

Optimización de los sistemas del vehículo Peugeot 604 Buggy de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte

Autores- Jefferson PÉREZ¹, Andrés TORRES² Coautor- Ing. Carlos MAFLA³

^{1,2} Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, FICA, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio, Ibarra, Imbabura, Ecuador.

jeff_chi@hotmail.com , andrestorres100@hotmail.com , cnmafla@hotmail.com

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

Palabras Claves

Reconstrucción, Sistemas, Prototipo, Buggy.

Abstract. Nowadays there are major drawbacks in regard to safety in older vehicles which are causing several traffic accidents within and outside the city. Also causing human

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

Keywords

Reconstruction, Systems, Prototype, Buggy

1. Introducción

Este trabajo tiene como objetivo principal la optimización de los sistemas de seguridad y confort del vehículo, así como también realizar el diseño utilizando el software Solidworks, para luego proceder a la

reconstrucción del vehículo para mejorar los sistemas de frenos, suspensión, dirección y carrocería, además sirva como material didáctico para los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

El problema de investigación radica en que el vehículo se encontraba con los sistemas principales de seguridad y confort obsoletos lo cual se necesitaba de un mantenimiento eficaz, a la vez se realice una actualización de sus partes y que este vehículo pase las pruebas de todos los sistemas que le componen.

El vehículo Peugeot 604 tipo Buggy se encontró deteriorado ya que fue hecho de un automóvil antiguo, sus sistemas necesitaban de un mantenimiento preventivo y correctivo por lo que fue necesario realizar varias modificaciones y poder restaurar el prototipo.

Este proyecto se desarrolla en la Universidad Técnica del Norte, en los talleres de la ciudad de Ibarra, dando como resultado un nuevo Buggy en excelentes condiciones y a cualquier prueba que sea sometido.

2. Materiales y Métodos

La metodología aplicada es la siguiente:

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

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

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

Analítico – Sintético.- Es necesario recopilar datos de las pruebas realizadas a cada sistema del vehículo y luego proceder a realizar el mantenimiento correcto y eficaz, también recopilar información necesaria de los diferentes sistemas y partes del vehículo para elaborar el proyecto. Las

pruebas a realizarse son la simulación de la suspensión mediante el software matlab, alineación, análisis estático de tensiones a los componentes de la suspensión, el chasis y el factor de seguridad mediante el software Solidworks.

Las técnicas e instrumentos aplicados son los siguientes:

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

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

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

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

2.1. Diseño y optimización del prototipo BUGGY.

Se trabajó en el vehículo Peugeot 604 tipo Buggy año 1986 con un motor V6, peso de 1450 kg. Se realiza modificaciones y adaptaciones con elementos de un vehículo Ford Explorer año 1997.



Figura. 1. Vehículo Peugeot 604 tipo Buggy y Ford Explorer.

2.1.1 Diseño del chasis.

Se usa el software solidworks 2016, a su vez se realiza el diseño del chasis con todos sus componentes como

travesaños, largueros, bases y soportes donde se aloja la carrocería, para observar si cumple con las condiciones necesarias para que se realice el nuevo prototipo Buggy arenero.

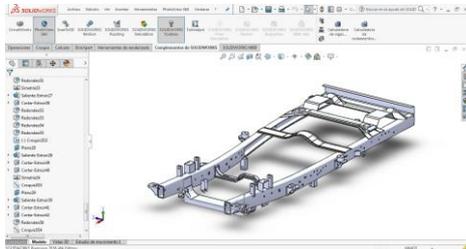


Figura. 2. Diseño del chasis.

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

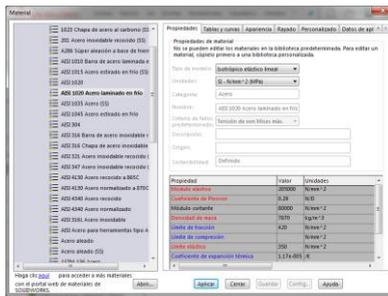


Figura. 3. Selección de material.

