



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS "ESPE"

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LOS SISTEMAS
AUTOMOTRICES DE LA LIMUSINA ESCARABAJO



Director: Ing. Danilo Zambrano

Alumno: Francisco Mesa

Año: 2015

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto examinó conocimientos de reparación, adaptación y selección de componentes mecánicos, eléctricos, que se implementaron en la resultante limusina Volkswagen escarabajo, manteniendo la estética, factor clave al momento de mantener el clasicismo del vehículo original. Este trabajo buscó innovar los procesos de transformación de vehículos a limusina, en un modelo y marca no explorados hasta este momento en el país.

En esta modificación se consideró la dimensión y peso de la limusina resultante, para determinar un correcto análisis teórico-mecánico, con la finalidad de garantizar los estándares de confort y seguridad, requeridos por la industria (turismo, eventos, hotelería, etc.), a la cual se destinará su uso.

La implementación de los sistemas automotrices en la limusina conllevó a objetivos fijos: fundamentación teórica de los conocimientos requeridos para el desarrollo del proyecto, diseño de diagrama de procesos, selección de los elementos para cada sistema, implementación y plan de mantenimiento preventivo.

Es necesario destacar que uno de los motivos principales para la ejecución de este proyecto, fue el motivar la reutilización de vehículos en desuso, fomentando con esto, de manera indirecta, los trabajos de investigación tanto de profesionales con experiencia, como de profesionales o estudiantes en formación, lo que además genera fuentes de trabajo y un aliciente para el sector turístico del país a cual se servirá en gran medida al dotarlos de un parque automotor de gran vistosidad y bajo costo.



Original



Modificado

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

Características del Motor

Características	Detalles
Tipo de motor	1200 cc
Refrigerado	Aire
Número de cilindros	4
Diámetro de cilindros	3,031 pulg. (77 mm)
Carrera	2,520 pulg. (64 mm)
Volumen	72,74 pulg ³
Potencia al freno (HP)	41.5 a 3900 RPM
Torque max.	65 lb/pie a 2400 RPM
Relación de compresión	6,6:1
Punto de encendido	7,1/2° antes p.m.s.
Orden de encendido	1-4-3-2

Parámetros de diseño

Características	Detalle	
	Original	Modificado
Batalla	2400 mm	3600 mm
Largo	4070 mm	5270 mm
Altura	1500 mm	1500 mm
Altura libre sobre piso	152 mm	152 mm
Ancho	1540 mm	1540 mm
Peso en vacío	780 Kg	965 Kg
Carga útil	380 Kg	402 Kg
Carga total admisible	1160 Kg	1365 Kg
Carga admisible sobre el eje delantero	480 Kg	500,1 Kg
Carga admisible sobre el eje posterior	700 Kg	864,9 Kg

SISTEMAS MODIFICADOS

Selección:

Detalles	Factor (\emptyset)	Tipo barra de torsión	Ideal
Cálculo de pesos reales con software	3	5	5
Mayor resistencia de peso	2	3	5
Maniobrar la dirección	3	4	5
Adquisición y estabilidad	3	4	5
Costos de mantenimiento	3	5	5
$\sum(\emptyset*\pi)$		60	70
Coeficiente de selección		85 %	

Sistema de suspensión delantero

Basados en las cargas a las que va a estar sometido el vehículo, se conserva la suspensión de barra de torsión y el amortiguador telescópico simple.

Detalles	Masa (Kg)
Masa del eje delantero	317,1
Masa del tanque de combustible	43
Masa del conductor/acompañante	140
Total	500,1

