

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MINIVAN, EN UN VEHÍCULO MINI AUSTIN DE PROPIEDAD DE LA FLORÍCOLA VIBRAFLOWERS

Israel Trávez<sup>1</sup> Luis Salguero<sup>2</sup> Guido Torres<sup>3</sup> Stalin Mena<sup>4</sup>

1, 2, 3,4 Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las fuerzas Armadas ESPE-Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email: luisfsg22@hotmail.com, gtorres@espe.edu.ec, @espe.edu.ec

## RESUMEN

El presente artículo muestra el diseño de la carrocería del vehículo, la construcción del mismo, la reparación de cada uno de los sistemas automotrices y la reparación del motor térmico.

Se describen los parámetros que se tomaran en consideración durante la fase de diseño y los resultados obtenidos en el análisis computacional.

## ABSTRACT

This paper presents the design of the vehicle body, the construction thereof, repair of each automotive systems and repair of the heat engine.

Parameters to be taken into consideration during the design phase and the results obtained in the computational analysis are described.

## I. INTRODUCCIÓN

La Minivan es un automotor equipado con un motor de combustión interna que será utilizado para diferentes actividades desarrolladas dentro y fuera de la empresa "Vibraflowers", equipado con

una cajuela amplia. Además el automotor realizará tareas de control de personal, transporte de insumos para la empresa, y actividades que requieran del servicio oportuno de la Minivan.



Figura 1.1: Minivan original.

## II. PARAMETROS DE DISEÑO.

A continuación se describen los diferentes parámetros que influyen en el diseño del Mini Austin alargado:

- Longitud que se alargó el vehículo: 0.30 m.
- Distancia en ejes de ruedas: 2.35 m (del vehículo alargado)
- Material de la carrocería: Fibra de vidrio estructural reforzada de 4 mm de espesor.
- Material del piso: Fibra de vidrio estructural reforzada de 3 mm de espesor.
- Material de los tubos de sujeción y refuerzo de las partes alargadas: Acero AISI 4130.

- *Peso bruto del vehículo:* 10500 N.
- *Peso aproximado del tren de potencia (F<sub>pt</sub>):* 1500 N.
- *Peso aproximado de los pasajeros y asientos delanteros (F<sub>pf</sub>):* 2500 N.
- *Peso de la carga máxima permisible en el sitio de los asientos posteriores (F<sub>pr</sub>):* 2500N.
- *Peso de la carga máxima permisible en el sitio del portaequipaje (F<sub>l</sub>):* 2000 N
- *Factor de seguridad mínimo admisible:* 3.0

Se realiza un análisis de momentos y se obtienen las reacciones que existen en los ejes delanteros y posteriores.

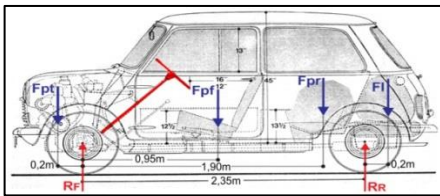


Figura 2.1: Distribución y puntos de aplicación de las carga.

$$R_F = \frac{F_{pt}(L + l_{pt}) + F_{pf}(L - l_{pf}) + F_{pr}(L - l_{pr}) - F_l l_l}{L}$$

$$R_F = 3425,53 \text{ N}$$

$$R_R = \frac{F_{pf} l_{pf} + F_{pr} l_{pr} + F_l(L + l_l) - F_{pt} l_{pt}}{L}$$

$$R_R = 5074,47 \text{ N}$$

$$R_{FL} = \frac{R_F}{2} = 1712,77 \text{ N}$$

$$R_{RL} = \frac{R_R}{2} = 2537,23 \text{ N}$$

A partir del diagrama del cuerpo libre de cada una de las superficies estructurales simples(SSSs) del vehículo, se determina las cargas en los bordes y extremos que aseguran que todas las SSSs estén en equilibrio. Estas cargas de bordes y

extremos están indicadas por las fuerzas de P1 a P13.