Análisis de tensiones del chasis.

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

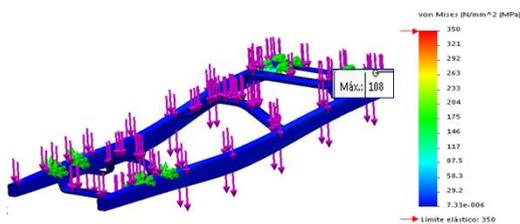


Figura. 4. Análisis de tensiones

Factor de seguridad del chasis.

Como se puede apreciar en la figura 5, el factor de seguridad es un coeficiente que calcula la resistencia máxima de un elemento a su vez el valor exacto al que es sometido, en este

caso da un mínimo de 3.24 en color verde, un máximo de 10 en color azul garantizando que este chasis posee una gran resistencia para soportar cargas mayores, si fuese menor que 1 puede producirse una fractura en la estructura o presentar una deformación y no cumplir con su servicio.

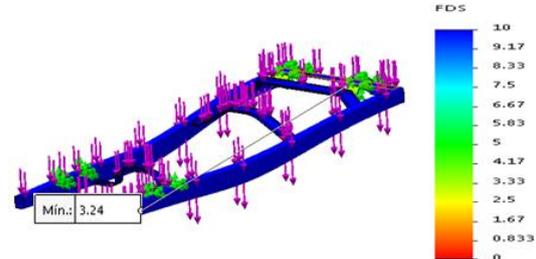


Figura. 5. Factor de seguridad.

2.1.2. Diseño de la suspensión.

Suspensión delantera.

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



Figura. 6. Suspensión delantera.

Suspensión posterior.

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



Figura. 7. Suspensión posterior.

Parámetros generales requeridos para el diseño:

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

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

2.1.3 Transferencia de masas.

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

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

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

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

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

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

a. Transferencia de masa durante la aceleración

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

$$v = v_0 + a \cdot t$$

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

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

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

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

$$w_a = \frac{a \cdot m \cdot h}{l}$$

Dónde:

w_a = Transferencia de masa (N)

a = Aceleración (m/s²)

m = Masa total (kg)

h = Altura del centro de masa (m)

l = Distancia entre ejes (m)

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

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

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

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

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

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

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

b. Transferencia de masa durante frenada brusca.

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

$$df = \frac{v^2}{254e}$$

Dónde:

df = Distancia de frenado (m)

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

e = Coeficiente de fricción neumático-suelo

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

$$df = 46.31m$$

La máxima desaceleración provocada por el frenado es:

$$a_f = \frac{v^2}{2 * df}$$

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

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

La transferencia de masa durante el frenado es:

$$w_f = \frac{a * m * h}{l}$$

Dónde:

w_f = Transferencia de masa (N)
 a = Aceleración (m/s²)
 m = Masa total (kg)
 h = Altura del centro de masa (m)
 l = Distancia entre ejes (m)

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

$$w_f = 2905 N$$

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

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

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

$$w_t = 1725 Kg$$

En frenado se obtiene una carga total en el eje delantero $w_t = 1725 Kg$, dividiendo 862.5 kg en cada rueda, en el eje delantero y 409.65 kg como resultado 204,83 por cada rueda en el eje posterior, sumando las cargas el resultado es de

2134.65kg que es el peso total multiplicado por el factor de carga $\gamma_G = 1.33$

c. Transferencia de masa durante una curva

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

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

Dónde:

a_n = Aceleración normal (m/s²)
 v = Velocidad (m/s)
 ρ = Radio de la curva (m)

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

$$a_n = 5.5 m/s^2$$

La transferencia de masa durante la curva queda determinada por:

$$w_l = \frac{a_n * m * h}{b}$$

Dónde:

w_l = Transferencia de masa lateral (N)
 a_n = Aceleración normal (m/s²)
 m = Masa (kg)
 h = Altura del centro de masa (m)
 b = Ancho de vía (m)

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

$$w_l = 2709.8 N$$

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

Eje delantero:

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

$$w_{d1} = 1054.7 Kg$$

$$w_{d2} = 226 Kg$$

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

Eje posterior:

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

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

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

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

Análisis de carga sobre cada rueda

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

Peso total = $1605 \text{ kg} * 1.33 = 2134.65 \text{ Kg}$

Tabla 1. Análisis de cargas.