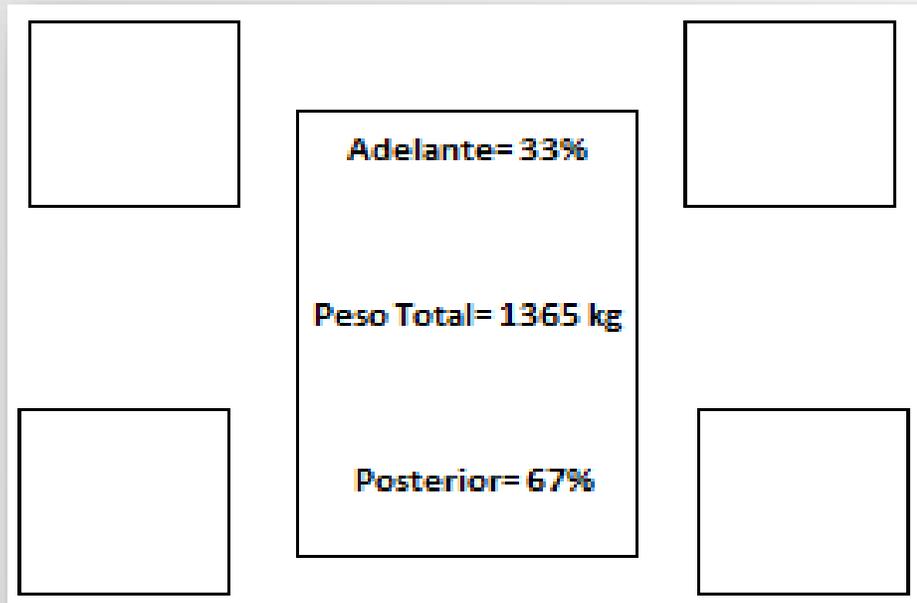
Detalles	Factor (\emptyset)	Tipo de espiral y brazo guía	Ideal
Cálculo de pesos reales con software	3	5	5
Mayor resistencia de peso	3	5	5
Confort y estabilidad	3	4	5
Adquisición	2	4	5
Costos de mantenimiento	3	3	5
$\Sigma(\emptyset*\pi)$		59	70
Coefficiente de selección		84 %	

Sistema de suspensión posterior

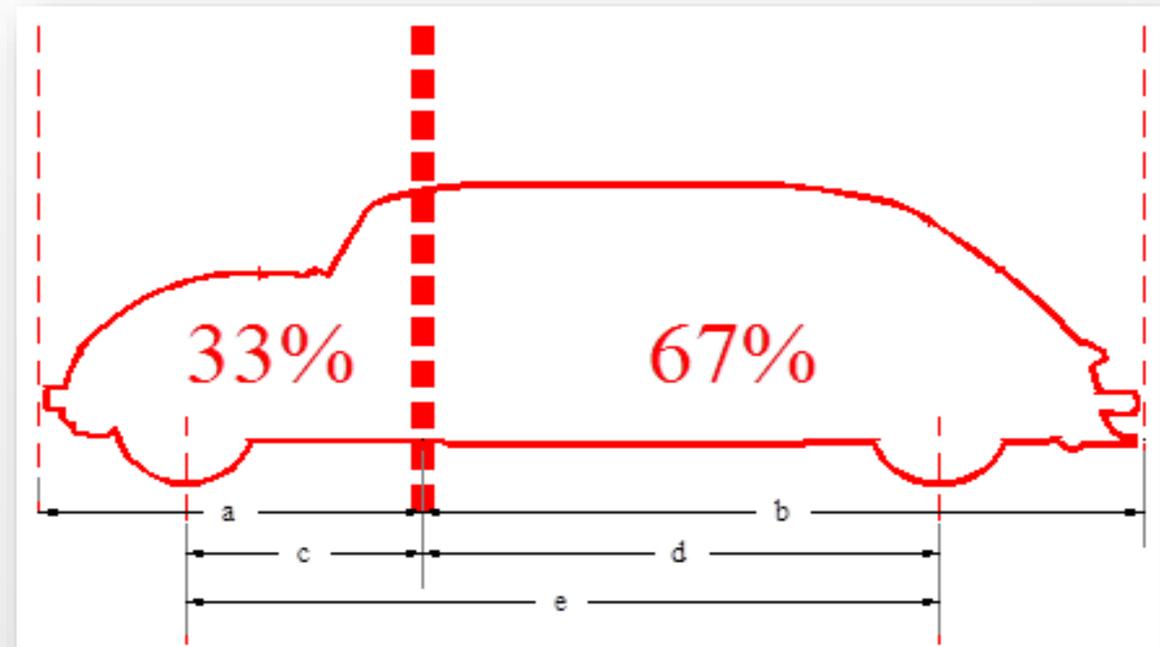
Cumple con las modificaciones y las prestaciones que debe brindar la limusina a los usuarios de confort y seguridad. La suspensión que se incorporó es de amortiguador con muelle, utilizado para vehículos de carga, sin obviar el confort requerido.