Viga transversal baja (delantera).

$$P_1 = \frac{F_{pf}}{2} = 1250 \text{ N}$$

Viga transversal baja (posterior).

$$P_2 = \frac{F_{pr}}{2} = 1250 \text{ N}$$

Panel de ala interior frontal izquierda.

$$P_3 = R_{FL} - \frac{F_{pt}}{2} = 962,77 \text{ N}$$

Panel de ala interior frontal derecho.

$$P_4 = \frac{\left\{ R_{FL} l_1 - \frac{F_{pt}(l_1 + l_{pt})}{2} \right\}}{h_1} = 302,45 \text{ N}$$

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales.

$$P_5 = P_4$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel transversal entre los pasajeros y el compartimento del motor

$$P_6 = P_3$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas horizontales de la repisa frontal se encuentra que:

$$P_7 = P_4$$

Panel de cuarto posterior izquierdo.

$$P_8 = R_{RL} - \frac{F_l}{2} = 1537,23 \text{ N}$$

Panel de cuarto posterior derecho.

$$P_9 = \frac{\left\{ R_{RL} l_2 - \frac{F_l(l_1 + l_2)}{2} \right\}}{h_2} = -333,33 \text{ N}$$

Resolviendo las fuerzas horizontales en los paneles laterales posteriores se tiene:

$$P_{10} = P_9$$

Por simetría y resolviendo las fuerzas verticales en el panel detrás de los asientos traseros se encuentra que:

$$P_{11} = P_8$$

Aplicando la simetría y resolviendo las fuerzas horizontales en la repisa posterior se obtiene:

$$P_{12} = P_9$$

Panel para el suelo:

$$2P_{13} = 2(P_{10} - P_5) = -635,78N$$

### III. DISEÑO

#### a) Fase de diseño

Debido a las fuertes solicitaciones a las que estará sometida la estructura del Mini Austin, el piso de la parte alargada de la carrocería fue reforzada con tubos de acero AISI 4130 de 1¾ plg de diámetro y 3 mm de espesor.

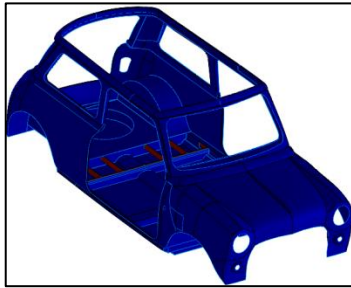


Figura 3.1: Modelado 3D de la carrocería de la MINIVAN.

Una vez realizados los cálculos iniciales que se requieren para el diseño computacional se procederá a la asignación de las 13 fuerzas calculadas y a la configuración de las restricciones que existirán en el software.

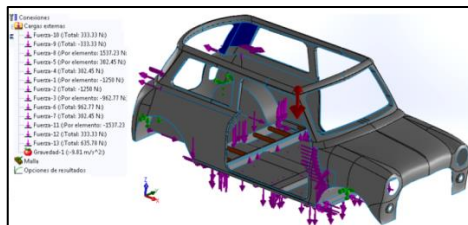


Figura 3.2 Asignación de cargas y sujeciones de la MINIVAN.

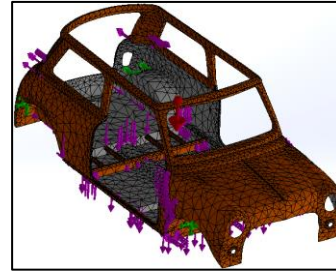


Figura 3.3: Mallado de la estructura de la MINIVAN.

De la distribución del esfuerzo de Von Mises se tiene un esfuerzo máximo de 26.752 Mpa, que es inferior a los límites de elásticos del acero AISI 4130 (460 Mpa) y de la fibra de vidrio reforzada (137 MPa).

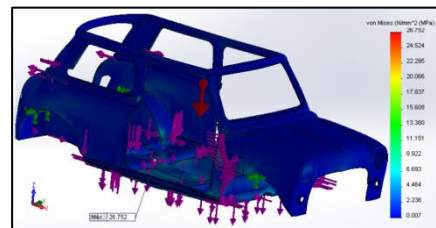


Figura 3.4: Distribución del esfuerzo de Von Mises en la estructura de la MINIVAN

El desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado ocurre en la parte media del panel del piso y tiene un valor de 1.28 mm, por lo que se comprueba que ésta deflexión se encuentre dentro de los límites de deflexión  $y_{max} = (0.9 \text{ a } 5.4)$ .

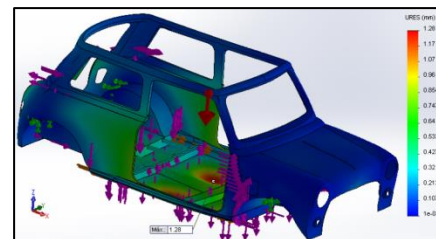


Figura 3.5: Distribución de desplazamientos resultantes en la estructura de la MINIVAN.

