

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ

“Diseño e implementación de una carrocería tipo limosina a una tipo sedán Volvo 244 GL.  
1987”

Marco Antonio Ontaneda Puente

Oscar Sebastián Vizueté Cevallos

Director de Tesis: Ing. Andrés Castillo

Quito 19 de abril del 2011

# CERTIFICACIÓN

Yo, Marco Antonio Ontaneda Puente declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Marco A. Ontaneda P.

CI:

Yo, Ing. Andrés Castillo declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Marco Antonio Ontaneda Puente, es autorexclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Ing. Andrés Castillo.

Director

# CERTIFICACIÓN

Yo, Oscar Serbastián Vizuite Cevallos declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Oscar S. Vizuite C.

CI:

Yo, Ing. Andrés Castillo declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Oscar Sebastián Vizuite Cevallos, es autorexclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Ing. Andrés Castillo.

Director

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Internacional Del Ecuador, a la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz, y a sus catedráticos que me impartieron en las aulas todos sus conocimientos y mostraron también sus valores permitiendo así una formación integral en mí, por eso y más muchas gracias a ustedes mi maestros.

De manera muy especial quiero agradecer al Señor Ingeniero Andrés Castillo director de tesis, por brindarnos sus conocimientos, tiempo, y su apoyo desinteresado y oportuno para la culminación de este proyecto.

Marco Antonio Ontaneda Puente



## **DEDICATORIA**

Dedico este titulo a mi madre por todo su esfuerzo y sacrificio realizado para lograr lo que hoy soy.

A mí amada esposa e hijo, por quienes cada dia tienen sentido, y son testigos de mis luchas cotidianas en busca de un futuro mejor.

A mi familia y amigos quienes con sus consejos, apoyo incondicional y cariño, han contribuido para la finalización de este trabajo.

A todos ustedes muchas gracias por todo y les dedico este fruto de mi esfuerzo.

Marco Antonio Ontaneda Puente

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterno y sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional Del Ecuador por brindarme la oportunidad de aprender de cada una de las materias impartidas en el transcurso de mi formación académica, y así alcanzar tan anhelado título profesional.

Un reconocimiento muy especial a todos los docentes y principalmente a mi Director de Tesis el Ing. Andrés Castillo, quienes supieron guiarnos y compartir sus experiencias para mi desarrollo académico, moral, ético y personal.

Oscar Sebastián Vizuite Cevallos

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres que con el ejemplo han sabido guiarme por el sendero del bien, hoy recompensó su esfuerzo y arduo trabajo ofreciéndoles mi éxito, que es el de ellos.

A mis hermanos, tíos, abuelos, primos y grandes amigos que han sido mi apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, ayudándome a vencer toda adversidad dedico éste preciado logro sin antes volver a decir muchas gracias.

Oscar Sebastián Vizúete Cevallos

## **Indice**

GENERALIDADES.....	1
1.1 ESTRUCTURA DE LA CARROCERIA ESTANDART.....	1
1.1.1 Tipos de Carrocerías.....	1
1.1.1.1 Berlinetta.....	1
1.1.1.2 Descapotable.-.....	1
1.1.1.3 Cupé o coupé.-.....	2
1.1.1.4 Familiar.-.....	3
1.1.1.5 Hatchback.....	3
1.1.1.6 Limusina.-.....	4
1.1.1.7 Camioneta o Pickup.-.....	4
1.1.1.8 Sedán-.....	5
1.1.1.9 Tricuerpo o tres volúmenes.....	6
1.1.2 Tipos de instalación de carrocerías.....	6
1.1.2.1 Carrocería de chasis separados.....	8
1.1.2.2 Utilización del sistema de carrocería y chasis separados.....	9
1.1.2.3 Carrocería auto portante.-.....	11
1.1.2.4 Utilización del sistema de carrocería auto portante.-.....	12
1.1.2.6 Carrocería auto portante con elementos desmontables.-.....	13
1.1.2.8 Piezas componentes de una carrocería.-.....	16
1.1.2.10 Armazón anterior o delantero.-El armaz.....	22
1.2 TIPOS DE SUELDA.....	23
1.2.1 Procesos de Soldadura.....	23
1.2.2 Soldadura Por Arco Metálico con Gas.....	24
1.2.3 Soldadura de arco de Gas de Tungsteno.....	25
1.2.4 Soldadura de arco de Plasma.....	26
1.2.6 Soldadura a Gas.....	27
1.2.7 Soldadura por resistencia.....	28
1.2.8 Soldadura por rayo de energía.....	29
1.3 ENSAYOS DE DUREZA DEL MATERIAL.....	30

1.3.1 Dureza Rockwell .....	31
1.3.1.1 Definiciones.....	32
1.3.1.2 Máquina y Equipo .....	32
1.3.1.3 Penetadores.....	33
1.3.1.3.1 a) <i>Penetrador de diamante.</i> .....	33
1.3.1.3.2 b) <i>Penetrador esférico de acero</i> .....	33
1.3.1.4 Procedimiento.....	33
1.3.2 Dureza Brinell.....	34
1.3.2.2 Microscopio de Medición.....	37
1.3.2.2.1 <i>Acabado</i> .....	37
1.3.2.3 Procedimiento.....	37
1.3.2.4 Medición de la Huella.....	38
CAPITULO II.....	39
DISEÑO ESTRUCTURAL.....	39
2.1 ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN .....	39
2.1.1 Tensiones directas.....	39
2.1.1.1 Tensión y Compresión.....	39
2.1.1.2 Ejercicios: .....	40
2.2 CÍRCULO DE MOHR .....	45
2.3 DIAGRAMAS DE ESFUERZOS BAJO CARGAS AXIALES .....	52
2.3.1 Deformación bajo carga axial directa.....	52
2.3.1.1 Ejercicios: .....	53
2.4 CARGAS TORSIONALES.....	59
2.4.1 Tensión de esfuerzo de corte por torsión.....	59
2.4.1.1 Ejercicios .....	60
2.4.2 Tensión por esfuerzo de corte vertical.....	68
2.4.2.1 Ejercicios .....	70
CAPÍTULO III .....	72
IMPLEMENTACION DE LA CARROCERIA TIPO LIMUSINA .....	72
3.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE SUELDA .....	72

3.1.1 Soldadura manual de metal por arco .....	72
3.1.2 Soldadura TIG .....	79
3.1.3 Soldadura MIG / MAG.....	83
3.2 ANALISIS DE LA CARROCERIA. ....	86
3.2.1 Cálculos con el peso actual del vehículo .....	86
3.2.2 Proceso de la Modificacion de la carrocería.....	89
3.4 Acabados Automotrices.....	98
3.4.1 Pintura.....	98
3.4.2 Vidrios .....	99
3.4.3 Interior .....	99
3.4.4 Neumáticos y Aros .....	100
CAPÍTULO IV .....	101
PRUEBAS DE DISEÑO .....	101
<b>4.2 ADAPTACIONES DE SEGURIDAD.....</b>	<b>102</b>
4.2.1 Árbol de accionamiento.-.....	102
4.2.2 Sistema de frenos.-.....	103
4.2.3 Sistema Eléctrico.-.....	103
4.2.4 Carrocería.-.....	103
4.2.5 Cinturones de seguridad.-.....	104
4.3 ANÁLISIS DE LA SUSPENSIÓN.....	104
4.3.1 Eje delantero.-.....	104
4.3.2 Eje Trasero.-.....	106
Conclusiones.....	107
Recomendaciones.....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	109
ANEXOS.....	110

## Indice de Gráficos

Gráfico 1 Foto de Ferrari Enzo .....	1
Gráfico 2 Foto Mazda Miata .....	2
Gráfico 3 Foto Porsche 911 Carrera .....	2
Gráfico 4 Foto Opel Omega Caravan .....	3
Gráfico 5 Foto Peugeot 206 .....	3
Gráfico 6 Foto Mercedes Benz Limusina W114 .....	4
Gráfico 7 Foto Land Rover Santana Aníbal .....	5
Gráfico 8 Foto Mercedes Benz C300 Sport AMG .....	5
Gráfico 9 Foto Lincoln. ....	6
Gráfico 10 Con color rojo podemos observar a un bastidor, y a su vez a los largueros y a los travesaños uniendo a los largueros .....	7
Gráfico 11 Aquí podemos observar a lo que denominamos como chasis,.....	9
Gráfico 12 Aquí un ejemplo de un vehículo con un sistema de carrocería y chasis separados .....	10
Gráfico 13 Ejemplo de un vehículo con una carrocería auto portante .....	11
Gráfico 14 Carrocería auto portante con elementos desmontables (Citroën GS).....	13
Gráfico 15 Ejemplo de vehículo con carrocería con plataforma de chasis (reanult 4).....	14
Gráfico 16 Piezas que componen los paneles exteriores de una carrocería (SEAT 1).....	17
Gráfico 17 Componentes del armazón central y posterior de la carrocería (SEAT 1).....	20
Gráfico 18 Foto Soldador SMAW .....	23
Gráfico 19 Foto Soldadura y Componentes del equipo MIG .....	24
Gráfico 20 Elementos del equipo de Soldadura TIG .....	25