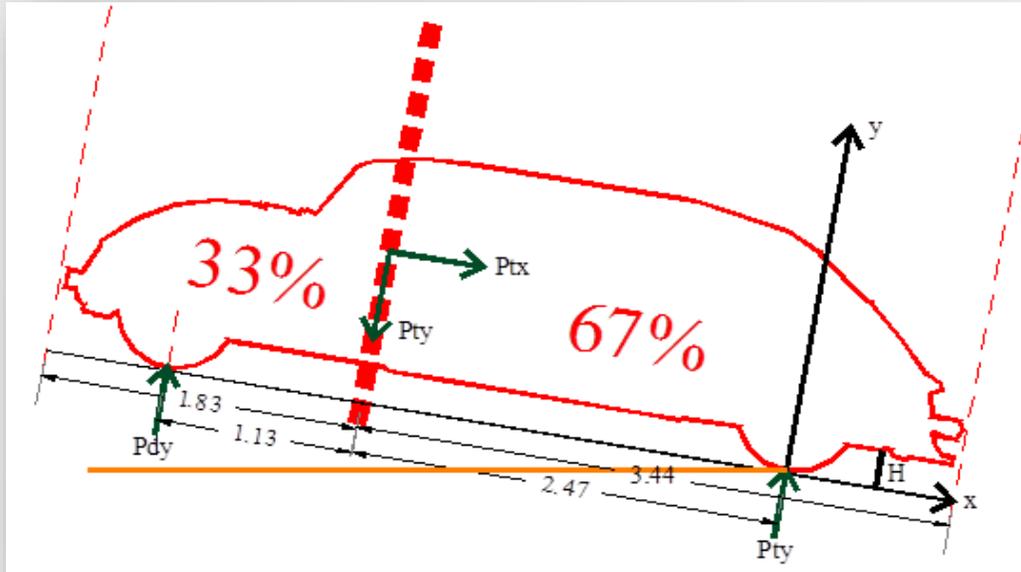
Detalles	Masa (Kg)
Posterior	80,8
Motor y transmisión	452,1
Ocupantes	140
Tapizado y extras	70
Total	864,9

Distribución estática de pesos



Batalla del vehículo (e) = 3600 mm





Centro de gravedad

$$+\downarrow \sum M_o = 0$$

$$(-P_{dy} * B) + (P_{py} * d) - (P_{Tx} * H) = 0$$

$$H = 560,75 \approx 560 \text{ mm}$$

Análisis del peralte

$$V_v = \sqrt{g * R \frac{\frac{S}{2H} + \tan \tau}{1 - \frac{S}{2H} * \tan \tau}}$$

$$V_v = 58,31 \frac{m}{s}$$

S= Ancho entre ruedas o vía.

τ = Peralte (°)

