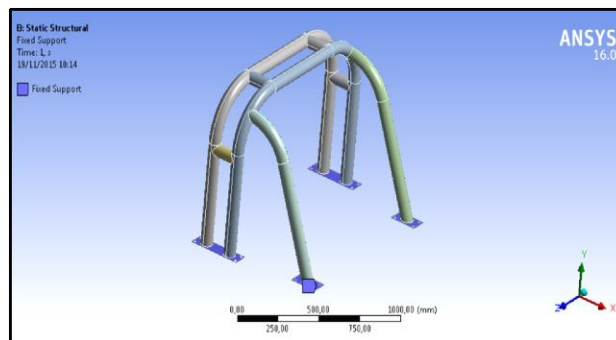


Fuente: Autor

Se selecciona el electrodo ideal de acuerdo a la norma AWS D5.1 E7018 por el bajo contenido de hidrogeno en el cordón de soldadura, su escoria es de fácil remoción, y presenta una resistencia a la tracción de 50000 PSI.

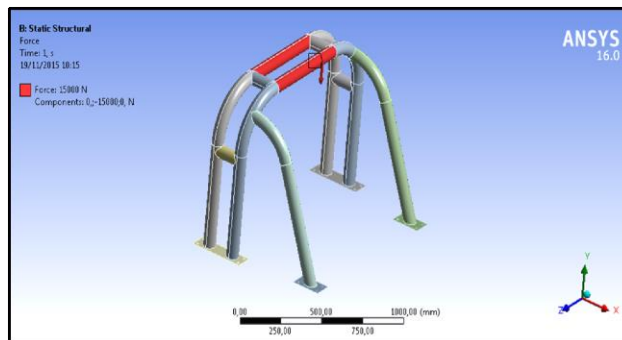
Para validar el diseño, se hace una simulación por computadora de acuerdo a la norma INEN RTE 1323 numeral 5.1.5.1 que dice que la carga sobre el techo debe ser del 50% del peso total del vehículo, como el peso total es de 1500 kg la carga para el techo debe ser de 750 kg, con una deformación de $L/240$, siendo L la longitud total del automotor.

Figura 69. Elemento en simulación



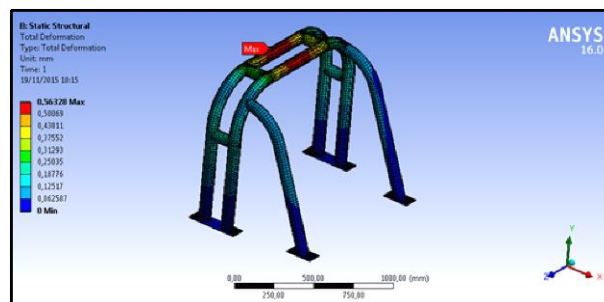
Fuente: Autor

Figura 70. Carga aplicada



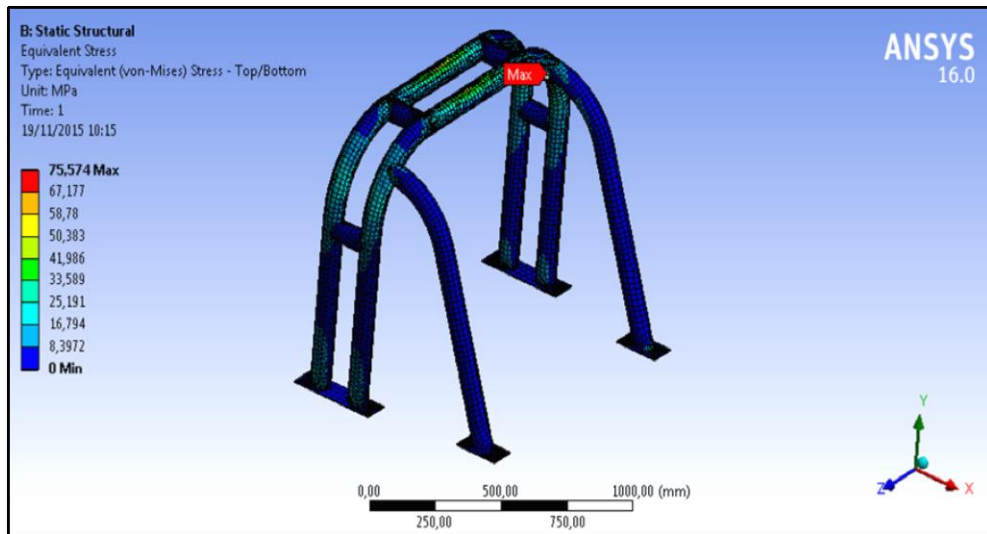
Fuente: Autor

Figura 71. Deformación Máxima



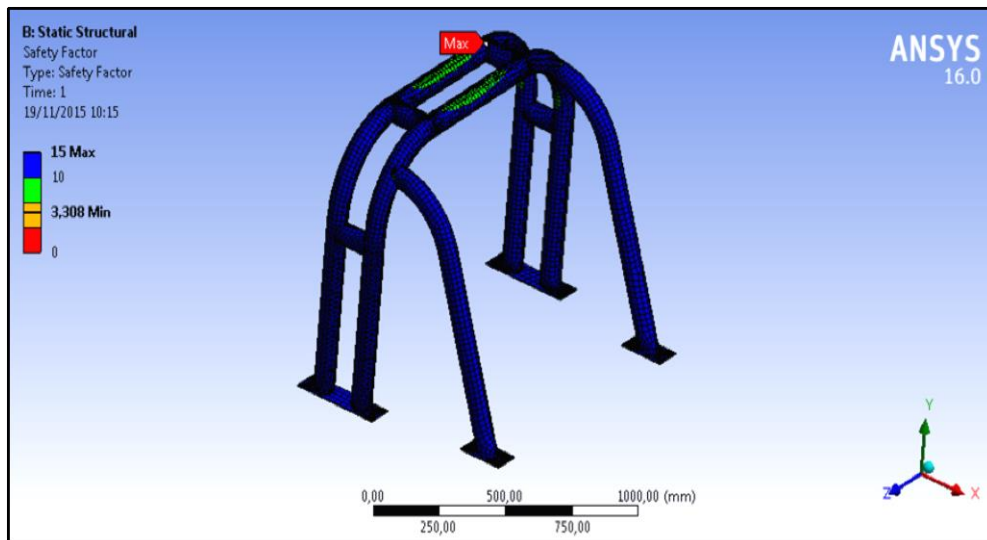
Fuente: Autor

Figura 72. Punto donde ejerce la carga máxima



Fuente: Autor

Figura 73. Coeficiente de seguridad



Fuente: Autor

Para la carga lateral en la barra antivuelco, de igual forma se toma como referencia la norma NTE INEN 1323 numeral 5.1.1.2 que dice:

“la carga de giro debe calcularse en función de la fuerza centrífuga que se genera en el vehículo al ingresar a una curva de determinado radio de giro y a cierta velocidad. Esta fuerza centrífuga deberá ser inferior a la fuerza de vuelco, calculada sobre la base del peso total del bus a plena carga y su centro de gravedad. La velocidad crítica deberá ser considerada de al menos 90km/h y el radio de giro se establece en función de la tabla.”

Tabla 16. Parámetros para carga lateral

Velocidad del vehículo	Radio de la curva	Peralte (%)
80	250	8
85	300	
90	350	
95	400	
100	450	
105	500	
110	550	
115	600	
120	700	
125	800	
130	900	6,97
135	1 050	6,25
140	1 250	5,49
145	1 475	4,84
150	1 725	4,29

Fuente: NTE INEN 1323

3.5.1 Determinación de las cargas que soporta la carrocería

3.5.1.1 Aceleración máxima. En cartera se acelera de tal manera que se pueda obtener máxima velocidad posible, esto se hace para establecer parámetros y resultados en un vehículo con características similares en conceptos de peso y potencia.

Estos valores se obtienen con fórmulas de movimiento uniformemente acelerado dando los siguientes valores:

Distancia recorrida 20 m
 Velocidad alcanzada en 15 m 48 km/h = 13,33 m/s

3.5.1.2 Aceleración longitudinal

$$\alpha_x = \frac{v^2}{2d} \quad (2)$$

$$\alpha_x = \frac{(13.33 \text{ m/s})^2}{2(20 \text{ m})}$$

$$\alpha_x = 4.44 \text{ m/s}^2$$

Donde:

α_x = Aceleración longitudinal

v = Velocidad alcanzada

d = Distancia recorrida

Conductor y acompañante = 75 kg cada uno

Peso vehículo = 1 000 kg

Motor = 2 000 cc

$D = 33 \text{ in} = 0,8382 \text{ m}$

Torque = 167 N.m a 4 200 rpm

Factor de rodadura = 87%

Relación total = 8,17 a marcha máxima

$$F_{empuje} = \frac{T \times D_f \times \gamma_R}{\gamma_{rueda}} \quad (3)$$

$$F_{empuje} = \frac{167 \text{ Nm} \times 8.17 \times 0,87}{0,4191}$$

$$F_{empuje} = 2\,832,3056 \text{ N}$$

F_{empuje} = Fuerza de empuje

T = Torque

γ_R = Factor de rodadura

D_f = Desmultiplicación final

γ_{rueda} = Radio de la rueda

Por consiguiente el vehículo puede acelerar

$$\frac{F_{empuje}}{\text{peso} \times g} = \frac{2\,832,3056 \text{ N}}{1\,000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,28872 \text{ g}$$

La transferencia de pesos o de carga que está en los amortiguadores se calcula de la siguiente manera:

$$T1 = G \times \frac{m_{total} \times h_{cg}}{d_{ejes}} \quad (4)$$

Dónde:

$T1$ = Transferencia longitudinal del peso debido a la aceleración en kg

G = Veces la gravedad

m_{total} = Masa total del vehículo

d_{ejes} = Distancia entre ejes

h_{cg} = Altura del centro de gravedad

$$T_1 = 0,23 \times \frac{1\,000\,kg \times 0,54\,m}{2,015\,m} = 66,99\,kg$$

Este resultado es aproximado, es por esto que se tiene que multiplicar por un factor de seguridad de 3 porque el automotor se utilizara en condiciones inciertas de conducción y soportara cargas variables. (Mott, 2011)

γ_f = Factor de seguridad

$$T_{Real} = T_1 \times \gamma_f \times g$$

$$T_{Real} = 66,99 \times 3 \times 9,81\,m/s^2$$

$$T_{Real} = 1\,971,5157\,N$$

3.5.1.3 *Fuerza de inercia del conductor en los amarres del asiento.* Para calcular esta magnitud se aplica el 95% a la masa del conductor con un peso de 75 kg.

$$F_{inercia} = m_{piloto} \times \alpha_x \times \gamma_f \quad (5)$$

$$F_{inercia} = 75\,kg \times 4,44\,m/s^2 \times 3$$

$$F_{inercia} = 999\,N$$

$$F_{amarre} = \frac{F_{inercia}}{4} = \frac{999 \text{ N}}{4} = 249,75 \text{ N}$$

3.5.1.4 Frenada brusca. Hace referencia a una trayectoria en línea recta en la que se frena lo máximo posible hasta tener una velocidad cero, aquí se toma el tiempo en que el vehículo se detiene por completo.

$$\alpha_s = \frac{v^2}{2d_f} \quad (6)$$

$$\alpha_s = \frac{(13,33 \text{ m/s})^2}{2(8 \text{ m})}$$

$$\alpha_s = 11,10 \text{ m/s}^2$$

Dónde:

α_s = Deceleración

V = Velocidad final de aceleración

d_f = Distancia final de frenado

3.5.1.5 Inercia del piloto en los amarres del asiento. Para obtener el valor de a fuerza de inercia del conductor en frenada brusca se toma en cuenta la masa del piloto tomada de una persona promedio al 95% y es de 75 kg. (García, 2002)

$$F_{inercia} = m_{piloto} \times \alpha_s \times \gamma_f \quad (7)$$

$$F_{inercia} = 75 \text{ kg} \times 11,10 \text{ m/s}^2 \times 3$$

$$F_{inercia} = 2\,497,5 \text{ N}$$

$$F_{amarre} = \frac{F_{inercia}}{4}$$

$$F_{amarre} = \frac{2\,497,5 \text{ N}}{4} = 624,37 \text{ N}$$

3.5.1.6 *Transferencia longitudinal del peso debido a la desaceleración.* Con el valor de la desaceleración se tiene que:

$$G = \frac{\alpha_s}{g} \quad (8)$$

$$G = \frac{11,10 \text{ m/s}^2}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$G = 1,13$$

$$T2 = G \times \frac{M_{total} \times h_{cg}}{l_{ejes}} \quad (9)$$

Dónde:

$T2$ = Transferencia longitudinal del peso debido a la desaceleración

G = Veces la gravedad

M_{total} = Masa total del vehículo

h_{cg} = Altura del centro de gravedad

l_{ejes} = Distancia entre ejes

$$T2 = 1.13 \times \frac{1\,000 \text{ kg} \times 0,54 \text{ m}}{2,015 \text{ m}}$$

$$T2 = 302,82 \text{ kg}$$

Este valor es aproximado por lo que se debe multiplicar por un factor de seguridad, que se ha elegido un valor de 3 ya que el vehículo se usará en condiciones variables inciertas y soportara cargas.

$$T_{real} = T2 \times \gamma_f \times g \quad (10)$$

$$T_{real} = 302,82 \text{ kg} \times 3 \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$T_{real} = 8\,911,99 \text{ N}$$

3.5.1.7 Curvas. Cuando se entra a una curva con el vehículo después de frenarlo, se supone que en ese instante, está sometido a una fuerza que tiende a volcarlo, esta magnitud es la fuerza centrífuga que está dirigida hacia el exterior de la curva.

Para este estudio se considera al vehículo como una partícula, para después estudiar la estabilidad.

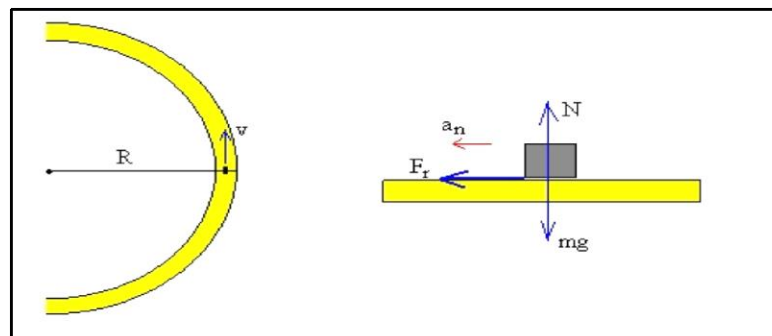
3.5.1.8 Curva sin peralte. Se tiene que el automotor describe una trayectoria semicircular de radio R con velocidad constante v .

Para el observador, situado fuera del vehículo, las fuerzas que actúan sobre este son:

- Peso
- Reacción de la carretera
- Fuerza de rozamiento

La fuerza de rozamiento es la que hace que el vehículo describa la trayectoria semicircular.

