

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**Facultad de Ingeniería Automotriz**

**PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**“REDISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA BARRA DE IMPACTO  
LATERAL DE UN CHEVROLET AVEO”**

**Hernán Patricio Carrera Cedeño  
Andrés Francisco Andrade Cevallos**

**Director: Ing. Miguel Granja Paredes**

**2010**

**Quito, Ecuador**

## CERTIFICACIÓN

Quito, 9 de Marzo del 2010

Yo, **Hernán Patricio Carrera Cedeño**, declaro que soy autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

---

Hernán Patricio Carrera Cedeño

Yo, Miguel Granja, declaro que, en lo que personalmente conozco, al señor, **Hernán Patricio Carrera Cedeño**, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.

---

Ing. Miguel Granja

## CERTIFICACIÓN

Quito, 9 de Marzo del 2010

Yo, **Andrés Francisco Andrade Cevallos**, declaro que soy autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

---

Andrés Francisco Andrade Cevallos

Yo, Miguel Granja, declaro que, en lo que personalmente conozco, al señor, **Andrés Francisco Andrade Cevallos**, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.

---

Ing. Miguel Granja

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme en mi vida y en mis estudios; A mis padres y hermanos que con su amor y ejemplo me han sabido guiar por el camino del bien.

A mis profesores que con su sabiduría supieron inculcar en mí sus conocimientos y gusto por el mundo automotriz.

Hernán Carrera

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de grado a mis padres y hermanos los cuales con su ejemplo, amor y apoyo han hecho posible culminar mi carrera profesional.

Hernán Carrera

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fuerza moral para culminar con otra etapa de mi vida.

A la Universidad Internacional del Ecuador por abrirme sus puertas e inculcar en mi, valores y conocimientos indispensables que me servirán para ser un buen profesional.

A mis profesores que fueron los actores principales para culminar con mis estudios universitarios.

A mis padres que con infinito amor y cariño me apoyaron en los momentos que más los necesite.

Andrés Andrade C.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mi familia, en especial a mis padres y hermano, quienes han contribuido con su esfuerzo y cariño para culminar mi carrera profesional.

A mi madre que siempre se preocupó por mi superación y nunca desmayo en su esfuerzo para que vea cumplida mis metas.

A mi padre que con sus consejos acertados ha cultivado en mí un hombre responsable.

A mi hermano quien es uno de mis seres más queridos, agradezco su apoyo en las adversidades de mí vida.

Andrés Andrade C.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1

<b>1</b>	<b>FUNDAMENTOS DE LA SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA.....</b>	<b>1</b>
1.1	SEGURIDAD ACTIVA.....	1
1.1.1	Sistema de Frenado.....	2
1.1.2	Sistema de suspensión.....	4
1.1.3	Sistema de climatización.....	5
1.1.4	Neumáticos.....	6
1.1.5	Dirección.....	7
1.1.6	Sistema Electrónico de Estabilidad.....	8
1.2	SEGURIDAD PASIVA.....	10
1.2.1	Carrocería de deformación programada.....	10
1.2.2	Habitáculo indeformable.....	12
1.2.3	Cinturón de seguridad.....	13
1.2.4	Pretensor cinturón de seguridad.....	14
1.2.5	Limitador de tensión cinturón de seguridad.....	15
1.2.6	Apoya cabezas activo (sistema de protección cervical).....	16
1.2.7	Airbag frontal.....	17
1.2.8	Airbags lateral.....	19
1.2.9	Airbag para la cabeza (cortina).....	20
1.2.10	Air Belt.....	21

## **CAPITULO 2**

<b>2</b>	<b>ESTUDIO DE MATERIALES.....</b>	<b>22</b>
2.1	METALOGRAFÍA.....	22
2.1.1	Concepto de Metalografía.....	22
2.1.2	Resultados de la Metalografía.....	24
2.2	ESPECTROMETRÍA.....	28
2.2.1	Concepto de Espectrometría.....	28
2.2.2	Espectrómetro de Emisión Óptica ARL 4460.....	29
2.2.3	Resultados de la Espectrometría.....	31
2.3	PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL.....	32
2.3.1	Concepto de Dureza Rockwell.....	32
2.3.2	Resultados de la prueba de Dureza Rockwell.....	33
2.4	ENSAYO A TRACCIÓN.....	37
2.4.1	Concepto de ensayo a tracción.....	37
2.4.2	Resultados del ensayo a tracción.....	39
2.5	ESFUERZO NORMAL Y DEFORMACIÓN.....	46
2.6	ELASTICIDAD.....	48

## **CAPITULO 3**

<b>3</b>	<b>DISEÑO Y ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
3.1	INTRODUCCION DEL DISEÑO.....	51.
3.2	PASOS DE DISEÑO.....	51
3.2.1	Identificación de la necesidad.....	52
3.2.2	Importancia del mejoramiento de la seguridad pasiva lateral.....	53
3.2.3	Resultados de la investigación preliminar.....	55

3.2.4	Planteamiento del objetivo.....	58
3.3	CÁLCULOS DE DISEÑO.....	58
3.3.1	Cálculos esfuerzo deformación.....	59
3.3.1.1	Barra estándar.....	59
3.3.1.2	Barra mejorada.....	60
3.3.2	Cálculos de inercia en las barras.....	62
3.3.2.1	Barra Estándar.....	62
3.3.2.2	Barra Mejorada.....	62
3.3.3	Cálculos de Energía en las barras.....	63
3.3.3.1	Barra Estándar.....	63
3.3.3.2	Barra Mejorada.....	63
3.3.4	Relación y Porcentaje de las barras en el mejoramiento.....	63
3.4	MONTAJE DE LA BARRA.....	64
3.4.1	Desmontaje de anclajes.....	64
3.4.2	Preparación de la barra mejorada.....	65
3.4.3	Inserción de la barra mejorada en los anclajes y la puerta.....	66
3.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS MEDIANTE SOLID WORKS.....	68
3.5.1	Características y parámetros del programa.....	68
3.5.2	Resultados obtenidos.....	69
3.5.2.1	Resultados Barra Estándar.....	69
3.5.2.2	Resultados Barra Mejorada.....	70

## **CAPITULO 4**

<b>4</b>	<b>EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA.....</b>	<b>72</b>
4.1	ANALISIS DE GASTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
4.1.1	Análisis de Materiales.....	73
4.1.1.1	Análisis del costo de la mano de obra.....	73

## **CAPITULO 5**

<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	75
5.2	RECOMENDACIONES.....	76
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
	ANEXO A.....	79
	ANEXO B.....	80
	ANEXO C.....	81
	ANEXO D.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Informe de análisis químico.....	31
Tabla 2.2 Ensayo de tracción de las Barras.....	44
Tabla 3.1 Datos de las Barras.....	58
Tabla 3.2 Cálculos Esfuerzo Deformación.....	61
Tabla 4.1 Ingresos y egresos.....	73
Tabla 4.2 Total costo mano de obra.....	73
Tabla 4.3 Costos Totales.....	74
Tabla 4.4 Flujo de fondos final.....	74

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Elementos del sistema de frenos.....	2
Gráfico 1.2 Sistema de suspensión.....	4
Gráfico 1.3 Sistema de climatización.....	5
Gráfico 1.4 Neumático.....	6
Gráfico 1.5 Sistema de dirección.....	7
Gráfico 1.6 Botón del Sistema Electrónico de Estabilidad.....	8
Gráfico 1.7 Carrocería de deformación programada.....	10
Gráfico 1-8 Habitáculo indeformable.....	12
Gráfico 1-9 Cinturón de seguridad.....	13
Gráfico 1.10 Ilustración del funcionamiento del cinturón de seguridad.....	13
Gráfico 1.11 Pretensor cinturón de seguridad.....	14
Gráfico 1.12 Limitador de tensión cinturón de seguridad.....	15

Gráfico 1.13 Apoya cabezas activo (sistema de protección cervical).....	16
Gráfico 1.14 Airbag frontal.....	17
Gráfico 1.15 Airbag del conductor.....	18
Gráfico 1.16 Airbag lateral.....	19
Gráfico 1.17 Airbag para la cabeza (cortina).....	20
Gráfico 1.18 Air Belt.....	21
Gráfico 2.1 Henry Clifton Sorby.....	22
Gráfico 2.2 Lijado de la muestra.....	25
Gráfico 2.3 Pulido de la muestra.....	25
Gráfico 2.4 Microscopio Metalográfico.....	26
Gráfico 2.5 Muestra de la barra vista desde el microscopio.....	27
Gráfico 2.6 Espectrómetro de Emisión Óptica ARL 4460.....	29
Gráfico 2.7 Durómetro.....	34
Gráfico 2.8 Penetrador de diamante Brale.....	34
Gráfico 2.9 Punta de diamante sobre la muestra.....	35
Gráfico 2.10 Cargas utilizadas en la prueba de dureza.....	35
Gráfico 2.11 Muestra de la barra.....	36
Gráfico 2.12 Máquina de Ensayo de Tracción.....	37
Gráfico 2.13 Plotter.....	38
Gráfico 2.14 Probeta de la barra.....	39
Gráfico 2.15 Medidas de la probeta (extremo).....	39
Gráfico 2.16 Medidas de la probeta (mitad).....	40
Gráfico 2.17 Medidas de la probeta (extremo).....	40
Gráfico 2.18 Divisiones en la probeta.....	40
Gráfico 2.19 Mordaza fija y mordaza móvil.....	41

Gráfico 2.20 Revisión de medidas (ancho).....	42
Gráfico 2.21 Revisión de medidas (espesor) .....	42
Gráfico 2.22 Probeta y mordazas.....	43
Gráfico 2.23 Esfuerzo Deformación de las Barras.....	45
Gráfico 2.24 Barra prismática sujeta a tensión.....	46
Gráfico 2.25 Comportamiento elástico y parcialmente elástico.....	49
Gráfico 3.1 Fotografía Prueba Impacto Frontal Aveo.....	53
Gráfico 3.2 Fotografía Prueba Impacto Lateral Aveo.....	55
Gráfico 3.3 Chevrolet Aveo.....	56
Gráfico 3.4 Presentación SolidWorks.....	57
Gráfico 3.5 Curvas Esfuerzo Deformación.....	61
Gráfico 3.6 Desmontaje de Anclajes.....	64
Gráfico 3.7 Moladora.....	64
Gráfico 3.8 Anclajes.....	65
Gráfico 3.9 Preparación de la Barra.....	66
Gráfico 3.10 Soldadura MIG.....	66
Gráfico 3.11 Montaje en la estructura.....	67
Gráfico 3.12 Sujeción de anclajes.....	67
Gráfico 3.13 Barra Estándar (deformación).....	69
Gráfico 3.14 Barra Estándar (factor de seguridad).....	70
Gráfico 3.15 Barra Mejorada (deformación).....	71
Gráfico 3.16 Barra Mejorada (factor de seguridad).....	71

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO DE TESIS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ESCUELA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TÍTULO: “REDISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BARRA DE IMPACTO LATERAL DE UN CHEVROLET AVEO”**

**AUTOR(ES):** Hernán Patricio Carrera Cedeño  
Andrés Francisco Andrade Cevallos

**DIRECTOR:** Ing. Miguel Granja Paredes

**ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS:**

**FINANCIAMIENTO: SI                      NO: X                      PREGRADO:                      POSTGRADO:**

**FECHA DE ENTREGA DE TESIS:**

**Día      Mes      Año**

**GRADO ACADEMICO OBTENIDO:**

**No. Págs.      No. Ref. Bibliográfica:                      No. Anexos                      No. Planos:**

**Resumen**

Las barras de impacto lateral hoy en día cumplen un papel crucial dentro de la seguridad pasiva del vehículo.

Su función es detener la incrustación de cualquier objeto en el habitáculo, absorber y disipar la energía resultante de un choque lateral; así comenzamos con los estudios y cálculos que nos permitieran mejorarla en su factor de seguridad y rendimiento.

Como resultado de dichos procedimientos obtuvimos una mejora del 25% en relación a la barra estándar, lo que representa un porcentaje alto frente a las expectativas de mejora.

## **PALABRAS CLAVES**

Acero: Aleación de hierro y carbono.

Aleación: Mezcla sólida homogénea de dos o más materiales.

MIG: Metal Inert Gas.

Soldadura: Proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales generalmente metales.