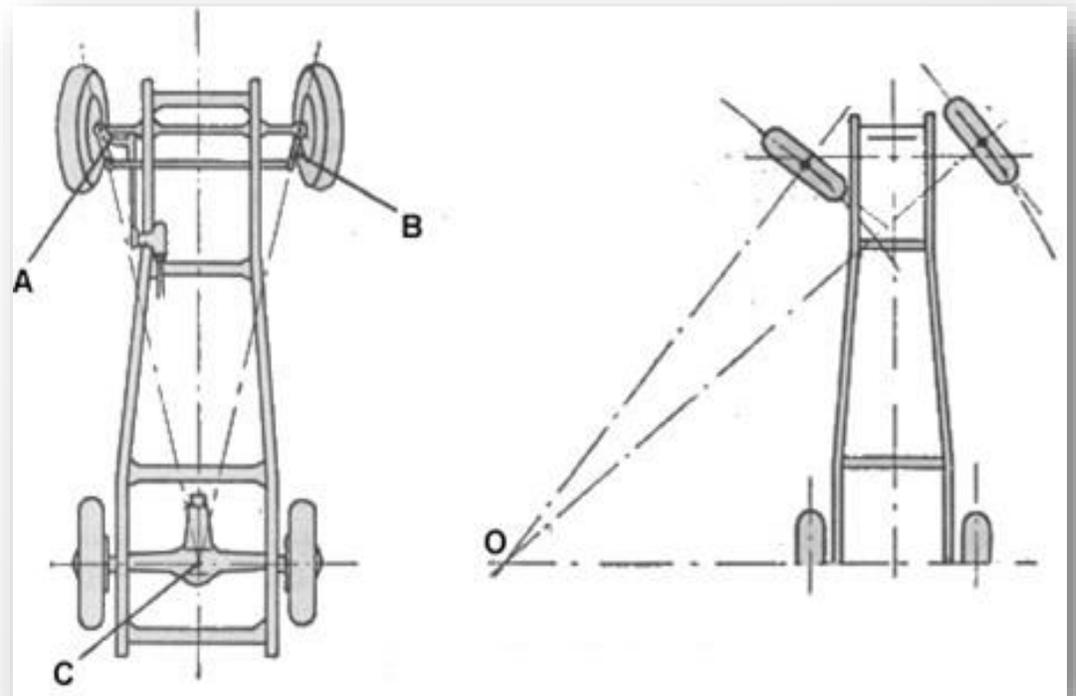
R= Radio de curvatura

V_v = Velocidad de vuelco

Sistema de dirección

Detalles	Factor (\emptyset)	Tornillo sin fin	Ideal
Cálculo de pesos reales	3	4	5
Divergencia de giro	3	4	5
Confort y seguridad	3	4	5
Acoples/adaptación	2	5	5
Adquisición	3	4	5
Costos de mantenimiento	3	3	5
$\Sigma(\emptyset * \pi)$		67	85
Coefficiente de selección		78 %	

Geometría de la dirección



Sistema de frenos

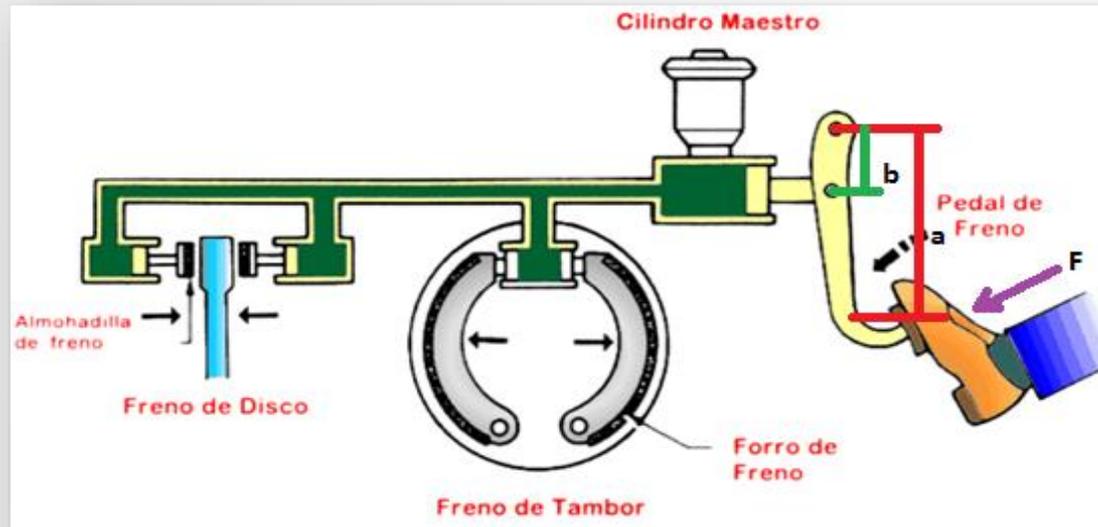
Detalles	Factor (∅)	Disco	Tambor	Ideal
Cálculo de pesos reales	3	5	4	5
Distancia de frenado	3	4	4	5
Confort y seguridad	3	5	5	5
Acoples/adaptación	2	5	5	5
Adquisición	3	4	4	5
Costos de mantenimiento	3	4	4	5
$\Sigma(\emptyset * \pi)$		76	73	85
Coefficiente de selección		89 %	86 %	

$$F_{fd/p} = \mu * P_{d/pd}$$

$$F_{m\acute{a}x} = F_{fd} + F_{fp}$$

$$F_{m\acute{a}x} = 5028,93 \text{ N}$$

Fuerza del varillaje de empuje



$$F_{sp} = F_{ep} * \frac{a}{b}$$

$$F_{sp} = 650 \text{ N}$$

F_{sp} = Fuerza de empuje del cilindro posterior (zapatas)

F_{ep} = Fuerza aplicada (pie)

a = distancia entre el punto fijo hacia el pedal de acción

b = Distancia entre el punto fijo hacia la barrilla de acción del depósito

Disco
(eje delantero)