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

Como se puede apreciar en la tabla 1, donde existe mayor carga es cuando el vehículo toma una curva y todo el peso es dirigido a las ruedas interiores obteniendo como resultado en **L1** 1054.7 kg y **L2** 841.3 kg, todo esto se da por la velocidad y el radio de giro que tiene una curva.

2.1.4 Análisis de los elementos del sistema de suspensión.

Análisis de los brazos de suspensión.

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

Mesa superior delantera.

Selección de material.

Antes de realizar el análisis de la mesa superior delantera se selecciona el material en este caso (Hierro dúctil) con límite elástico de 551 N/m^2 , como se observa en la figura 8, para comprobar si las características de este elemento soportan las tensiones a las que están sometidas (Mott, 2006)

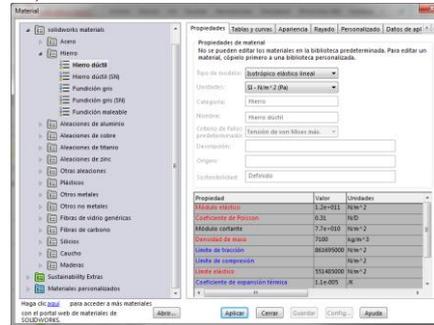


Figura 8. Aplicación de material.
Fuente: (Solidworks, 2016)

Aplicación de fuerzas en puntos fijos y móviles.

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

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



Figura 9. Determinación puntos de sujeción y aplicación de fuerzas.
Fuente: (Solidworks, 2016)

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

Análisis estático de tensiones.

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

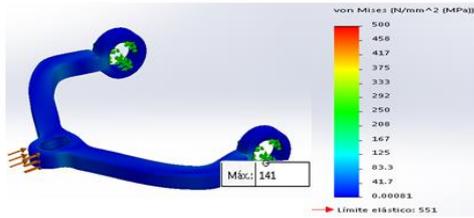


Figura 10. Tensiones en la mesa de suspensión superior delantera
Fuente: (Solidworks, 2016)

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

Factor de seguridad.

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

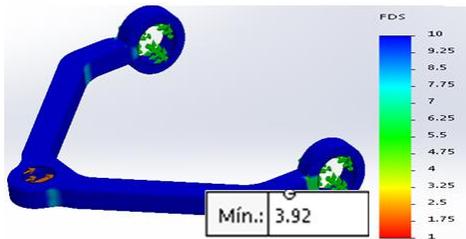


Figura 11. Factor de seguridad en la mesa de suspensión superior delantera
Fuente: (Solidworks, 2016)

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

Este análisis se realiza a cada elemento de la suspensión para luego proceder al ensamble al chasis.

2.1.5 Ensamble general de las suspensiones al chasis.

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



Figura 12. Ensamble general del chasis y sus componentes.
Fuente: (Solidworks, 2016)

Diseño de la estructura.

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

En la figura 12, se puede observar la carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy que prácticamente tuvo que ser modificada en su totalidad por no encontrarse en condiciones óptimas estructurales para evitar daños mecánicos a los componentes y precautelar la seguridad de los ocupantes en la conducción.



Figura13. Chasis y carrocería del vehículo Peugeot 604 tipo Buggy.

Selección de materiales.

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

Tabla 2. Materiales usados en la reconstrucción de la carrocería.

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

Fuente: (Noboa, 2010.)