**MATERIA PRINCIPAL: TECNOLOGÍA DE MATERIALES.**

**MATERIA SECUNDARIA: FÍSICA APLICADA.**

## **SUMMARY:**

Side impact bars today play a crucial role in the passive safety of the vehicle.

Its function is to stop the embedding of any object on the carrier, absorb and dissipate the energy resulting from a side impact, so we started with the studies and calculations that allow us to improve on its performance and safety factor.

As a result of these procedures we obtained an improvement of 25% compared to the standard bar, which represents a high percentage compared to expectations of improvement.

## **Firmas**

Ing. Miguel Granja Paredes

Hernán Patricio Carrera Cedeño

Andrés Francisco Andrade Cevallos

## **NOTAS:**

## **CAPITULO 1**

### **1 FUNDAMENTOS DE LA SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA**

#### **1.1 SEGURIDAD ACTIVA**

Los autos hoy en día son rápidos y potentes y por ende necesitan tener más dispositivos de seguridad para proteger a sus ocupantes a través de equipamientos especiales que confieran mas fiabilidad a los vehículos y reduzcan los accidentes en las vías; la seguridad activa comprende a todos los elementos del coche en los cuales el conductor puede actuar directamente sobre ellos.

La seguridad activa prevé conservar la dirigibilidad de un coche en movimiento respondiendo a los mandos del conductor sin poner en peligro la estabilidad del automóvil.

### **1.2.11 Sistema de Frenado**

Los frenos son el principal sistema de seguridad de un automóvil y constituyen un eje básico en la seguridad activa, es por ello que se han desarrollado sistemas muy avanzados los cuales pueden ser efectivos incluso a velocidades superiores a los 180km/h en distancias de frenado de 50m, sin duda la tecnología reinante en el sistema de frenos es el ABS (sistema antibloqueo) que mediante sensores independientes en las ruedas los cuales indican cualquier diferencia entre régimen de giro en las distintas condiciones de manejo



**Gráfico 1.1 Elementos del Sistema de frenos <sup>1</sup>**

dirigiendo la señal de dichos sensores a un Procesador electrónico, este detecta tendencias de bloqueo en cada una de las ruedas del coche, puede ir variando las presiones hidráulicas de frenado en las ruedas; manteniendo así la direccionalidad del coche sin perder el control del mismo.

---

<sup>1</sup> <http://www.marcadecoche.com/images/abs-frenos.jpg>

Es así como el ABS se desempeña como un eje básico dentro de la seguridad activa optimizando el proceso de frenado garantizando aspectos primordiales tales como son:

**Distancia de parada:** acortando la distancia en la que el auto se detiene totalmente ante la necesidad de frenado total.

**Dirigibilidad:** en la condición de curva aun que una de las ruedas pierda adherencia el conjunto de ruedas no perderá la direccionabilidad.

**Estabilidad:** la estabilidad del coche no se verá comprometida por el bloqueo de las ruedas.

#### **Complementos actuales del ABS:**

**SERVOTRONIC.-** es un sistema direccional que se activa al frenar en las curvas. Cuando detecta que las ruedas de un lado giran menos en una curva y hacia dónde se está girando, frena más las ruedas de uno de los lados para conseguir dar un efecto direccional y compensar la inercia del peso y la velocidad.

**EBV Electronic Brake Variation.-** Un sensor regula la frenada entre el eje delantero y trasero según el peso de cada uno, enviando presión variada a las ruedas.

**BAS Brake Assist System.-** Detecta condiciones extremas de frenado, actuando automáticamente un servofreno adicional para incrementar la presión de frenado inicial para reducir aun más la distancia de frenado.

#### **1.2.12 Sistema de suspensión**

La suspensión posee varios componentes que puede ser un conjunto de ballestas, amortiguadores, horquillas, muelles, barras estabilizadoras, ruedas y neumáticos, todos estos elementos están integrados por el bastidor; hoy en el mercado una gran mayoría de vehículos presentan suspensiones independientes o combinación de ellas.

Las suspensiones independientes brindan seguridad y confort.

Este sistema también representa gran parte de la seguridad activa ya que es el encargado de mantener el auto con adherencia al piso además de absorber irregularidades del terreno y brindar confort a los ocupantes.



**Gráfico 1.2 Sistema de suspensión <sup>2</sup>**

En la actualidad existen varios tipos de suspensiones, pero en esencia el funcionamiento es el mismo; los componentes básicos son el muelle y el amortiguador.

Cuando la rueda golpea con alguna irregularidad el muelle se contrae absorbiendo la irregularidad, y al acabar de comprimirse recobra su forma original haciendo que el auto siga en contacto con el suelo, para tratar de neutralizar las vibraciones del muelle se

---

<sup>2</sup> [http://www.circulaseguro.com/images/2008/03/suspension\\_toyota\\_auris.jpg](http://www.circulaseguro.com/images/2008/03/suspension_toyota_auris.jpg)

encuentra un amortiguador que es un tubo telescópico con dos cámaras que contienen un fluido, el cual absorbe las vibraciones hasta hacerlas desaparecer.

### **1.2.13 Sistema de climatización**



**Gráfico 1.3 Sistema de climatización**<sup>3</sup>

Los sistemas de climatización permiten mantener una temperatura constante dentro del vehículo; combinan la calefacción, la temperatura exterior y el aire acondicionado de forma automática con el fin de mantener temperatura constante y mantener un ambiente confortable que brinde buenas condiciones de conducción al piloto, y por ende una factor más de comodidad para el manejo, convirtiéndose en otro elemento de la seguridad activa.

### **1.2.14 Neumáticos**

---

<sup>3</sup> [http://ecodiario.eleconomista.es/imag/\\_v2/ecodiario/motor/otro/climatizador.jpg](http://ecodiario.eleconomista.es/imag/_v2/ecodiario/motor/otro/climatizador.jpg)



**Gráfico 1.4 Neumático** <sup>4</sup>

Las funciones de los neumáticos en el vehículo son: soportar la carga, transmitir las fuerzas de aceleración y de frenado, dirigir el vehículo, participar en la suspensión, el confort y participar en la estabilidad. Se constituye por una estructura conformada principalmente por estireno, polibutadieno y butadieno (cauchos artificiales).

En la seguridad activa su principal característica es la adherencia que el neumático brinda al coche proporcionando un buen agarre a la calzada, dando la seguridad a la conducción en cualquier tipo de condición de manejo.

### **1.2.15 Dirección**

---

<sup>4</sup> <http://www.stylemotor.net/imagesdb/styleNeumaticos.jpg>

Una dirección precisa representa una condición importante en un manejo seguro. Pero la precisión debe equilibrarse con una resistencia perceptible de la dirección y suficiente fuerza de retorno de dirección para que el conductor tenga la sensación más directa de las condiciones de la calzada y la marcha del vehículo.



**Gráfico 1.5 Sistema de dirección <sup>5</sup>**

### **1.2.16 Sistema Electrónico de Estabilidad**

---

<sup>5</sup> <http://www2.diariomotor.com/imagenes/2009/05/direccion-asistida-electrica-epas-ford-fiesta.jpg>



Es así como dichos módulos comparan el radio de giro inducido en el volante por el conductor, con el radio de giro real detectado en cada una de las ruedas, si los valores no concuerdan este sistema actúa sobre el freno, en cualquier eje y cualquier rueda para compensar dicho desequilibrio.

A pesar que el conductor pise el pedal de freno se tomará acciones por parte del sistema de alimentación de combustible para disminuir el régimen del motor y controlar en caso de que el conductor acelere más, para protegerlo y evitar un descontrol del auto.

Este sistema representa sin duda alguna el avance más importante en cuanto a seguridad activa en los últimos veinte años, pero que nadie piense que es una patente de seguridad porque cuando se superan los límites físicos, con ESP o sin él, el accidente es inevitable.

### 1.3 SEGURIDAD PASIVA

Tomando en cuenta que no todos los accidentes son evitables la seguridad pasiva es la encargada de una vez producido el accidente minimizar los daños a sus ocupantes, la mejor protección en caso de accidente resulta de una carrocería de seguridad calculada con exactitud y probada en ensayos prácticos, que si bien debe ser altamente resistente en las estructuras del habitáculo, sin embargo también debe ser controladamente deformable en todos los sitios en los cuales hay que degradar la energía del impacto.

#### 1.3.1 Carrocería de deformación programada



**Gráfico 1.7 Carrocería de deformación programada** <sup>7</sup>

La seguridad de una carrocería tiene que actuar conjuntamente con una serie de mecanismos que limiten al máximo las posibles lesiones causadas al conductor; para cumplir dichas características las carrocerías son diseñadas y estudiadas por los fabricantes, sometiendo a pruebas de laboratorio que garanticen la fiabilidad de las mismas. Un criterio

---

<sup>7</sup> [http://www.autospyker.com/images/carroceria\\_1024.jpg](http://www.autospyker.com/images/carroceria_1024.jpg)

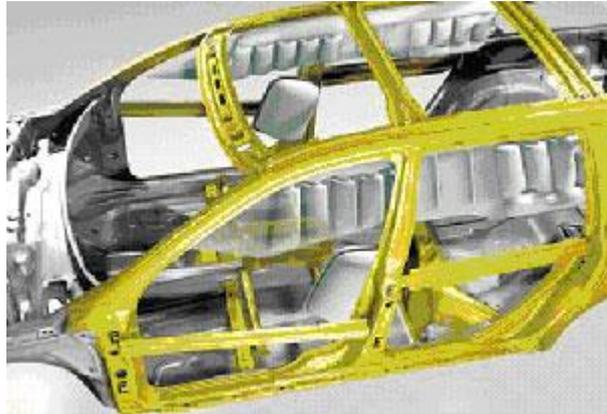
esencial del concepto de seguridad consiste en que los automóviles adaptan su deformación a la gravedad del accidente.

Cuando se produce un accidente y el vehículo impacta un objeto rígido, su estructura se somete a una violenta desaceleración, la cual es finalmente transmitida a sus ocupantes. En estos casos, la estrategia considerada en el diseño de los vehículos actuales para proteger a sus pasajeros es dotarlos de zonas de deformación programada en sus extremos, y de un habitáculo rígido que asegure la integridad de la cabina. Las zonas de deformación programada se ubican en el sector delantero y trasero del vehículo, y están diseñadas para absorber la mayor cantidad de energía posible en caso de impacto. La absorción de energía se realiza principalmente a través de las deformaciones de piezas específicamente diseñadas para cumplir esta función, junto con la dispersión de las cargas hacia los demás sectores del vehículo. La absorción de la energía del impacto efectuada por las zonas de deformación programada, permite reducir la cantidad de energía que deberá absorber el compartimento de pasajeros, y finalmente los ocupantes. Esto se traduce en pasajeros expuestos a aceleraciones de menores magnitudes, lo cual reduce la gravedad del impacto que “sienten” los pasajeros del vehículo.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>

### 1.3.2 Habitáculo indeformable



**Gráfico 1-8 Habitáculo indeformable**<sup>9</sup>

Contrariamente a la zona de deformación esta estructura debe poseer la máxima solidez, de modo que sus daños resulten tan insignificantes como sea posible. Aparte de ello, como es natural, no deben penetrar en el interior ningún otro componente del vehículo que pudiera provocar lesiones a los ocupantes del vehículo, es decir es la jaula de seguridad de la estructura ya que está diseñada especialmente para evitar deformaciones para proteger la integridad de los pasajeros.

El habitáculo esta principalmente formado por los parantes de puertas, ventanas, techo y los perfiles de las ventanas.

---

<sup>9</sup> <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>

### 1.3.3 Cinturón de seguridad



**Gráfico 1-9 Cinturón de seguridad** <sup>10</sup>

Este sistema de absorción de desaceleración y retención del ocupante es el eje de la seguridad pasiva ya que sin este dispositivo el resto de seguridades quedarían sin complementariedad.



**Gráfico 1.10 Ilustración del funcionamiento del cinturón de seguridad**

<sup>10</sup> <http://www.autoescuela.tv/blog/img/cinturones-de-seguridad.jpg>

Ni la mejor de las zonas de contracción sirve de ayuda sin el cinturón de seguridad. Ejemplo: si con una velocidad de choque de sólo 30 km/h, un ocupante de 75 Kg quisiera protegerse del choque apoyándose contra el tablero de instrumentos o contra el parabrisas, tendría que estar en condiciones de levantar aprox. 1 tonelada de peso. Con 100 km/h 2 toneladas; esto es algo totalmente imposible.