Fuerza cilindro

$$F_{sd} = p_{lca} * \frac{\Phi_{rd} * \pi}{4}$$

$$F_{sd} = 6803,94 N$$

Fuerza cilindro

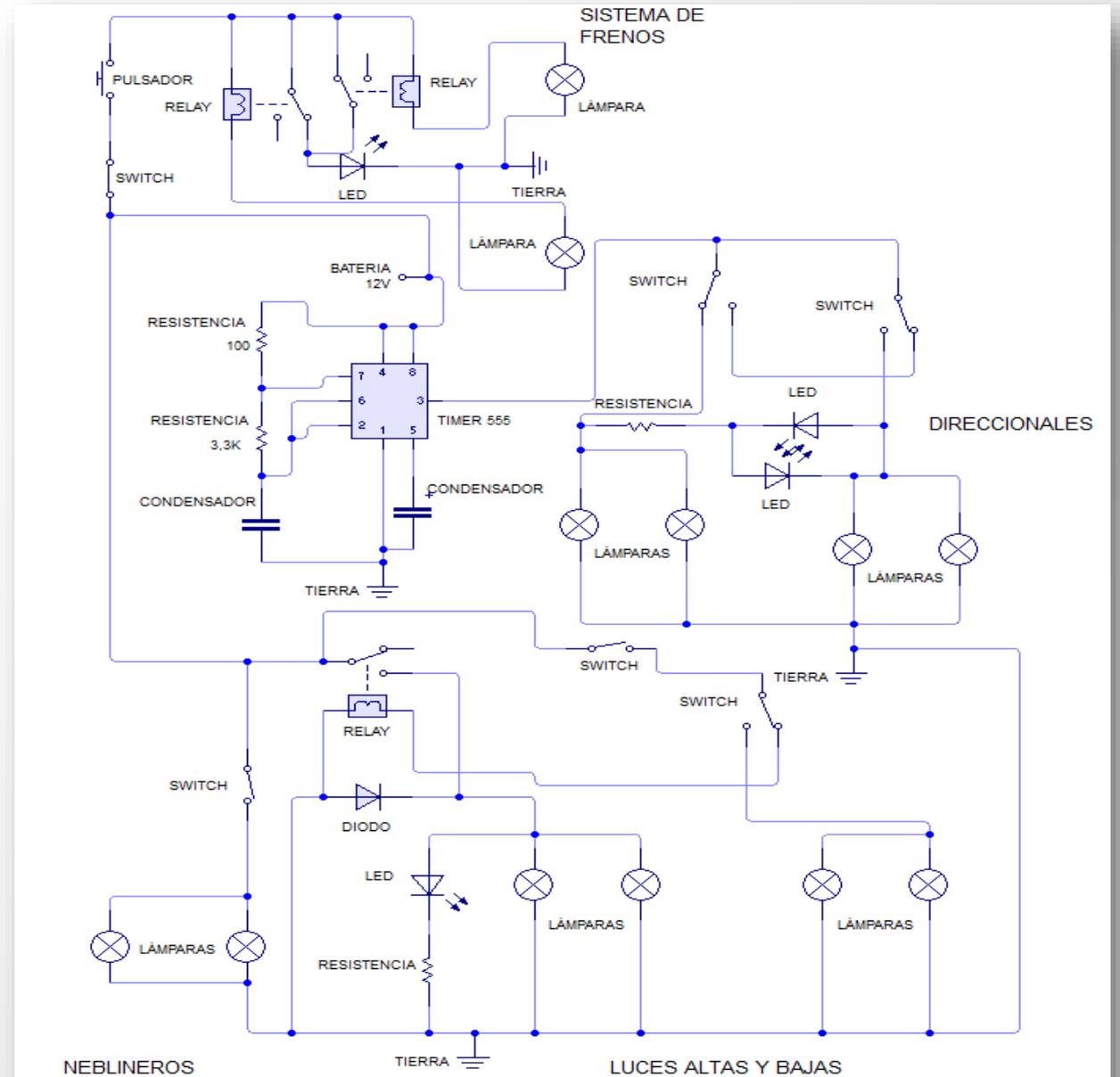
$$F_{sp} = 1700,98 N$$



Tambor
(eje posterior)