Figura 74. Esquema curva sin peralte



Fuente: (García, 2002)

Como existe equilibrio en sentido vertical, la reacción del plano es igual a cero

$$N = m \cdot g \quad (11)$$

Se aplica la segunda ley de Newton al movimiento en la dirección radial

$$F_R = m \cdot \alpha_n$$

$$F_R = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad (12)$$

Siendo v la velocidad del móvil y R el radio que describe la curva. Cuando incrementa la velocidad v , incrementa también la fuerza de rozamiento F_R hasta que alcanza un valor máximo que viene dado por la multiplicación del coeficiente de rozamiento estático por la reacción del plano. (García, 2002)

La velocidad máxima v que puede alcanzar el vehículo para que describa una curva circular de radio R sin peralte está dada por:

$$\mu N = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R} \quad (13)$$

3.5.1.9 Curva con peralte. Se considera ahora que la curva tiene un ángulo de inclinación θ , en la cual actúan las siguientes fuerzas:

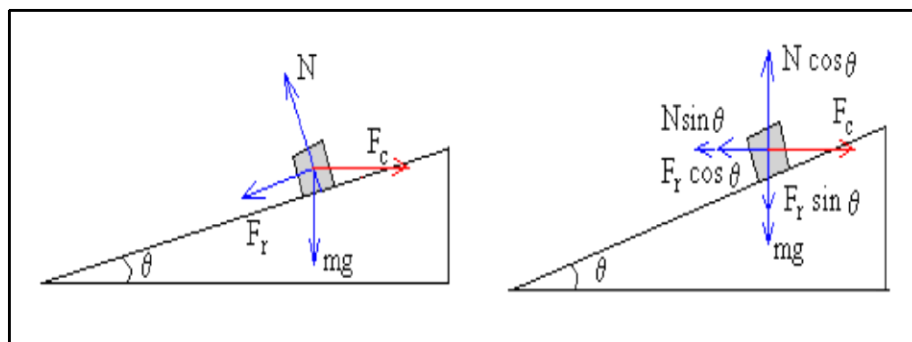
$m \cdot g$ = Peso

F_R = Fuerza de rozamiento

N = Fuerza normal

F_c = Fuerza centrífuga

Figura 75. Esquema curva con peralte



Fuente: (García, 2002)

El móvil está en equilibrio, por lo tanto:

$$N \cos \theta = F_R \sin \theta + m \cdot g$$

$$N \sin \theta + F_R \cos \theta = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad (14)$$

Conocida la velocidad el móvil se puede calcular la F_R fuerza de rozamiento y la reacción normal al plano N .

La velocidad máxima que puede llevar un vehículo para que describa la curva con seguridad, es aquella cuya fuerza de rozamiento alcanza su valor máximo.

$$F_R = \mu N$$

Despejando la velocidad se obtiene la siguiente expresión:

$$v = \sqrt{R \cdot g \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta}} \quad (15)$$

Dónde:

v = Velocidad máxima

R = Radio

μ = Coeficiente de rozamiento

g = Gravedad

De las expresiones antes mencionadas se calcula la velocidad máxima en tomar las curvas y la aceleración lateral. Para el cálculo en una curva sin peralte, de la velocidad máxima y aceleración lateral se toma un coeficiente de rozamiento del 10% en una curva promedio de 80 m

Tabla 17. Coeficientes de rozamiento

Coeficientes de rozamiento		
Clase de rozamiento	Ejemplo	Coeficiente de rozamiento
Rozamiento de adherencia	Neumáticos sobre asfalto seco	aprox. 0,6
	Neumáticos sobre asfalto mojado	0,2 - 0,3
	Neumáticos sobre asfalto con hielo	aprox. 0,1
Rozamiento de deslizamiento	Buenos cojinetes de fricción	aprox. 0,33
	Frenos de automóviles	0,25 - 0,35
Rozamiento de rodadura	Cojinetes de rodamiento	0,001 - 0,003
	Neumáticos sobre asfalto	aprox. 0,015

Fuente: (García, 2002)

$$v = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R}$$

$$v = \sqrt{0.1 \times 9.8 \times 80} = 31,8757 \text{ km/h}$$

$$a_l = \frac{v^2}{R}$$

$$a_l = \frac{(31,8757 \text{ km/h})^2}{0,08 \text{ km}}$$

$$a_l = 12\,700,75 \text{ km/h}^2$$

Para el cálculo de una curva con peralte, se toma de la velocidad máxima y la aceleración lateral un coeficiente de rozamiento del 10%, y en una curva promedio de 80 m el ángulo de peralte es de 20°. (García, 2002)

$$v = \sqrt{R \cdot g \frac{\sin \theta + \mu \cos \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta}} \quad (16)$$

$$v = \sqrt{80 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \frac{\sin 20^\circ + 0,1 \cos 20^\circ}{\cos 20^\circ + 0,1 \sin 20^\circ}}$$

$$v = 47,4132 \text{ km/h}$$

$$a_l = \frac{v^2}{R}$$

$$a_l = \frac{(13,187 \text{ m/s})^2}{80 \text{ m}}$$

$$a_l = 2,17 \text{ m/s}^2$$

3.5.2 Fuerza de inercia del conductor en los amarres del asiento

$$F_1 = F_2 = \frac{a_l \times m_c}{2}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{2,17 \times 75 \text{ kg}}{2}$$

$$F_1 = F_2 = 81,37 \text{ N}$$

3.5.3 *Centro de gravedad.* El centro de gravedad es el punto en el que se puede poner toda la masa del vehículo sin que cambie su comportamiento, la posición es muy importante al momento de circular por una carretera.

Se distingue la componente horizontal (reparto de pesos en el eje delantero y posterior), y la componente vertical (muy importante para evitar el vuelco).

3.5.3.1 *Componente horizontal.* Debido a que el vehículo tiene el motor en la parte delantera y la tracción es posterior, se asume que el 60% del peso total está en la parte delantera el 40% en la parte posterior, entonces:

Suma de pesos eje delantero (PD).

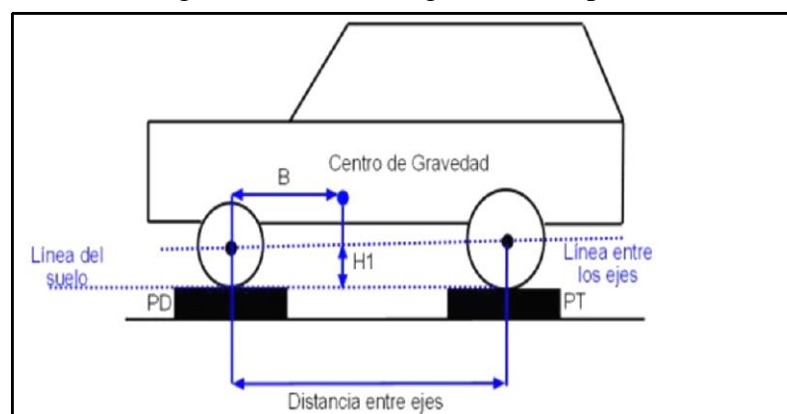
Suma de pesos eje trasero (PT).

Lógicamente el peso total (P) es: $P = PD + PT$

El % de peso que soporta el eje delantero es $= PD / P$

El % de peso que soporta el eje trasero es $= PT / P$

Figura 76. Centro de gravedad en plano



Fuente: <http://debates.coches.net/showthread.php?59660-carrera-autos-locos>

Para hallar la distancia B del eje delantero al centro de gravedad:

$$B = \text{Distancia entre ejes} \times PT / P$$

Si B es muy pequeño, el peso está más cargado en el eje delantero, si B es muy grande, está más cargado en el eje trasero. En los vehículos donde se puede ajustar la distancia entre ejes es un factor a tener en cuenta.

Ahora medimos la distancia entre la línea que une los ejes y la línea del suelo (si está encima de las básculas hay que tenerlo en cuenta) a la altura del centro de gravedad. A esta distancia le llamamos H1. La utilizaremos para hallar la componente vertical. Si todas las ruedas son iguales, $H1 = \text{radio de la rueda}$. Entonces obtenemos los valores de distancia entre ejes y el peso total del automotor en las especificaciones técnicas, siendo la distancia entre ejes de 200 mm y el peso total de 1 500 kg, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 77. Cálculo componente horizontal

Componente horizontal (Pesado en llano)		
Medida	Letra	Valor
Peso delantero (Kg)	PD	900
Peso trasero (Kg)	PT	600
Distancia entre ejes (cm)		200
Peso Total (Kg)	P	1500
% Peso eje delantero		60%
%Peso eje trasero		40%
Distancia del centro de Gravedad al eje delantero (cm)	B	80.0
Radio de la rueda (si son de igual tamaño)		
ó		
Distancia de la línea que une los ejes a la línea del suelo bajo el centro de gravedad (si son de distinto tamaño) (cm)	H1	41.9

Fuente: Autor

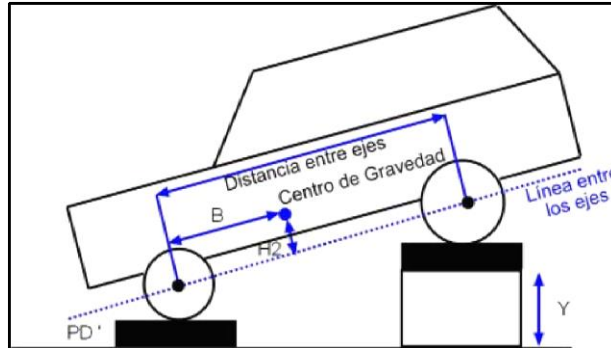
Como se observa en la figura N°65 la distancia B del centro de gravedad al eje delantero es de 80cm y la distancia de la línea de los ejes con respecto al suelo es de 41,9cm que es igual al radio de las ruedas.

3.5.1.2 *Componente vertical (Pesando con el vehículo inclinado).* Es bastante importante. Cuanto más baja sea (y cuanto mayor el ancho de vía, es decir, entre las ruedas izquierdas y derechas), mayor será la velocidad de paso por curva.

Para calcularlo se repite el proceso anterior pero elevando la parte posterior del vehículo "Y" centímetros (mínimo 20 cm para que el cálculo sea fiable).

Importante: Las suspensiones deben de estar bloqueadas o endurecidas para no falsear la medición.

Figura 78. Esquema de la segunda medición



Fuente: <http://debates.coches.net/showthread.php?59660-carrera-autos-locos>

Se repiten las mediciones, aunque ahora solo interesa el peso en el eje delantero, que se lo llama PD'.

La altura del centro de gravedad respecto al eje de las ruedas (H2) es:

$$H2 = \frac{\text{Distancia entre ejes} \times (PD - PD')}{P \times \frac{Y}{\sqrt{(\text{Distancia entre ejes})^2 - Y^2}}} \quad (17)$$

Con lo que la altura del centro de Gravedad es:

$$H = H1 + H2$$

Con esto se tiene la altura a la que se encuentra el centro de gravedad del automotor, dando como resultado 41,9 cm como se muestra en la figura.

Figura 79. Cálculo componente vertical

Componente vertical (Pesado con la trasera del vehículo inclinada)		
Medida	Letra	Valor
Peso delantero con el vehículo inclinado (Kg)	PD'	900
Altura que elevamos la báscula trasera (cm)	Y	25
Distancia del Centro de Gravedad a la línea que une los ejes (cm)	H2	0,0
Altura del Centro de Gravedad respecto al suelo (cm)	H	41,9

Fuente: Autor

Velocidad máxima de paso por curva antes de volcar

Suponiendo que vehículo no derrapa, la velocidad máxima a la que puede entrar a una curva, conociendo el radio de la misma la altura del centro de gravedad y el ancho del automotor se tiene que:

$$v = 3,6 \sqrt{\frac{9,8 \cdot \text{ancho del auto} \cdot \text{radio de la curva}}{2 \cdot \text{altura del centro de gravedad}}} \quad (18)$$

Se tiene una curva con radio de 1000 m entonces la velocidad máxima para entrar a esta curva será de 44,4 km/h para que el vehículo no vuelque.

Figura 80. Obtención de la velocidad máxima

Velocidad máxima de paso por curva antes de volcar		
Suponemos que las ruedas no derrapan Rellenar sólo los campos en azul Los resultados aparecerán en los campos naranjas		
Radio de la curva (m)	r	1000
Altura del centro de gravedad (cm)	H	41,9
Ancho de vía (m)	A	1,3
Velocidad máxima (Km/h)	V	44,4

Fuente: Autor

CAPITULO IV

4. ENSAMBLAJE Y PRUEBAS DEL VEHICULO

4.1 Montaje del motor en el bastidor

Se cambia el motor debido a las modificaciones que se contemplan en el capítulo 3, esto con el propósito de aumentar las capacidades de torque y potencia que tenía el vehículo con el motor original, previo a esto, se acopla la caja de velocidades y el motor en la parte externa del auto, para una mejor maniobrabilidad y comodidad del mecánico.

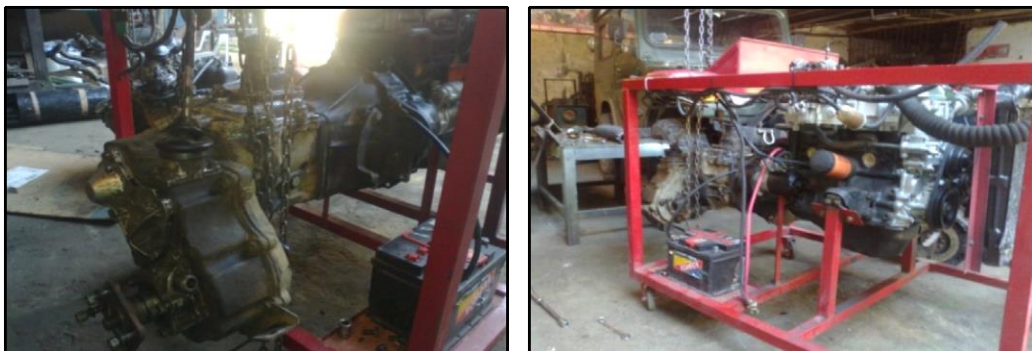
Figura 81. Desacoplamiento del motor original



Fuente: Autor

Una vez que se desmonta el motor y la caja de cambios originales, se procede a acoplar el motor nuevo con la transmisión original, esta acción se hace en un banco de pruebas externo al vehículo, por la facilidad que ofrece al momento del trabajo

Figura 82. Motor y caja de cambios acoplados en el banco de pruebas

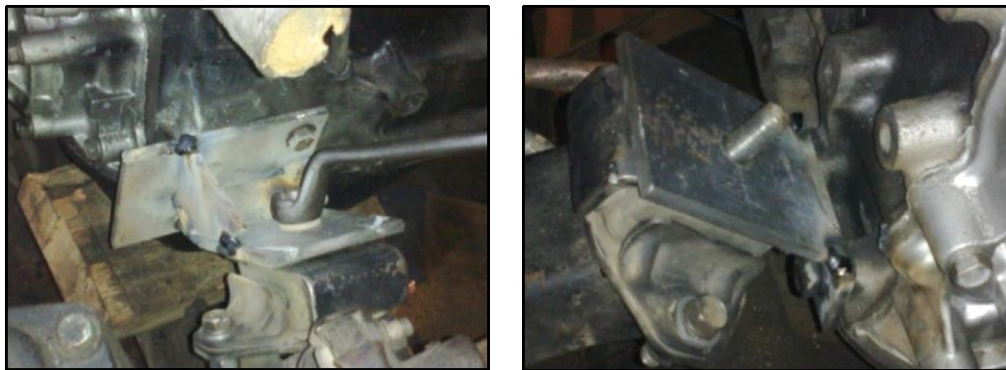


Fuente: Autor

Acoplados el motor y la caja de velocidades, se procede a ubicar el motor en el bastidor, para el efecto se usa un tecele, tomando en cuenta la lineación de ejes cardanes, bases del motor, incluso para una ubicación de acuerdo a los parámetros de serie, para esta acción se construyen bases de acople motor chasis.

