

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MINI TRACTOCAMIÓN UTILIZANDO EL TREN MOTRIZ DE UN FORD BRONCO.

<sup>1</sup>Cristian Rueda, <sup>2</sup>Wilson Villamarín

<sup>1,2</sup>Egresados de la carrera de Ingeniería Automotriz

<sup>1,2</sup>Latacunga-Ecuador

Universidad de Fuerzas Armadas ESPE

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

email: <sup>1</sup>cristianrueda261290@gmail.com – <sup>2</sup>wilson-geovanny@hotmail.es

## RESUMEN.

*El diseño del proyecto previo a la construcción se lo hizo en un software de simulación en el cual se realizaron análisis de varios elementos del mini tractocamión, comprobando de esta manera la fiabilidad de los materiales como de su diseño, así como el estudio aerodinámico teniendo en cuenta parámetros de densidad del aire y velocidad promedio del vehículo, lo cual ayudó a demostrar la fiabilidad de su funcionamiento y construcción.*

*La construcción del vehículo, se logró realizando las modificaciones e implementaciones necesarias tales como: alargamiento del bastidor, implementación de la suspensión tándem, adaptación de la quinta rueda, construcción de un capot similar al de un tractocamión en serie, construcción de la cabina y litera.*

*Además se realizaron trabajos que ayudan a la estética de proyecto tales como: tapicería, acabados similares al de un tractocamión en serie, pintura y chapistería.*

### **Palabras Clave:**

*Mini tractocamión, suspensión tándem, quinta rueda, monturas de tándem.*

## ABSTRACT

*Design prior to construction project did a simulation software which analyzes various elements of the mini tractor, thus proving the reliability of the materials and design were performed, as well as the aerodynamic study taking into account air density parameters and average vehicle speed, which helped to demonstrate the reliability of their operation and construction.*

*The construction of the vehicle, was achieved by performing the necessary modifications and implementations such as lengthening the frame, implementation of the tandem suspension, fifth wheel adjustment, construction of a tractor similar to a serial construction of the berth cabin and hood.*

*Upholstery, similar to that of a tractor in series, painting and sheet metal finishes: Further work to help the project such as aesthetics were performed.*

## I. INTRODUCCIÓN.

El proyecto tiene como objetivo principal “Diseñar y construir un mini tractocamión utilizando el tren motriz del Ford Bronco” en la cual se encuentran plasmados conocimientos teóricos y prácticos que involucran los principales sistemas para el

funcionamiento de un tractocamión, realizando trabajos de reconstrucción y modificación de partes.

## II. DESARROLLO

### A. Diseño y estudio

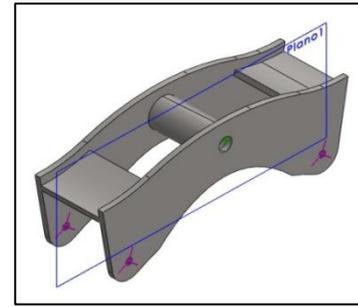
El estudio y diseño de los elementos a ser construidos e implementados se lo realizo con un software de simulación, en el cual mostro estudios como: desplazamiento estático, tensiones y factor de seguridad.

El diseño y estudio se realizaron de los siguientes elementos:

- Viga del bastidor
- Balancín de suspensión posterior
- Soporte de suspensión posterior
- Soporte de quinta rueda
- Viga de anclaje para el soporte de la quinta rueda
- Barra de torsión
- Cardán
- Guardachoque
- Grada de ingreso
- Alargamiento del bastidor.

### B. Análisis del balancín de suspensión posterior

En balancín de suspensión superior se otorgó al modelo propiedades de estudio como: estudio del tipo estático con un mallado sólido, al modelo se le aplicó una carga de 1000 kg este es el peso que debe soportar este elemento.



Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Figura 1: Balancín de suspensión posterior

En la tabla 1 detallamos las propiedades del material utilizado para el balancín de suspensión posterior.