El factor de seguridad se determina un valor mínimo de 4.96, en la parte media

de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, sin embargo, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de 3.0 se puede concluir que el diseño es seguro.

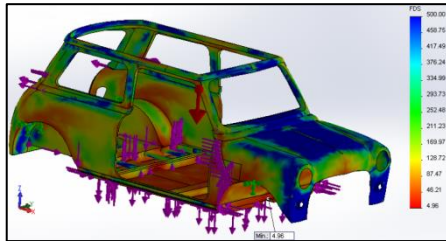


Figura 3.5: Distribución del factor de seguridad en la de la MINIVAN.

### b) Construcción

Una vez que se finalizado la fase de diseño se procedió con la construcción de la Minivan siendo este punto en donde se hacen los extensiones en fibra de vidrio, corta la carrocería, se colocan las extensiones en la estructura de la carrocería y se hacen todas las adecuaciones pertinentes.



Figura 3.6: Primera fase de construcción.

Culminada la primera etapa de construcción, se procedió a colocar las extensiones de la estructura tubular que posee el vehículo. Además se colocó los refuerzos e instaló las piezas de fibra de vidrio.



Figura 3.7: Incremento de la estructura tubular.



Figura 3.8: Fijación de las piezas de fibra de vidrio.

Finalmente se selló el piso de la carrocería posicionando la pieza de fibra de vidrio y se recubrió con una película aislante.



Figura 3.9: Recubrimiento de la MINIVAN.

### c) Chapistería y pintura.

Una vez que se culminaron los trabajos en la Minivan se procedió a dar el terminado de la carrocería masillado cada una de las superficies de la Minivan para eliminar porosidades e imperfecciones que puede tener la Minivan, antes del proceso de pintado se centró las puertas y capo.

Finalmente se procederá el repintado automotriz.





Figura 2.11: Masillado de la carrocería.



Figura 3.10: Pintado de la carrocería.

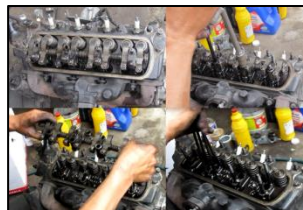
#### IV. REPARACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTOMOTRICES.

##### a.) Diagnóstico Preliminar.

- Se detectó un consumo excesivo de aceite cuando se realizó la comprobación de funcionamiento del motor.
- Se verificó la compresión de cada uno de los cilindros, que da como resultado una posible fuga de la misma por las guías de válvulas o por los anillos (rines) del pistón.
- Se midió la presión de aceite con un manómetro, siendo esta inferior a la normal de funcionamiento (20 psi).
- Juego excesivo del cigüeñal, se comprobó un juego de 2 mm.
- En el funcionamiento del motor se notó un golpeteo anormal en la cadena de distribución del motor.
- Un juego excesivo en las guías de válvula.
- Presencia de fugas de aceite en el motor.

##### b.) Despiece.

- Carburador y distribuidor.
- Bomba de gasolina y taques.
- Cañería y filtro de lubricación.
- Despiece del cabezote



4.1: Desmontaje del cabezote.

- Desmontaje del Conjunto de embrague
- Desmontaje y análisis del tren alternativo.
- Desmontaje de la Bomba de aceite.
- Desmontaje piñones y cadena de distribución.



Figura 4.2: Cadena de distribución y piñones.

- Desmontaje del Cigüeñal.
- Cojinetes de bancada y biela diagnóstico.
- Desmontaje del árbol de levas.

##### c.) Control de las partes

Una vez concluida la fase de despiece del motor se procederá a realizar las medidas pertinentes en cada uno de los elementos que requieran una modificación

**Tabla 4.1 Medidas finales de los muñones de biela +30.**

Milímetros	B 1	B 2	B 3	B 4
Medida	40.751	40.793	40.765	40.779
Sobre medida	40.54	40.54	40.54	40.54
Medidas finales	40.54	40.54	40.54	40.54

**Tabla 4.2 Diferencia de medidas en los muñones de bancada (ovalización).**

Medidas	B1	B2	B3	B4
Plano X	43.693	43.675	43.732	43.680
Plano Y	43.689	43.684	43.720	43.695
Diferencia	0.010	0.009	0.012	0.015
Medidas finales	43.46	43.46	43.46	43.46

**Tabla 4.3: Control del cigüeñal.**

Medida	C1(mm)	C2(mm)	C3(mm)	C4(mm)
Medida en el punto medio del cilindro	65.35	65.34	65.35	65.34
Rectificada	65.59	65.59	65.59	65.59

**d) Ensamblaje del motor.**

- Para el ensamblaje del motor se realizó el siguiente proceso.
- Tratamiento de las partes rectificadas.
- Armado de la culata
- Ensamblaje del bloque cilindros.