Sistema eléctrico

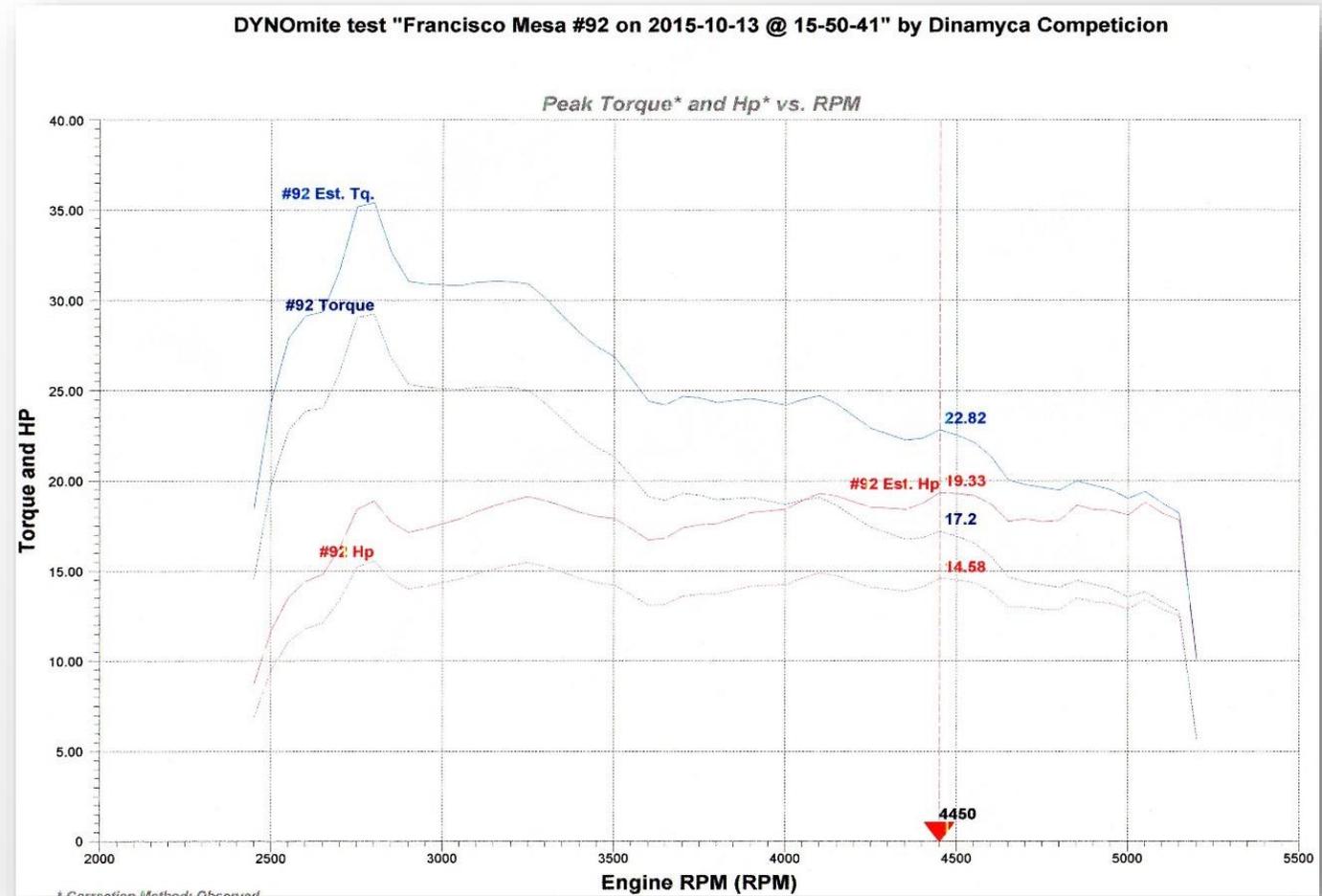
Detalles	Factor (Ø)	Cableado nuevo	Ideal
Medición de voltaje y resistencia	3	5	5
Fugas de corriente	3	4	5
Seguridad	3	5	5
Nuevo/adaptación	3	5	5
Costo de instalación	2	2	5
Costos mantenimiento de	3	4	5
$\sum(\Ø*\pi)$		73	85
Coficiente de selección		85 %	



PRUEBAS Y PUESTA A PUNTO

Motor y transmisión

Características	Valores	Unidades
Temperatura del aire	22.77	°C
Presión barométrica absoluta	68.173	kPa
Humedad relativa	40.02	%
Presión de vapor	0.445	mHg
Densidad relativa del aire	64.05	%