La descripción de la construcción y del material usado está en el capítulo 3 en la sección 3.1.1 anclaje del motor al bastidor.

Figura 83. Construcción de las bases del motor



Fuente: Autor

Figura 84. Montaje del motor



Fuente: Autor

4.2 Suspensión modificada

La suspensión se modifica con respecto a la altura, teniendo en cuenta ventajas y desventajas que pueda ocasionar este trabajo.

Una de las ventajas es que, al momento de elevar la suspensión se gana un amplio recorrido de la misma, para sortear obstáculos que se presenten en los distintos terrenos donde se usa el automotor.

Con ello también se gana más suavidad y confort en el habitáculo del automotor, generando así una conducción segura por todo tipo de terreno.

Figura 85. Vehículo sin modificar



Fuente: Autor

Después del montaje del motor se procede a desarmar la suspensión iniciando desde el eje delantero, primero se desarman los puntos móviles de los paquetes de ballestas, después se desarma las abrazaderas que sujetan al conjunto diferencial delantero. Para que la suspensión quede alta, al momento del armado se cambió de posición las bases donde se asientan los paquetes de ballestas de tal manera que estas queden encima del conjunto diferencial.

Junto con el levantamiento de la suspensión delantera se modifica también la barra conectora de la dirección, esto se hace debido a que la suspensión va a tener un mayor recorrido, entonces se alarga la barra de dirección para que esto no sea un limitante al momento del uso.

Figura 86. Detalle de la barra de dirección



Fuente: Autor

Nótese la forma de la barra de dirección para que no exista un roce con el paquete de ballestas

Figura 87. Eje delantero desarmado



Fuente: Autor

Figura 88. Eje delantero desmontado



Fuente: Autor

Figura 89. Cambio de posición de las bases de las ballestas



Fuente: Autor

Figura 90. Modificación de la barra de dirección



Fuente: Autor

Figura 91. Suspensión delantera levantada



Fuente: Autor

De la misma forma se hace el levantamiento de la suspensión posterior, tomando en cuenta los mismos criterios de desarme y seguridad al momento de proceder con el trabajo.

Figura 92. Cambio de posición de las bases de apoyo de la suspensión posterior



Fuente: Autor

Figura 93. Suspensión delantera y posterior levantada



Fuente: Autor

4.3 Base para el winch delantero

Para la construcción de la base para el winch fueron necesarios materiales como perfiles G, tubos redondos y perfiles C los cuales se describen a continuación.

Tabla 18. Materiales utilizados para la base

Tipo de perfil	Características	Medidas [mm]
G	Recubrimiento negro o galvanizado ASTM A36	1 800x100x3
Placa de acero	Recubrimiento negro o galvanizado ASTM A36	570x185x6.5
Tubería redonda	Recubrimiento negro o galvanizado ASTM A36	Φ 2” x 1 800

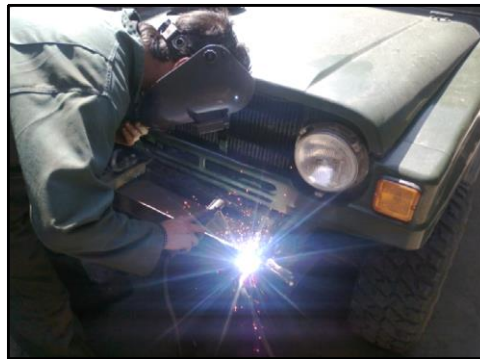
Fuente: Autor

Dichos materiales son elegidos por la resistencia a la tracción que se necesitan para este uso, por la forma y por el peso, refiriéndose a que deben ser materiales livianos y a la vez resistentes.

De la misma forma y con los mismos procesos de corte y soldadura se procede a la elaboración de la base para el winch.

Las características del proceso de soldadura, selección del electrodo y especificaciones técnicas mecánicas del acero utilizado, están descritas en el capítulo 3 en la sección 3.1.1 anclaje del motor al bastidor

Figura 94. Soldadura de la base del winch



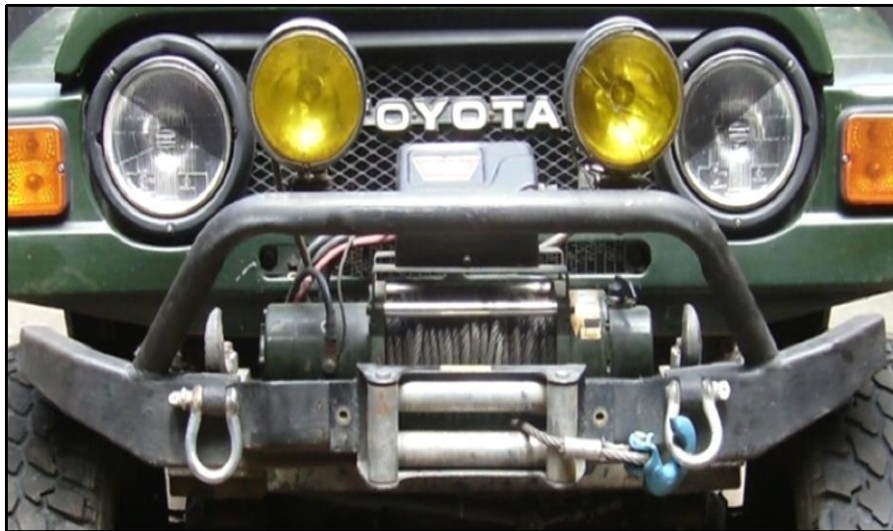
Fuente: Autor

Figura 95. Colocación del winch



Fuente: Autor

Figura 96. Base terminada



Fuente: Autor

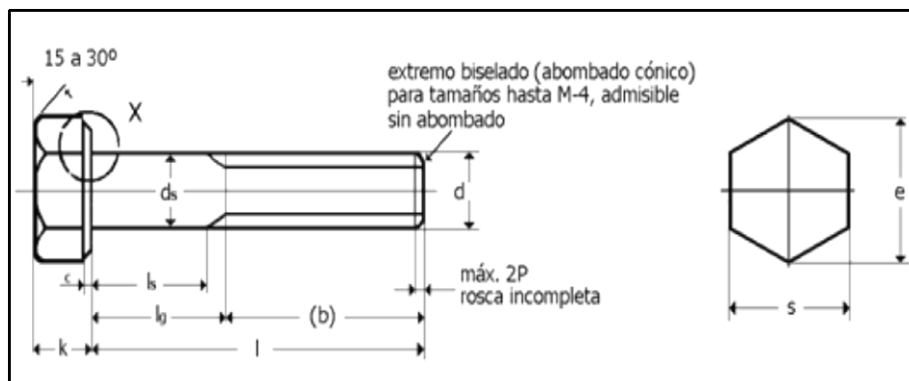
El diseño del guardachoque delantero se hace con el fin de que sea desarmable.

Este está sujeto al chasis por cuatro pernos M 12 los cuales fueron seleccionados de acuerdo a la norma DIN 931 para peros de cabeza hexagonal de rosca métrica.

Esta selección se hizo de esta manera, debido a que los pernos si existen en el mercado, es por eso que se ha tomado la decisión de elegir los pernos mediante una tabla, la cual se muestra a continuación.

Antes de la tabla esta una descripción de los pernos seleccionados, en ella se puede ver en detalle las cotas de medida de diámetro, paso de rosca cabeza de perno, longitud de la parte roscada , altura del hexágono, diámetro nominal y longitud total del perno.

Figura 97. Descripción de pernos de sujeción del guardachoque delantero



Fuente: (Engracia, 2000)

Tabla 19. Selección de pernos

Rosca d		M-1,6	M-2	M-2,5	M-3	M-3,5	M-4	M-5	M-6		
P PASO DE ROSCA 1		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1		
.b medida nominal 3	2 4	9	10	11	12	13	14	16	18		
		-	-	-	-	-	-	22	24		
		-	-	-	-	-	-	-	-		
.c	mínimo	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15		
	máximo	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5		
.da máximo		2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,7	6,8		
.ds	máximo	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6		
	mínimo	1,46	1,86	2,36	2,86	3,32	3,82	4,82	5,82		
.dw mín. Clase de producto	A	2,4	3,2	4,1	4,6	5,1	5,9	6,9	8,9		
	B	-	-	-	-	-	-	6,7	8,7		
.e clase de producto	A	3,48	4,38	5,45	6,01	6,58	7,66	8,79	11,05		
	B	-	-	-	-	-	-	8,63	10,89		
.f máximo		0,6	0,8	1	1	1,2	1,2	1,4	2		
k	Medida nominal		1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4	
	Clase de producto	A	mínimo	0,98	1,28	1,58	1,88	2,28	2,68	3,35	3,85
			máximo	1,22	1,52	1,82	2,12	2,52	2,92	3,65	4,15
		B	mínimo	-	-	-	-	-	-	3,26	3,76
			máximo	-	-	-	-	-	-	3,74	4,24
.k1 mínimo		0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,28	2,63		
.r mínimo		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25		
s	Máx.= medida nominal		3,2	4	5	5,5	6	7	8	10	
	Clase de producto	A	3,08	3,88	4,82	5,32	5,82	6,78	7,78	9,78	
		B	-	-	-	-	-	-	7,64	9,64	

Tabla N°18 (continuación)

Rosca d			(M-7)	M-8	M-10	M-12	(M-14)	M-16	(M-18)	M-20	
P PASO DE ROSCA 1			1	1,25	1,50	1,75	2	2	2,50	2,50	
.b medida nominal 3	2	4	20	22	26	30	34	38	42	46	
			26	28	32	36	40	44	48	52	
			-	-	45	49	53	57	61	65	
.c	mínimo		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	
	máximo		0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	
.da máximo			7,8	9,2	11,2	13,7	15,7	17,7	20,2	22,4	
.ds	máximo		7	8	10	12	14	16	18	20	
	mínimo		6,78	7,78	9,78	11,73	13,73	15,73	17,73	19,67	
.dw mín. Clase de producto	A	B	9,6	11,6	14,6	16,6	19,6	22,5	25,3	28,2	
			16,6	17,4	20,5	22,5	25,3	28,2			
.e clase de producto	A	B	9,4	11,4	14,4	16,4	19,2	22	24,8	27,7	
			15,4	17,2	20,1	22	24,8	27,7			
.e clase de producto	A	B	12,12	14,38	17,77	20,03	23,35	26,75	30,14	33,53	
			18,90	21,1	24,49	26,75	30,14	33,53			
.f máximo	A	B	11,94	14,20	17,59	19,85	22,78	26,17	29,56	32,95	
			18,72	20,88	23,91	26,17	29,56	32,95			
.k Medida nominal			4,8	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	
k	Clase de producto	A	mínimo	4,65	5,15	6,22	7,32	8,62	9,82	11,28	12,28
			máximo	4,95	5,45	6,58	7,68	8,98	10,18	11,72	12,72
		B	mínimo	4,56	5,06	6,11	7,21	8,51	9,71	11,15	12,15
			máximo	5,04	5,54	6,69	7,79	9,09	10,29	11,85	12,85
.k1 mínimo			3,19	3,54	4,28	5,05	5,96	6,8	7,8	8,5	
.r mínimo			0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	
s	Máx.= medida nominal		11	13	16	18	21	24	27	30	
	Clase de producto	A	10,73	12,73	15,73	17,73	20,67	23,67	26,67	29,67	
			16,73	18,67	21,67	23,67	26,67	29,67			
Clase de producto	B	10,57	12,57	15,57	17,57	20,16	23,16	26,16	29,16		
		16,57	18,48	21,16	23,16	26,16	29,16				

Fuente: (Engracia, 2000)

Por lo tanto de acuerdo a la tabla 18 los pernos idóneos tienen la siguiente descripción.

Tornillo hexagonal con rosca d = m 12 longitud nominal 1.5 x 60 mm y resistencia de material 8.8.

Tornillo hexagonal DIN 931 M12 x 60 - 8.8

4.4 Pintura, neumáticos y llantas

La pintura del vehículo cumple con dos funciones, por una parte lo protege contra la corrosión y por otra nos da el aspecto estético final dándonos así el brillo y el color requerido, haciendo al vehículo más atractivo.

Previo a la pintura hay que cumplir con parámetros previos para que el proceso y el acabado sean satisfactorios y a la vez agradables a la vista, estos parámetros son:

- Remoción de la pintura
- Desengrasado
- Masillado
- Lijado
- Fondeado
- Pintura

4.4.1 *Remoción de la pintura.* Para este proceso se usa un líquido removedor de pintura el cual debe ser usado con mucho cuidado al momento de la aplicación, ya que es irritante al contacto con la piel y los ojos. Se recomienda usar guantes y gafas al momento de la aplicación.

Figura 98. Colocación del removedor



Fuente: Autor

Figura 99. Remoción de la pintura



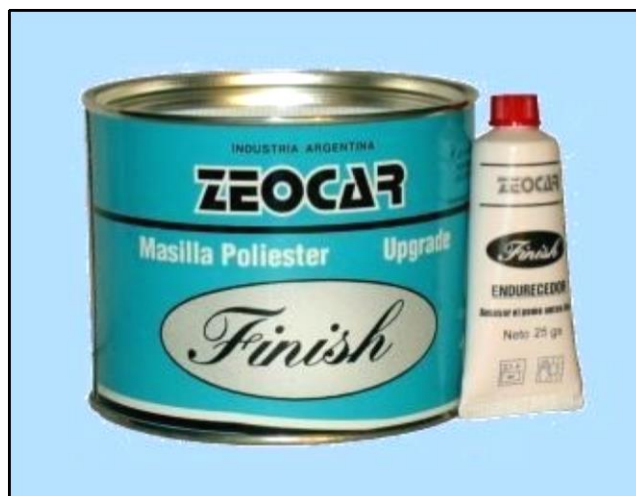
Fuente: Autor

4.4.2 *Desengrasado.* Una vez removida la pintura, se hace el desengrasado por aspersión a presión normal, empleando formulas con un elevado régimen de desengrase. Finalmente se lava con agua limpia.

4.4.3 *Masillado.* El masillado es un proceso importante en la reparación de superficies, ya que con este proceso es posible alisar perfectamente las superficies que van a ser pintadas, otra de las ventajas que nos presenta el masillado es que se pueden rellenar las superficies que han sido golpeadas.

Para la aplicación en la superficie que será tratada, se mezclan las dos resinas, es decir la masilla y un endurecedor en un aproximad de 96% - 99% de masilla y del 1% - 4 % de endurecedor. La aplicación se lo hace con una espátula.

Figura 100. Masilla y endurecedor



Fuente: Autor

La primera aplicación se la hace con la espátula ligeramente inclinada tratando de rellenar la superficie, después en la segunda aplicación se coloca una cantidad mayor que en la primera pasada para que quede totalmente rellena la superficie

4.4.4 Lijado. Después de la aplicación de la masilla, con el objetivo de que la superficie quede totalmente lisa se procede al lijado de las partes masilladas.

Este proceso se hace con la finalidad de alisar las superficies para que la pintura se adhiera con una mayor facilidad al momento de la aplicación

Figura 101. Etapas del lijado

Rallas de lija	Lijado seco	Lijado húmedo
	P80	80
	P180	180- 220
	P280	280- 320
	P360	400- 600

Fuente: Autor

Figura 102. Lijado de la carrocería



Fuente: Autor

4.4.5 Fondeado. Una vez alisadas las superficies con el lijado, se aplican las capas necesarias de fondo, esto se lo hace con una pistola a una presión de 3 a 5 bares, siempre procurando obtener películas uniformes en cada pasada cada una de ella es aproximadamente 150 micras.