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

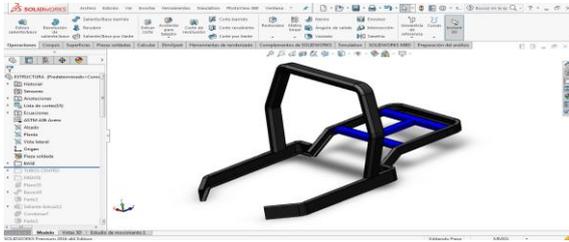


Figura 14. Base de la estructura.
Fuente: (Solidworks, 2016)

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



Figura 15. Carrocería Final.
Fuente: (Solidworks, 2016)

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



Figura 16. Ensamble general del prototipo Buggy.
Fuente: (Solidworks, 2016)

3. Resultados

3.1 Construcción.

Para la construcción del vehículo se usó los materiales antes mencionados, observar en la tabla 3, además de múltiples máquinas y herramientas necesarias en la reconstrucción del nuevo Buggy Ford, todo esto se realizó en un taller mecánico de modificaciones especializadas en este tipo de vehículos.

Tabla 3. Máquinas y Herramientas.

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

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



Figura 17. Principio de construcción de la carrocería.

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



Figura 18. Carrocería terminada ensamblada al chasis.

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



Figura 19. Prototipo Buggy Ford.

Conclusiones

- Se realizó el diseño en el software Solidworks del chasis con todos sus componentes como largueros, travesaños, bases y soportes donde se aloja la carrocería, el material de construcción es AISI 1020 Acero laminado en frío con límite elástico de 350 N/mm^2 , mediante el análisis de tensiones se pudo determinar que el límite máximo es de 108 N/mm^2 , aplicando una fuerza distribuida de 16000 N , a su vez el factor de seguridad da un mínimo de 3.24, garantizando la aplicación de este chasis en el prototipo Buggy.
- Se determinó que con la instalación de los sistemas como: frenos, suspensión y dirección para el chasis se debe tomar en cuenta el peso del vehículo 1455 kg , la fuerza que va existir al producir el frenado en la parte delantera 1725 kg y posterior $409,66 \text{ kg}$, mediante el cálculo de transferencia de masas sumando las cargas da un resultado de

$2134,65 \text{ kg}$ que es equivalente al peso del vehículo multiplicado por el valor de carga $Yg = 1,33$, de esta manera se determina que los materiales aplicados en cada sistema son eficientes dando seguridad, fiabilidad y confort al momento de conducir el prototipo Buggy.

- Mediante el software Matlab se realizó la simulación de la suspensión posterior donde se puede apreciar las oscilaciones de la misma y el tiempo que se demora en retornar a su posición inicial, para esta simulación se calcula el coeficiente de elasticidad del resorte **Kw:** 6730109 [N/m] y el coeficiente de amortiguación **Ks:** 835054 [N/m] , se determina que la elección de materiales y modificación de la suspensión de eje rígido con barras tirantes cumplen con su función de soporte.
- En el software solidworks se determina los máximos esfuerzos soportados en los componentes del vehículo, una modelización estructural, una visualización del vehículo Buggy con el ensamble de todos sus sistemas en tres dimensiones, logrando determinar los planos para realizar la construcción del mismo.
- Las pruebas mecánicas realizadas en el prototipo Buggy revelaron el eficiente trabajo del mismo en la fase de diseño y construcción, logrando seguridad, fiabilidad y confort al momento de conducir.

Agradecimientos

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

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

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

Referencias Bibliográficas

- [1] Alerco. (2009). *Blogicars*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de <http://www.blogicars.com/2013/06/%C2%BFque-son-los-frenos-hidraulicos/>
- [2] Alonso, J. (2011). *Técnicas del AUTOMÓVIL CHASIS*. Madrid, España: Paraninfo.
- [3] Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del automóvil*. Madrid, España: Paraninfo.
- [4] Casado, E. Á., Navarro, J. M., & Morales, T. G. (2012). *Sistema De Transmisión Y Frenado*. Madrid, España: Paraninfo.