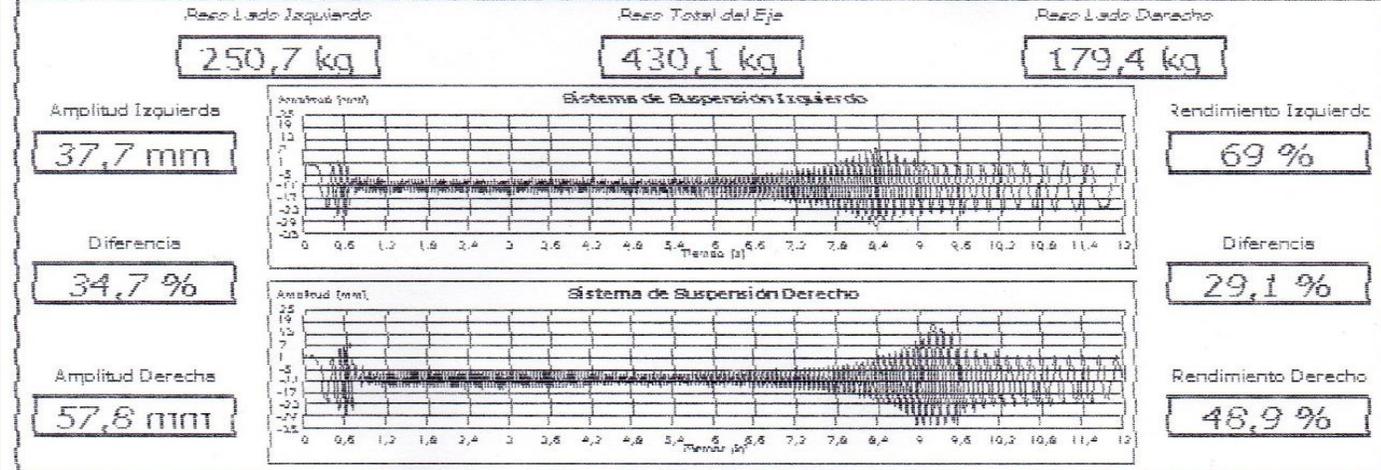


SUSPENSIÓN

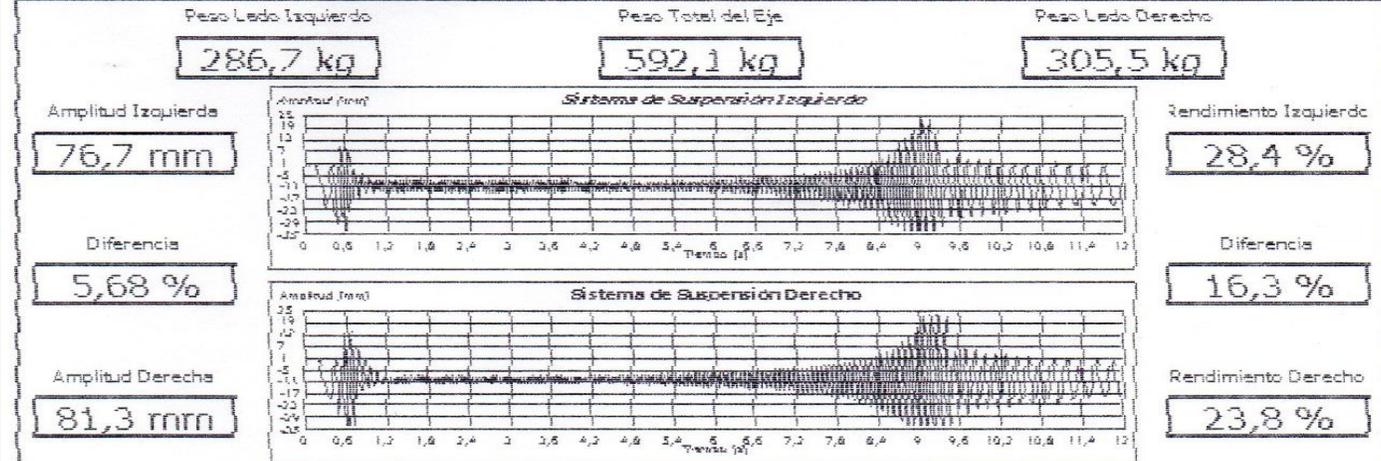
AUTOPARTES SUCRE ECUADOR

Patente	PDD0143	Nombre y Apellido	
Marca	VW	Dirección	
Modelo	ESCARABAJO	Localidad	
Año de Fabricación	1972	Provincia	
Fecha	15/10/2015 9:43:00	C.P.	
		Teléfono	
		Correo electrónico	