Figura 103. Carrocería lijada



Fuente: Autor

Figura 104. Carrocería fondeada



Fuente: Autor

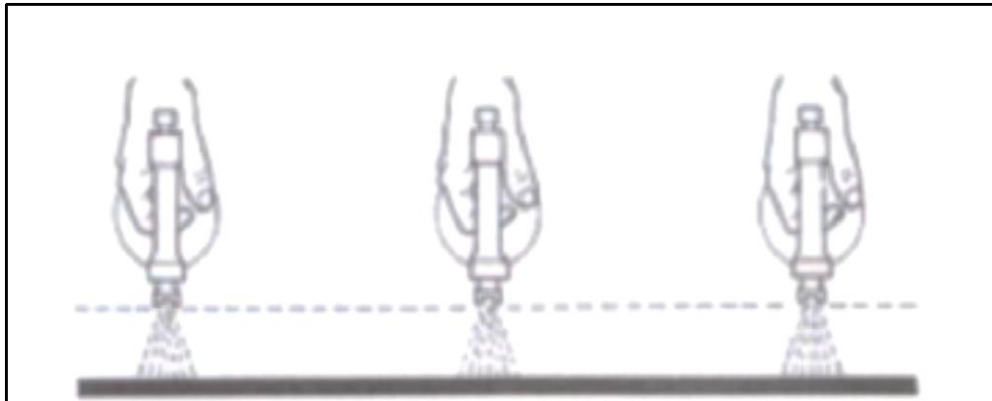
4.4.6 Pintado. Con este trabajo se requiere obtener capas muy finas y uniformes de pintura, con un buen poder de cobertura para evitar la corrosión y para un buen aspecto estético.

Antes de comenzar con la pintura, se verifica el estado de funcionamiento de la pistola, para asegurarse de que no existan imperfecciones al momento de la aplicación como pueden ser grumos o gotas en la superficie de pintura u obstrucciones en los orificios de aireación de la pistola. Hecha esta revisión previa se procede a la imprimación de la pintura siguiendo unas pequeñas normas generales para la utilización de la pistola, estas son:

- Movimiento de la pistola perpendicular y con una distancia respecto a la superficie de 15 y 30 cm.

- Una velocidad de desplazamiento uniforme

Figura 105. Forma correcta de pintar



Fuente: Autor

Figura 106. Vehículo pintado



Fuente: Autor

En cuanto a neumáticos, para el tipo de servicio que va a desempeñar el automotor, se eligieron neumáticos de labrado agresivo para poder circular por cualquier tipo de terreno, siendo así las medidas 33x12,50 R15 MT, siendo este código descifrado de la siguiente manera:

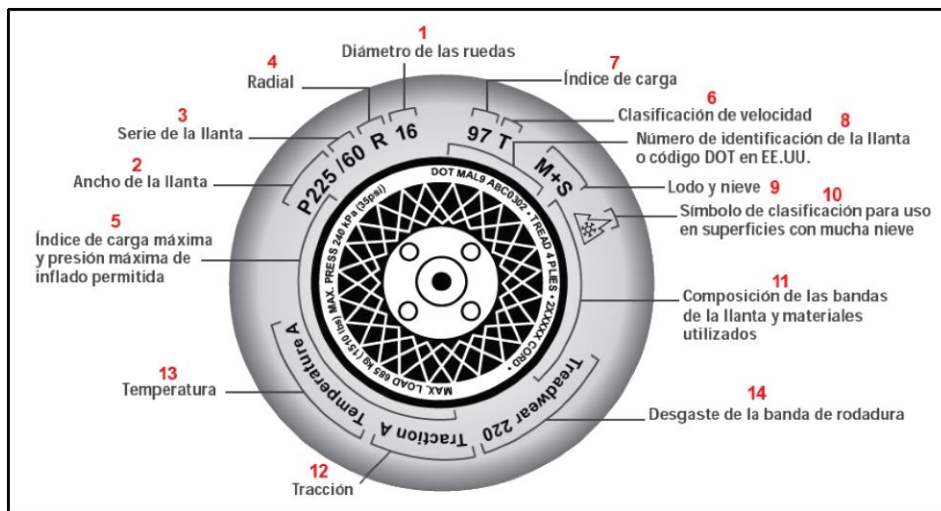
33x12,50 corresponden al diámetro exterior y al ancho del neumático respectivamente, R15 quiere decir que la disposición de las lonas es de forma radial y el número 15 significa el diámetro interior del neumático, por último las letras MT (Mud Terrain) quieren decir que es un neumático para lodo. (Lozada, 2012) (Radial, 2000)

Figura 107. Neumático utilizado en la modificación



Fuente: (Radial, 2000)

Figura 108. Nomenclatura del neumático



Fuente: (Lozada, 2012)

Las características de los neumáticos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20. Características del neumático

Características	Beneficios
Patrón de diseño agresivo	Máxima tracción en todas las condiciones climáticas
Diseño del labrado en forma piramidal	Excelente resistencia al aquaplaning y capacidad de auto limpieza
Perfil y hombro de neumático solidos	Tracción mejorada en curvas
Bastidor reforzado	Resistencia a cualquier daño

Fuente: (Radial, 2000)

Una vez seleccionados los neumáticos, es necesario elegir las llantas (Aros o rines), estos deberían ser livianos y a la vez resistentes, debido al uso al cual serán sometidos en las pruebas de conducción. Las ruedas elegidas para mi trabajo están fabricadas en una aleación de aluminio y magnesio, las cuales me proporcionaron un mejor rendimiento de acuerdo al peso de todo el conjunto de rueda y neumático.

Figura 109. Llanta utilizada en el proyecto



Fuente: Autor

4.5 Pruebas de conducción

Estas pruebas se realizaron con la finalidad de comparar los parámetros de potencia y torque con respecto al cambio que se hizo del motor de serie Toyota 12r 1 600 cc al motor 21r 2 000 cc, parámetro que se describe en la tabla N°4.

A continuación se muestra los gráficos y resultados obtenidos en las pruebas dinámicas, para cada etapa de la prueba se hacen tres mediciones para así sacar un promedio al valor teórico que muestra la tabla N°4.

4.5.1 Conducción en 4x2 (2H). Esta prueba consiste en subir el vehículo en unos rodillos los cuales medirán la potencia y torque generados con el nuevo motor, se hacen para cada conducción tres pruebas para sacar un valor aproximado que se compare con los valores teóricos, junto con esto necesario multiplicar los valores de potencia y torque, ya que la relación de transmisión de la caja de cambios a la caja de transferencia es de 2 a 1; una vez subido el vehículo a los rodillos se lo fija mediante eslingas que se sujetan en los diferenciales delantero y posterior de una manera cruzada por motivos de seguridad, para que quede bien sujeto el automotor se procede a templar las eslingas

mediante un tecla manual, el cual tensiona la eslinga dejando el vehículo totalmente fijado a los rodillos como se observa en la figura.

Figura 110. Sujeción del vehículo a los rodillos



Fuente: Autor

Figura 111. Vehículo fijado



Fuente: Autor

Una vez fijo el vehículo se coloca una sonda en lugar de la varilla de medición del aceite con la finalidad de medir la temperatura del motor, para una correcta medición en

el dinamómetro la temperatura del motor tiene que estar a 198°F, para controlar esta magnitud durante el proceso, se coloca un ventilador que de igual manera es controlado con la sonda de la varilla de medición del aceite.

Figura 112. Ventilador delante del vehículo



Fuente: Autor

Nótese el equipo de protección personal del operador

Es necesario también al momento de hacer las pruebas usar los equipos de seguridad personal, para salvaguardar la integridad del operador.

Figura 113. Dinamómetro



Fuente: Autor

Figura 114. Rodillos



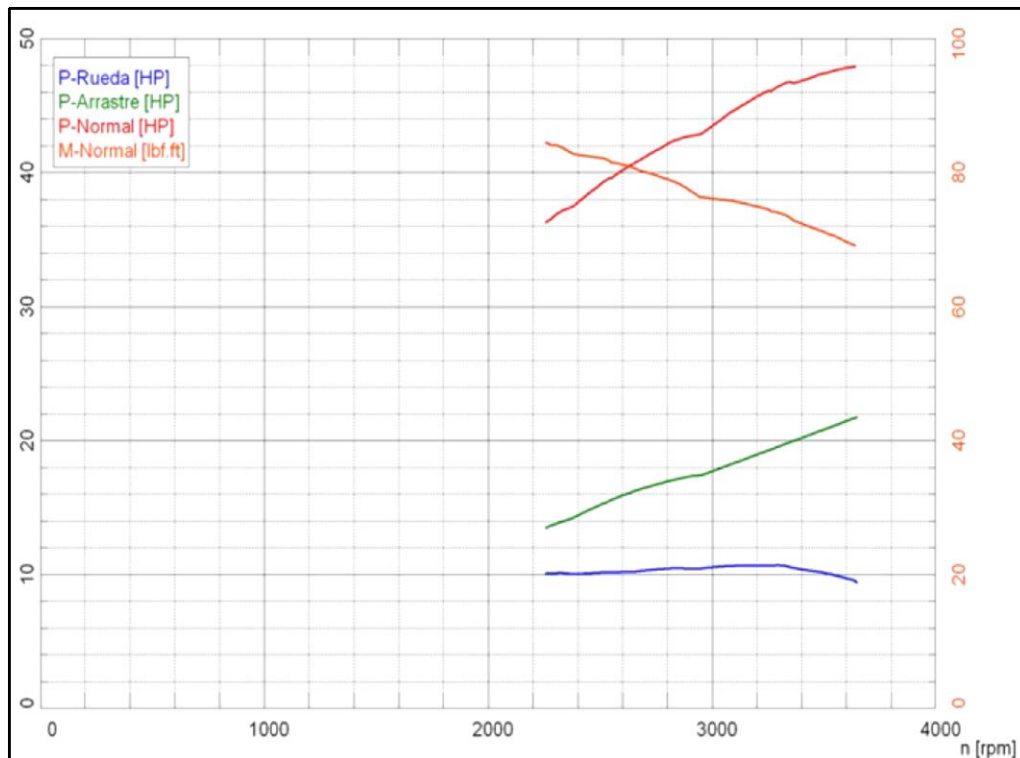
Fuente: Autor

Prueba 1

El siguiente grafico nos muestra las curvas de potencia del motor en la relación de 2H, para el efecto se hacen tres pruebas dando los siguientes resultados:

Prueba 1

Figura 115. Curvas de potencia prueba 1



Fuente Autor

Figura 116 .Valores obtenidos prueba 1

Valores de potencia		Valores del ambiente	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 47,8 HP / 35,7 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 74,3 F
Potencia motor	P_{Mot} 31,2 HP / 23,2 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 132,3 F
Potencia ruedas	P_{Rueda} 9,5 HP / 7,1 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire} 38,8 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 21,7 HP / 16,2 kW	Presión del aire	P_{Aire} 738,6 hPa
Potencia máx.	3635 rpm / 49,5 mph	Presión del vapor	P_{Vapor} 11,2 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal} 84,5 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite} 197,6 F
Par máx.	2245 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ----, F
RPM máx. alcanzado	3645 rpm / 49,6 mph		
¹⁾ Corrección según SAE J 1349			
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$			

Fuente: Autor

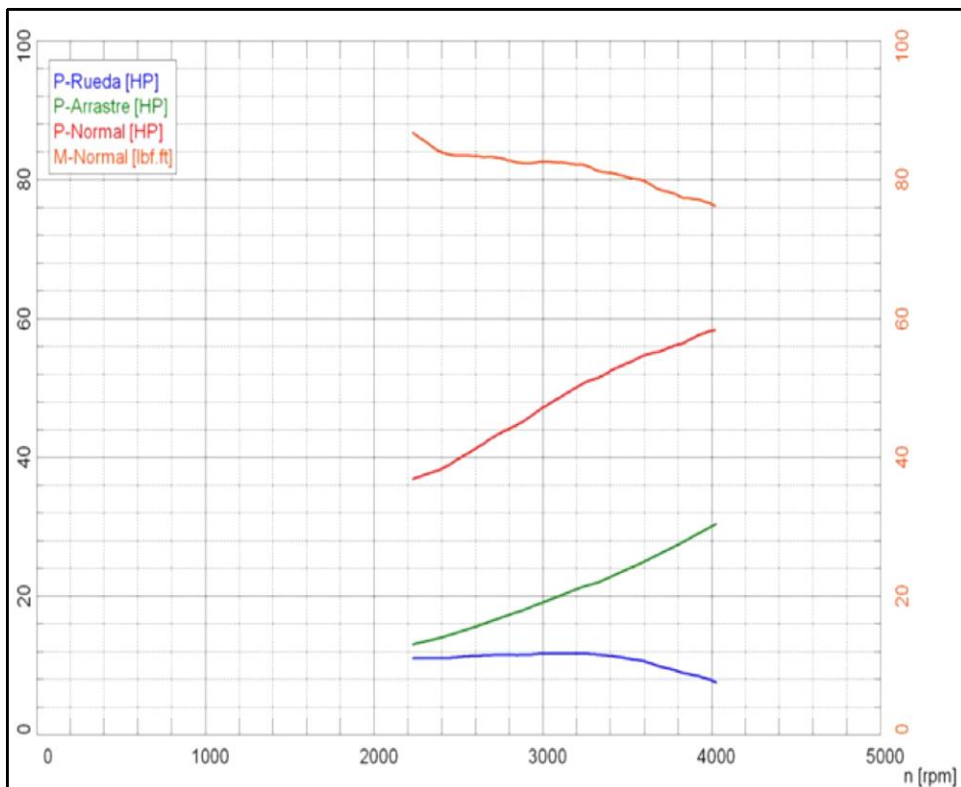
Para el efecto se toma los valores de potencia normal y par normal que para la primera medición son:

Potencia normal = 47,8 hp

Par normal = 84,5 lb.ft

Prueba 2

Figura 117. Curvas de potencia prueba 2



Fuente: Autor

Figura 118. Valores obtenidos prueba 2

Valores de potencia			Valores del ambiente		
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	58,3 HP / 43,4 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	74,8 F
Potencia motor	P_{Mot}	37,8 HP / 28,2 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	136,0 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	7,5 HP / 5,6 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	37,5 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	30,3 HP / 22,6 kW	Presión del aire	P_{Aire}	738,8 hPa
Potencia máx.		4025 rpm / 55,2 mph	Presión del vapor	P_{Vapor}	11,1 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	86,6 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	197,6 F
Par máx.		2225 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	----, - F
RPM máx. alcanzado		4025 rpm / 55,3 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$					