El cinturón de seguridad se compone de una cinta textil con arneses sujetadores y tensores los cuales actúan reteniendo el cuerpo, frente a una desaceleración manteniéndolo en el asiento e impidiendo que salga despedido por el impacto o volcadura.<sup>11</sup>

#### 1.3.4 Pretensor cinturón de seguridad



**Gráfico 1.11 Pretensor cinturón de seguridad**<sup>12</sup>

<sup>11</sup> [www.recursos.comforp.net/documentos/crash-test/2008-139-01-J.pdf](http://www.recursos.comforp.net/documentos/crash-test/2008-139-01-J.pdf)

<sup>12</sup> [www.circulaseguro.com/2008/11/23-pretensores-pirotecnicos-y-limitadores-de-esfuerzo](http://www.circulaseguro.com/2008/11/23-pretensores-pirotecnicos-y-limitadores-de-esfuerzo)

Los pretensores en los cinturones de seguridad mejoran la eficacia de éstos en impactos de cierta consideración; impidiendo el desplazamiento y sujetándolos al asiento en el momento de una desaceleración.

El pretensor activado tensa el cinturón de seguridad, manteniendo a los ocupantes pegados al asiento durante el impacto. Complementando el correcto funcionamiento de los demás sistemas de seguridad pasiva del vehículo.

Existen pretensores de accionamiento mecánico que actúan en el carrete del cinturón actuando con sensores del airbag para una mejor acción entre el cinturón y las bolsas de aire.

### **1.3.5 Limitador de tensión cinturón de seguridad**



**Gráfico 1.12 Limitador de tensión cinturón de seguridad** <sup>13</sup>

En el momento de la desaceleración el cinturón de seguridad protege de una gran cantidad de lesiones graves, pero dependiendo de la intensidad del impacto puede causar lesiones en la región del tórax, por la acción del cinturón al retener el cuerpo del ocupante.

---

<sup>13</sup> [www.km77.com/.../conduccion/cinturon/med/04.jpg](http://www.km77.com/.../conduccion/cinturon/med/04.jpg)

El limitador de tensión permite el estiramiento controlado del punto de fijación del cinturón de seguridad, reduciendo de esta forma la tensión de este sobre el tórax del ocupante reduciendo el riesgo de fractura en costillas y daños internos.

### **1.3.6 Apoya cabezas activo (sistema de protección cervical)**



**Gráfico 1.13 Apoya cabezas activo (sistema de protección cervical) <sup>14</sup>**

Para reducir el riesgo de lesiones bajo un impacto trasero se debe reducir al máximo el movimiento relativo entre las cabezas de los ocupantes y el resto del cuerpo. La primera medida para evitar este riesgo es que el apoya cabezas se encuentre cerca de la cabeza de los ocupantes al momento del impacto.

---

<sup>14</sup> <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>

### 1.2.7 Airbag frontal



**Gráfico 1.14 Airbag frontal** <sup>15</sup>

Este sistema de la seguridad pasiva está diseñado para actuar al circular a velocidades mayores a 30 Km. /h, el cual se compone de un cojín hinchable que se aloja en el volante y en la parte interna del panel, los cuales son capaces de desplegarse en caso de impacto brindando una área de absorción de desplazamiento resultante de la colisión, tomando como principio de su funcionamiento basa en absorción de energía cinética impidiendo las lesiones en la región cráneo encefálica.

El tiempo de despliegue de la bolsa de aire oscila entre 5 y 20 ms. en choques frontales y hasta 30 ° con respecto al eje longitudinal del auto, lo que garantiza que en el momento justo del choque estará completamente inflada y una vez que el contacto entre la bolsa y la cabeza se cumplan comience a evacuar los gases de la misma.

---

<sup>15</sup>[www.kia.cl/images/fotos\\_banner/modelos/todo\\_terreno/sportage\\_pro/foto\\_sportage\\_pro\\_seguridad\\_02.jpg](http://www.kia.cl/images/fotos_banner/modelos/todo_terreno/sportage_pro/foto_sportage_pro_seguridad_02.jpg)



**Gráfico 1.15 Airbag del conductor**<sup>16</sup>

Algunas características de este dispositivo son que no obstaculiza la visibilidad del ocupante y que su activación es mediante mecanismos de inercia para evitar activaciones accidentales o erróneas, durante el impacto, el airbag frontal entrega una suficiente área de contacto para el cuerpo del conductor pero no obstaculiza completamente su visión. Se debe recalcar que una vez activado este sistema requiere el reemplazo de todos los componentes de activación

Se ha comprobado que la combinación del airbag conjuntamente con el cinturón de seguridad reduce en gran porcentaje lesiones de cabeza y tórax al impedir el impacto directo contra el volante y/o panel de instrumentos siempre y cuando se sigan las normas de seguridad de dicho sistema como:

- Sentarse a una distancia mínima de 30cm del volante.
- Utilizar siempre el cinturón de seguridad.
- No usar sillas de bebé en los asientos delanteros

---

<sup>16</sup> <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>

### 1.2.8 Airbag lateral



**Gráfico 1.16 Airbag lateral**<sup>17</sup>

En el diseño de los coches se diferencia mucho el impacto frontal del lateral, ya que en el impacto lateral solo separan de 20 a 30cm a los ocupantes de la estructura del habitáculo; es por esta razón que los estudios y los casos prácticos indican que este tipo de choques constituyen los de mayor gravedad para los ocupantes; es por eso que se han desarrollado este tipo de air bags.

Estas bolsas de aire tienen una capacidad estándar de 12 lt, que se anclan en la estructura del asiento o en las puertas, cuya misión es proteger a la cabeza y caderas del ocupante.

Este tipo de air bag tarda un promedio de 3 ms en su hinchado total y reduce un 40% de las lesiones graves en conjunto con el uso del cinturón de seguridad.

---

<sup>17</sup> <http://eltamiz.com/wp-content/uploads/2008/06/airbag-lateral.jpg>

### 1.2.9 Airbag para la cabeza (cortina)



**Gráfico 1.17 Airbag para la cabeza (cortina)**<sup>18</sup>

Este tipo de airbag se creó con la finalidad de complementar al airbag lateral evitando que la cabeza golpee con las ventanas y sea un mecanismo de retención en caso de que estas se encuentren abiertas en el momento del choque.

Estas bolsas se encuentran ancladas en los marcos interiores y ocupan el espacio de las ventanas, son de estructura tubular o en forma de colchón.

El tiempo de hinchado es de 25 ms. después del impacto y de igual manera que los otros sistemas airbag en conjunto con el cinturón de seguridad han demostrado en la práctica la diferencia entre la vida y la muerte en choques laterales.

---

<sup>18</sup> [www.cochenet.com/sabelotodo/articulos/seguridad%20pasiva/airbag/airbag-1.jpg](http://www.cochenet.com/sabelotodo/articulos/seguridad%20pasiva/airbag/airbag-1.jpg)

### 1.2.10 Air Belt



**Gráfico 1.18 Air Belt**<sup>19</sup>

Este tipo de airbag se lo ha introducido recientemente por las marcas Honda y Ford, se constituye un cinturón de seguridad con una bolsa de aire incluida la cual reduce la presión sobre el tórax y actúa como un semipretensor el cual disminuye el juego en relación al cuerpo del ocupante

---

<sup>19</sup> [www.automotorblog.com/wp-content/uploads/2009/11/ford-seat-belt-airbag-1.jpg](http://www.automotorblog.com/wp-content/uploads/2009/11/ford-seat-belt-airbag-1.jpg)

## **CAPITULO 2**

### **2 ESTUDIO DE MATERIALES**

#### **2.1 METALOGRAFÍA**

##### **2.1.1 Concepto de Metalografía**

Henry Clifton Sorby fue un geólogo y microscopista inglés, nacido en Woodbourne.<sup>20</sup>  
(10 de mayo de 1826 - 9 de marzo de 1908).



**Gráfico 2.1 Henry Clifton Sorby**

El principal factor en la microscopía de los metales es la preparación de la superficie de la muestra, esta es la idea básica descubierta por el padre de la metalografía Henry Clifton Sorby llamado así porque fue la primera persona en examinar correctamente la estructura de los metales con muestras estudiadas en el microscopio en 1863.

---

<sup>20</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Clifton\\_Sorby](http://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Clifton_Sorby)

La metalografía es la ciencia que estudia las características estructurales o constitutivas de un metal o aleación relacionándolas con las propiedades físicas y mecánicas.

**Preparación de la superficie a analizar:** Es necesario la preparación de una muestra para este ensayo.

Como primer paso debemos cortar la muestra con una cortadora metalográfica.

- Cortadora metalográfica: este equipo posee un disco especial de corte por abrasión, al momento que el disco entra en funcionamiento se suministra una gran cantidad de refrigerante, evitando así el sobrecalentamiento de la muestra. De esta manera, no se alteran las condiciones micro estructurales de la misma.

- Se prepara la superficie del material, donde se desbasta la superficie de la muestra con lija, de manera uniforme, posteriormente avanzamos sucesivamente disminuyendo el tamaño de grano (Nº de papel de lija) hasta llegar al papel de menor tamaño de grano. Al culminar el desbaste en su primera fase denominada desbaste grueso ya obtenido el último pulido con el papel de lija de tamaño de grano más pequeño.

**Pulimento:** Esta etapa se ejecutada con paños macizos colocados en platos giratorios circulares, sobre los cuales son depositadas pequeñas cantidades de abrasivos, en general diamante industrial en polvo fino.

**Ataque químico:** Existe una enormidad de ataques químicos, los cuales suelen ser utilizados en diferentes tipos de metales y situaciones. En general, el ataque es hecho por inmersión o fregado con algodón previamente sumergido en el líquido escogido, para ser frotado en la región a ser observada, durante algunos segundos hasta que la estructura o defecto sea revelada. Uno de los más usados es el NITAL, (ácido nítrico y alcohol), para la gran mayoría de los metales ferrosos.

**Microscopia:** El principal instrumento para la realización de un examen metalográfico lo constituye el microscopio metalográfico, con el cual es posible examinar una muestra con aumentos que varían entre 50 y 2000x.

Debido a la opacidad de los metales y aleaciones, el microscopio metalográfico opera con la luz reflejada por el metal. Por lo que para poder observar la muestra es necesario preparar una muestra y pulirla hasta obtener un acabado tipo espejo de la superficie.<sup>21</sup>

### **2.1.2 Resultados de la Metalografía**

La metalografía es una prueba que se la realiza para conocer de una manera más exacta la estructura del metal o de los metales.

Para iniciar con esta prueba necesitamos una muestra del metal que vamos a analizar (tubo)

Para ello necesitamos cortar la muestra con una fresadora con el propósito de que no pierda las características micro estructurales.

---

<sup>21</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Metalografia>

El siguiente proceso a realizar es preparar la superficie de la muestra donde se la lija, debemos ir avanzando de una manera uniforme disminuyendo el tamaño de grano es decir el número de papel de lija hasta llegar al papel de menor tamaño.

Al momento de cambiar o disminuir el papel de lija debemos colocar cierta cantidad de agua para no sobrecalentar las muestras de los metales.



**Gráfico 2.2 Lijado de la muestra**

Posteriormente viene el pulido en donde la muestra es puesta en paños macizos;

Los paños macizos están colocados en platos giratorios circulares sobre los cuales se deposita pequeñas cantidades de abrasivos.



**Gráfico 2.3 Pulido de la muestra**

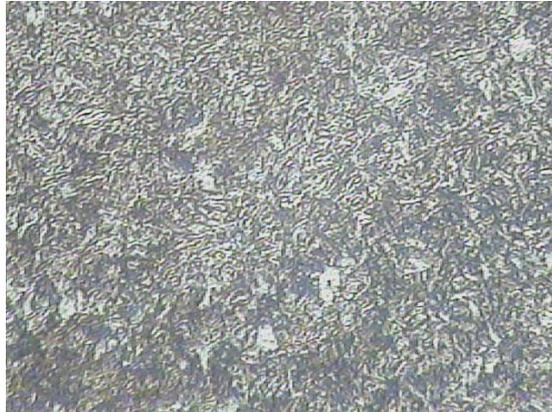
Para revelar la micro estructura el ataque químico es el siguiente paso, el ataque es hecho por inmersión o frotando un algodón previamente sumergido en el líquido escogido en este caso lo hemos realizado con NITAL (ácido nítrico y alcohol), el algodón debe ser frotado en la región a ser observada durante pocos segundos hasta que la estructura sea revelada.