PROPIEDADES	
Nombre:	Acero aleado fundido
Límite elástico:	2.41275e+008 N/m <sup>2</sup>
Límite de tracción:	4.48083e+008 N/m <sup>2</sup>
Módulo elástico:	1.9e+011 N/m <sup>2</sup>
Densidad:	7300 kg/m <sup>3</sup>
Módulo cortante:	7.8e+010 N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación térmica:	1.5e-005 /Kelvin

Fuente: Software de simulación

Tabla 1 Propiedades de material del balancín de suspensión posterior

El material se seleccionó según las propiedades más próximas de los materiales disponibles en el mercado local.

A continuación en la tabla 2 detallamos las propiedades volumétricas que posee el balancín de suspensión posterior.

Propiedades volumétricas
Masa:2.66724 kg
Volumen:0.000365376 m <sup>3</sup>
Densidad:7300 kg/m <sup>3</sup>
Peso:26.139 N

Fuente: Software de simulación

Tabla 2 Propiedades volumétricas del balancín de suspensión posterior

La información del mallado realizado al balancín de suspensión se presenta

en el cuadro 1. El mallado consiste en subdividir el modelo en pequeñas porciones llamados elementos, estos se unen en puntos comunes llamados nodos.

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Tamaño de elementos</b>	7.15088 mm
<b>Tolerancia</b>	0.357544 mm
<b>Calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Software de simulación  
Cuadro 1 Información de malla balancín de suspensión posterior

El software evalúa el tamaño de elemento teniendo en cuenta el volumen del modelo, área de superficie entre otros. El número de nodos y elementos que se muestran en el cuadro 2 dependen de la geometría y medidas del modelo.

<b>Número total de nodos</b>	16857
<b>Número total de elementos</b>	8524

Fuente: Software de simulación  
Cuadro 2 .Detalles de la malla de balancín de suspensión posterior

El mallado obtenido en el balancín de suspensión posterior lo podemos apreciar en la figura 2



Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín  
Figura 2 Mallado de balancín de suspensión posterior

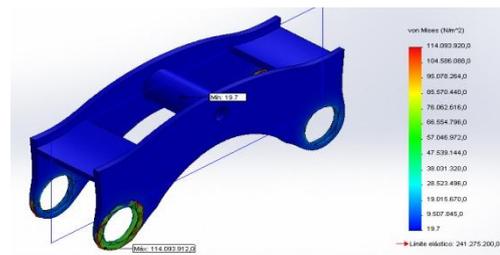
## C. Resultados del estudio de balancín de suspensión posterior

El software de simulación muestra una tensión denominada tensión equivalente o de von Mises. La cual nos otorga información para evaluar la seguridad del diseño para múltiples materiales dúctiles. La flexibilidad de von Mises nos indica que un material empieza a ser flexible en un punto cuando la tensión equivalente alcanza el límite elástico del material indicado en la tabla 1, el cuadro 3 muestra los valores arrojados por el estudio realizado al balancín de suspensión posterior.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensión	Tensión de von Mises	19.7455 N/m <sup>2</sup> Nodo: 16035	1.14094e+008 N/m <sup>2</sup> Nodo: 4

Fuente: Software de simulación  
Cuadro 3. Tensiones del balancín de suspensión posterior

Las tensiones máximas y mínimas con su respectiva ubicación se las pueden apreciar en la figura 3.



Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín  
Figura 3. Tensiones del balancín de suspensión posterior

El software de simulación evalúa el factor de seguridad (FDS) en cada nodo para identificar las áreas débiles del diseño. Las regiones no seguras son de color rojo con un valor de FDS

menor a 1, las regiones en azul son seguras.

Interpretación de factores de seguridad:

- FDS menor a 1 en un punto significa que el material ha fallado.
- FDS igual a 1 en un punto significa que el material ha empezado a fallar.
- FDS superior a 1 en un punto significa que el material es seguro.