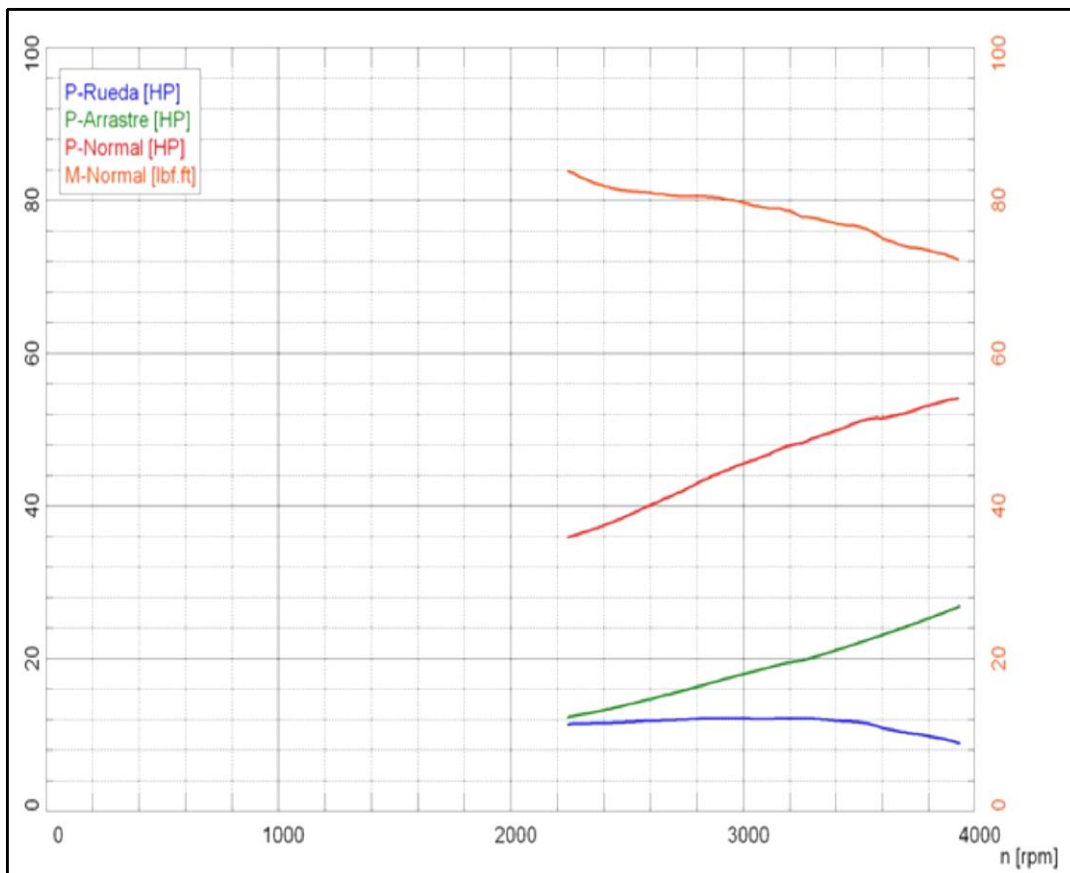
Fuente: Autor

Potencia normal = 58,3hp

Par normal = 86,6lb.ft

Prueba 3

Figura 119. Curvas de potencia prueba 3



Fuente: Autor

Figura 120. Valores obtenidos prueba 3

Valores de potencia			Valores del ambiente		
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	54,0 HP / 40,3 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	76,5 F
Potencia motor	P_{Mot}	35,5 HP / 26,5 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	121,6 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	8,8 HP / 6,6 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	36,7 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	26,7 HP / 19,9 kW	Presión del aire	p_{Aire}	738,6 hPa
Potencia máx.		3935 rpm / 53,8 mph	Presión del vapor	p_{Vapor}	11,4 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	83,8 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	201,2 F
Par máx.		2235 rpm / 30,7 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	----, F
RPM máx. alcanzado		3935 rpm / 53,9 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$					

Fuente: Autor

Potencia normal = 54,0 hp

Par normal = 83,8 lb.ft

Entonces se suman los tres valores obtenidos en las pruebas y se dividen para tres, se multiplican por dos debido a la relación de transmisión obteniéndose el valor deseado.

$$\text{Potencia Normal} = \frac{47.8+58.3+54}{3} \times 2 \quad (19)$$

Potencia normal = 106,7 hp.

$$\text{Par normal} = \frac{84.5+86.6+83.8}{3} \quad (20)$$

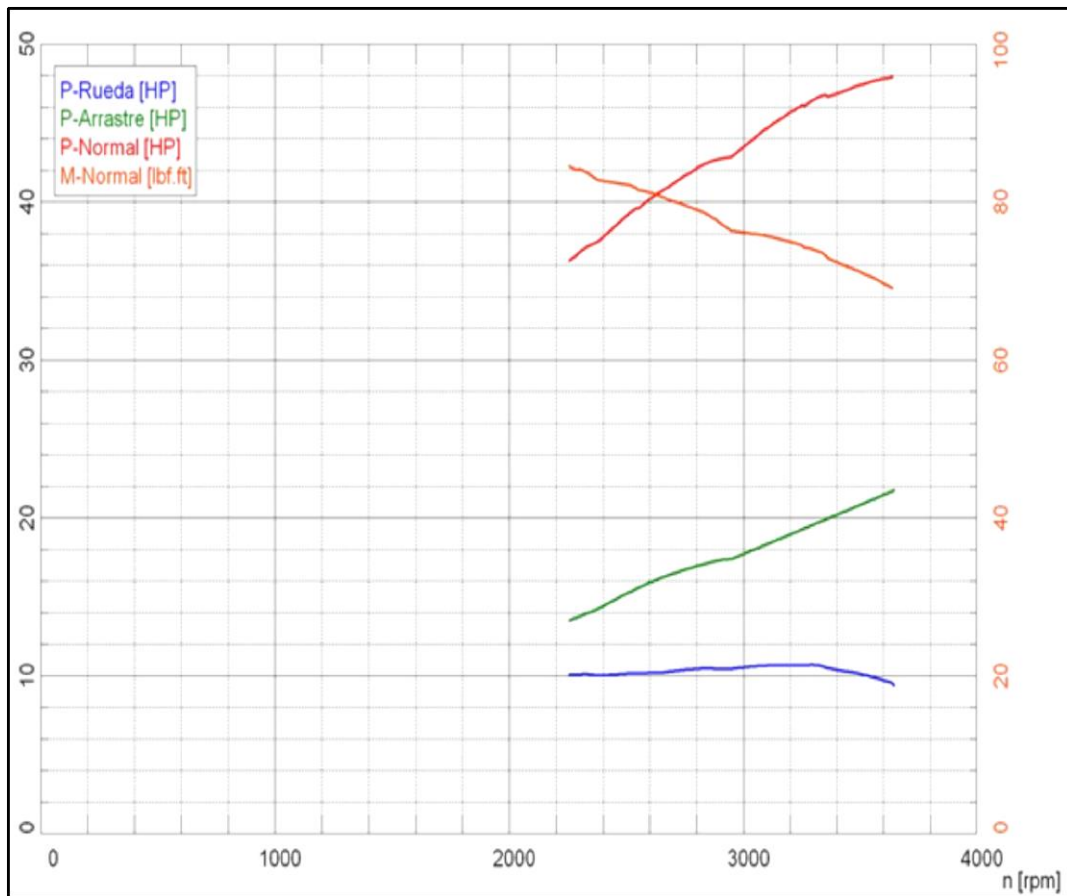
Par normal = 115,1 N.m

El valor del par se ve disminuido en una proporción debido al tamaño y peso de las ruedas, esto hace que el automotor consuma más energía para mover la elevada inercia de las ruedas.

4.5.2 Conducción en 4x4 alta (4H). Para la conducción en 4H se obtienen los mismos resultados ya que la potencia que sale a las ruedas motrices posteriores va a ser la misma para las ruedas delanteras.

Prueba 1

Figura 121. Curvas de potencia prueba 1



Fuente Autor

Figura 122. Valores obtenidos prueba 1

Valores de potencia			Valores del ambiente		
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	47,8 HP / 35,7 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	74,3 F
Potencia motor	P_{Mot}	31,2 HP / 23,2 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	132,3 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	9,5 HP / 7,1 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	38,8 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	21,7 HP / 16,2 kW	Presión del aire	P_{Aire}	738,6 hPa
Potencia máx.		3635 rpm / 49,5 mph	Presión del vapor	P_{Vapor}	11,2 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	84,5 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	197,6 F
Par máx.		2245 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	----,-- F
RPM máx. alcanzado		3645 rpm / 49,6 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00 \%$					

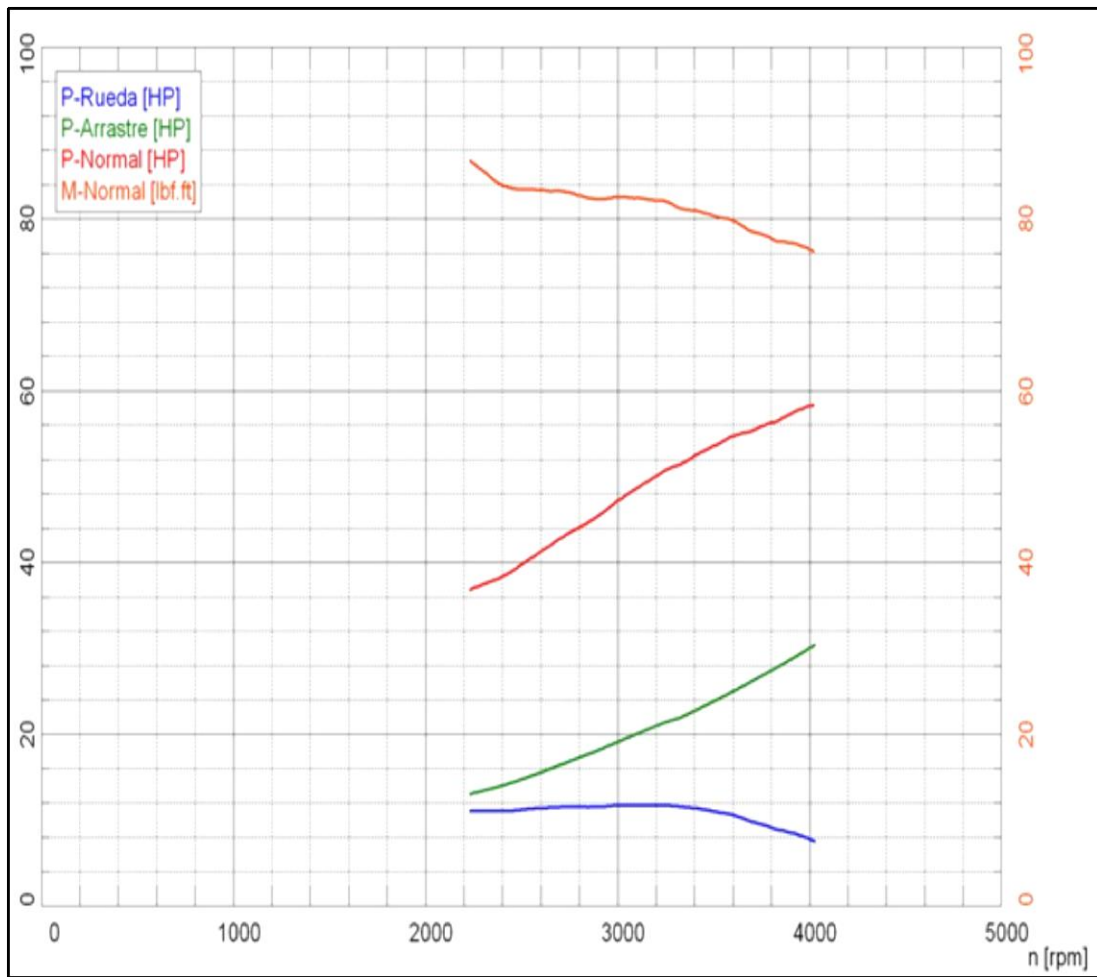
Fuente: Autor

Potencia normal = 47,8 hp

Par normal = 84,5 lb.ft

Prueba 2

Figura 123. Curvas de potencia prueba 2



Fuente: Autor

Figura 124. Valores obtenidos prueba 2

Valores de potencia		Valores del ambiente	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 58,3 HP / 43,4 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 74,8 F
Potencia motor	P_{Mot} 37,8 HP / 28,2 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 136,0 F
Potencia ruedas	P_{Rueda} 7,5 HP / 5,6 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire} 37,5 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 30,3 HP / 22,6 kW	Presión del aire	P_{Aire} 738,8 hPa
Potencia máx.	4025 rpm / 55,2 mph	Presión del vapor	P_{Vapor} 11,1 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal} 86,6 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite} 197,6 F
Par máx.	2225 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ----,- F
RPM máx. alcanzado	4025 rpm / 55,3 mph		
¹⁾ Corrección según SAE J 1349 Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$			

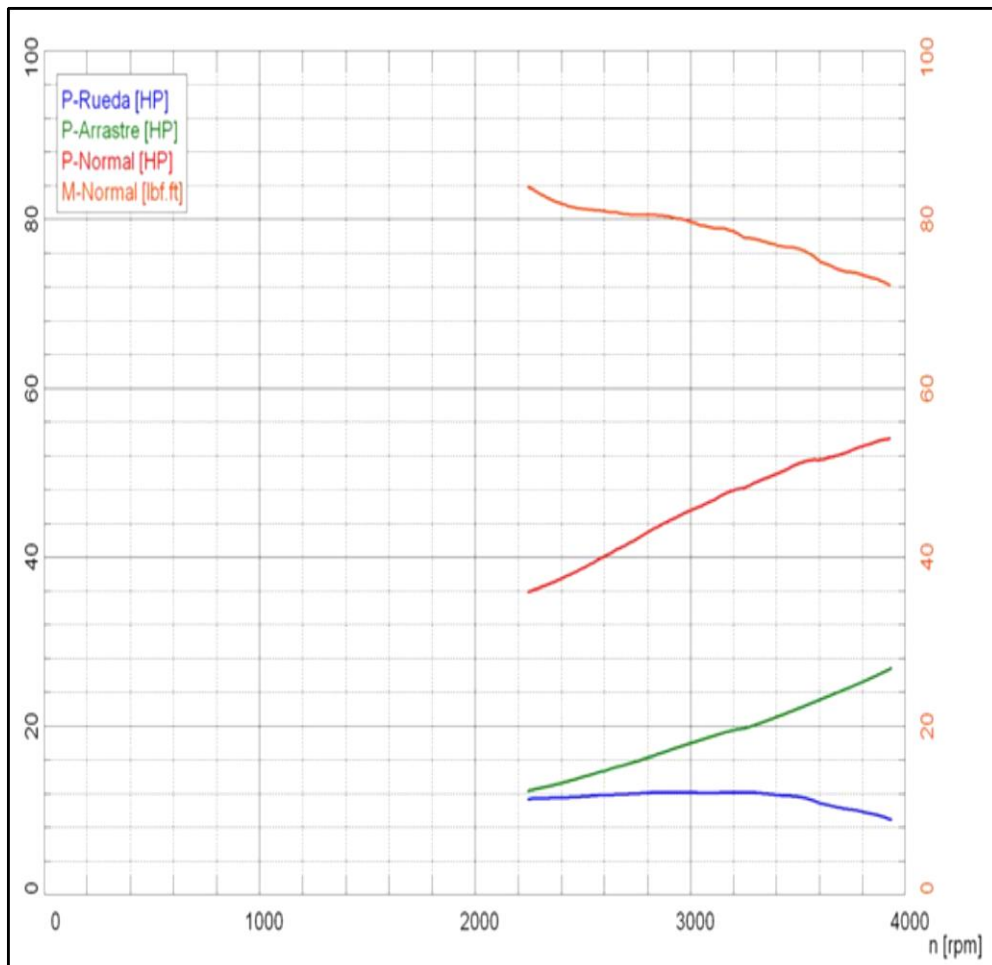
Fuente: Autor

Potencia normal = 58,3 hp

Par normal = 86.6lb.ft

Prueba 3

Figura 125. Curvas de potencia prueba 3



Fuente: Autor

Figura 126. Valores obtenidos prueba 3

Valores de potencia		Valores del ambiente	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 54,0 HP / 40,3 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 76,5 F
Potencia motor	P_{Mot} 35,5 HP / 26,5 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 121,6 F
Potencia ruedas	P_{Rueda} 8,8 HP / 6,6 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire} 36,7 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 26,7 HP / 19,9 kW	Presión del aire	p_{Aire} 738,6 hPa
Potencia máx.	3935 rpm / 53,8 mph	Presión del vapor	p_{Vapor} 11,4 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal} 83,8 lb.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite} 201,2 F
Par máx.	2235 rpm / 30,7 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ----, - F
RPM máx. alcanzado	3935 rpm / 53,9 mph		
¹⁾ Corrección según SAE J 1349			
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$			