Gráfico 21 Elementos del equipo de Soldadura Plasma .....	26
Gráfico 22 Foto Soldador SAW .....	27
Gráfico 23 Equipo de Soldadura Oxiacetilénica .....	28
Gráfico 24 Foto Soldadora Automática de Puntos. ....	29
Gráfico 25 Equipo de Soldadura tipo Láser .....	30
Gráfico 26 Penetración de bolita para ensayo .....	31
Gráfico 27 Equipo para medición Rockwell .....	32
Gráfico 28 Medidor Brinell .....	36
Gráfico 29 Circulo de Mohr terminado en forma parcial, pasos 1 al 6 .....	47
Gráfico 30 Circulo de Mohr Completo .....	49
Gráfico 31 Exhibición de resultados a partir del círculo de Mohr .....	51
Gráfico 32 Ilustraciones de <b>Ap</b> y <b>y</b> que se utilizan para calcula Q para tres formas .....	69
Gráfico 33 Soldadura de metal por arco.....	72
Gráfico 34 Electrodo revestidos.....	73
Gráfico 35 Esquema de la soldadura TIG. ....	80
Gráfico 36 Accesorios para soldadura TIG.....	83
Gráfico 37 Parte trasera del Volvo 244 DL.....	89
Gráfico 38 Parte Frontal Del Volvo 244 DI .....	90
Gráfico 39 Corte del techo del Volvo 244GL .....	91
Gráfico 40 Unión mediante soldadura de techo y travesaños .....	92
Gráfico 41 Soldadura de techo. ....	92
Gráfico 42 Tableros laterales de la carrocería.....	93
Gráfico 43 Soldadura de los tableros laterales .....	94



Gráfico 44 Masillado del techo. ....	94
Gráfico 45 Piso de la extensión de la carrocería .....	95
Gráfico 46 Soldadura del piso antes mencionado. ....	95
Gráfico 47 Suelda del piso antes mencionado.....	96
Gráfico 48 Bóvedas interiores .....	96
Gráfico 49 Corrección con masilla de toda la carrocería .....	97
Gráfico 50 Limusina volvo 244 DL. ....	97
Gráfico 51 Suspensión tipo Mcpherson .....	105
Gráfico 52 Suspensión Rígida .....	106
Gráfico 53 Corte de techo Volvo 244 Te (Wagon) .....	110
Gráfico 54 Vista techo Volvo 244 TE.....	110
Gráfico 55 Finalización corte techo Volvo 244TE.....	111
Gráfico 56 Techo Volvo 244TE.....	111
Gráfico 57 Techo Volvo 244TE vista inferior.....	112
Gráfico 58 Volvo 244 (Frontal).....	112
Gráfico 59 Volvo 244 (Posterior derecha) .....	113
Gráfico 60 Volvo 244GL vista post. Lateral derecha.....	113
Gráfico 61 Corte de techo Volvo 244GL .....	114
Gráfico 62 Corte cabina posterior Volvo 244GL .....	114
Gráfico 63 Corte superior cabina.....	115
Gráfico 64 Corte travesaños y largueros (Izquierda) .....	115
Gráfico 65 Larguero en corte.....	116
Gráfico 66 Corte travesaños y largueros (Derecha) .....	116

Gráfico 67 Corte larguero (Derecho).....	117
Gráfico 68 Techo Volvo 244GL (Corte lateral izquierdo).....	117
Gráfico 69 Techo Volvo 244GL (Corte lateral derecho) .....	118
Gráfico 70 Techo Volvo 244GL (Corte lateral izquierdo posterior).....	118
Gráfico 71 Techo Volvo 244GL (Corte lateral derecho posterior) .....	119
Gráfico 72 Volvo 244GL (Vista lateral) .....	119
Gráfico 73 Volvo 244GL (Corte larguero izquierdo).....	120
Gráfico 74 Proceso de alargamiento de carrocería vista derecha.....	120
Gráfico 75 Proceso de alargamiento de carrocería vista izquierda .....	121
Gráfico 76 Alargamiento de carrocería Volvo 244GL.....	121
Gráfico 77 Carrocería Volvo 244GL Limusina.....	122
Gráfico 78 Carrocería Volvo limusina vista lateral.....	122
Gráfico 79 Proceso de soldado techo Volvo 244 GL.....	123
Gráfico 80 Soldado de techo Volvo (Limusina).....	123
Gráfico 81 Volvo 244GL (Implementación de carrocería limusina) .....	124
Gráfico 82 Proceso de soldado de travesaño .....	124
Gráfico 83 Proceso de soldado de largueros .....	125
Gráfico 84 Proceso de soldado de largueros II.....	125
Gráfico 85 Pulido de techo Volvo 244 GL.....	126
Gráfico 86 Lijado de techo Volvo 244GL .....	126
Gráfico 87 Lijado de carrocería Volvo 244GL .....	127
Gráfico 88 Lijado de techo Volvo (Limusina) .....	127
Gráfico 89 Lijado de techo vista superior .....	128

Gráfico 90 Proceso de lijado de carrocería I .....	128
Gráfico 91 Proceso de lijado de carrocería II.....	129
Gráfico 92 Proceso de soldado y alineamiento (Vista Derecha) .....	129
Gráfico 93 Proceso de soldado y alineamiento (Vista Izquierda) .....	130
Gráfico 94 Proceso de soldado y alineamiento (Vista Izquierda frontal).....	130
Gráfico 95 Soldado y pulido de carrocería.....	131
Gráfico 96 Pulido de carrocería.....	131
Gráfico 97 Soldado y pulido de carrocería.....	132
Gráfico 98 Pulido de carrocería.....	132
Gráfico 99 Pulido y soldado Volvo (limusina).....	133
Gráfico 100 Soldado de piezas Volvo 244GL.....	133
Gráfico 101 Lamina para alargamiento de carrocería .....	134
Gráfico 102 Pulido de techo Volvo 244GL.....	134
Gráfico 103 Encuadre de puertas carrocería #1.....	135
Gráfico 104 Encuadre de puertas carrocería #2.....	135
Gráfico 105 Encuadre de carrocería #2 .....	136
Gráfico 106 Encuadre de carrocería #3 .....	136
Gráfico 107 Carrocería Volvo 244 GL (Limusina).....	137
Gráfico 108 Extensión de carrocería Volvo 244GL.....	137
Gráfico 109 Encuadre de piezas en carrocería .....	138
Gráfico 110 Proceso de soldado piezas Volvo 244GL.....	138
Gráfico 111 Encuadre carrocería Volvo 244GL.....	139
Gráfico 112 Soldado carrocería Volvo 244GL .....	139

Gráfico 113 Proceso de encuadre carrocería .....	140
Gráfico 114 Visagras de puertas.....	140
Gráfico 115 Proceso de encuadre de puertas.....	141
Gráfico 116 Lijado de carrocería.....	141
Gráfico 117 Lijado de carrocería #2.....	142
Gráfico 118 Encuadre final de puertas #1 .....	142
Gráfico 119 Encuadre final de puertas #2 .....	143
Gráfico 120 Encuadre final de puertas y extensión de carrocería #1 .....	143
Gráfico 121 Encuadre final de puertas y extensión de carrocería #2 .....	144
Gráfico 122 Extensión de piso.....	144
Gráfico 123 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #1.....	145
Gráfico 124 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #2.....	145
Gráfico 125 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #3.....	146
Gráfico 126 Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #1 .....	146
Gráfico 127 Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #2.....	147
Gráfico 128 Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #3.....	147
Gráfico 129 Masillado de techo #1.....	148
Gráfico 130 Masillado y encuadre de carrocería #1 .....	148
Gráfico 131 Masillado de carrocería Volvo 244 GL #1 .....	149
Gráfico 132 Masillado de carrocería Volvo 244 GL #2 .....	149
Gráfico 133 Proceso de soldado de piso en extensión #1.....	150
Gráfico 134 Proceso de soldado de piso en extensión #2.....	150
Gráfico 135 Proceso de soldado y pulido de piso en extensión .....	151