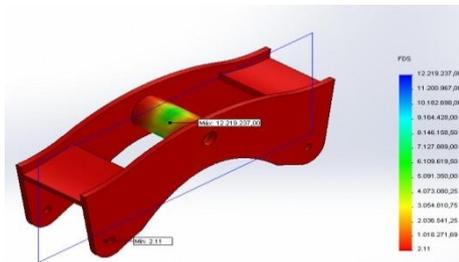
El cuadro 4 muestra los valores de FDS obtenidos en el análisis realizado al balancín de suspensión posterior.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad 1	Automático	2.1147	1.22192e+00
	0	Nodo: 4	Nodo: 16035

Fuente: Software de simulación

Cuadro 4. Factor de seguridad balancín de suspensión posterior

La ubicación de los FDS máximo y mínimo se presenta en la figura 4



Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín

Figura 4 Factor de seguridad de balancín de suspensión posterior

De igual manera se realizó el análisis a cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

#### D. Estudio aerodinámico

Para realizar el cálculo aerodinámico debemos tener valores de densidad del aire y la velocidad promedio del vehículo, como referencia tenemos

que Latacunga está ubicada a 2850 msnm entonces la densidad promedio del aire es de 0,9243 kg/m<sup>3</sup> y la velocidad promedio del vehículo en carretera será de 80 km/h (22,22 m/s).

Procedemos a calcular la resistencia aerodinámica mediante la ecuación 1

$$R_a = \frac{1}{2} * \rho * C_x * A_f * v^2$$

Ecuación 1 Resistencia aerodinámica

Dónde:

$\rho$  = Densidad del aire

$C_x$  = Coeficiente aerodinámico

$A_f$  = Área frontal del vehículo

$v$  = Velocidad del avance del vehículo

En el cuadro 5 observamos los coeficientes aerodinámicos del cual tomaremos el de un camión típico y le daremos a  $C_x$  un valor de 0,65.

Tipos de vehículos	Coef. de resistencia aerodinámico Cx
Bicicleta típica con ciclista	0,90
Coche de F1	0,70 a 1,10
Camión típico	> 0,60
Toyota Camry Hybrid 2007	0,27
Automóviles experimentales	0,14 – 0,20

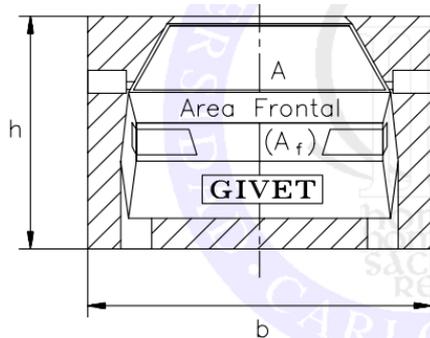
Fuente: <http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/ultimo/nro/nro33/pdf/n33ext02.pdf> [1]

Cuadro 5 Coeficientes de resistencia aerodinámicos según el tipo de vehículo

Para calcular el valor de  $A_f$  se lo hace en función de las dimensiones del vehículo con la ecuación 2, como esta área es tomada en exceso le otorgamos un coeficiente  $f$  el cual tendrá valores de 0,85 a 0,95 lo cual ayudara a minimizar el valor a obtenerse.

$$A_f = f * b * h$$

Ecuación 2 Área frontal



Fuente: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/laboratorio-de-tecnologias-iv/material-didactico/prestaciones.pdf> [2]

Figura 5. Parámetros para el área frontal

Procedemos al cálculo de  $A_f$ , a  $f$  le otorgaremos un valor de 0,9, tenemos que  $b = 1,8 m$  y  $h = 1,72 m$ .

$$A_f = f * b * h$$

$$A_f = 0,90 * 1,8m * 1,72m$$

$$A_f = 2,786m^2$$

Una vez obtenidos todos los valores de los parámetros procedemos a calcular el valor de la resistencia aerodinámica mediante la ecuación 1

$$R_a = \frac{1}{2} * \rho * C_x * A_f * v^2$$

$$R_a = \frac{1}{2} * 0,9243 \text{ kg/m}^3 * 0,65 * 2,786m^2 * (22,22 \text{ m/s})^2$$

$$R_a = 413,2 N$$

Obtenido el valor de resistencia aerodinámica se procede transformarlo en potencia, para ello multiplicamos  $R_a$  por la velocidad. El valor obtenido es el necesario para que el vehículo rompa la resistencia aerodinámica.

$$R_a = 413,2 N * 22,22 \text{ m/s}$$

$$R_a = 9181,3 W$$

$$R_a = 12,31 HP$$

## E. Simulación del estudio aerodinámico

Se lo realizó con la ayuda de un software de simulación en el cual se introdujeron varios valores y parámetros de los cuales los más importantes son las condiciones ambientales, los parámetros termodinámicos son a condiciones ideales y ya que los cálculos realizados anteriormente son a condiciones reales verificaremos la variación de los datos obtenidos, y la velocidad del eje Z será la misma con la que se realizó el cálculo anterior.