Fuente: Autor

Potencia normal = 54 hp

Par normal = 83,8 lb.ft

Entonces se suman los tres valores obtenidos en las pruebas y se dividen para tres y se multiplican por dos debido a la relación de transmisión obteniéndose el valor deseado.

$$\text{Potencia Normal} = \frac{47,8+58,3+54}{3} \times (2)$$

Potencia normal = 106,7 hp.

$$\text{Par normal} = \frac{84,5+86,6+83,8}{3}$$

Par normal = 115,19 N.m

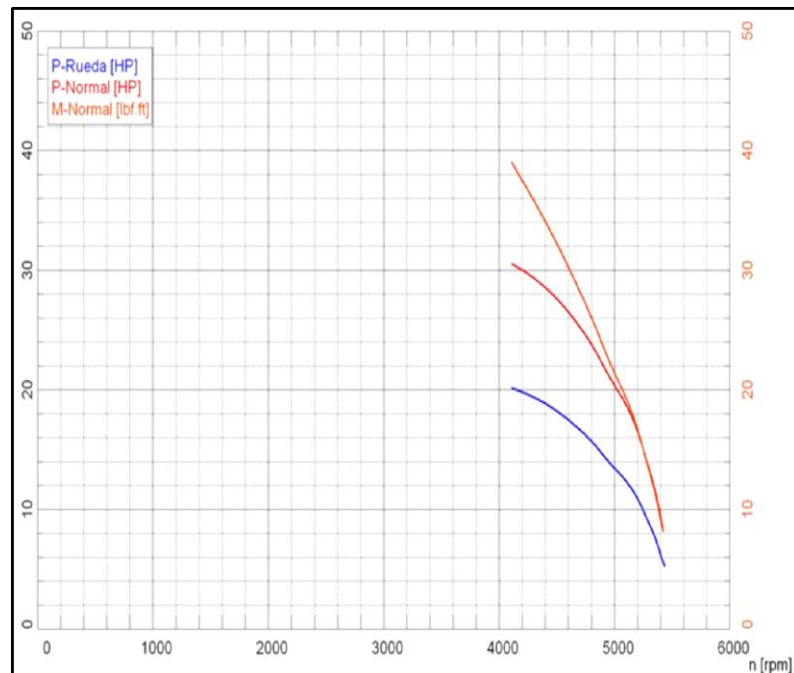
El valor del par se ve disminuido en una proporción debido al tamaño y peso de las ruedas, esto hace que el automotor consuma más energía para mover la elevada inercia de las ruedas.

4.5.3 *Conducción en 4x4 baja (4L).* Esta prueba se hace en la macha baja de la caja de transferencia, consiste en reducir la velocidad de las ruedas motrices para aumentar el par motor y sortear obstáculos más difíciles.

De la misma forma se hacen tres pruebas para obtener un valor cercano al teórico.

Prueba 1

Figura 127. Curvas de potencia prueba 1



Fuente: Autor

Figura 128. Valores obtenidos prueba 1 4L

Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	30,5 HP / 22,8 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	77,4 F
Potencia motor	P_{Mot}	20,1 HP / 15,0 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	120,2 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	20,1 HP / 15,0 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	34,3 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	0,0 HP / 0,0 kW	Presión del aire	p_{Aire}	738,5 hPa
Potencia máx.		4100 rpm / 30,6 mph	Presión del vapor	p_{Vapor}	11,0 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	39,0 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	192,2 F
Par máx.		4100 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	---- F
RPM máx. alcanzado		5435 rpm / 40,6 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$					

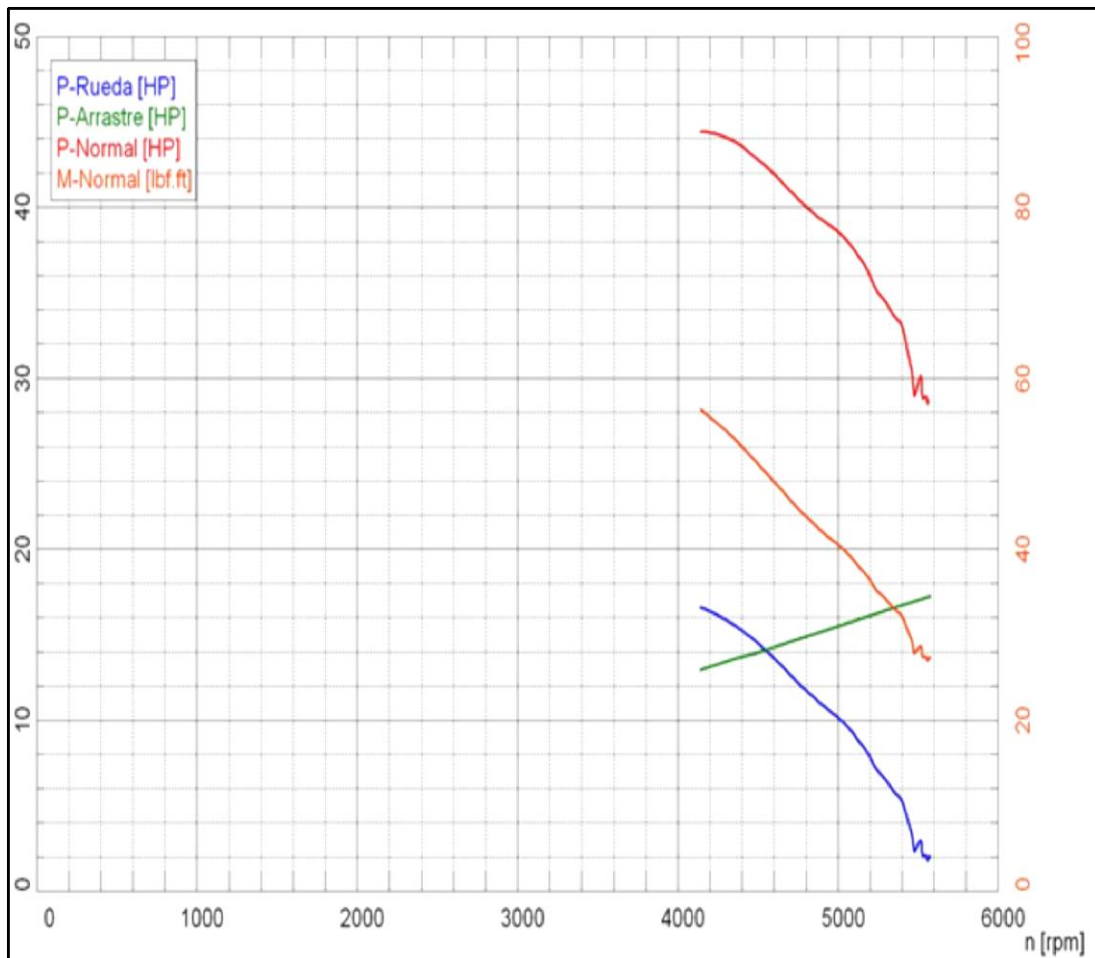
Fuente: Autor

Potencia Normal = 30,5 hp

Par Normal = 39 lb.ft

Prueba 2

Figura 129. Curvas de potencia prueba 2



Fuente: Autor

Figura 130 .Valores obtenidos prueba 2 4L

Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	44,4 HP / 33,1 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	77,0 F
Potencia motor	P_{Mot}	29,4 HP / 22,0 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	114,1 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	16,6 HP / 12,4 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	34,8 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	12,9 HP / 9,6 kW	Presión del aire	p_{Aire}	738,4 hPa
Potencia máx.		4135 rpm / 30,7 mph	Presión del vapor	p_{Vapor}	11,0 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	56,3 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	197,6 F
Par máx.		4135 rpm / 30,7 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	---- F
RPM máx. alcanzado		5575 rpm / 41,4 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00 \%$					

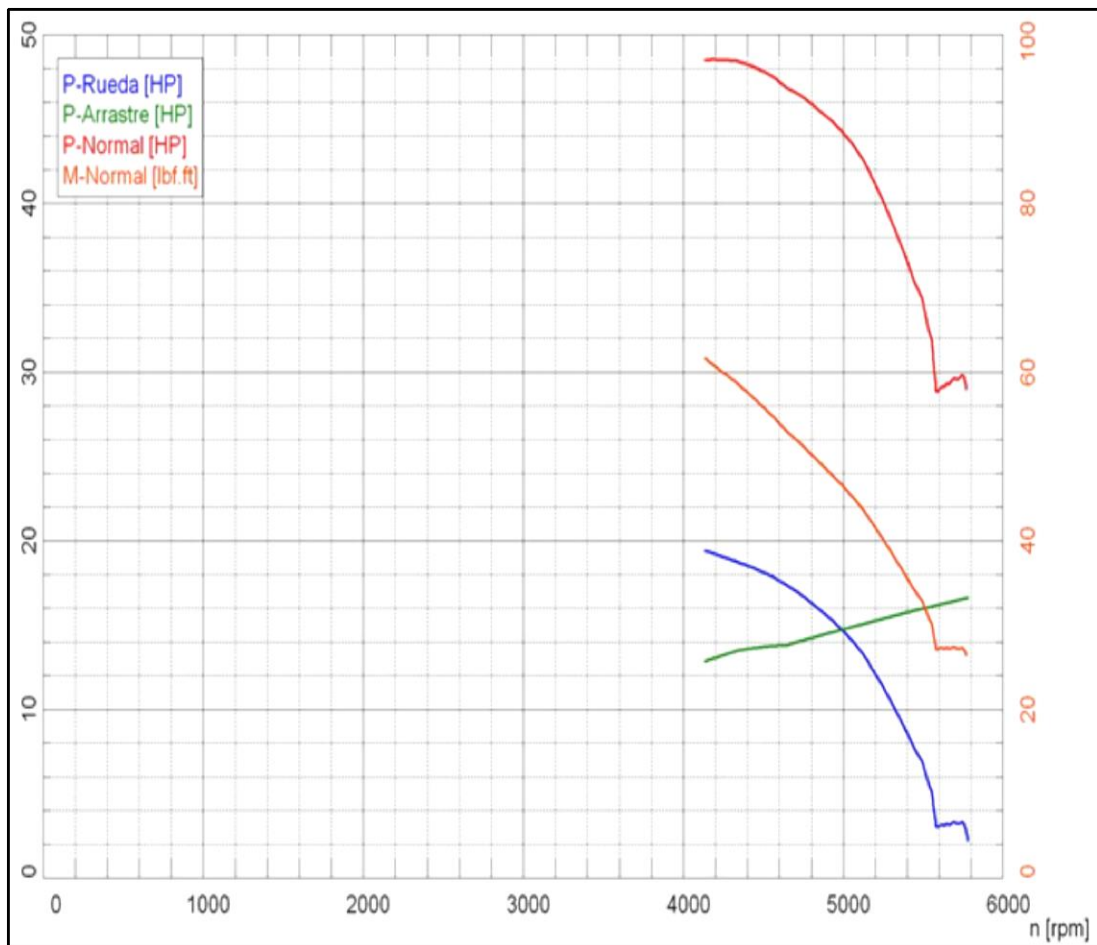
Fuente: Autor

Potencia normal = 44,4 hp

Par normal = 56,3 lb.ft

Prueba 3

Figura 131. Curvas de potencia prueba 3



Fuente: Autor

Figura 132. Valores obtenidos prueba 3 4L

Potencia normal ¹⁾	P _{Normal}	48,5 HP / 36,1 kW	Temperat. ambiente	T _{Ambiente}	77,0 F
Potencia motor	P _{Mot}	32,2 HP / 24,0 kW	Temperat. aire aspirado	T _{Aire aspirado}	112,8 F
Potencia ruedas	P _{Rueda}	19,2 HP / 14,3 kW	Humedad relativa del aire	H _{Aire}	35,0 %
Potencia arrastre	P _{Arrastre}	13,0 HP / 9,7 kW	Presión del aire	P _{Aire}	738,4 hPa
Potencia máx.		4185 rpm / 31,1 mph	Presión del vapor	P _{Vapor}	11,1 hPa
Par ¹⁾	M _{Normal}	61,6 lbf.ft	Temperat. del aceite	T _{Aceite}	197,6 F
Par máx.		4125 rpm / 30,6 mph	Temperat. carburante	T _{Carburante}	----, F
RPM máx. alcanzado		5780 rpm / 42,9 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: Q _v = 0,00 %					

Fuente: Autor

Potencia normal = 48,5 hp

Par normal = 61,6 lb.ft

$$\text{Potencia normal} = \frac{30,5+44,4+48,5}{3} \times 2$$

Potencia normal = 82,62 hp

$$\text{Par normal} = \frac{39+56,3+61,6}{3}$$

Par normal = 70,91 N.m

Los valores en esta última prueba difieren debido a que la reducción de 4L es para circular por rutas con un grado de dificultad alto ya que se necesita que la potencia en las ruedas sea lo suficientemente alta para coronar pendientes fuertes, vadear ríos profundos, conducir sobre piedras grandes en barro y arena

CAPÍTULO V

5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO

5.1.1. *Componentes del vehículo.* Como componente principal está el motor del vehículo, que fue cambiado por motivos de potencia y torque. El motor que fue colocado en el automotor es un Toyota 21r con las siguientes características. (Molina, 2012)

Tabla 21. Especificaciones de motor

Especificaciones del motor	
Modelo	21 R-U
Tipo	4 cilindros en línea
Distribución	OHC
Cilindrada	2 000cc
Relación de compresión	8,4 a 1
Orden de encendido	1-3-4-2
Formación de la mezcla	Motor atmosférico a carburación
Potencia	105 hp (78 kW) a 5 200 rpm
Torque	162 N.m a 3 600 rpm

Fuente: Autor

Lo siguiente que se debe tomar en cuenta es la suspensión del automotor, la cual fue modificada en la designación SPOA, que se refiere a poner las carcasas de los conjuntos diferenciales por debajo de los paquetes de ballestas.

Para finalizar es necesario conocer sobre el uso del torno (winch), que en este caso se le utilizará como una ayuda adicional a la potencia del vehículo.

5.1.2 *Elaboración del manual de operación.* A continuación se detalla los consejos para una buena conducción del vehículo de rescate:

5.1.2.1 *Recomendaciones sobre el combustible.* Para el buen funcionamiento y operación del automotor es necesario utilizar el combustible con el número de octanos siguiente o mayor al número especificado, en este caso es factible el combustible desde 86 a 92 octanos, si se usa combustibles de bajo octanaje entonces surgen golpeteos y

detonaciones que ocasionaran recalentamientos y bajo rendimiento del motor.

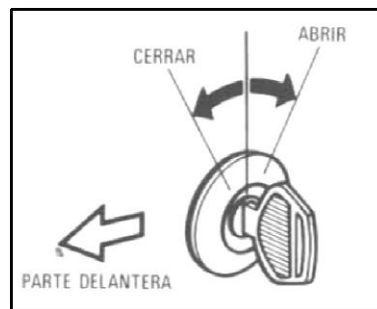
Una vez sugerido el combustible se debe tomar en cuenta la conducción, refiriéndose a los primeros kilómetros de rodaje, esto extiende la vida útil del motor y del vehículo. No manejar a más de 100 km/h.