Gráfico 136 Masillado de parantes #1 .....	151
Gráfico 137 Masillado y encuadre de carrocería #2.....	152
Gráfico 138 Masillado y encuadre de carrocería #3.....	152
Gráfico 139 Lijado y pulido de carrocería #1.....	153
Gráfico 140 Limusina en elevador .....	153

## **Indice de tablas**

Tabla 1 Materiales más comunes que se miden con Rockwell. ....	32
Tabla 2 Dureza Brinell .....	35
Tabla 3 Huellas de materiales mediante ensayos de medición de aceros.....	38
Tabla 4 Numeración de electrodos - C.C.C.A. y polaridad.....	78
Tabla 5 Especificaciones técnicas Volvo 244GL .....	101
Tabla 6 Especificaciones técnicas Volvo Limusina .....	102

## **SÍNTESIS**

La carrocería del volvo 244G1 será modificada y en ciertas ocasiones construida para así poder dejarla como una carrocería tipo limusina.

Para dicha modificación emplearemos procesos de corte, soldadura y análisis matemático dándonos como resultado una carrocería resistente, ligera capaz de soportar diferentes pesos a los obtenidos de fábrica.

Entre los cortes realizados podemos destacar el realizado a las dos carrocerías, tanto a la del volvo 244GL cuanto a la del 245DL, los mismos que fueron unidos con diferentes medios de soldadura.

Las soldaduras más utilizadas serán las siguientes

- MIG
- MAG
- TIG
- Suelda Manual de Metal por Arco

Luego de la respectiva suelda de carrocería se realizarán ciertos refuerzos tanto en el piso, parantes, techo, cuanto en suspensión, bases de motor y frenos.

Así ésta resistirá todo el peso que se la incluirá con detalles finales como tapicería, muebles y sistema de audio y video.

Los cálculos a realizarse serán tomados en las dimensiones del vehículo original para poder alargarlo. Estos serán los siguientes:

- Esfuerzos de deformación
- Círculo de Mohr
- Esfuerzos bajo cargas Axiales
- Cargas Torsionales

Todo este proceso a realizarse se podrá detallar a continuación en el desarrollo de la tesis.

El resultado final será una limusina apta para conducirse y utilizarse en la ciudad de Quito o en cualquier ciudad del resto del país, la misma que será cómoda y estéticamente agradable para los usuarios.



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 ESTRUCTURA DE LA CARROCERIA ESTANDART

#### 1.1.1 Tipos de Carrocerías

**1.1.1.1 Berlinetta.-**es una manera diferente para nombrar a un vehículo con carrocería coupé (contrario al spyder, un vehículo convertible). Ferrari popularizó al término con sus exóticos autos; marcas como Maserati, Opel, Alfa Romeo y otros fabricantes europeos de automóviles también produjeron vehículos con el nombre de Berlinetta. Este término fue utilizado por Chevrolet como un recorte en el nivel del modelo Camaro entre 1979 y 1986.



Gráfico 1Foto de Ferrari Enzo<sup>1</sup>

**1.1.1.2 Descapotable.-** (nombrado convertible o cabriolet) es una carrocería de automóvil sin techo o cuyo techo puede o bien quitarse o bien plegarse y guardarse en el maletero. Este techo, más conocido como capota puede ser de diferentes materiales como el vinilo, la tela, el plástico o metal; este tipo de carrocerías son también conocidas con el

---

<sup>1</sup><http://es.ferrari.org/Archivo:RedEnzo.jpg>

nombre de cabrio y en ocasiones se denomina erróneamente coupé. Prácticamente todos los descapotables poseen dos puertas laterales, debido a que aperturas más grandes causarían problemas estructurales en el chasis.



Gráfico 2Foto Mazda Miata<sup>2</sup>

**1.1.1.3 Cupé o coupé.-** es una carrocería de automóvil de dos o tres volúmenes y posee solo dos puertas laterales. Un cupé se lo puede denominar como fastback o tricuerpo (notchback), dependiendo el ángulo que forma la luneta trasera con la tapa del maletero o en pocos casos del motor. Los cupés y las carrocerías descapotables, forman el selecto grupo de los automóviles deportivos.



Gráfico 3Foto Porsche 911 Carrera<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup><http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Mazda-miata-1999-blue-side.jpg>

<sup>3</sup> <http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Porsche9111997.jpg>

**1.1.1.4 Familiar.-** esta carrocería es utilizada en automóviles de turismo. Es una carrocería de dos volúmenes en el que la tapa del maletero es un portón que incluye el vidrio trasero, el voladizo trasero es relativamente largo y el techo es alto en casi todo el largo del mismo. El portón trasero es considerado una puerta más.



Gráfico 4 Foto Opel Omega Caravan<sup>4</sup>

**1.1.1.5 Hatchback.-** este tipo de carrocería describe al diseño de un vehículo, que consiste en un área para pasajeros o cabina con un pequeño espacio de carga (cajuela) integrado, el acceso a éste es mediante un portón trasero. Un vidrio trasero es incluido al portón y el voladizo trasero es corto. El portón trasero es una puerta más. Es una carrocería que también es denominada como 2 volúmenes.



Gráfico 5 Foto Peugeot 206<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> <http://es.carwalls.org/Archivo:TyOpelOmegaBCaravan20050918i1.jpg>

<sup>5</sup> [http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Peugeot\\_306-Hatch.750pix.jpg](http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Peugeot_306-Hatch.750pix.jpg)

**1.1.1.6 Limusina.-** Vehículo de lujo con dimensiones más extensas que la de uno normal. Este tipo de automóvil se lo asocia directamente con gente rica y casi siempre es conducido por un chofer debido a su lujo y confort. También es muy usado en eventos de gala, bodas, o turismo.



**Gráfico 6Foto Mercedes Benz Limusina W114<sup>6</sup>**

**1.1.1.7 Camioneta o Pickup.-**vehículo de menores prestaciones y dimensiones de carga que un camión, que generalmente se lo utiliza para el transporte de materiales o mercancía, su zona de carga es descubierta y denominada de varias maneras, pero la más utilizada es la de cajón. Para la carga de objetos la parte trasera es abatible. Los nuevos modelos de esta carrocería poseen una cubierta del cajón, que pueden ser de lona o fibra de vidrio.

---

<sup>6</sup> [http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Mercedes\\_strichacht\\_I\\_sst.jpg](http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Mercedes_strichacht_I_sst.jpg)



Gráfico 7Foto LandRover Santana Aníbal<sup>7</sup>

**1.1.1.8 Sedán.-** es la carrocería más conocida en los vehículos de turismo, mas es un tres volúmenes en la que el vidrio trasero no está incluido en la tapa de la cajuela, así el vidrio está sujeto y la cajuela está separada de la cabina. Desde la parte inferior del parabrisas posterior se extiende horizontalmente la cajuela, algunos centímetros para atrás. Su cantidad de puertas por lo general son cuatro, aunque en ciertas ocasiones son dos.



Gráfico 8Foto Mercedes Benz C300 Sport AMG<sup>8</sup>

<sup>7</sup> [http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Santana\\_ps-10\\_pu\\_rear\\_q.jpg](http://es.carwalls.org/wiki/Archivo:Santana_ps-10_pu_rear_q.jpg)

<sup>8</sup> <http://www.cargurus.com/images/2008/09/19/16/26/pic-16699.jpeg>



**1.1.1.9 Tricuerpo o tres volúmenes** (notchback) Los tres volúmenes de esta carrocería están definidos totalmente: motor, habitáculo y maletero. Por lo general este tipo de carrocerías utilizan los autos sedanes, pero su mayor diferencia radica en que el tricuerpo posee sus dimensiones un poco más alargadas que las de un sedán convencional.



Gráfico 9Foto Lincoln.<sup>9</sup>

### 1.1.2 Tipos de instalación de carrocerías

Con el pasar del tiempo los automóviles han sido mejorados no solo en lo que respecta a la parte mecánica sino también en lo que a carrocerías se refiere. En estos tiempos las carrocerías de los vehículos son más ligeras pero más resistentes que las anteriores.