Una vez terminado el ataque químico se procede a observar la estructura del metal en el microscopio metalográfico, el cual nos permite examinar la muestra con aumentos que varían entre 50x y 2000x.



**Gráfico 2.4 Microscopio Metalográfico**

Microestructura de la barra, se observa la presencia de dos fases, ferrita (blanca) y perlita (oscura). Atacada con nital. Ampliación original 400x.



**Gráfico 2.5 Muestra de la barra vista desde el microscopio**

Mediante la metalografía hemos determinado que es un acero Hipoeutectoide, que contienen menos del 0,8% de C, con estructura formada por ferrita y perlita.

## 2.2 ESPECTROMETRÍA

### 2.2.1 Concepto de Espectrometría

La espectrometría es la técnica espectroscópica para tasar la concentración o la cantidad de especies determinadas. En estos casos, el instrumento que realiza tales medidas es un espectrómetro.

La espectrometría a menudo se usa para la identificación de sustancias mediante el espectro emitido o absorbido por las mismas.<sup>22</sup>

- Tipos de espectrometría

ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN

ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA

ESPECTROMETRÍA DE RAYOS X

ESPECTROMETRÍA DE LLAMA

Espectrometría de emisión atómica.

Espectrometría de absorción atómica.

Espectrometría de fluorescencia atómica.

ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN DE PLASMA

Espectrometría de plasma de corriente continúa.

Espectrometría de emisión óptica por descarga luminiscente

Espectrometría de emisión plasma-atómica acoplada inductivamente

Espectrometría de ruptura inducida por láser

Espectrometría de plasma inducida por microondas

ESPECTROMETRÍA DE CHISPA O ARCO

ESPECTROMETRÍA VISIBLE

ESPECTROMETRÍA ULTRAVIOLETA

---

<sup>22</sup> [www.espectrometria.com](http://www.espectrometria.com)

ESPECTROMETRÍA INFRARROJA

ESPECTROMETRÍA RAMAN

ESPECTROMETRÍA DE RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

ESPECTROMETRÍA DE FOTOEMISIÓN

ESPECTROMETRÍA MÖSSBAUER

ESPECTROMETRÍA DE EMISION OPTICA

La técnica de emisión óptica utiliza una chispa de alta energía generada a través del espacio llenado con argón, entre un electrodo y la muestra de material que se va a analizar.

La chispa crea una emisión de radiación desde la superficie de la muestra excitada generando longitudes de onda características de su composición química.<sup>23</sup>

**2.2.2 Espectrómetro de Emisión Óptica ARL 4460:** La espectroscopia de emisión óptica sigue siendo la técnica de referencia para el análisis químico de las muestras metálicas sólidas.



**Gráfico 2.6 Espectrómetro de Emisión Óptica ARL 4460**

---

<sup>23</sup> <http://www.symtek.com/WebSymtek/zona1/emisionoptica.php?pais=>

El ARL 4460 combina las tecnologías más avanzadas para convertirse en el equipo con mayor fiabilidad al momento de realizar análisis de metales, esto lo demuestra otorgando al usuario la más ajustada respuesta a sus especificaciones.

Fue lanzado en 1994, el ARL 4460 ha incorporado mejoras continuas para proveer desempeños analíticos cada vez más estrictos y tiempos de análisis más cortos. Con más de 1200 unidades operando en el mundo, el ARL 4460 es el instrumento más avanzado en su tipo.

El espectrómetro ARL 4460 se ha diseñado para cumplir con todos los requerimientos del análisis de metales, desde aquellos rutinarios hasta los de investigación y desarrollo. Con el pasar del tiempo las regulaciones de calidad crecen y requieren nuevos diseños para su control. El ARL 4460 es la opción óptima para cumplir con todos esos requerimientos.



## 2.3 PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL

### 2.3.1 Concepto de Dureza Rockwell

La dureza Rockwell es un método que se utiliza para determinar la dureza o el grado de dureza de un material, también podemos decir que la dureza Rockwell determina la resistencia de un material a ser penetrado.

Existen dos tipos de penetradores:

- Bolas esféricas de acero endurecido (templado y pulido) de 1/16, 1/8, 1/4 y 1/2 pulg.
- Un penetrador cónico de diamante con un ángulo de abertura de 120° y un radio de 0.2 mm, en la punta. Este es sumamente utilizado en los materiales más duros.

Los penetradores cónicos de diamante también son conocidos como Brale.

Al momento de utilizar este método se usan varias combinaciones de penetrador y carga, para adaptar las distintas pruebas de Rockwell a materiales de diversa dureza y espesor.

Al referirnos a las pruebas Rockwell podemos citar las siguientes:

- Las pruebas Rockwell estándar.
- Las pruebas Rockwell superficiales.

Las pruebas Rockwell estándar.- En dichas pruebas se aplica una carga ligera de 10 kg, para que el penetrador se asiente firmemente en la superficie de la muestra, a este procedimiento se le da el nombre de carga menor, Después de la aplicación de la carga menor, el calibrador de profundidad se pone a cero y se aplica y se retira una carga mayor, llamada carga principal. Mientras todavía actúa la carga menor, la profundidad de penetración permanente es medida.

El indicador de profundidad, el cual sirve para medir la penetración, se calibra en forma tal que su lectura se haga directamente en índices de dureza. Las cargas más usuales para las pruebas Rockwell estándar son de 60, 100 y 150 Kg.

Las pruebas Rockwell superficiales.- Estas pruebas son utilizadas para medir la dureza de muestras delgadas y de otras que solo tienen una capa delgada de endurecimiento superficial sobre una base blanda.

Los penetradores existentes para las pruebas superficiales son los mismos que los que se emplean para las pruebas estándar. Las cargas para las pruebas superficiales son mucho más ligeras que para las pruebas estándar; la carga menor es de 3 kg y la mayor de 15, 30 o 45 kg.<sup>24</sup>

### **2.3.2 Resultados de la prueba de Dureza Rockwell**

La prueba de dureza consiste en analizar el o los materiales para determinar el grado de dureza que poseen.

Según las pruebas realizadas en la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) llegamos a esta conclusión:

Dureza del tubo: 46 Rockwell C.

Esta prueba fue realizada en el Durómetro SERVICE DIAMOND for  
ROCKWELL TESTING Made by Louis Small.

---

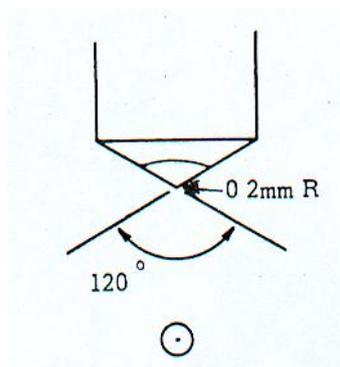
<sup>24</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Dureza\\_Rockwell](http://es.wikipedia.org/wiki/Dureza_Rockwell)



**Gráfico 2.7 Durómetro**

En las pruebas de dureza se usan varias combinaciones de penetrador y carga, para adaptar las distintas pruebas de Rockwell a materiales de diversa dureza y espesor; en este caso fue empleado el diamante de forma cónica.

El diamante cónico tiene un ángulo de abertura de  $120^\circ$  y un radio de 0.2 mm, en la punta.



**Gráfico 2.8 Penetrador de diamante Brale<sup>25</sup>**

---

<sup>25</sup> <http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/durezam4.htm>

- La prueba de dureza Rockwell A se la realiza con una carga de 60 Kg.
- La prueba de dureza Rockwell B se la realiza con una carga de 100 kg
- La prueba de dureza Rockwell C se la realiza con una carga de 150 Kg

La diferencia radica en que tanto la prueba de dureza A y C son realizadas con una punta de diamante conocida como brale.



**Gráfico 2.9 Punta de diamante sobre la muestra**

Por otro lado la prueba de dureza Rockwell B se la realiza con bolas de acero duro.

Las cargas más usuales para las pruebas Rockwell son de 60 Kg, 100 Kg y 150 Kg.



**Gráfico 2.10 Cargas utilizadas en la prueba de dureza**

Esta es la muestra con la cual se realizó la prueba de dureza:



**Gráfico 2.11 Muestra de la barra**

## 2.4 ENSAYO A TRACCIÓN

### 2.4.1 Concepto de ensayo a tracción

El esfuerzo y la deformación unitaria son los parámetros principales en la mecánica de materiales.

La mecánica de materiales constituye una rama de la mecánica aplicada que estudia el comportamiento de los cuerpos sólidos sometidos a varios tipos de carga.

Los materiales pueden soportar distintas cargas y para conocer dichas cargas y el comportamiento de los materiales en distintas situaciones se efectúan ensayos.

El ensayo de materiales más importante es el ensayo de tracción (prueba de tensión), mediante el cual se aplican cargas de tensión. Se coloca una probeta en una máquina de ensayo consistente de dos mordazas, una fija y otra móvil. Los extremos de la probeta con mayor diámetro se fijan en las mordazas. Se procede a medir la carga mientras se aplica el desplazamiento de la mordaza móvil.

Este ensayo permite obtener información sobre la capacidad de un material para soportar la acción de cargas.



**Gráfico 2.12 Máquina de Ensayo de Tracción**

La máquina de ensayo impone la deformación desplazando el cabezal móvil a una velocidad seleccionable. La celda de carga conectada a la mordaza fija entrega una señal que representa la carga aplicada, las máquinas poseen un plotter que grafica en un eje el desplazamiento y en el otro eje la carga leída.<sup>26</sup>



**Gráfico 2.13 Plotter**

---

<sup>26</sup> <http://www2.ing.puc.cl/~icm2312/apuntes/materiales/materials3.html>

### **2.4.2 Resultados del ensayo a tracción**

El ensayo de tracción nos permite analizar las propiedades y las cargas que pueden soportar diferentes tipos de materiales.

Como primer punto en este ensayo debemos realizar una probeta para su posterior análisis.



**Gráfico 2.14 Probeta de la barra**

En la mitad de la probeta el ancho debe ser menor que en los extremos.



**Gráfico 2.15 Medidas de la probeta (extremo)**



**Gráfico 2.16 Medidas de la probeta (mitad)**



**Gráfico 2.17 Medidas de la probeta (extremo)**

Una vez concluido este procedimiento damos paso a las divisiones las cuales vamos a realizarlas en la probeta.



**Gráfico 2.18 Divisiones en la probeta**

En el punto medio de la probeta tanto de largo como de ancho con un martillo y un cincel marcamos un pequeño punto.

Con una tiza blanca marcamos gran parte de la probeta esto nos sirve para el mejor desempeño del cincel al momento de realizar los puntos.

La probeta debe constar de 7 puntos es decir 6 divisiones. Desde el punto medio hacia los extremos debemos tomar entre cada punto una división de 20mm de separación.

Estas divisiones son de vital importancia en el ensayo ya que van a revelar en qué parte de la probeta puede producirse la ruptura.

En los laboratorios de la ESPE específicamente en el de Mecánica de Materiales fueron realizados los ensayos de tracción.



**Gráfico 2.19 Mordaza fija y mordaza móvil**

Una vez concluidos los puntos de referencia procedemos a medir:

El ancho de la probeta en cada uno de los 6 puntos,



**Gráfico 2.20 Revisión de medidas (ancho)**

Y el espesor de la probeta igual en los 6 puntos existentes.



**Gráfico 2.21 Revisión de medidas (espesor)**

Ya concluidas las medidas el siguiente paso es colocar la probeta en la máquina de ensayos. Para ello el pistón de la mordaza móvil se debe encontrar expuesto es decir afuera, con ello obtenemos que las tenazas de la maquina logren apresar los extremos de la probeta.