- Evitar los arranques con aceleraciones altas.
- Evitar paradas repentinas durante los 300 km.
- No remolcar durante los primeros 800 km.

Dadas estas indicaciones, se procede al arranque del vehículo, previo a esto se deben tomar en cuenta algunos pasos previos que se detallan a continuación.

- De esta manera es como se debe abrir los seguros de las puertas desde el exterior.

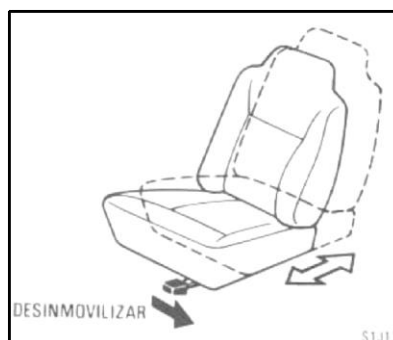
Figura 133. Gire la llave del punto central hacia la derecha para abrir los seguros.



Fuente: Autor

Una vez adentro del vehículo, es necesario ajustar la posición del asiento del conductor para que la conducción sea del agrado del operario.

Figura 134. Movimientos del asiento



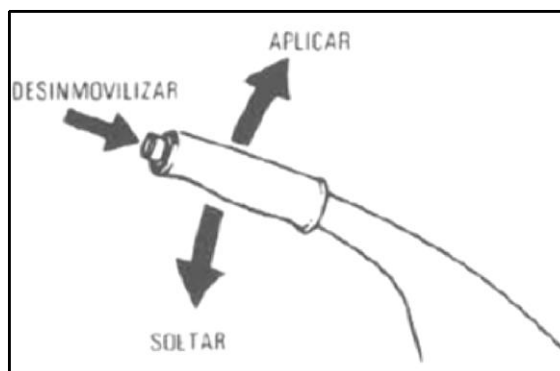
Fuente: Autor

Mueva la palanca de desbloqueo para que el asiento se mueva de atrás hacia delante de acuerdo a la distancia requerida.

Ahora se procede al encendido del vehículo.

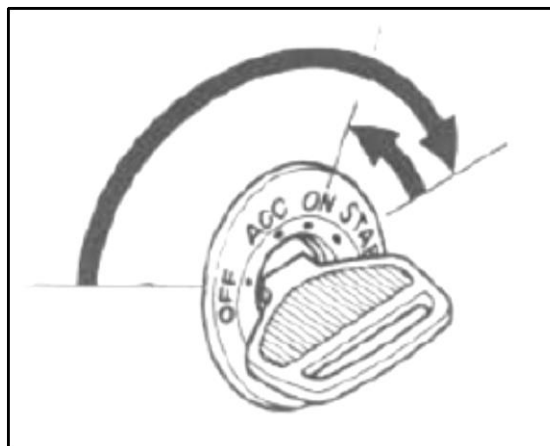
Al momento de encendido gire la llave desde la posición lock hasta la posición start, previo a esto la palanca de velocidades debe estar en la posición neutral y la palanca del freno de estacionamiento debe estar accionada.

Figura 135. Freno de estacionamiento



Fuente: Autor

Figura 136. Giros de la llave en el switch de encendido



Fuente: Autor

Una vez indicado el encendido, se precede al funcionamiento de los accesorios y aditamentos del panel de instrumentos y la transmisión del vehículo.

Como se puede ver en la figura, el panel de instrumentos es sencillo y funcional, en él se puede ver las luces testigo del aceite, carga de batería y freno de mano, debajo de

dichas luces se encuentra el interruptor de limpieza del parabrisas, seguido de este se encuentra en mando eléctrico de las luces para la neblina (halógenos).

Figura 137. Panel de instrumentos



Fuente: Autor

Figura 138. Luces testigos



Fuente: Autor

Por otro lado si se sigue de derecha a izquierda, se tiene el tablero de control del automotor que en este caso muestra el indicador de la velocidad, los kilómetros recorridos y la luz testigo de la iluminación del vehículo para la carretera, junto a están

las luces de posicionamiento o luces direccionales que son accionadas por una pequeña palanca situada debajo del volante del conductor.

Figura 139. Velocímetro



Fuente: Autor

Figura 140. Luces direccionales



Fuente: Autor

Junto a las luces de posición está el tacómetro, el cual permite ver la velocidad del motor, junto a este están ubicados medidores de la temperatura del refrigerante del motor, amperímetro y por último el medidor de combustible, en medio del tacómetro y el indicador de temperatura del motor está en interruptor de las luces del automotor.

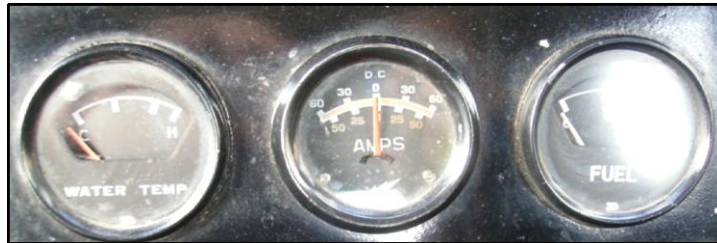
Adicional a estos medidores, que son los principales en cualquier clase de auto, está el medidor de presión de aceite, este medidor es necesario en esta clase automotor ya que cuando esta circulado por caminos difíciles es decir cuando cruza un río, el motor debe estar más acelerado ya que corre el riesgo de apagarse por la diferencia de temperaturas.

Figura 141. Tacómetro



Fuente: Autor

Figura 142. Medidores



Fuente: Autor

Figura 143. Interruptor de la luces



Fuente: Autor

Figura 144. Medidor de presión de aceite



Fuente: Autor

Cabe recalcar que, en un vehículo de rescate es sumamente importante verificar a cada momento, la presión del aceite del motor debido a los desniveles de la trayectoria por donde circulara el automotor, habrá veces en se vacíe el cárter del motor entonces para corregir esto se adicionan planchas divisoras dentro del cárter, entonces este siempre estará con aceite.

En cuanto a la conducción del automotor, es muy similar a la de cualquier todo terreno siempre tomando en cuenta las posiciones de la palanca selectora de caja de transferencia.

Para la conducción en carretera, se selecciona la posición 2H y se procede a seleccionar la primera marcha para que el vehículo empiece a circular, si se quiere circular a una mayor velocidad, se seleccionan las velocidades restantes como en cualquier todo terreno.

Figura 145. Palanca selectora de la caja de transferencia posición 2H



Fuente: Autor

Si la conducción se torna más difícil es decir el lluvia, barro ligero, gravilla, etc. entonces es necesario conectar el eje delantero, como primer paso, el conductor tiene que detener el vehículo, bajarse y cambiar la posición de los cubos de tracción, para esto se mueve manualmente de la posición 4x2 a la posición 4x4 con esto el eje delantero queda conectado pero sin toma de potencia desde la caja de transferencia, si se requiere potencia para el eje delantero, entonces el conductor tiene que seleccionar la posición 4H de la palanca de transferencia. Esta derivación de la potencia se la puede hacer en circulación hasta 60 km/h como máximo.

Como acotación, este vehículo está equipado con cubos de desconexión manuales, esto porque permiten al usuario asegurarse de que el eje delantero está conectado o desconectado, mientras que los cubos automáticos en muchas de las veces no desconectan el eje.

Figura 146. Posición 4H



Fuente: Autor

En el caso de que el terreno por el que está circulando se torna más difícil entonces es necesario usar la marcha baja o 4L, con esta marcha se tiene una baja velocidad pero con un altísimo torque en la ruedas, esto servirá para salvar obstáculos como piedras grandes, pendientes muy pronunciadas, gran cantidad de barro en incluso es posible vadear ríos profundos, cuando se va a elegir la marcha baja, el vehículo tiene que estar completamente detenido debido a que la marcha baja no es sincronizada, si se hace el cambio con el vehículo en circulación, es posible que la caja de transferencia sufra daños severos e incluso deje de funcionar.

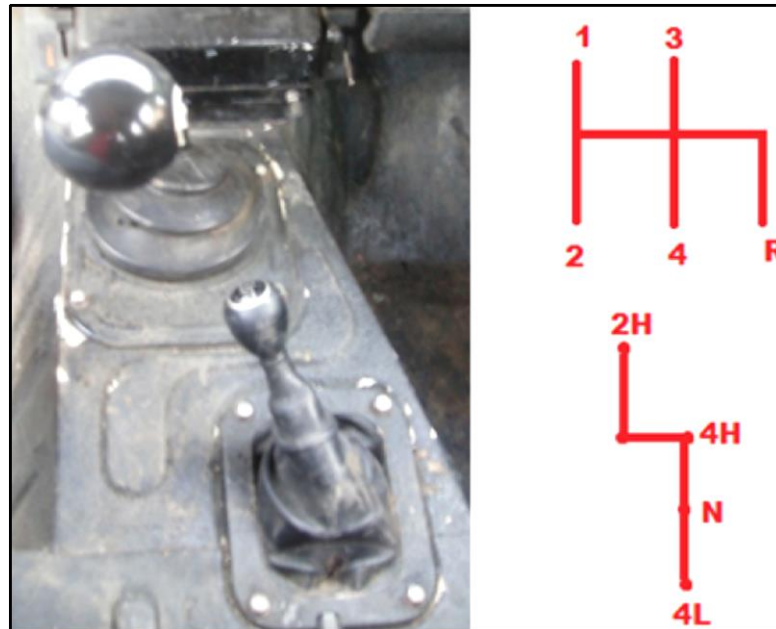
Figura 147. Posición 4L



Fuente: Autor

De igual forma así como en la marcha baja como en el alta se sincronizan las velocidades como si fuera un vehículo común y corriente, con la diferencia de que en el todo terreno tendremos más potencia en las cuatro ruedas.

Figura 148. Palanca de velocidades y palanca de doble tracción



Fuente: Autor

Dicho todo acerca de la forma de conducir el vehículo, es necesario conocer también sobre los accesorios, uno de ellos es el winch o cabrestante, en este caso su funcionamiento es eléctrico es decir toma energía de la batería y el alternador para su activación. Su operación es sencilla debido a que consta de una palanca para bloquear o desbloquear el carrete donde lleva el cable de acero, además tiene un control, que permite recoger o soltar el cable.

Figura 149. Palanca de bloqueo y desbloqueo del carrete



Fuente: Autor

Figura 150. Control del winch



Fuente: Autor

5.1.3 *Funcionamiento del vehículo de rescate.* Debido a que ya están citados todos los componentes del automotor, es importante conocer su funcionamiento.

Para poner en marcha el vehículo asegúrese de que todos los fluidos estén en el nivel correcto, los principales que debe tener en cuenta son: aceite, combustible, líquido de frenos y refrigerante.

Una vez verificados los niveles, se ingresa al vehículo y procede a ponerlo en marcha, siempre buscando un lugar lo más horizontal posible para que el vehículo no resbale.

Gire la llave de contacto a la posición “ON”, cuando se enciendan los testigos de aceite y batería, gire la llave a la posición “START” previo a esto lleve la palanca de velocidades a la posición neutral y jale el freno de estacionamiento.

Figura 151. Posición de la llave de encendido



Fuente: Autor

Una vez encendido el automotor, se lo lleva a andar, pise con el pie izquierdo el pedal del embrague, ponga la palanca de cambios en primera velocidad, desconecte el freno de estacionamiento, suelte levemente el pedal del embregue mientras acelera progresivamente, si se quiere cambiar de velocidad vuelva a pisar el pedal del embrague y cambie de velocidad, repita esto hasta llegar a la cuarta velocidad.

Si se encuentra con cualquier obstáculo ligero en el camino, si es necesario conecte el eje delantero para superarlo, si no es así, descienda del automotor diríjase a la parte delantera y conecte los cubos de la rueda, gírelos a la posición de “4x4”, suba nuevamente al vehículo y seleccione la posición “4H” de la caja de transferencia luego de esto empiece a circular.

Figura 152. Conexión del eje delantero



Fuente: Autor

Si el camino se torna más complicado, detenga el vehículo por completo, inspeccione el camino y si está seguro que puede seguir circulando avance, si no es así busque otra ruta, si es el único camino y hay la posibilidad de seguir, mueva la palanca de la caja de transferencia a la posición “4L”; aquí tendrá toda la potencia del vehículo para sortear cualquier clase de obstáculo.

Si está circulando por lodo y si se llega a estancar, pierda cuidado, el vehículo cuenta con el winch delantero, desbloquee el carrete del winch y saque el cable de acero y fíjelo a un objeto contundente sea este un árbol o una piedra, luego de esto bloquee nuevamente el carrete, conecte el control del winch y haga que este le desatasque; si es un trayecto largo de lodo ayúdese también con la tracción del vehículo.

Una vez sorteado el obstáculo recoja el cable, salga con el vehículo a un sitio seguro, cerciórese que haya ningún daño, desconecte los cubos de las ruedas delanteras, también desconecte la doble transmisión llevando la palanca a la posición “2H” y continúe con su camino.

5.1.4 *Precauciones al conducir.* Además de la conducción responsable, también los conductores deben contribuir al bienestar de la población en general, cuidando el medio ambiente usando una menor cantidad de combustible y así contribuyendo a generar un mayor impacto ambiental.

Aquí algunos consejos para una buena conducción.

5.1.4.1 *Apagar el motor cuando se detiene por largo tiempo.* Un motor encendido por largo tiempo consume una cantidad innecesaria de combustible generando dióxido de carbono, principal componente para el efecto invernadero.

5.1.4.2 *Ponga en marcha y apague el motor sin acelerar.* Para arrancar un motor solo es necesario girar la llave de encendido, no debe apretar el acelerador ya que esta acción consume combustible innecesariamente y no ayuda al mejor desempeño del motor, también al momento de apagarlo no acelere por el mismo motivo antes mencionado.

5.1.4.3 *No sobrecargue el vehículo.* La sobrecarga del auto de rescate, hace que el motor consuma más potencia, si esto ocurre ayúdese con la caja de transferencia en la posición 4L para multiplicar la fuerza del motor.

5.1.4.4 *Coloque bien las marchas del vehículo.* Este es uno de los secretos para el buen desempeño de cualquier motor, lo recomendado es aumentar las velocidades observando el tacómetro, es decir dentro de la zona verde que marca el mismo, esto ayuda incluso a un menor consumo de combustible.

5.1.4.5 *Verificar la presión de los neumáticos.* Un factor importante en el consumo de combustible es la presión en los neumáticos, lo recomendado para el vehículo de rescate en terrenos firmes es 28 psi a 30 psi por el contrario para una mejor tracción en terrenos lodosos, la mejor opción es reducir al mínimo esta presión. (cargas, 2010)

5.1.5 *Elaboración del manual de mantenimiento del vehículo.* El siguiente manual fue diseñado para el mantenimiento del todo terreno Daihatsu F-20 modificado para tareas de rescate, con el propósito de plantear un avance al mantenimiento tradicional del vehículo.

Este manual es un instrumento estructurado en base a fichas en las que se propone de forma objetiva los procesos que se deben seguir diariamente, cada 5 000 km y de forma integral, contiene el tema de mantenimiento la frecuencia, los pasos que se deben seguir, herramientas, repuestos, materiales, equipos y observaciones.