Antiguamente en los bastidores y en la chapa de revestimiento los espesores de acero que se utilizaban no se escatimaban en los más mínimo, lo que hacía que los vehículos se vuelvan realmente pesados sin mencionar que los motores que se utilizaban en la antigüedad eran de un gran cilindraje lo que hacía que sean motores bastante pesados.

Lo que se obtenía con esto es que el automóvil se vuelva bastante lento por su peso y al tener un motor de gran cilindraje, eran vehículos que consumían mucho combustible.

---

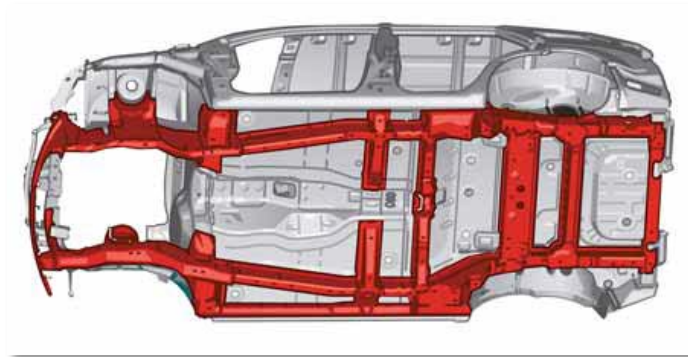
<sup>9</sup> [http://upload.carwalls.org/wikipedia/commons/3/34/3\\_box\\_design.png](http://upload.carwalls.org/wikipedia/commons/3/34/3_box_design.png)

Entre las innovaciones de los carroceros se mencionan las siguientes:

- Aumentar su rigidez y a la vez reducir el peso de su estructura
- Poner énfasis en métodos anticorrosivos con el fin de alargar su vida útil
- Mejorar su aerodinámica con el fin de aumentar su penetrabilidad en el aire
- Incrementar los niveles de rigidez en el habitáculo para que, la seguridad pasiva de los pasajeros mejore

El avance que se ha venido produciendo en las carrocerías ha ido de la mano con los nuevos sistemas implementados en la fabricación de las mismas.

El desarrollo de estas ha sido considerablemente rápido en el transcurso de estos últimos años debido a, las innovaciones realizadas en el campo de la robótica con lo cual, la fabricación de la carrocería en el montaje, soldado, aplicación de sistemas anticorrosivos y pintado de la misma ha mejorado muchísimo.



**Gráfico 10** Con color rojo podemos observar a un bastidor, y a su vez a los largueros y a los travesaños uniendo a los largueros<sup>10</sup>

<sup>10</sup><http://www.suzuki4x4.cl/Glosario%20A/suzuki-grand-vitara-chasis.jpg>

Desde la aparición de las carrocerías ha conllevado a que se creen muchos diseños y formas dependiendo de para qué se desee el vehículo, antiguamente el diseño de éstas era muy similar sea cual sea la función del vehículo, en la actualidad siguen en constante evolución lógicamente con variantes según el uso para el que sea creado el vehículo ya sea éste un automóvil, furgones, camiones, etc.

Las carrocerías que más se utilizan en la actualidad son las siguientes:

- a) Carrocería y chasis separados
- b) Carrocería auto portante (o de monocasco auto portante)
- c) Carrocería con plataforma de chasis

Es importante tener en cuenta a cada una de estas carrocerías ya que, estas determinan el montaje de las planchas de revestimiento y la disposición de la estructura que forman un conjunto dentro del automóvil.

Aquí se hará un análisis detallado de cada una de estas carrocerías.

#### **1.1.2.1 Carrocería de chasis separados**

Utilizado actualmente únicamente para vehículos pesados como camiones, volquetas, tracto camiones, en algunos casos para vehículos que cuentan con una carrocería de fibra, etc. En esta su estructura llamada “bastidor” se basa en dos largueros (vigas de acero) dispuestas a lo largo del vehículo, y para que estos largueros adquieran rigidez se aseguran por travesaños unidos en diferentes partes para poder soportar las otras piezas mecánicas del vehículo como el motor, caja, suspensiones, ruedas, entre otras cosas.



Luego de que en el bastidor se hayan instalado todas las piezas mecánicas detalladas anteriormente se le da el nombre de “chasis”, a pesar de que muchas veces se piensa que Bastidor es un sinónimo de Chasis, pero no lo es.

El siguiente paso es unir la carrocería al chasis, que van unidos con bujes de caucho con la finalidad de que la carrocería quede perfectamente amoldada y suficientemente rígida.



**Gráfico 11** Aquí podemos observar a lo que denominamos como chasis, al bastidor con elementos mecánicos ya montados.<sup>11</sup>

**1.1.2.2 Utilización del sistema de carrocería y chasis separados.-** Este era uno de los primeros sistemas utilizados ya que, no había suficiente tecnología en las prensas para realizar otro tipo de bastidores, y con el se podía implementar casi cualquier tipo de carrocería, de tal forma que con este bastidor podía realizarse un coche deportivo bi-plaza,

---

<sup>11</sup>[http://www.elchapista.com/images/curso\\_chapa\\_chapista/chasis\\_bastidores/chasis\\_bastidor.jpg](http://www.elchapista.com/images/curso_chapa_chapista/chasis_bastidores/chasis_bastidor.jpg)

Un auto turismo, una furgoneta y en casos alargarlo para realizar una berlina e incluso una limusina, pero es un sistema el cual tiene algunas desventajas.

Con este sistema podemos obtener un vehículo lo suficientemente rígido y robusto para poder soportar y transportar carga pesada y a su vez absorber irregularidades y vibraciones; es por esto que aun en la actualidad este sistema se sigue utilizando en la fabricación de vehículos pesados como cabezales, camiones, etc.



**Gráfico 12** Aquí un ejemplo de un vehículo con un sistema de carrocería y chasis separados<sup>12</sup>

Al utilizar este tipo de sistema para la fabricación de un automóvil presenta bastantes inconvenientes, entre los más importantes los siguientes:

- Aumento considerable de peso en el vehículo, al ser el bastidor de acero el cual es bastante pesado
- Encarecimiento del precio del conjunto carrocería-chasis, al tener el acero un costo elevado

---

<sup>12</sup>[www.elchapista.com/images/curso\\_chapa\\_chapista/chasis\\_bastidores/carroceria\\_autoportante.jpg&imgrefurl=http://www.elchapista.com/chasis\\_carrocerias\\_vehiculos.html&usq](http://www.elchapista.com/images/curso_chapa_chapista/chasis_bastidores/carroceria_autoportante.jpg&imgrefurl=http://www.elchapista.com/chasis_carrocerias_vehiculos.html&usq)

- Dificultad para lograr encontrar centros de gravedad bajos, lo cual es necesario para mejorar la estabilidad y la aerodinámica del vehículo

**1.1.2.3 Carrocería auto portante.-** Como toda carrocería el auto portante también necesita de un bastidor para poder soportar todos los elementos mecánicos antes mencionados, solo que en este caso el bastidor va integrado a la carrocería formando una misma estructura recibiendo el nombre de “monocasco auto portante”.

De esta forma una carrocería monocasco auto portante es en la cual el bastidor y la carrocería forman parte de una misma estructura.



**Gráfico 13** Ejemplo de un vehículo con una carrocería auto portante<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> [www.elchapista.com/images/curso\\_chapa\\_chapista/chasis\\_bastidores/carroceria\\_autoportante.jpg](http://www.elchapista.com/images/curso_chapa_chapista/chasis_bastidores/carroceria_autoportante.jpg) &imgrefurl=http://www.elchapista.com/chasis\_carrocerias\_vehiculos.html&usg=\_\_XUs7wXswvjz-

**1.1.2.4 Utilización del sistema de carrocería auto portante.-** Actualmente este es el tipo de carrocería más utilizado por los fabricantes sobretodo para los modelos más comerciales y de mayor demanda, es una carrocería que cuenta con algunas ventajas como:

- Se caracterizan por ser las mas ligeras, estable y flexibles
- Como generalmente se fabrican en serie se efectiviza su perfección a la hora de su construcción
- También gracias al hecho de su fabricación en serie son mas económicas , ya que, el costo de producción se ve reducido gracias al uso de la tecnología en su mecanización

Por estas cosas y mas, es que son las carrocerías mas utilizadas, a pesar de que su reparación en caso de colisión es bastante compleja.