- [5] Casado, E. Á., Navarro, J. M., & Morales, T. G. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje*. Madrid, España: Paraninfo.
- [6] Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *Circuitos de Fluidos. Suspensión y Dirección*. Madrid, España: MACMILLAN IBERIA, S.A.
- [7] Ford. (2016). *Mecanico Automotriz.org*. Recuperado el 13 de 06 de 2016, de Ingeniería Extrema: <http://www.mecanicoautomotriz.org/1080-manual-informacion-general-chasis-ford-explorer-sistemas-frenos-partes>
- [8] Kindelán, D. J. (5 de Enero de 2015). *Fundacion CEA*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2015, de Comisariado Eurpoeo del Automóvil: <http://www.fundacioncea.es/>
- [9] Lenis, I. M. (2003). Manual de Servicio. En F. M. Company, *EVTM* (págs. 502-02-i). PCED.
- [10] Martínez, D. H. (2012). *Manual Práctico Del Automóvil*. Madrid, España: Catural, S.A.
- [11] meganeboy., D. (2014). *Aficionados a al Mecánica*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm>
- [12] Moler, C. (2013). Software MATLAB. España.
- [13] Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. PEARSON EDUCACIÓN, MÉXICO.
- [14] Noboa, N. &. (2010.). *Comercio e Ingenieria*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.nyn-ec.com/tol---planchas.html>
- [15] Nogales, M. (2008). *Actualidad Motor*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de AB Internet Networks: <http://www.actualidadmotor.com/es-hora-de-realizar-una-alineacion-de-nuestro-coche-parte-ii/>
- [16] Nord, V. (16 de 05 de 2016). Autodata 3.0. Inglaterra, France.
- [17] Ray, J. (2010). *Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks*. Recuperado el 01 de 06 de 2016, de https://www.solidworks.com/sw/docs/Student_WB_2011_ESP.pdf
- [18] Rondón., N. (2012.). *Miller Manual Reparación De Automóviles*. Barcelona., España.: Grafos S.A.
- [19] Solidworks. (18 de Marzo de 2016). CAD. EE.UU.
- [20] Tektino. (2016). *Autech Tools*. Recuperado el 1 de 06 de 2016, de Automotive Technology: <http://www.autech.com.ec/index.php/productos/alineacion/alinead-ora-de-ruedas-autoboss-tektino-detail>
- [21] Wladimir, M. A.-T. (2008). *Repositorio Digital UTN*. Recuperado el 12 de 04 de 2016, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1654/1/FECYT%201250%20TESIS.pdf>

Sobre los Autores...

Autor-Jefferson PÉREZ B. Nació en la ciudad de Tulcán el 21 de septiembre de 1992.

Realizo sus estudios primarios en la escuela “Santa Mariana de Jesús” Huaca. Sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico Vicente Fierro, en la especialidad de Mecánica Automotriz. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Autor-Andrés TORRES R. Nació en la ciudad de Ibarra el 2 de octubre de 1992.

Realizo sus estudios primarios en la escuela “La Salle” Ibarra. Sus estudios secundarios en la Academia Militar “San Diego”, en la especialidad de Físico Matemático. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Coautor-Carlos MAFLA. Nació en la ciudad de Ibarra el 20 de abril de 1986.

Curso sus estudios secundarios en el colegio “La Salle” Ibarra, sus estudios de pregrado los realizo en la Universidad Técnica del Norte, obteniendo el título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. Los estudios de posgrado los realizo en la Universidad de las Fuerzas Armadas – Quito (ESPE), donde obtuvo el título de Magister en Energías Renovables, especializándose en Biocombustibles. Actualmente es docente investigador de la Universidad Técnica del Norte, donde promueve el uso de Biocombustibles a través de sus proyectos de investigación.