5.1.5.1 *Objetivo general.* Proponer un modelo de mantenimiento para el Vehículo Daihatsu F-20 modificado.

5.1.5.2 *Objetivos específicos.* Se plantean los siguientes objetivos:

- Proponer un modelo de mantenimiento diario
- Establecer el mantenimiento preventivo cada 5 000 km
- Formular la tara de mantenimiento general del vehículo a los 120 000 km

5.1.5.3 *Justificación.* El siguiente manual se desarrolló con el propósito de mantener al vehículo en perfectas condiciones técnicas, para que el funcionamiento sea óptimo en el momento en que las situaciones lo requieran, este mantenimiento se lo debe hacer diariamente y periódicamente cada 5 000 km, hasta llegar al mantenimiento general de todas las partes mecánicas del automotor, que es a los 120 000 km, de tal forma que el automotor brinde la seguridad necesaria tanto para el conductor como para el vehículo que va a ser rescatado, y la capacidad operativa suficiente para cumplir el trabajo que sea necesario.

Los beneficiarios directos serán los conductores de esta clase de vehículos, el personal de mantenimiento y a las personas que se les brindara el servicio de rescate.

En un futuro también serían beneficiadas las escuelas de conducción si se abre la asignatura de conducción en todo terreno, debido a que esta asignatura sería un punto a favor ya que un conductor profesional debe conducir cualquier clase de vehículo motorizado y con tracción a las cuatro ruedas.

CAPITULO VI

6 ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 Definición de costos

El costo es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. (Salinas, 2009)

6.2 Costo de mano de obra

Tabla 22. Costo de mano de obra

Actividad	Tiempo [horas]	Costo por hora [USD]	Costo total [USD]
Trabajos de levantamiento de suspensión	24	15,00	360,00
Construcción del bull bar delantero y posterior	24	15,00	360,00
Elaboración de los acoples de motor y caja de cambios	16	15,00	240,00
Pintura del vehículo	20	10,00	200,00
Soldaduras	10	10,00	100,00
Total de costos de mano de obra			1 260,00

Fuente: Autor

6.3 Costos directos

Trabajo de levantamiento de suspensión y construcción del bull bar del. y post.

Tabla 23. Materiales suspensión

Material	Cantidad [unidades]	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Graseros	12	1,00	12,00
Pernos	12	1,00	12,00
Bujes	24	3,50	84,00
Bases	4	10,00	40,00
Total de materiales levantamiento de suspensión			148,00

Fuente: Autor

Tabla 24. Materiales bull bar delantero y posterior

Material	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Electrodos 6011	50	0,70	35,00
Electrodos 7018	40	1,10	44,00
Grilletes	4	4,00	16,00
Pernos	8	1,00	8,00
Perfil G	4 metros	8,00	32,00
Luces posteriores	2 unidades	17,50	35,00
Gancho de arrastre	1 unidad	140,00	140,00
Perfil C	1 metro	15,00	15,00
Total costos de materiales levantamiento de suspensión			325,00

Fuente: Autor

Elaboración de acoples para el motor y caja de cambios

Tabla 25. Elaboración de acoples

Material	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Placa de acero	200x200x5 mm	40	40,00
Pernos	10	1,00	10,00
Electrodos 6011	50	0,70	35,00
Electrodos 7018	40	1,10	44,00
Total costos de materiales para elaboración de acoples			120,00

Fuente: Autor

Pintura del vehículo

Tabla 26. Insumos para la pintura

Material	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Pintura poliuretana mate	6 litros	30,00	180,00
Tiner	6 litros	1,50	9,00
Wype	Una carga	1,00	1,00
Removedor de pintura	6 litros	7,00	42,00
Masilla automotriz	6 litros	5,00	30,00
Secante de masilla	4 unidades	2,00	8,00
Total costos de pintura del vehículo			270,00

Fuente: Autor

Soldaduras

Tabla 27. Insumos para soldaduras

Material	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Electrodo 6011	20 kg	1,10	22,00
Electrodo 7018	20 kg	1,80	36,00
Gafas de seguridad	1 unidad	7,00	7,00
Guantes de cuero	1 par	12,00	12,00
Mascarilla	1 unidad	18,00	18,00
Total costos de soldadura			95,00

Fuente: Autor

Costos totales de insumos

Tabla 28. Costos totales de insumos

Costo	Total [USD]
Costo del motor	800,00
Trabajos de levantamiento de suspensión	148,00
Construcción del bull bar delantero y posterior	325,00
Construcción de los acoples de motor y caja de cambios	120,00
Pintura del vehículo	270,00
Soldaduras	95,00
Total	1 758,00

Fuente: Autor

6.3.1 *Total de costos directos*

Costo de mano de obra = 1 260 USD

Costo total de insumos = 1 758 USD

Costo directo total = costo de mano de obra + costo total de insumos

Total de costos directos = 3 018 USD

6.4 **Costos indirectos**

Tabla 29. Costos indirectos

Descripción	Costo [USD]
Copias	50,00
Internet	50,00
Pruebas del vehículo	300,00
Transporte	100,00
Total de costos	500,00

Fuente: Autor

Costo de copias

Tabla 30. Costo de copias

Material	Costo [USD]
Hojas	10,00
Material de oficina	10,00
Impresiones	30,00
Total de costos de copias	50,00

Fuente: Autor

Costo de internet

Tabla 31. Costo de internet

Material	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Hora de internet	0,80	50,00
Total de costos de internet		50,00

Fuente: Autor

Costo de pruebas del vehículo

Tabla 32. Costo de pruebas del vehículo

Tipo de prueba	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Test de torque y potencia 2H	25,00	75,00
Test de torque y potencia 4H	30,00	90,00
Test de torque y potencia 4L	45,00	135,00
Total de costos de pruebas del vehículo		300,00

Fuente: Autor

Costo de transporte

Tabla 33. Costo de transporte

Descripción	Cantidad	Costo por galón [USD]	Costo total [USD]
Gasolina extra	68 galones	1,48	100,00
Total de costos de transporte			100,00

Fuente: Autor

6.4.1 *Total de costos indirectos*

- Total de costos de copias = 50,00 USD
- Total de costos de internet = 50,00 USD
- Total de costos de pruebas del vehículo = 300,00 USD
- Total de costos de transporte = 100,00 USD
- Total de costos indirectos = costos de copias + costos de internet + costos de pruebas del vehículo + costos de transporte.
- Total de costos indirectos = \$ 500,00

6.5 **Total de costos**

- Es la suma del total de costos directos más el total de costos indirectos.
- Total de costos = total costos directos + total costos Indirectos
- Total de costos = 3 018,00 USD + 500,00 USD
- Total de costos = 3 518,00 USD

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- De acuerdo al análisis y estudios realizados sobre vehículos de rescate se concluye que no todos los todoterreno se los puede modificar para tareas de rescate, necesitando requerimientos específicos de tamaño, volumen de carrocería, potencia y torque, es por esta razón que por motivo de estudio y modificación se eligió el vehículo Daihatsu F-20 porque reúne las características antes mencionadas.
- Con los elementos modificados, el vehículo supero las características de serie, con respecto al desempeño en terrenos difíciles, cruce de aguas profundas, capacidad para sortear terrenos lodosos, debido al aumento de potencia y torque de 122,58 N.m a 3000 rpm a 167.00 N.m a 4000 rpm.
- En la mayoría de sistemas modificados no se presentaron mayores dificultades, a excepción del levantamiento de la suspensión por la falta de un elevador que permita hacer el procedimiento de forma eficiente y rápida, porque se elevó el vehículo con gatas hidráulicas y se lo embancó, de esta manera se concluye que las modificaciones bajo una adecuada planificación son posibles.
- Con las pruebas realizadas se validaron los datos teóricos, demostrando así que es posible aumentar la potencia y el torque de un vehículo de serie.
- Con los datos obtenidos y las experiencias realizadas, se estructuró un manual de usuario y mantenimiento que integra los aspectos más importantes para mantener el vehículo en óptimas condiciones de operatividad, con la capacidad de enfrentar con eficiencia y efectividad cualquier situación de rescate de automotores, con esto se concluye que la elaboración del manual es con la finalidad de alargar la vida útil de todos los componentes eléctricos y mecánicos hasta que cumplan con las horas de uso estimadas por el fabricante.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda para modificar un vehículo todo terreno para tareas de rescate cumpla principalmente con altos niveles de potencia y torque para sortear cualquier tipo de terreno.
- Se recomienda no forzar el motor del vehículo es decir con aceleraciones bruscas porque podría causar daños severos que no pueden ser reparados en ruta.
- Es recomendable para la modificación del vehículo, establecer una planificación previa y organizar los procedimientos contando con el equipo y las herramientas adecuadas.
- En base a los resultados obtenidos, se recomienda realizar las modificaciones de acuerdo al tipo de operaciones que se pretende realizar haciendo una comprobación técnica del rendimiento para obtener los mejores resultados.
- Se recomienda seguir los pasos para el mantenimiento mencionados en el manual para alargar la vida útil del vehículo de rescate.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, Juan. 2000.** *Homologaciones de Vehículos*. [En línea] 21 de Marzo de 2000. [Citado el: 22 de Abril de 2015.] <http://www.homologar.com/spa/item/4x4-amortiguadores.html>.
- AUSTRALIA, Monroe. 2011.** *Monroe Shock Absorbers*. [En línea] 18 de Septiembre de 2011. [Citado el: 14 de Noviembre de 2015.] <http://www.monroe.com.au/products/gas-magnum.html>.
- BETANCOURT, Oscar. 2000.** *Daihatsu 4x4* . [En línea] 20 de Junio de 2000. [Citado el: 27 de Octubre de 2015.] <http://daihatsu4x4.mforos.com/1487341/8375120-caja-transmision-taft-81-diesel/>.
- CARGAS, Cámara de empresarios de auto transporte de. 2010.** *Federacion Argentina de entidades empresarias de auto transporte de cargas*. [En línea] 8 de Abril de 2010. [Citado el: 6 de Octubre de 2015.] <http://www.ceac.com.ar/?cat=31>.
- CULEBRAS, Patxi Vergara. 2011.** *Modelado, Análisis y simulación de un chasis de motocicleta*. Madrid : s.n., 2011.
- ELECTRIC, Lincoln. 2013.** *Lincoln electric de Venezuela*. [En línea] 22 de Enero de 2013. [Citado el: 14 de Abril de 2015.] http://www.lincolnelectric.com.ve/lincolnelectric/Fotos/Catalogo/cat_electrodos.pdf.
- ENGRACIA, Ferreteria Santa. 2000.** *Ferreteria Santa Engracia*. [En línea] 21 de Enero de 2000. [Citado el: 4 de Mayo de 2015.] <http://www.ferreteriasantaengracia.com/01tornilleria/d931p1.htm>.
- ESTRADA, Daniel. 2014.** *Aficionados a la Mecánica*. [En línea] 28 de Julio de 2014. [Citado el: 22 de Abril de 2015.] <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones-4x4.htm>.
- GARCÍA, Ángel Franco. 2002.** *Curso interactivo de Física*. [En línea] 15 de Marzo de 2002. [Citado el: 27 de Octubre de 2015.] http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/dinamica/circular/circular/din_circular.html.
- GONZALES, Antonio Isla. 2009.** *Monografias.com*. [En línea] 25 de Mayo de 2009. [Citado el: 26 de Noviembre de 2015.] <http://www.monografias.com/trabajos72/materiales-caucho/materiales-caucho2.shtml>.
- INDUSTRIES, Warn. 2002.** *Warn Industries*. [En línea] 15 de Enero de 2002. [Citado el: 22 de Abril de 2015.] <http://warn.com/truck/winches/9.5xp.jsp>.
- LOZADA, David. 2012.** *Motores.com*. [En línea] 12 de Marzo de 2012. [Citado el: 14 de Abril de 2015.] <http://motores.com.py/foro/index.php?threads/nomenclatura-de-cubiertas-de-neum%C3%A1ticos.31869/>.
- MARTINEZ, Angie. 2008.** *Nylon Blogspot*. [En línea] 2 de Mayo de 2008. [Citado el: 15 de Noviembre de 2015.] <http://the-nylon.blogspot.com/2008/05/caractersticas-y->

usos-del-nylon.html.

MATEO, Motores. 2015. *Motores Mateo*. [En línea] 20 de Septiembre de 2015. [Citado el: 14 de Noviembre de 2015.] <http://motoresmateo.blogspot.com/2015/09/amortiguadores-y-mulles.html>.

MOLINA, Juan Francisco. 2012. *Coches español*. [En línea] 28 de Junio de 2012. [Citado el: 20 de Abril de 2015.] <http://www.automotriz.biz/coches/cars-trucks-autos/other-autos/116794.html>.

MOTT, Robert. 2011. *Diseñode elementos de máquinas*. s.l. : Pearson, 2011.

RADIAL, Gt. 2000. *Gt Radial USA*. [En línea] 27 de Junio de 2000. [Citado el: 14 de Abril de 2015.] http://www.gtradial-us.com/en/ADVENTURO_M_T.html.

RAMÍRES, Cristian. 2008. *Twisted Andes*. [En línea] 3 de Abril de 2008. [Citado el: 22 de Abril de 2015.] <http://www.twistedandes.com/foro/showthread.php?t=46319&page=5>.

ICA, Federal Mogul de Costa. 2014. *ITA Informacion Tecnica Automotriz*. [En línea] 22 de Abril de 2014. [Citado el: 20 de Noviembre de 2015.] <http://www.itacr.com/boletin17.html>.

ROSAS, Jesus Ricardo Salazar. 1998. *Monografias.com*. [En línea] 17 de Agosto de 1998. [Citado el: 21 de Abril de 2015.] <http://www.monografias.com/trabajos94/motor-combustion-interna/motor-combustion-interna.shtml>.

S.H, Luboks. 2013. *Luboks Lubricantes especiales*. [En línea] 18 de Abril de 2013. [Citado el: 15 de Noviembre de 2015.] <http://www.luboks.com.ar/grasas.htm>.

SALINAS, Alfonso. 2009. *Foro de contabilidad*. [En línea] 4 de Diciembre de 2009. [Citado el: 6 de Octubre de 2015.] <http://www.loscostos.info/definicion.html>.

SOCIETY, American Welding. 2010. *Codigo de soldadura estructural- Acero. Codigo de soldadura estructural- Acer*. Miami : American National Standards Institute, 2010.

AWS. 2008. Standard AWS A5.1. *Procurement guide lines for consumables- welding and allied processes-Flux and gas shielded electrical welding processes*. Miami : American national standards institute, 2008.

SOLUTIONS, Monkey. 2002. *PROAUTO*. [En línea] 19 de Febrero de 2002. [Citado el: 14 de Noviembre de 2015.] <http://proauto.com.mx/que-diferencia-existe-entre-los-amortiguadores-de-gas-y-los-hidraulicos/>.

SPECIALISTS, Phone Limited the steel. 2009. *Especialistas en acero*. [En línea] 25 de Junio de 2009. [Citado el: 14 de Noviembre de 2015.] <http://www.spanish.phone.co.uk/products/general-structure-and-welding-steel/astm-structural-steel/astm-a36>.

VALERO, Eduardo Frías. 2004. *Aplicacion de metodo de los eementos finitos*. 2004.

ZÜÑIGA, Guillermo. 2012. *Guioteca. Guioteca.* [En línea] 24 de Myo de 2012.
[Citado el: 14 de Abril de 2015.] <http://www.guioteca.com/autos/%C2%BFde-que-sirve-el-torque-en-los-autos/>.