Dentro de este tipo de carrocería se sub-divide en dos tipos diferentes, algo determinante al realizar una reparación de la misma.

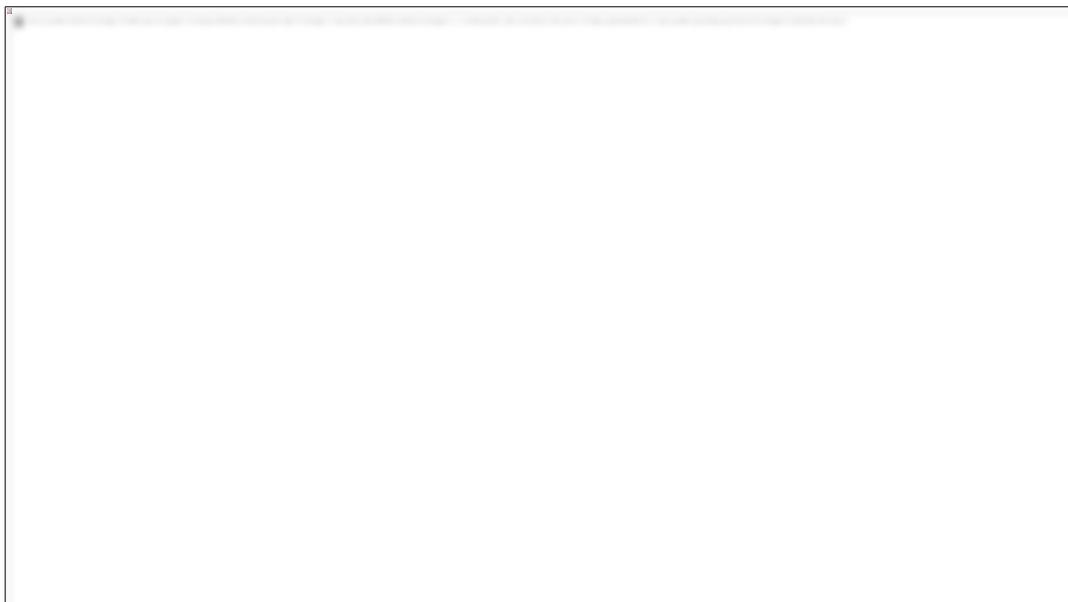
Estas son:

- Auto portante unido por soldadura
- Auto portante con elementos desmontables

**1.1.2.5 Carrocería auto portante unida por soldadura.-**En esta carrocería el número de elementos que son factibles de desmontar se reducen al mínimo. Todos los elementos se encuentran unidos entre si por medio de soldaduras, haciendo excepción únicamente a las puertas, el capot y guardachoques. Con esto lo que se pretende es que el elemento que forma el suelo de la caja que actúa como si fuese un bastidor aligerado proporcione la

debida resistencia a todas las planchas que componen el conjunto al esta estar unida sólidamente a los otros elementos del monocasco haciendo con esto que todas las piezas soporten el esfuerzo.

**1.1.2.6 Carrocería auto portante con elementos desmontables.-** Esta carrocería es bastante parecida a la anterior, con la diferencia de que cuenta con muchas de sus piezas desmontables como los son los guardafangos laterales, traseros, etc., lo cual permite facilitar las cosas cuando se trata de reparar dicha carrocería.



**Gráfico 14** Carrocería auto portante con elementos desmontables (Citroën GS)<sup>14</sup>

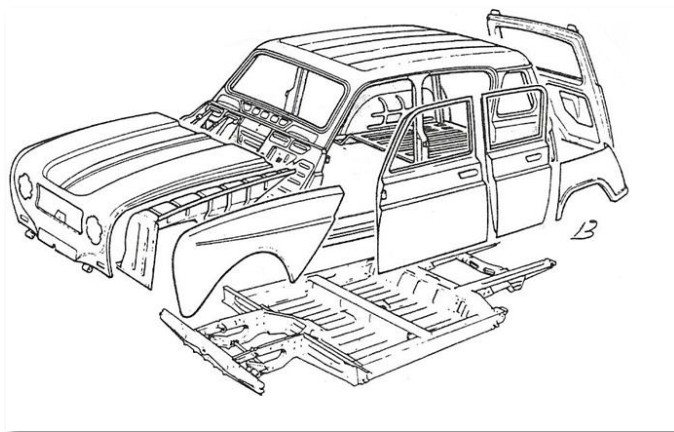
Una cualidad bastante interesante de este tipo de carrocería es que el desmontaje de las piezas es sumamente fácil lo que ayuda a un arreglo rápido de las piezas o a una sustitución por otras nuevas que de igual manera se las puede colocar en poco tiempo, y al ser su desmontaje y montaje tan fácil las piezas pueden ser pintadas por separado. Obviamente este tipo de carrocería también tiene sus desventajas como en el momento de realizar una

---

<sup>14</sup> DE CASTRO, Miguel. Reparación de Carrocerías. Biblioteca de Chapa y Pintura del Automóvil. Grupo Editorial Ceac. Pág. 17, Figura 12

reparación, el costo de los repuestos es bastante superior al de la mano de obra, y al ser las piezas desmontables unidas a través de tornillos no brindan la rigidez necesaria al vehículo, y con el tiempo por las vibraciones los tornillos y pernos se van aflojando, lo que hace que la carrocería sea más débil, y para mejorar esto reforzándolas se provocara un aumento de peso en el vehículo lo cual es perjudicial para el mismo. Es por esto que el diseño de carrocería anteriormente explicado es más utilizado que este.

**1.1.2.7 Carrocería con plataforma de chasis.**-Es el tipo de carrocería que es más utilizado en furgones, furgonetas, vehículos todo terreno y algunos vehículos turismo. Utilizado en vehículos destinados a soportar una carga y esfuerzos elevados, o diseñados para circular por terrenos agrestes. Un ejemplo de automóvil diseñado de esta forma y con ésta “carrocería con plataforma de chasis” es el Renault 4, el cual fue concebido para circular en caminos de segundo y tercer orden, en los cuales los baches, irregularidades de vía, empedrados es totalmente común, y un auto el cual fue diseñado para soportar peso pero no de forma excesiva.



**Gráfico 15Ejemplo de vehículo con carrocería con plataforma de chasis (reanult 4)<sup>15</sup>**

<sup>15</sup> DE CASTRO, Miguel. Reparación de Carrocerías. Biblioteca de Chapa y Pintura del Automóvil. Grupo Editorial Ceac. Pág. 19, Figura 13.

Como podemos apreciar en la figura el concepto de “chasis” previamente mencionado no ha sido abandonado aun en este modelo, de modo que, podemos observar mediante piezas plegadas de plancha las cuales están soldadas entre si, a los travesaños y largueros que lógicamente tienen planchas de un espesor superior al del resto del vehículo.

Además de esto dicha estructura se encuentra soldada al bastidor, la cual se convierte en una plataforma rígida, en donde van incorporados los componentes mecánicos en los que incluimos las ruedas y suspensión, y por ende los de carrocería.

En este tipo de chasis el montaje de la carrocería se lo puede realizar de dos maneras:

- a) Como en el caso de el Renault 4, la carrocería puede estar unida a la plataforma por medio de tornillos, de tal modo que la carrocería puede ser separada del chasis de una forma muy sencilla con relación a la carrocería que va soldada al chasis, y de esta forma poder realizar un trabajo más simple en el desmontaje y montaje de piezas. Un inconveniente que poseen este tipo de plataformas rígidas, es que no son lo suficientemente rígidas en comparación a las carrocerías auto portantes, como para soportar todas las cargas, esfuerzos y vibraciones que produce el vehículo en circulación.
  
- b) A diferencia de las planchas con las que se construye la plataforma, esta carrocería es construida con planchas de poco espesor en especial en las piezas en donde las cargas y esfuerzos son menores, sin embargo ni en las piezas que están encargadas de soportar todas las cargas, vibraciones y esfuerzos del vehículo se utilizan planchas de un espesor más grande que el utilizado para la plataforma, lo cual hace

que la diferencia de peso entre las dos sea bastante notable, con un defecto en esta que al ser de esta forma estructurada la carrocería la utilización de soldadura en la unión de piezas es inminente, ya que se debe aumentar la rigidez de la estructura, lo cual hace que el desmontaje y montaje de piezas sea mas difícil y complicado que en la plataforma.

Aquí al igual que en las carrocerías auto portantes las únicas piezas que pueden ser desmontables son parachoques, capot, cajuela y puertas.