- a. El block.
- b. Ensamblaje de pistones.
- c. Pulido del cigüeñal.



**Figura 4.3: Armado del conjunto biela manivela.**

- d. El árbol de leva.
- e. Colocación del cigüeñal.
- f. Asentamiento de los pistones.



**Figura.4.3: Proceso de colocación del conjunto biela-pistón.**

- g. Bomba de aceite.
- h. Triángulo de seguridad.
- i. Ensamblaje de la distribución.



**Figura 4.41: Montaje de la tapa**

- j. Tapa de la distribución.
- Ensamblaje del cabezote con el block
- Armado de los elementos externos del motor



**Figura.4.4: Ensamblaje del motor.**

- Sistema de suspensión y frenos y embrague
- Montaje del motor



**Figura.4.5: Montaje del motor.**

- Se realizó una prueba de potencia en el dinamómetro dándonos como resulta el restablecimiento de la potencia original del motor.



Figura.4.6: Prueba en el dinamómetro.

## V. CONCLUSIONES.

- La Minivan construida tiene una distancia entre ejes 2.35 metros, y cuenta con un habitáculo de carga de 1,35 m y una dimensión total de 3.35 cm, dimensiones que concuerdan con las de la Minivan-Austin Original.
- La fase de diseño y simulación determino que existe un esfuerzo de von mises de 26.752 Mpa, la cual se genera en el punto medio de la viga transversal del piso, este esfuerzo es menor al límite elástico del acero AISI 4130 (460 Mpa).
- El desplazamiento máximo en la estructura del Mini Austin alargado es de 1.28 mm, y se genera en la parte media del panel del piso, ésta deflexión se encuentra dentro de los límites de deflexión ( 0.9mm - 5.4mm ) ,recomendados por Robert Mott en su Libro de Resistencia de Materiales.
- El factor de seguridad alcanzo un valor mínimo de 4.96 en la parte media de la viga transversal del piso que lleva a los pasajeros delanteros, al ser éste valor mayor que el mínimo admisible de

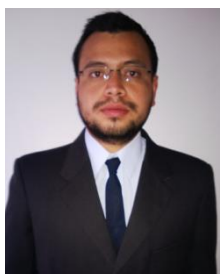
3.0 se determina que el diseño es seguro.

- Se utilizó una malla de refuerzo (Caremon), en cada una de las piezas fabricadas en fibra de vidrio, la misma que mantiene las propiedades originales de la fibra de vidrio.
- La Potencia generada por el automotor en la prueba del dinamómetro es de 30,1 kW , la cual es superior a la potencia que está establecida en el manual del vehículo 27.94 KW.
- El acero AISI 4130 y la fibra de vidrio (Glass Fiber Reinforced) son una excelente combinación de materiales para resistir los esfuerzos a los que será sometido el vehículo en su vida útil.

## VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- Crolla David A. (2009). Automotive Engineering, Structural design. (1era edición).Inglaterra. Editorial Elsevier.
- Grupo cultural, (2011-2012). Manual práctico del automóvil. Madrid. Cultural S.A.
- Mott Robert L. (2006).Diseño de elementos de máquinas.(4ta edición ).España. Editorial Pearson Educación
- Hynes, s.f .Owners Workshop Manual.

## BIOGRAFÍA



*Felipe Salguero, nació en Salcedo, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.*



*Israel Trávez, nació en Latacunga, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.*



*Guido Torres, nació en Alausí provincia de Chimborazo, Ecuador. Se graduó como Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica de Riobamba- Ecuador y cuenta con un Magíster en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica Indoamérica de Ambato-Ecuador*

*Egresado de la Maestría de Gestión de Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Actualmente se desempeña como docente del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica en el área de Diseño y Mecánica Computacional de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE en la ciudad de Latacunga.*



*Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, es docente tiempo parcial en la universidad de las fuerzas armadas-ESPE desde el 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con colectividad.*

### Registro de la publicación

<b>Fecha de recepción</b>	24 de Febrero del 2014
<b>Fecha de aceptación</b>	26 de Febrero del 2014
<b>Revisado por:</b>	Ing. Guido Torres Ing. Stalin Mena