Resultado Pruebas en Banco de Suspensión - Eje Delantero



Resultado Pruebas en Banco de Suspensión - Eje Trasero



**COSTOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO
(SISTEMA AUTOMOTRIZ)**

CANTIDAD	DETALLE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Sistema de suspensión	1.000,00	1.000,00
1	Mantenimiento de sistema de dirección	150,00	150,00
50 metros	Cable # 10 y 8	200,00	200,00
1	Cableado	300,00	300,00
1	Juego de herramientas	100,00	100,00
1	Iluminación interior	40,00	40,00
1	Iluminación exterior	250,00	250,00
1	Sistema de frenos	800,00	800,00
1	Llantas	250,00	250,00
1	Gastos extras	500,00	500,00
TOTAL			3.590,00
SUMA TOTAL			\$ 4.341,25

CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó la selección e implementación de los sistemas automotrices (freno, suspensión, dirección y parte eléctrica), mediante parámetros de normas SAE y la adquisición de los componentes mecánicos que se instalaron en la limusina Volkswagen escarabajo, en base a cálculos y mediciones.
- ✓ Utilizando software de construcción y simulación (SolidWorks, ANSYS y LiveWire) se construyeron los sistemas automotrices, para su análisis de fuerzas y simulaciones, aplicando cargas reales obtenidas en el capítulo III en la selección de componentes y determinamos su óptimo funcionamiento.
- ✓ Se seleccionó para la suspensión posterior con refuerzo de muelle, acoplándola a las dimensiones de su suspensión original, con esto logramos que las cargas extras aplicadas no tengan afectación al sistema, con la suspensión delantera no se realiza ninguna modificación ya que el peso en su eje no va a tener modificación.
- ✓ El sistema de dirección fue sometido a una prueba de giro de 360°, dándonos como resultado un radio de 7.71 m, el cual por las dimensiones que posee la limusina se encuentra en el rango establecido de acuerdo a cálculos.

- ✓ La modificación del sistema de frenos se lo realizó en base a análisis del fabricante, que incorporan frenos de disco y tambor, siendo que estos frenos a un kilometraje de 80 Km/h a una distancia de 4,8 m, su tiempo de frenado es de 38 s y, en una segunda prueba a 50 Km/h, a una distancia de 2 m su tiempo de frenado llega a 22 s. Estos valores, nos indican que el freno de disco es la acción rápida no sujeta a desgastes prematuros y, el tambor es el refuerzo del frenado, que con la activación del freno de mano, ayuda a mantenerlo en posición estática.
- ✓ El sistema eléctrico original se mantuvo debido a su buen estado, cambiándose exclusivamente sus conductores, como alambre número 10 basados en normas de mantenimiento de vehículos para verificación de corriente y otros elementos como sus fusibles y accesorios.
- ✓ Al aplicar las pruebas de ruta (Latacunga-Quito), bajo condiciones de confort y seguridad que se va a brindar a los usuarios, su maniobrabilidad en la dirección, seguridad al frenar, iluminación en carretera/cuidad se llegó a la conclusión de que son las requeridas bajo normas de tránsito y, el confort en la suspensión, al minimizar las vibraciones que posteriormente se transmitirán al habitáculo.
- ✓ El rango de seguridad se obtuvo mediante el mallado en ANSYS, lo que nos dió como resultado parámetros que oscilan entre 1,4 y 1,8, de acuerdo al diseño y a la aplicación de una carga excesiva, nos da el punto más crítico donde sufrirá afectación el componente mecánico.

• RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar mantenimientos preventivos frecuentes a los sistemas, ya que la utilización de la limusina será para transporte de personas y esto garantizará de mejor manera su seguridad y confort.
- ✓ Se debe acoplar un sistema de encendido electrónico para ayudar al funcionamiento del motor, que mediante pruebas en el Dinamómetro nos garantiza que sus HP aumentarían en un rango de 2 a 4 y para su fácil encendido.
- ✓ Para un posterior análisis de este tipo de proyectos se debe enfocar en realizar normas de fabricación en nuestro país para esta clase de modificaciones en vehículos clásicos.
- ✓ Impulsar a la recuperación de esta clase vehículos en la Industria automotriz, bajo parámetros de seguridad interna.