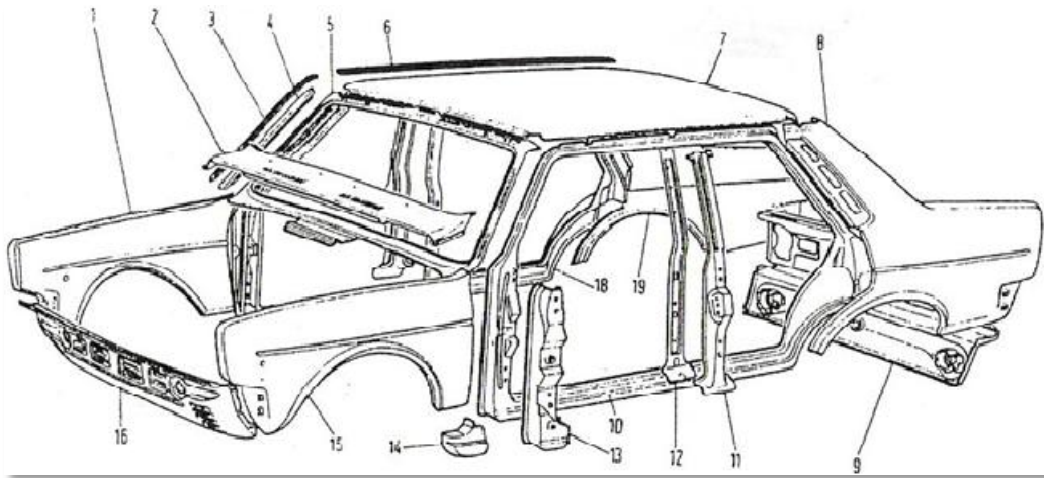
**1.1.2.8 Piezas componentes de una carrocería.-** Generalmente en una carrocería el número de piezas que la conforman es muy grande a pesar de que existen muchas diferencias entre unas y otras, es por esta razón que se va a subdividir en cinco grupos principales que son:

- 1) Paneles exteriores
- 2) Armazón central y posterior
- 3) Armazón anterior o delantero
- 4) Armazón del piso
- 5) Puertas, capos y otras piezas interesantes

### **Paneles exteriores**

Vamos a comenzar con las piezas que conforman el exterior del vehículo





**Gráfico 16** Piezas que componen los paneles exteriores de una carrocería (SEAT 1)<sup>16</sup>

Los elementos que podemos destacar de nuestro gráfico son:

### **Aletas**

Señaladas con los números 1, 8 y 15, en nuestro medio llamado “guarda fangos” que son piezas exteriores de plancha que generalmente son desmontables y van dispuestas por encima de la ruedas, generalmente los vehículos vienen con cuatro aletas que van ubicadas dos en la parte delantera y dos en la parte trasera.

Las aletas delanteras tienen la función de revestir los laterales del cofre del motor, mientras que las traseras tienen la función de revestir los laterales del maletero, a su vez de los pasar ruedas.

<sup>16</sup> DE CASTRO, Miguel. Reparación de Carrocerías. Biblioteca de Chapa y Pintura del Automóvil. Grupo Editorial Ceac. Pág. 28, Figura 21.

Lógicamente existen varios diseños de Aletas los cuales ayudan a mejorar la aerodinámica del vehículo, y otros que simplemente cambian en su diseño, el cual en algunos casos por ejemplo de las aletas traseras pueden llegar hasta el techo del vehículo.

### **Revestimiento inferior del parabrisas**

Muchos vehículos lo tienen, sin embargo no todos, comúnmente llamado “rijilla del capo” va situado como su nombre lo dice en la parte inferior del parabrisas, por ende sería la pieza o elemento que separa al capot del parabrisas, su principal función es la de brindar seguridad a la base del parabrisas y circular aire para el sistema de ventilación de los vehículos.

### **Vierteaguas**

Ubicados por lo general en los parantes de los vehículos, dispuestos de canales para que el agua provocada por una lluvia pueda ser enviada fuera del automóvil de una manera más eficiente.

### **Marco del parabrisas**

Elemento que va unido al parabrisas por un caucho el cual sostiene al parabrisas.

### **Techo**

Ubicada en la parte superior de la carrocería, es una plancha rígida de amplia superficie la cual es soportada por los cuatro parantes principales del vehículo y a su vez por los montantes de la caja.

### **Panel trasero**

Elemento rígido ubicado en la parte posterior inferior del vehículo la cual une a los dos paneles traseros para darles rigidez y a su vez al armazón del maletero.

### **Panel delantero**

Al igual que el panel trasero el panel delantero tiene como misión unir las aletas, pero en este caso las delanteras para mejorar la rigidez y ayudar a mejorar el comportamiento del vehículo en caso de un impacto.

### **Montantes**

Comúnmente llamados “parantes de puertas”, los cuales son los elementos ubicados verticalmente y que se adosan a los pilares, para de esta forma convertirse en un solo cuerpo. Por su ubicación los montantes se encuentran a su vez unidos a las bisagras de las puertas.

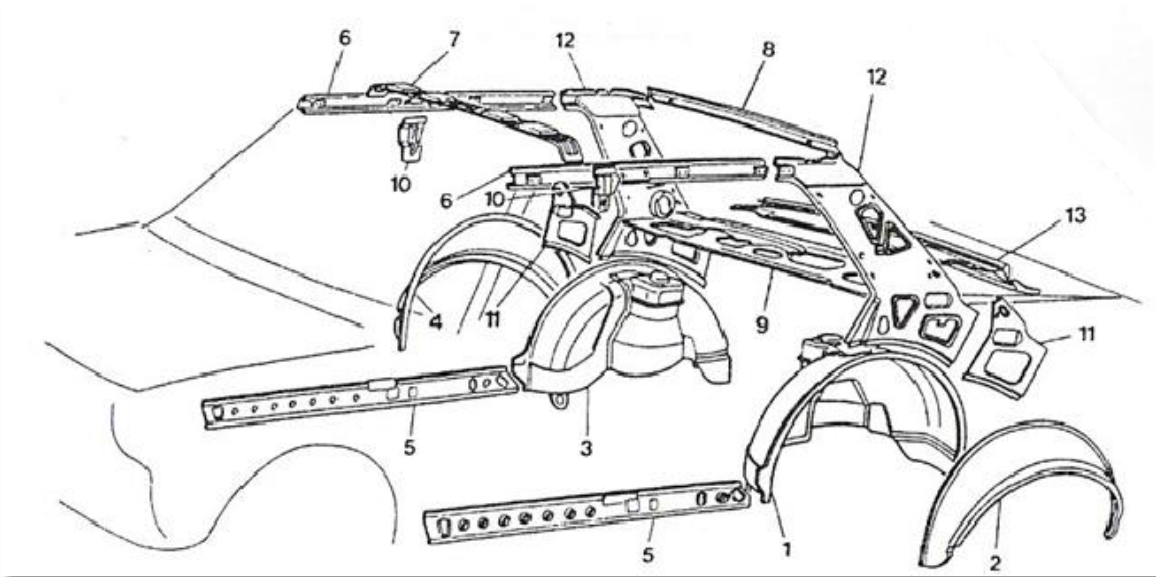
### **Pilares y cimbra**

Cuando los montantes forman una sola pieza con los pilares a los cuales están unidos. Se los denomina Pilares, los cuales brindan rigidez al vehículo. Y cuando este se encuentra debajo del techo y forma un arco, para brindar mayor seguridad en caso de vuelco, recibe el nombre de cimbra.

### **Estribo**

Comúnmente llamado “sócalo”, es un elemento que debe ser suficientemente rígido para soportar una colisión lateral, el cual va soldado al piso, en el cual se apoyan los pilares y forma parte baja de la caja.

**1.1.2.9 Armazón central y posterior.**-Los siguientes elementos que van a ser descritos a continuación son elementos los cuales forman la estructura interior de una carrocería y por ende no se ven a simple vista en un automóvil.



**Gráfico 17**Componentes del armazón central y posterior de la carrocería (SEAT 1)<sup>17</sup>

En esta figura podemos apreciar al armazón central y posterior del vehículo y del cual vamos a destacar a los siguientes elementos:

**a) Pasarruedas**

Comúnmente llamados “guardafangos”, son elementos que se ubican en el contorno de las ruedas, los cuales son bastante amplios para dejar espacio suficiente a que la rueda gire libremente y a que la suspensión pueda comprimirse sin que la rueda tope con ellas. (en la figura #22 podemos encontrarlos con los números 1,2,3 y 4)

**b) Largueros**

<sup>17</sup> DE CASTRO, Miguel. Reparación de Carrocerías. Biblioteca de Chapa y Pintura del Automóvil. Grupo Editorial Ceac. Pág. 31, Figura 22.