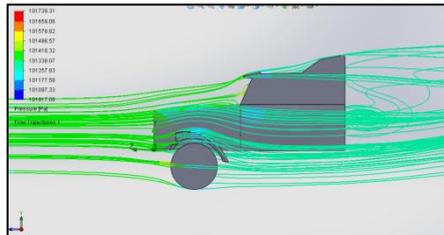
<b>Parámetros termodinámicos</b>	Presión estática 101325.00 Pa Temperatura: 20.05 °C
<b>Parámetros de velocidad</b>	<b>Vector velocidad</b> Velocidad en la dirección X: 0 km/h Velocidad en la dirección Y: 0 km/h Velocidad en la dirección Z: -80.000 km/h

Fuente: Software de simulación  
Cuadro 7. Datos iniciales para la simulación

El software arroja la siguiente cuadro de resultados de los cuales se puede comparar las presiones mínima y máxima, la velocidad mostrada es la velocidad generada por el modelo hacia el aire como observamos es un valor próximo al ingresado a los 80 km/h cabe recalcar que esta simulación se la hizo en condiciones ideales y el modelo permanece estático con lo que se verifica que el modelo cumple con cálculo realizado anteriormente.

Nombre	Min	Max
Presión [Pa]	101017.08	101739.31
Temperatura [°C]	19.98	20.24
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	1.20	1.21
Velocidad [km/h]	0	84.186

Fuente: Software de simulación  
Cuadro 8. Valores obtenidos del estudio aerodinámico de la cabina'



Fuente: Cristian Rueda y Wilson Villamarín  
Figura 3 .Líneas de flujo a través de la cabina

### III. CONCLUSIONES.

- El proyecto “Diseño y construcción de un mini tractocamión utilizando el tren motriz de un Ford Bronco” ayudo a darle un nuevo uso a un bien de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga el cual ya no tenía vida útil dentro de la Institución.
- El diseño y la construcción de un mini tractocamión, se pudo lograr de manera íntegra en la ciudad de Latacunga en el 100% de su ejecución, ya que el mercado posee y pone a disposición toda la materia prima, así como las maquinas herramientas necesarias para ciertos procesos de manufactura.
- La construcción de la cabina del mini tractocamión se logró modificando gran parte de la cabina original, lo cual ayudo a

mantener elementos importantes como las puertas, el tablero original y la base de los pedales de mando (acelerador, freno, embrague). Elementos como la litera y el capot (grupo) fueron construidos desde cero para ser acoplados en la cabina del mini tractocamión.

- Para la construcción y modificación de cabina y litera no se modificó la parte estructural.
- Elementos propios de un tractocamión como tanques de combustible, estribos, escapes, persiana, guardachoque, fueron construidos a escala y están implementados en el mini tractocamión lo cual le confiere la forma característica de un tractocamión.

### IV. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Madrid, U. C. (Julio de 2004). Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/laboratorio-de-tecnologias-iv/material-didactico/prestaciones.pdf>
- [2] Marchense, R., & Golato, M. (junio de 2011). Obtenido de <http://www.herrera.unt.edu.ar/revistacet/ultimonro/nro33/pdf/n33ext02.pdf>

## BIOGRAFÍA



**Cristian Rueda Castro**, nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Egresado de la carrera de Ingeniería

Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Realizo prácticas pre-profesionales en **TALLER AUTOMOTRIZ A DIESEL EL "GATO"**.

Áreas de Interés: Motores diesel Americanos.



**Wilson Villamarín**, nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Egresado de la carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Realizo prácticas pre-profesionales en **MASTER TRUCK DIESEL**.

Áreas de Interés: Camiones Americanos.

Registro de la publicación	
Fecha recepción	<b>22 Septiembre 2013</b>
Fecha aceptación	<b>22 Septiembre 2013</b>
Revisado por:	<b>Ing. Euro Mena</b>