**Gráfico 2.22 Probeta y mordazas**

Tabla 2.2 Ensayo de tracción de las Barras

**ESPE**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES**

PRODUCTO: PROBETA N° DE LOTE..... N° DE COLADA.....  
 SOLICITADO POR: ANDRES ANDRABE ENSAYO N°.....  
 DOCUMENTO DE REFERENCIA:..... GRADO:..... HOJA 1 DE 1  
 FECHA 2009/09/17

ENSAYO DE TRACCIÓN													
PROBETA N°	a (mm)	b (mm)	So (mm <sup>2</sup> )	Lo (mm)	Lu (mm)	Fe (Kg)	Fe (N)	Fm (Kg)	Fm (N)	Re (Mpa)	Rm (Mpa)	A (%)	EVALUACIÓN
CHAPA	2.33	22.02											
	2.32	22.05						(321 V)					
	2.32	21.65	50.23	80	81.96	8425	82649.3	8425	82649.3	1645.4	1645.4	245	
	2.32	21.55											
	2.32	21.88											
2.32	22.23												
SOLDADURA													

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_ RESPONSABLE J. FRANCISCO NAVAZ

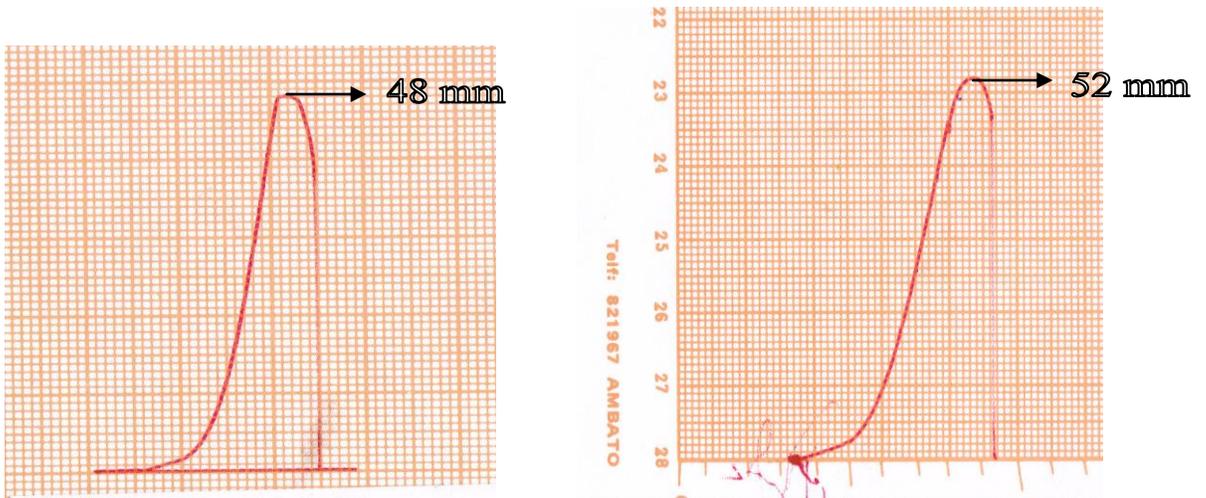
**ESPE**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES**

PRODUCTO:..... N° DE LOTE..... N° DE COLADA.....  
 SOLICITADO POR: Andrés Andrade ENSAYO N°.....  
 DOCUMENTO DE REFERENCIA:..... GRADO:..... HOJA..... DE.....  
 FECHA.....

ENSAYO DE TRACCIÓN													
PROBETA N°	a (mm)	b (mm)	So (mm <sup>2</sup> )	Lo (mm)	Lu (mm)	Fe (Kg)	Fe (N)	Fm (Kg)	Fm (N)	Re (Mpa)	Rm (Mpa)	A (%)	EVALUACIÓN
CHAPA	2.81	19.84						349.4					
	2.82	19.74	55.7	80	82.90	8635.84	84717.2	9160.8	89867.5	1520.55	1613.4	3.6	
	2.73	19.87											
	2.84	19.93											
	2.75	19.90											
2.84	20.04												
SOLDADURA													

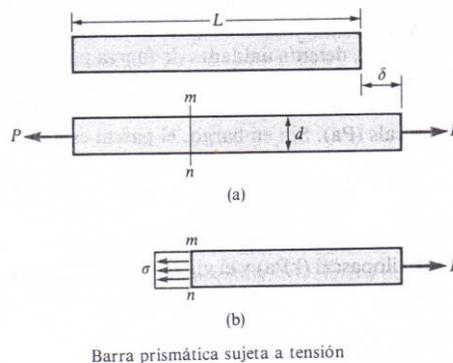
OBSERVACIONES \_\_\_\_\_ RESPONSABLE J. FRANCISCO NAVAZ



**Gráfico 2. 23 Esfuerzo Deformación de las Barras**

## 2.5 ESFUERZO NORMAL Y DEFORMACIÓN

Los conceptos fundamentales de esfuerzo y deformación pueden ejemplarizarse si se considera una barra prismática cargada con fuerzas axiales  $P$  en los extremos, como se muestra en la figura. Una barra prismática es un miembro estructural recto con sección transversal constante en toda su longitud. En el ejemplo las fuerzas axiales producen un alargamiento uniforme de la barra, por lo que se dice que se encuentra en tensión.



**Gráfico 2.24 Barra prismática sujeta a tensión**

Para analizar los esfuerzos internos de la barra originados por las fuerzas axiales, se requiere efectuar un corte imaginario en la sección  $mn$  (gráfico 2-24a). Esta sección se toma perpendicularmente al eje longitudinal de la barra por lo que se conoce como sección transversal. Enseguida se separa la porción de la barra a la derecha del corte como un cuerpo libre (gráfico 2-24b). La carga de tensión  $P$  actúa sobre el extremo derecho del cuerpo libre; en el otro extremo ocurren fuerzas que representan la acción de la parte izquierda de la barra

sobre la parte aislada restante. Tales fuerzas se distribuyen de modo continuo sobre la sección transversal, en forma análoga a la distribución continua de la presión hidrostática sobre una superficie horizontal sumergida. La intensidad de la fuerza (esto es, la fuerza sobre unidad de área) se denomina esfuerzo y se denota comúnmente por la letra griega  $\sigma$  (sigma).

Si se supone que el esfuerzo tiene una distribución uniforme sobre la sección transversal (véase gráfico 2-24b.), podemos apreciar fácilmente que su resultante es igual a la intensidad  $\sigma$  multiplicada por el área de sección transversal  $A$  de la barra. Más aun, a partir del cuerpo en equilibrio mostrado en el gráfico 2-24b es también evidente que esta resultante debe ser de igual magnitud y de dirección opuesta a la carga aplicada  $P$ . de donde se obtiene

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

como la ecuación para el esfuerzo uniforme en una barra prismática de sección transversal de forma cualquiera, cargada axialmente. Cuando la barra se tensa por las fuerzas  $P$ , como lo muestra el gráfico, los esfuerzos resultantes se denominan esfuerzos de tensión; si el sentido de las fuerzas se invierte, lo que ocasiona que la barra se comprima, se originan esfuerzos de compresión. Dado que el esfuerzo  $\sigma$  actúa en dirección perpendicular a la superficie del corte se le conoce como esfuerzo normal. Por tanto, los esfuerzos normales pueden ser esfuerzos de tensión o de compresión.

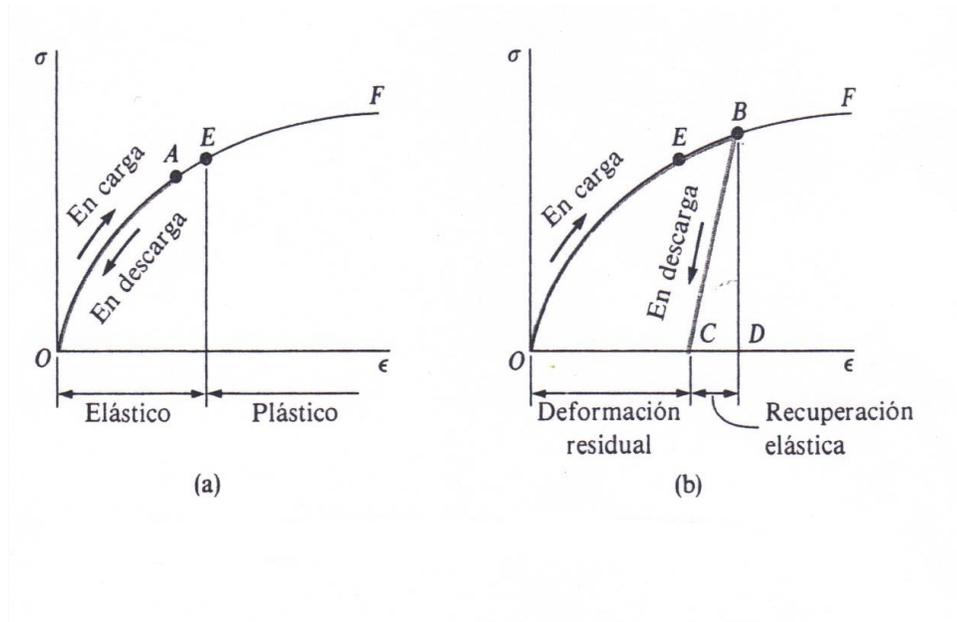
Una barra axialmente cargada sufre una variación en longitud: se alarga si está a tensión y se acorta si está a compresión. La variación total en longitud se denota por la letra griega  $\delta$  (delta), y se muestra en el gráfico 2-24a para una barra sujeta a tensión. Este alargamiento constituye el resultado acumulativo del estiramiento del material sobre la longitud  $L$  de la barra. Supongamos que el material es el mismo en cualquier lugar de la barra. Entonces, si se considera la mitad de la misma, esta última sufrirá un alargamiento igual a  $\delta/2$ ; así mismo, si se considera una longitud unitaria de la barra, sufrirá un alargamiento igual a  $1/L$  veces el alargamiento total  $\delta$ . De esta forma, hemos llegado al concepto de alargamiento por unidad de longitud, o deformación unitaria, denotada por la letra griega  $\varepsilon$  (épsilon) y determinada por la ecuación

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

## 2.6 ELASTICIDAD

Los diagramas esfuerzo-deformación ilustran el comportamiento de diversos materiales cuando se cargan estáticamente a tensión o a compresión. Consideremos ahora qué sucede cuando la carga se retira lentamente y el material se descarga. Suponga, por ejemplo, que se aplica una carga a un espécimen a tensión de tal modo que el esfuerzo y la deformación varían desde  $O$  hasta  $A$  en la curva esfuerzo-deformación del gráfico 2-25a. Supóngase también que cuando la carga se retira el material sigue exactamente la misma curva al regresar a  $O$ .

Esta propiedad de un material mediante la cual recupera sus dimensiones originales al descargarse, se llama elasticidad, y el material se dice que es elástico. Nótese que la curva esfuerzo-deformación desde  $O$  hasta  $A$  no requiere ser lineal para que el material sea elástico.



**Gráfico 2.25 Comportamiento elástico (a) y parcialmente elástico (b)**

Suponga ahora que se carga este mismo material a un nivel mucho mayor, de forma tal que se alcanza el punto  $B$  del diagrama esfuerzo-deformación (gráfico 2-25b).

En este caso, cuando ocurre la descarga, el material sigue la línea  $BC$  del diagrama.

Esta línea de descarga característica es paralela a la porción inicial de la curva de carga; esto es, la línea  $BC$  es paralela a una tangente al diagrama esfuerzo-deformación en el punto  $O$ .

Cuando se alcanza el punto  $C$ , la carga se ha retirado totalmente, pero persiste en el material una deformación residual o deformación permanente  $OC$ .

El alargamiento residual correspondiente de la barra se denomina alargamiento permanente. De la deformación (unitaria) total  $OD$  ocasionada durante la carga del material desde  $O$  hasta  $B$ , la deformación  $CD$  se recuperó elásticamente y la deformación  $OC$  persiste como deformación permanente. Así durante la descarga la barra recupera parcialmente su forma original; en consecuencia, se dice que el material es parcialmente elástico.

Cuando se prueba una barra, la carga se incrementa desde cero hasta un valor pequeño seleccionado y luego se retira. Si no existe alargamiento permanente (esto es, si esta alteración de la barra regresa a cero) entonces el material es elástico hasta el esfuerzo representado por el valor seleccionado de la carga. Este proceso de carga y descarga puede repetirse para valores cada vez mayores de la carga. Finalmente, se alcanzará un esfuerzo tal que no se recobra toda la deformación durante la descarga. Mediante este procedimiento es posible determinar el esfuerzo en el límite superior de la región elástica; por ejemplo, podría ser el del punto  $E$  de los gráficos 2-25a y 2-25b. Este esfuerzo se conoce como límite elástico del material.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> MECANICA DE MATERIALES, Gere – Timoshenko, Segunda Edición, Págs, 3, 4, 5, 18, 19.