Son elementos longitudinales bastante importantes para brindar solidez al vehículo. Se ubican de forma lateral en la caja (largueros inferiores) y en algunos casos suelen atravesar el vehículo de punta a punta, en otros van adosados a los montantes traseros y pilares delanteros, en la parte superior de los mismos (largueros superiores), y por lo general tienen forma de viga tubular o de sección rectangular.

**c) Travesaños**

De igual forma que los largueros, existen travesaños superiores e inferiores, los cuales en los dos casos sirven para unir a los largueros y aumentar su rigidez. Los largueros siempre están dispuestos en forma transversal.

**d) Traviesas**

Al igual que los travesaños, las traviesas están dispuestas de forma transversal, son elementos que actúan de la misma forma que los travesaños solo que son piezas más pequeñas y que sufren de menor carga y esfuerzo.

**e) Bandejas**

Son elementos que van montados transversalmente en el vehículo y los cuales son hechos de planchas alivianadas, posteriormente tapizadas que van a servir luego para soportar a una pieza exterior de decoración.

**1.1.2.10 Armazón anterior o delantero.-** El armazón anterior o delantero de una carrocería es aquel elemento el cual esta diseñado para soportar uno de los elementos de mayor peso del vehículo (el motor), lógicamente en el caso de un vehículo con motor delantero.

Es por esto que debe ser lo suficientemente rígida para soportar dicho peso, ya que además de esto debe tener soportes para las torretas de la suspensión delantera, soportes para el radiador, faros delanteros, batería en algunos casos entre otras piezas dependiendo del vehículo y de sus implementos, y el cual se complementa con los paneles exteriores del vehículo.

Entre los elementos fundamentales del armazón anterior o delantero tenemos:

**a) Varas**

Las varas son piezas que tienen una forma de viga las cuales unen a los largueros con la parte delantera de la carrocería. Son piezas las cuales son rígidas ya que deben soportar la sujeción del motor, por ende bastante peso y grandes esfuerzos.

**b) Salpicadero**

Es una de las piezas más antiguas de lo que data de las carrocerías. Y su nombre se debe a que los primeros carroceros debían poner una protección entre el motor y los ocupantes para evitar salpicaduras de aceite, ruido. Comúnmente se lo llama “tablero delantero o tabique delantero”, es el elemento que separa el cofre del motor de los ocupantes a través de una plancha aislándolo totalmente del motor, de sus ruidos, olores y desde hace muchos años a la plancha se la recubre con una superficie aislante de calor.

## 1.2 TIPOS DE SUELDA

### 1.2.1 Procesos de Soldadura.

Una de las soldaduras más comunes es la soldadura manual con electrodo revestido “(SMAW, Shielded Metal ArcWelding)”<sup>18</sup>, también llamada soldadura manual de arco metálico (MMA) o soldadura de electrodo. Se usa la corriente eléctrica para crear un arco entre el material base y la varilla del electrodo consumible; ésta es de acero y la cubre un fundente cuya función es la de proteger el área de la soldadura contra la oxidación y la contaminación, esto se puede lograr produciendo CO<sub>2</sub> durante el proceso de la soldadura. El núcleo del electrodo trabaja como material de relleno, por lo que es innecesario un material de relleno adicional; este proceso es versátil y para realizarlo se necesita un equipo relativamente barato, esto lo hace adecuado para trabajos de taller. Este proceso es prácticamente limitado a materiales de soldadura ferrosos, pese que ciertos electrodos especializados han posibilitado la soldadura del hierro fundido, níquel, aluminio, cobre, y otros metales.



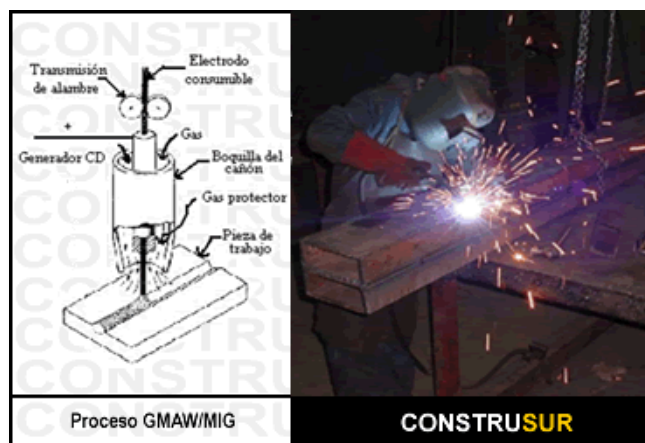
Gráfico 18Foto Soldador SMAW<sup>19</sup>

<sup>18</sup> <http://es.construmatica.com/wiki/Soldadura#Procesos>

<sup>19</sup> <http://upload.construmatica.com/commons/a/a5/SMAW.welding.navy.ncs.jpg>

### **1.2.2 Soldadura Por Arco Metálico con Gas**

“La soldadura de arco metálico con gas (GMAW), también conocida como soldadura de gas de metal inerte o soldadura MIG”<sup>20</sup>, este es un proceso semiautomático o automático que utiliza alambre como electrodo alimentándolo continuamente, además de una mezcla de gas inerte o semi-inerte que protege la soldadura de contaminaciones. Debido a que el electrodo es continuo, la velocidad al soldar es mayor para la GMAW que para la SMAW. Su pequeño arco al momento de soldar hace que la visibilidad del operario sea mucho mejor, realizando un mejor acabado sin depender de la posición de soldado. El equipo necesario para realizar este proceso es más complejo y costoso. La GMAW es menos portable y versátil que la SMAW, y puesto que el uso de un gas de blindaje es separado, este proceso no es adecuado para el trabajo al aire libre. Debido a su mayor velocidad media para soldar, este proceso es adecuado para la soldadura de producción. Se puede soldar metales tanto ferrosos, cuanto no ferrosos.



**Gráfico 19**Foto Soldadura y Componentes del equipo MIG <sup>21</sup>

<sup>20</sup> [http://es.construmatica.com/Soldadura#cite\\_ref-13](http://es.construmatica.com/Soldadura#cite_ref-13)

<sup>21</sup> <http://www.construsur.net/index.php/files/download/415>



### **1.2.3 Soldadura de arco de Gas de Tungsteno**

(GTAW), o también conocida como soldadura de gas inerte de tungsteno (TIG), es un proceso de soldadura realizado manualmente en el que se utiliza un electrodo de tungsteno no consumible, una mezcla de gas inerte o semi-inerte, y un material de relleno separado. Generalmente utilizado para soldar materiales finos, este proceso se caracteriza por su arco estable y una soldadura de alta calidad, pero requiere una singular destreza del operario, pues solo se puede lograr esa calidad con velocidades relativamente bajas de soldado. La GTAW puede utilizarse en casi todos los materiales a soldar, aunque es muy común su uso en metales de acero inoxidable y livianos.

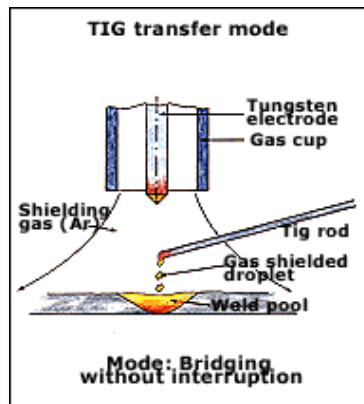


Gráfico 20 Elementos del equipo de Soldadura TIG<sup>22</sup>

<sup>22</sup> <http://canbus.galeon.com/soldadura/tig001.gif>

### **1.2.4 Soldadura de arco de Plasma**

También utiliza un electrodo de tungsteno pero el gas para realizar el arco es de plasma. Este arco es más concentrado que el de la GTAW, lo que hace que el control transversal sea más crítico, así prácticamente esta técnica es restringida a un proceso mecanizado. Gracias a su corriente estable, este método se puede utilizar en una gama más amplia de materiales gruesos que el proceso GTAW; este método es mucho más rápido. Se puede aplicar este método a los mismos materiales que la GTAW con excepción del magnesio, y la soldadura automatizada del acero inoxidable es una aplicación importante del proceso.