## **CAPITULO 3**

### **3 DISEÑO Y ANALISIS DE RESULTADOS**

#### **5.3 INTRODUCCION DEL DISEÑO**

La palabra diseño se deriva del latín designare que significa diseñar o marcar; el diccionario Web proporciona varias definiciones, la más adecuada al caso es “bosquejar, graficar o planificar, como trabajo o acción, concebir, idear”.

El diseño de Ingeniería se define como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficientes detalles que permitan su realización, El diseño puede ser simple o muy complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático; puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia.

#### **5.4 PASOS DE DISEÑO**

Antes de discutir cada uno de estos pasos a detalle es necesario señalar que éste no es un proceso en el que se procede del paso uno al diez de un modo lineal. En su lugar, por su naturaleza, es un proceso iterativo en el cual se avanza de manera vacilante, dos pasos hacia delante y uno atrás.

Es inherentemente circular. Iterar significa repetir, regresar a un estado previo. Si, por ejemplo, lo que parece ser una gran idea, al analizarla, resulta que viola alguna ley física.<sup>28</sup>

#### **5.4.1 Identificación de la necesidad**

Tomando en cuenta la seguridad automotriz como base primordial en estos tiempos hemos analizado lo imprescindible que esta se convierte al momento de implementar la seguridad pasiva y mejorarla; haciendo referencia a Chevrolet como la marca más vendida en nuestro país y a su modelo el Aveo como el más vendido en su segmento, lo hemos tomado como estudio y hemos tomado el impacto lateral y la seguridad de la barra de impacto lateral como objetivo de mejoramiento.

---

<sup>28</sup> DISEÑO DE MAQUINARIA, Robert Norton, Pág, 7.

#### **5.4.2 Importancia del mejoramiento de la seguridad pasiva lateral**

Si bien hay estudios abundantes sobre el impacto frontal, no se encuentra al mismo nivel la colisión lateral. No obstante en los últimos tiempos se observa una preocupación mayor y progresiva por este tipo de accidente automovilístico, tanto que cada vez se está desarrollando más y mejores medidas de protección de los ocupantes que potencialmente se puedan ver implicados este tipo de siniestro.



**Gráfico 3.1 Fotografía Prueba Impacto Frontal Aveo**<sup>29</sup>

La importancia del problema que constituyen las colisiones laterales se pone de manifiesto en estos datos:

- Especialmente frecuentes en el ámbito urbano, después del choque frontal, según estudios actuales, ocupa el segundo lugar en severidad, la cual a su vez se relaciona con las características del impacto.

---

<sup>29</sup> [http://static.urbanpower.cl/images/2008/04/chevrolet-aveo-crashtest\\_high.jpg](http://static.urbanpower.cl/images/2008/04/chevrolet-aveo-crashtest_high.jpg)

- Las estadísticas indican que se produce un creciente aumento de la mortalidad a causa de las colisiones laterales. Su estudio, y la investigación de medios que proporcionen protección y amparo al ocupante no se han desarrollado tanto como en el caso de los choques frontales.
- Casi la mitad de los impactos mortales (el 48%) registrados en Alemania son laterales (Universidad de Hannover)
- La situación es todavía más grave en los siniestros infantiles: el 70% de los niños pierden la vida en las carreteras españolas por accidentes laterales.
- En Suecia, país de referencia en materia de seguridad, este porcentaje es del 50%.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> <http://www.peritajemedicoforense.com/COLISIONES%20LATERALES.pdf>



**Gráfico 3.2 Fotografía Prueba Impacto Lateral Aveo <sup>31</sup>**

#### **5.4.3 Resultados de la investigación preliminar**

Como punto de inicio en la importancia de la seguridad contra impactos laterales, hemos tomado los siguientes parámetros como resultados notables de la investigación:

- El modelo Chevrolet Aveo tiene las certificaciones de seguridad en su modelo con equipamiento “full” lo que implica airbags laterales; en el modelo de comercialización nacional se elimina este tipo de seguridad, lo que lo hace menos seguro que en su versión full.

---

<sup>31</sup> <http://img.worldcarfans.com/2006/3/medium/2060313.015.1M.jpg>



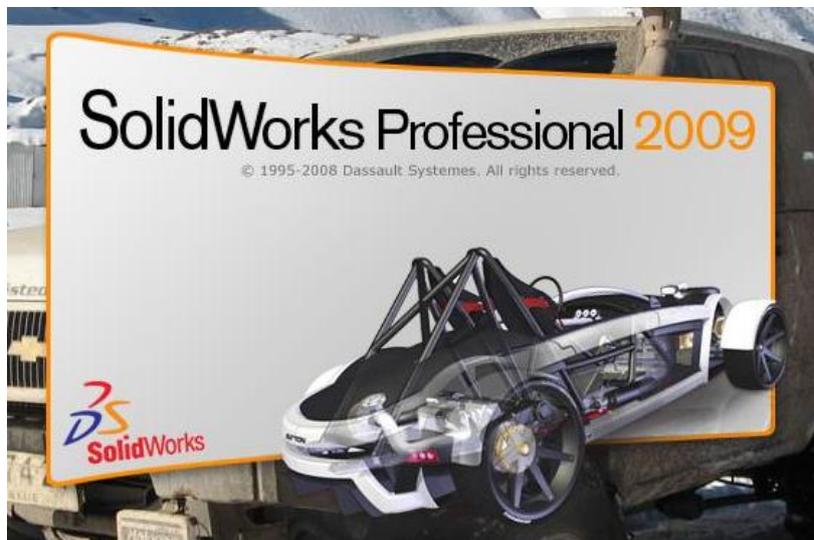
**Gráfico 3.3 Chevrolet Aveo**<sup>32</sup>

- Una vez realizados los ensayos de materiales se determinó que el tipo de acero utilizado en la barra de equipamiento original es un acero específico es decir que no es un acero que se encuentre estandarizado, y es fabricado única y exclusivamente para dicha aplicación.
- Identificado que el tipo de acero es un acero específico recorrimos los principales almacenes especializados en aceros y tratamientos térmicos como son “Aceros Iván Bohman” y “Aceros Boehler del Ecuador” sitios en los cuales junto con nuestro tutor y colaboradores nos asesoraron a la elección del material; siendo el recomendado un acero específico similar; el cual fue el de la barra de impacto lateral de una Chevrolet Luv Dmax.

---

<sup>32</sup> <http://www.audit400.com/wp-content/uploads/2009/05/chevrolet-aveo.jpg>

- Ya planteada la idea y el material del rediseño tomamos en cuenta junto con nuestro tutor y colaboradores la manera de evaluar el desenvolvimiento con cada una de las barras, considerando las herramientas y tecnologías que tenemos a nuestro alcance nos asesoraron a utilizar el programa de simulación SOLID WORKS gracias a la ayuda de nuestro colaborador el Ing. Carlos Suntaxi, catedrático de la ESPE.



**Gráfico 3.4 Presentación SolidWorks**

### 3.2.4 Planteamiento del objetivo

A través del estudio, diseño e implementación de la barra de impacto lateral mejorada nuestro objetivo es alcanzar un factor de seguridad mayor; tomando en cuenta el rediseño, estructura, cálculos y pruebas los cuales fundamenten el mejoramiento de dicho elemento de seguridad pasiva lateral una vez ya indicada la importancia de nuestro proyecto.

## 5.5 CALCULOS DE DISEÑO

Es importante indicar que en los cálculos como en las simulaciones realizadas más adelante de esta investigación los datos se han tomado de mediciones ejecutadas y son los siguientes:

**Tabla 3.1 Datos de las Barras**

DATOS	BARRA ESTANDAR	BARRA MEJORADA
Largo (mm)	810	810
Peso (lb)	2,58	3,5

### 3.3.1 Cálculos esfuerzo deformación

#### 3.3.1.1 Barra estándar

Datos:

10 v régimen máximo de la maquina

3.21 v régimen utilizado

141 mm del papel = 75 mm pistón

48 mm

250 Kn; escala del 50%

Área = So = 50.23 mm<sup>2</sup>

Lo = 120 mm (Distancia entre marcas)

En donde P es la fuerza, A el área.

Esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Deformación unitaria

En donde  $\delta$  es alargamiento,  $L$  distancia entre marcas

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

### 3.3.1.2 Barra mejorada

Datos:

10 v régimen máximo de la maquina

3.49 v régimen utilizado

141 mm del papel = 75 mm pistón

52 mm

250 Kn; escala del 50%

Área =  $S_o = 55.7 \text{ mm}^2$

$L_o = 120 \text{ mm}$  (Distancia entre marcas)

En donde P es la fuerza, A el área.

Esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

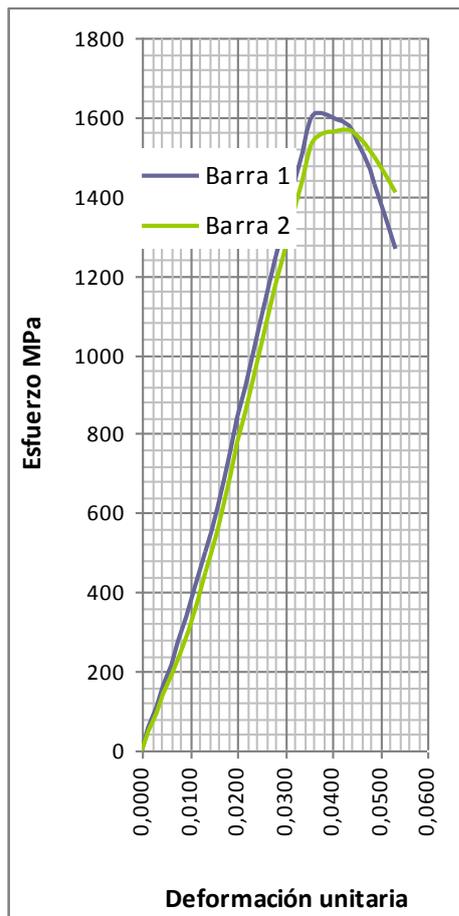
Deformación unitaria

En donde  $\delta$  (delta) es alargamiento,  $L$  distancia entre marcas

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}$$

**Tabla 3.2 Cálculos Esfuerzo Deformación**

Barra 1 Estándar				BARRA 2 Mejorada			
$\delta$ mm	F N	$\epsilon$	$\sigma$ MPa	$\delta$ mm	F N	$\epsilon$	$\sigma$ MPa
0	0	0,0000	0	0	0	0,0000	0
3	15000	0,0133	499,27	4	15000	0,0177	450,24
8	48000	0,0355	1597,65	14	51000	0,0621	1530,80
9	48000	0,0399	1597,65	15	52000	0,0665	1560,82
10	47000	0,0443	1564,37	16	52000	0,0709	1560,82
11	43000	0,0488	1431,23	17	50000	0,0754	1500,79
12	38000	0,0532	1264,81	18	47000	0,0798	1410,74



**Gráfico 3.5 Curvas Esfuerzo Deformación**

### **3.3.2 Cálculos de inercia en las barras**

#### **3.3.2.1 Barra Estándar**

Datos

$$a_i = 28 \text{ mm}$$

$$b_i = 23 \text{ mm}$$

$$a_o = 30 \text{ mm}$$

$$b_o = 25 \text{ mm}$$

$$I = \frac{\pi (a_o^3 b_o - a_i^3 b_i)}{4} \text{ mm}^4$$

$$I = 133599.68 \text{ mm}^4$$

#### **3.3.2.2 Barra Mejorada**

Datos

$$r_e = 17.05$$

$$r_i = 14.22$$

$$I = \frac{\pi (r_e^4 - r_i^4)}{4}$$

$$I = 34258.91 \text{ mm}^4$$

### **3.3.3 Cálculos de Energía en las barras**

#### **3.3.3.1 Barra Estándar**

Datos

P = Fuerza en N

L = Longitud de la barra

E = Módulo Elástico

I = Inercia

$$U = \frac{7 P^2 L^3}{2 E I}$$

U = 1365168.54 N.m (Joule)

#### **3.3.3.2 Barra Mejorada**

Datos

P = Fuerza en N

L = Longitud de la barra

E = Módulo Elástico

I = Inercia

$$U = \frac{7 P^2 L^3}{2 E I}$$

U = 5321167.88 N.m (Joule)

### **3.3.4 Relación y Porcentaje de las barras en el mejoramiento**

$$1365168.54 / 5321167.88 = 0.26$$

Queda demostrado que la barra mejorada es capaz de absorber 0.26 más energía que la barra estándar.

## 5.6 MONTAJE DE LA BARRA

### 5.6.1 Desmontaje de anclajes

El primer proceso consiste en desacoplar los anclajes originales de la puerta del Aveo mediante una moladora de alta velocidad con un disco de corte de aceros.



**Gráfico 3.6 Desmontaje de Anclajes**

En este proceso se debe tener mucho cuidado para no dañar la estructura de los anclajes y el corte se lo debe hacer en el cordón de suelda.



**Gráfico 3.7 Moladora**

El disco de corte utilizado es un disco para aceros especiales, el cual no genera una temperatura que afecte las propiedades del material, el diámetro y espesor del mismo son los adecuados para el corte fino y exacto que realizamos.



**Gráfico 3.8 Anclajes**

### **5.6.2 Preparación de la barra mejorada**

Para el montaje de la barra mejorada fue necesario dar la forma a los extremos de la misma para su correcta inserción en los anclajes.



**Gráfico 3.9 Preparación de la Barra**

Para este proceso utilizamos una prensa hidráulica de 50 toneladas con la cual contorneamos el perfil de los extremos de dicha barra.

### **3.4.3 Inserción de la barra mejorada en los anclajes y la puerta**

Cabe recalcar que para el proceso de soldadura nos hemos remitido a los estándares de reparación de General Motors como se indica en el anexo A.

Una vez preparadas las superficies de los anclajes y la barra realizamos la suelda con soldadura MIG.



**Gráfico 3.10 Soldadura MIG**

Luego de haber soldado los dos anclajes en la barra mejorada procedemos al montaje del cuerpo en la estructura de la puerta



**Gráfico 3.11 Montaje en la estructura**

La soldadura de los anclajes a la puerta se la hizo en la sección que fueron removidos para su correcto acople y simulando su montaje original.



**Gráfico 3.12 Sujeción de anclajes**

Ya realizado el montaje de la barra mejorada obtuvimos una estructura sólida, con uniones de suelda correctas siguiendo especificaciones de GM; a la vista la estructura tiene la apariencia de ser original, lo que satisface la calidad del rediseño estéticamente.

## **5.7 ANALISIS DE RESULTADOS MEDIANTE SOLID WORKS**

### **5.7.1 Características y parámetros del programa**

SolidWorks es un programa de diseño modelador de sólidos asistido por computador para modelado mecánico que corre bajo el sistema operativo Microsoft Windows y es desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado.<sup>33</sup>

En este programa es posible determinar comportamientos de estructuras mecánicas aplicando fuerzas mediante el ingreso de ciertos parámetros característicos de cada material tales como:

- Resistencia a la tracción
- Coeficiente de Poisson
- Peso
- Longitudes y espesores

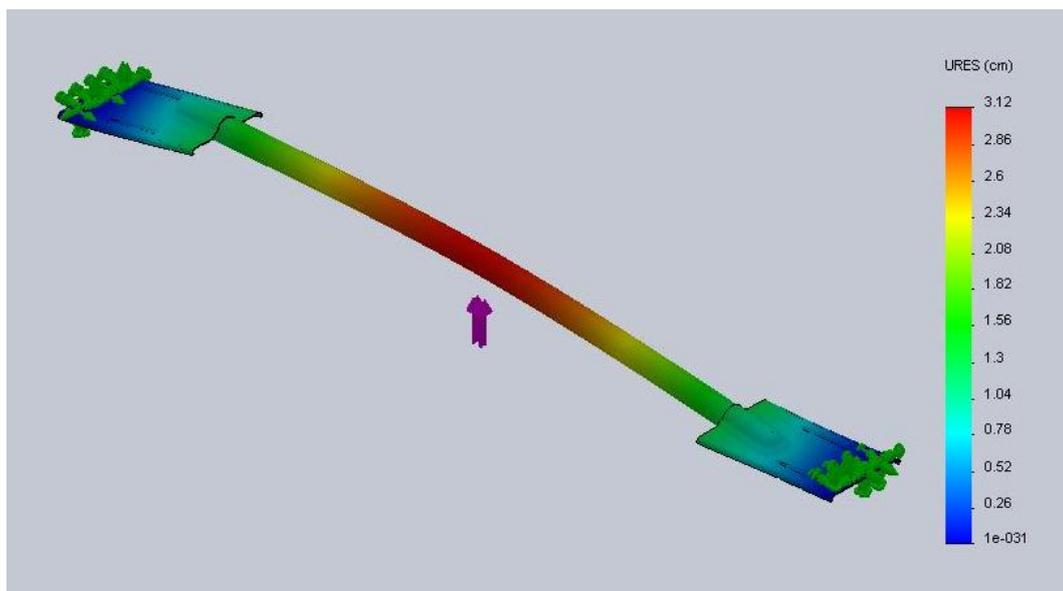
---

<sup>33</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

### 5.7.2 Resultados obtenidos

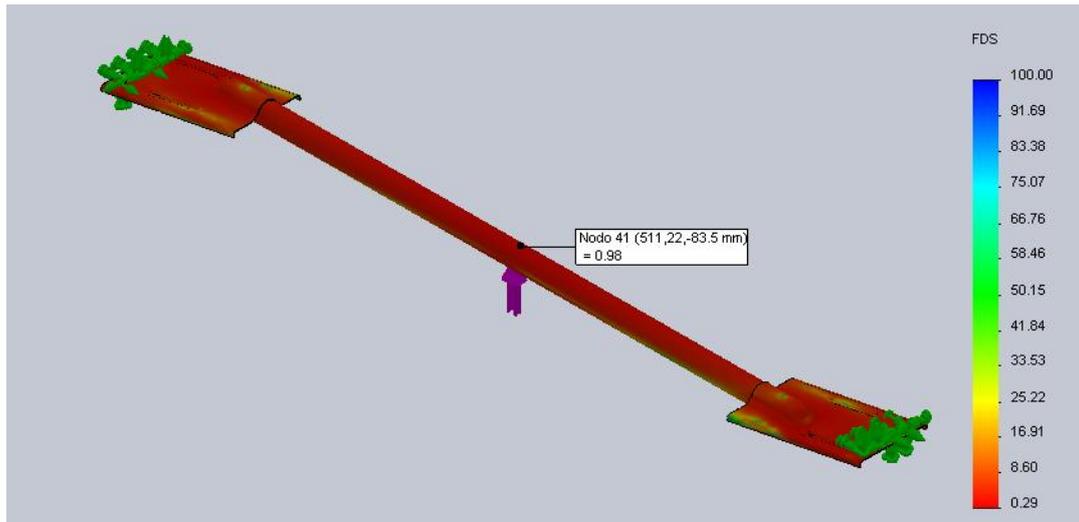
Tras realizar los diagramas estructurales en SolidWorks y haber ingresado los datos obtenidos en los ensayos de materiales realizados anteriormente se sometió al estudio aplicando una carga de 14000 N arrojando los siguientes resultados en cuanto a deformación y factor de seguridad:

#### 3.5.2.1 Resultados Barra Estándar



**Gráfico 3.13 Barra Estándar (deformación)**

En el gráfico anterior se indica según el estudio del ordenador que tras la aplicación de una fuerza de 14000 N la barra tiene una deformación de 3.12 cm.



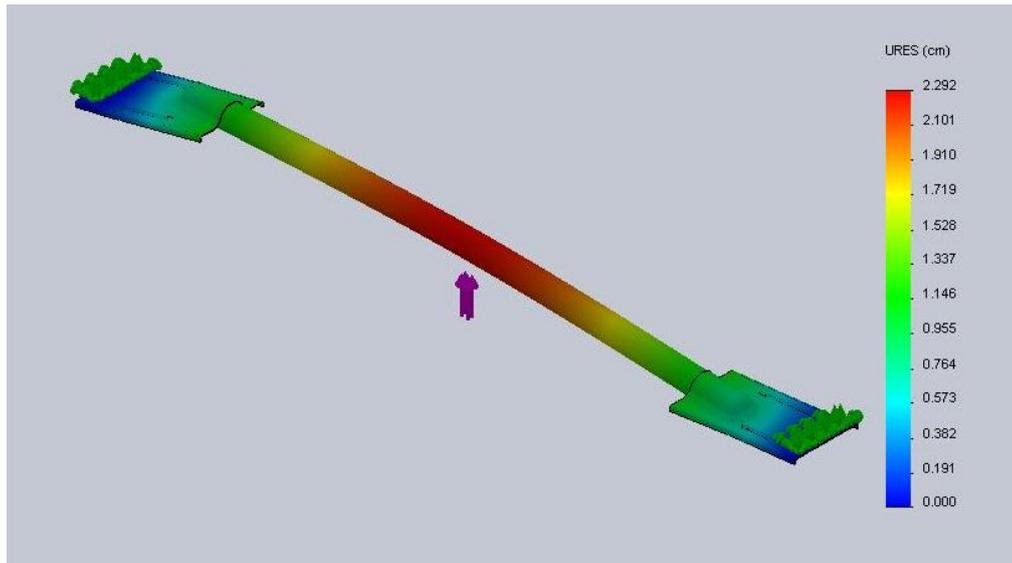
**Gráfico 3.14 Barra Estándar (factor de seguridad)**

En cuanto al factor de seguridad el estudio revela que tras aplicar los 14000 N dicho rango baja a 0.98, lo que indica que sufriría una ruptura inminente.

### 3.5.2.2 Resultados Barra Mejorada

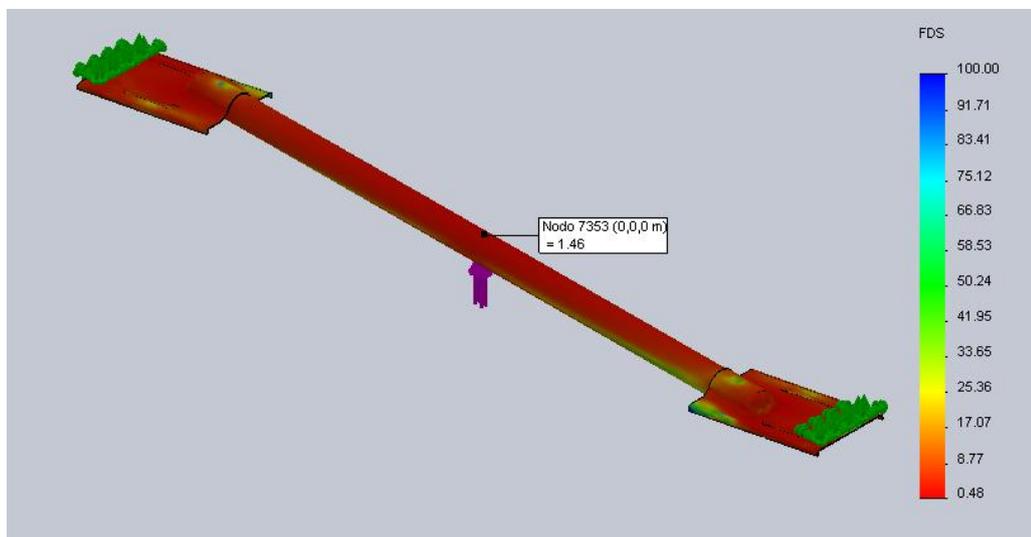
Cabe recalcar que los estudios de la barra mejorada se los realizó ingresando los datos específicos de la misma, una vez que realizamos los ensayos de materiales antes indicados.

Después de realizar el estudio de la barra mejorada en el ordenador los resultados fueron los siguientes:



**Gráfico 3.15 Barra Mejorada (deformación)**

En cuanto a la deformación que muestra la barra mejorada es de 2.29 cm, lo que indica que tiene una diferencia de 0.83 cm de deformación con la barra estándar.



**Gráfico 3.16 Barra Mejorada (factor de seguridad)**

El factor de seguridad que arrojo el estudio de la barra mejorada es de 1.46 lo que demuestra una diferencia de 0.48 frente al estudio de la barra estándar.

## **CAPITULO 4**

### **4 EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA**

La evaluación económica pretende describir a detalle el financiamiento y la repartición de los gastos que tuvieron lugar para el desarrollo de este proyecto.

Para la realización del presente trabajo de disertación de tesis previa a la obtención del título de Ingeniería Automotriz hemos aportado equitativamente con los fondos necesarios.

#### **Financiamiento**

La aportación grupal planeada para la realización de este proyecto fue de 2500 dólares americanos , mismos que se desembolsarían según la generación de gastos.

#### **Desembolsos**

Los desembolsos para los gastos se lo realizaron en forma sistemática desde la compra de las puertas hasta el montaje.

**Tabla 4.1 Ingresos y egresos**

Aporte inicial del grupo	1000
Compra de primeros materiales	200
Disponible para la investigacion	800

#### **4.1 ANALISIS DE GASTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **4.1.1 Análisis de Materiales**

COMPRA DE PUERTAS (4)	600
-----------------------	-----

Los costos de la compra de las puertas se han tomado de facturas reales, cabe mencionar que algunas de las puertas que adquirimos fueron vendidas a un precio especial ya que se las canceló como precio de concesionario.

##### **4.1.1.1 Análisis del costo de la mano de obra**

**Tabla 4.2 Total costo mano de obra**

MANO DE OBRA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTO ENSAYOS	4	0	0
PREPARACION Y SOLDADURA	5	20	100
MANO DE OBRA INDIRECTA	1		80
<b>TOTAL</b>			<b>180</b>

El costo de los ensayos que realizamos en el mercado de los aceros e investigación tiene un precio aproximado de 500; pero gracias al apoyo de nuestro decano el Ing. Diego Pérez el

cual intercedió por nosotros en la Escuela Politécnica del Ejercito y gracias al Ing. Carlos Naranjo Director de Carrera de Ingeniería Mecánica de la ESPE quien accedió a permitirnos utilizar los Laboratorios, los costos bajaron drásticamente.

Con el análisis presentado anteriormente, se puede determinar que para nuestra investigación tuvimos el siguiente costo total:

**Tabla 4.3 Costos Totales**

Costo de la Mano de Obra	180
Compra de materiales	600
Costos Directos	780

**Tabla 4.4 Flujo de fondos final**

Disponible para la investigación	800
Costos totales	600
Gastos logísticos	150
<b>TOTAL</b>	<b>1550</b>

El costo total de nuestro proyecto ascendió a \$ 1550 incluyendo gastos logísticos y tomando en cuenta las facilidades brindadas por los laboratorios de la ESPE, y la facilidad de encontrar las puertas a un precio cómodo en METROCAR.

## **CAPITULO 5**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se Cumple con el objetivo de nuestra tesis al mejorar el rendimiento de la barra después del estudio, cálculos e implementación, ya que quedan demostrados en los cálculos y simulaciones.
- El procedimiento de mejora de la barra de impacto se ve minimizada en sus opciones en cuanto a disponibilidad de materiales específicos en el mercado ecuatoriano.
- El proyecto no es viable para una producción en masa, ya que los costos de investigación, montaje y simulación encarecerían el costo del vehículo, y siendo este un estudio específico para un modelo de automóvil se lo ve como un proyecto experimental en cuanto al estudio de materiales dentro de la seguridad automotriz.
- Las herramientas tecnológicas de hoy en día, como el programa SolidWorks ayudan al diseño y simulación de elementos mecánicos.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- El factor de seguridad consideramos primordial en el sector automotriz, es por eso que recomendamos incentivar la investigación, diseño y mejoramiento de este aspecto.
  
- El estudio de la tecnología de materiales es una materia trascendental en nuestra carrera, es por eso que recomendamos enfatizar en su enseñanza y complementarla con laboratorios, los cuales permitan realizar ensayos para reforzar el aprendizaje.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. MECANICA DE MATERIALES. Gere – Timoshenko, Segunda Edición, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1986.
2. ELEMENTOS DE MAQUINARIA, Deformación y Esfuerzo, Tomo 2, Shigley – Mischke, Interamericana de México, México, 1995.
3. TECNICAS DEL AUTOMOVIL, J. M. Alonso, Editorial Paraninfo, Madrid, 1996.
4. DISEÑO DE MAQUINARIA, Robert L. Norton, Tercera edición, McGraw-Hill Companies, México, 2008.
5. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, Robert L. Mott, Cuarta edición, Pearson Educación de México, México, 2006.
6. METALLOGRAPHY AND MICROSTRUCTURES, ASM Handbook, ASM International, Volumen 9, 2004.

# ANEXOS



**CERTIFICADO**

Por medio de la presente, certifico que todos los procesos donde es necesario realizar soldadura de piezas de acero nuevas o reparación de piezas usadas, deben ser unidas utilizando el proceso de Sueda MIG, ya que ésta garantiza, aparte de una buena penetración, una temperatura no tan elevada como para que cambien las propiedades físicas del material, garantizando su comportamiento con la misma eficiencia de un repuesto nuevo, de acuerdo a los estándares impuestos por General Motors.

Es todo cuanto puedo informar.

Atentamente

Ing. Diego Martínez  
Gerente Centro de Colisiones Metrocar



**QUITO:** Av. 10 de Agosto N31-162 y Mariana de Jesús, Telfs: (593-2) 298 5555 Fax: (593-2) 298 5593 • Casilla: 17 07 8873 E-mail: metrocar@metrocar.com.ec • **ORELLANA:** San Ignacio 730 y Av. Orellana, esquina • Telfs: (02) 223 2307 / 223 0621 / 223 2407 • **USADOS:** Av. 6 de Diciembre N64-80 y Río Coca Telfs.: (02) 225 9608 / 246 3783 / 224 2443 • **SAN RAFAEL:** Av. San Luis s/n y 9na Transversal Telfs.: (02) 286 6380 / 286 6398 / 286 0938 / Fax: (02) 286 6373 • **TUMBACO:** Av. Interoceánica y González Suárez Telfs.: (02) 237 7724 / 237 2955 • **MANTA:** Av. 4 de Noviembre s/n. Telfs.: (05) 292 3532 / 292 1091 / 095 / 093 Fax: (05) 292 4413 • **PORTOVIEJO:** Av. Pedro Gual y Teodoro Wolf (junto al puente Velasco Ibarra) Telfs: (05) 293 1144 / 293 2037 Fax: (05) 293 2864 • **BABAHYO:** Av. Enrique Ponce Luque y El Pireo s/n. Telfs.: (05) 273 4570 / 273 4601 / 273 4582 Telefax: (05) 273 1919 • **CUENCA:** Av. Huaynacápac y Juan Jaramillo, esquina Telf.: (07) 283 3240 / 283 1906 Fax: (07) 282 3091

[www.metrocar-ecuador.com](http://www.metrocar-ecuador.com)



Quito, 27 de Febrero de 2009

Señor Ingeniero  
CARLOS NARANJO  
Director de la Carrera de Ingeniería Mecánica  
Escuela Politécnica del Ejército ESPE  
Ciudad.-

De mi consideración:

A través de la presente tengo a bien solicitar a usted, Señor Director, se pueda autorizar a nuestros alumnos ANDRÉS FRANCISCO ANDRADE CEVALLOS y HERNAN PATRICIO CARRERA CEDEÑO, egresados de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz y que en la actualidad se encuentran realizando su Tesis de Grado, a utilizar sus laboratorios de Ciencias de Materiales y Resistencia de Materiales para la realización de pruebas y cálculos en su trabajo de grado denominado "Refuerzo de la Barra Contra Impactos en un Chevrolet Aveo".

Los alumnos de la UIDE estarán guiados por el alumno de su prestigiosa Institución, el Señor JUAN PABLO ZAMBRANO, y lógicamente a quien ustedes tengan a bien designar para supervisar el uso de los equipos e instalaciones.

Por la atención a la presente y agradeciendo de antemano su colaboración, aprovecho para anticipar nuestro alto grado de consideración y estima.

Atentamente,

ING. DIEGO PEREZ D.  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA AUTOMOTRIZ



CC/ file

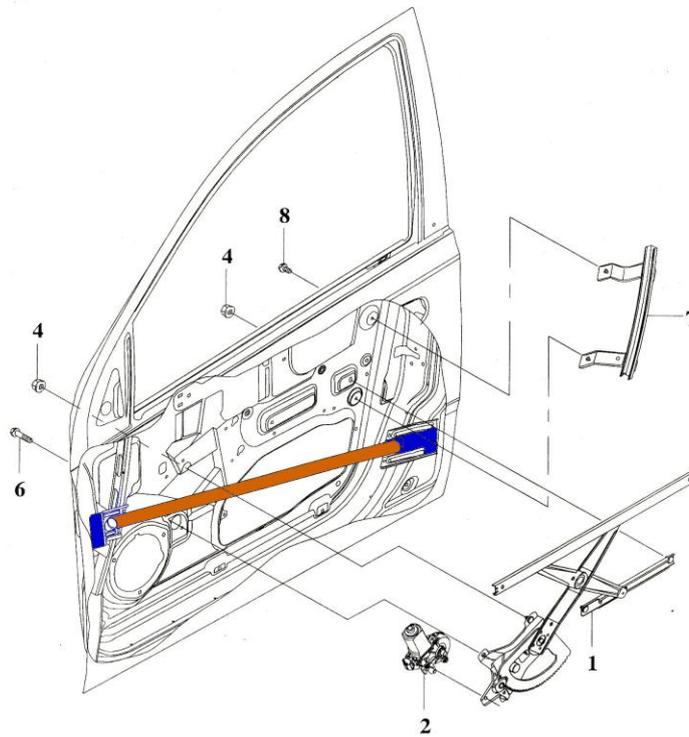
ESPE  
SECRETARIA ADMINISTRATIVA  
FE DE RECEPCION  
Fecha... 27 FEB 2009  
ING. PEREZ EMITE SU  
OPINION / COSTOS S. ES DEL  
CASO... *CPD*

*Se atenderá cuando el pago de tiempo y costo sean cancelados por los señores*

EFECTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS POR LOS ELEMENTOS DE ALEACIÓN																		
ELEMENTO	PROPIEDAD	DUREZA	RESISTENCIA	CEDENCIA	ALARGAMIENTO	REDUC. AREA	VALOR/IMPACTO	ELASTICIDAD	RES./ALTA/TEMP.	VEL./ENFRIAM.	FORMA/CARBURO	RES./DESGASTE	FORJABILIDAD	MAQUINABILIDAD	FORM./CASCARA	NITRURABILIDAD	RES./CORROSION	
Silicio	Si	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↓↓	↓	↓	↓	↓	-	Su Silicio
Manganeso	Mn	↑	↑	↑	~	~	~	-	~	↓	~	↓↓	↑	↓	~	~	-	Mn Manganeso (P)
Manganeso (A)	Mn	↓↓	↑	↓	↑↑↑	~	-	-	↓	↓	-	-	↑↑↑	↑↑	↓	-	-	Mn Manganeso (A)
Cromo	Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑↑↑	↑↑	↑	↓	-	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	Cr Cromo
Níquel (P)	Ni	↑	↑	↑	~	~	~	-	↑	↓↓	-	↓↓	↓	↓	↓	-	-	Ni Níquel (P)
Níquel (A)	Ni	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↓↓	-	-	↑↑↑	↑↑	↑↑	-	↑↑	Ni Níquel (A)
Aluminio	Al	-	-	-	-	↓	↓	-	-	-	-	-	↑↑	-	↑↑	↑↑↑	-	Al Aluminio
Tungsteno	W	↑	↑	↑	↓	↓	~	-	↑↑↑	↓↓	↑↑	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	W Tungsteno
Vanadio	V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	~	↓	-	-	V Vanadio
Cobalto	Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑	↑↑	-	↑↑↑	↓	~	↓	-	-	Co Cobalto
Molibdeno	Mb	↑	↑	↑	↓	↓	↑	-	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	↑↑	-	Mb Molibdeno
Cobre	Cu	↑	↑	↑↑	~	~	~	-	↑	-	-	-	↑↑↑	~	~	-	↑	Cu Cobre
Azufre	S	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-	-	-	↑↑↑	↑↑↑	-	-	↓	S Azufre
Fósforo	P	↑	↑	↑	↓	↓	↑↑↑	-	-	-	-	-	↓	↑↑	-	-	-	P Fósforo

(A) Acero Austenítico    Incremento: ↑    Reducción: ↓  
(P) Acero Perlítico    Constante: ~    Desconocido: -

KALOS <GENERAL LHD>



RT6230 10/30/2004

<sup>35</sup> Manual de Reparación General Motors on line.