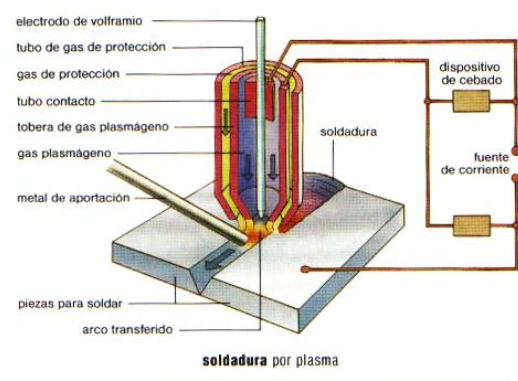


Gráfico 21 Elementos del equipo de Soldadura Plasma<sup>23</sup>

### **1.2.5 Soldadura de arco sumergido (SAW)**

Este método de soldadura es de alta productividad, aquí el arco se pulsa bajo una capa de cubierta de flujo. Esto aumenta la calidad del arco, ya que los contaminantes en la atmósfera son bloqueados por dicho flujo. La escoria producida por la soldadura generalmente sale por sí misma, y unida con el uso de una alimentación de alambre continua, la velocidad de devolución de la soldadura es alta. Las condiciones de trabajo son

<sup>23</sup> <http://www.iesbajoaragon.com/~tecnologia/Meca/Image149.jpg>

mejores que las de otros procesos de soldadura de arco, pues el flujo oculta al arco y casi no se produce ningún humo. Generalmente este proceso es industrializado.



Gráfico 22 Foto Soldador SAW<sup>24</sup>

### **1.2.6 Soldadura a Gas**

La soldadura oxiacetilénica es el método más conocido de este proceso, también se la conoce como soldadura autógena. Es proceso de soldadura muy antiguo y muy versátil, pero en aplicaciones industriales ha llegado a ser menos popular en estos tiempos. Es más usada para trabajos de reparación. “El equipo es relativamente barato y simple, generalmente empleando la combustión del acetileno en oxígeno para producir una temperatura de la llama de soldadura de cerca de 3100 °C”<sup>25</sup>. El enfriamiento de la soldadura es lento pues la llama es menos concentrada que un arco eléctrico, esto conduce a mayores tensiones residuales y distorsión de soldadura, aunque facilita la soldadura de aceros de alta aleación. Otros métodos de este tipo de soldadura, como soldadura de acetileno y aire, soldadura de hidrógeno y oxígeno, y soldadura de gas a presión son prácticamente iguales, su diferencia solamente es el tipo de gases utilizados.

---

<sup>24</sup> [http://3.bp.blogspot.com/\\_Vr4WsnmE2Fk/R1M4Uj8bgrI/zYLjI9c8Ys/s1600-R/PHTO0012.JPG](http://3.bp.blogspot.com/_Vr4WsnmE2Fk/R1M4Uj8bgrI/zYLjI9c8Ys/s1600-R/PHTO0012.JPG)

<sup>25</sup> [http://es.construmatica.com/Soldadura#cite\\_ref-13](http://es.construmatica.com/Soldadura#cite_ref-13)

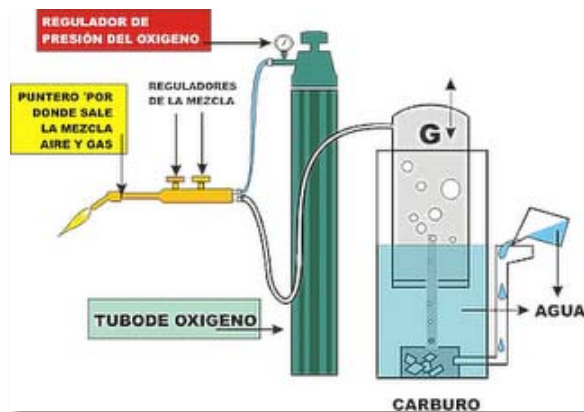


Gráfico 23 Equipo de Soldadura Oxiacetilénica<sup>26</sup>

### 1.2.7 Soldadura por resistencia

Esta soldadura implica la creación de calor pasando corriente a través de la resistencia causada por el contacto entre dos o más superficies de metal. En el área de soldadura pequeños charcos de metal fundido son producidos cada vez que la corriente pasa a través del metal. Este tipo de soldaduras son eficientes y casi no causan contaminación, pero sus aplicaciones son limitadas y el costo del equipo es alto. La soldadura por puntos es un método por resistencia utilizado para juntar hojas de metal de hasta 3 mm de grueso. Se usan dos electrodos simultáneamente para sujetar las hojas de metal juntas y para que la corriente pase a través de las hojas. Este método posee ciertas ventajas las cuales incluyen el uso eficiente de la energía, limitada deformación de la pieza a trabajar, altas velocidades de producción, fácil automatización, y no se requiere materiales de relleno. Este método es utilizado muy comúnmente en la industria automotriz. Los vehículos ordinarios suelen tener varios miles de puntos soldados, hechos por robots industriales.

<sup>26</sup> [http://4.bp.blogspot.com/\\_5D25JewWZg8/SNEkCoUSYVI/8dtMOTBD70A/AUTOGENA+DE+CARBURO.gif](http://4.bp.blogspot.com/_5D25JewWZg8/SNEkCoUSYVI/8dtMOTBD70A/AUTOGENA+DE+CARBURO.gif)



Gráfico 24Foto Soldadora Automática de Puntos.<sup>27</sup>

### **1.2.8 Soldadura por rayo de energía**

También llamados soldadura por rayo láser y soldadura con rayo de electrones, estos procesos prácticamente nuevos y han llegado a ser muy populares en aplicaciones de alta producción. Estos procesos son muy parecidos, y su diferencia más notable es su fuente de energía. La primera emplea un rayo láser altamente enfocado, en tanto que la segunda es hecha en un vacío y usa un haz de electrones. Las dos poseen muy alta densidad de energía, esto hace posible la penetración de soldadura profunda y minimizando el tamaño del área de la soldadura. Tanto el de rayo láser cuanto el de rayo de electrones, son procesos muy rápidos, y son muy factibles de automatizar, haciéndolos altamente productivos. Su principal desventaja es el costo de la maquinaria. Entre los nuevos desarrollos de este proceso la soldadura está el láser híbrido, que utiliza los principios de la soldadura de rayo láser y de la soldadura de arco para mejorar las propiedades de soldadura.

---

<sup>27</sup> <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P22246.jpg>

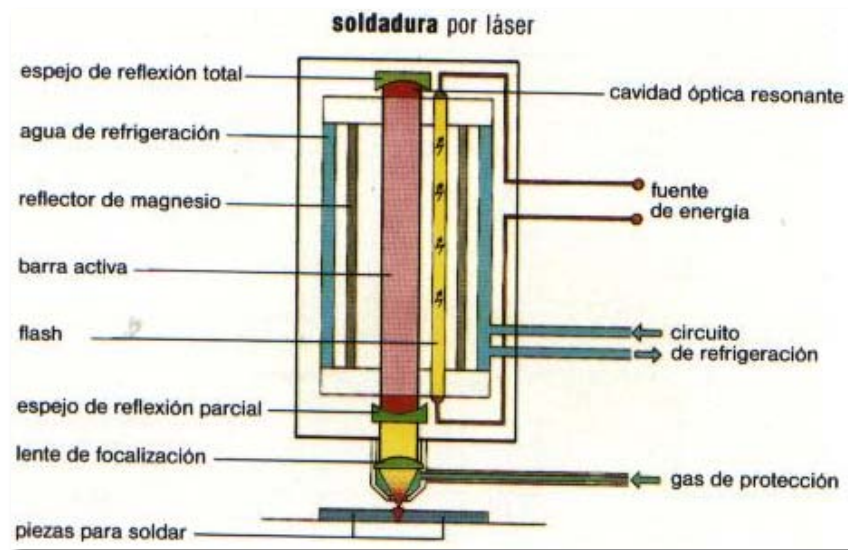


Gráfico 25 Equipo de Soldadura tipo Láser<sup>28</sup>

### 1.3 ENSAYOS DE DUREZA DEL MATERIAL

La resistencia que opone un material a la penetración de otro material, sea este más o menos duro, es la denominada dureza.

Esta resistencia se la dispone al introducir un cuerpo esférico, cónico o piramidal, por el efecto que produce una fuerza determinada durante un determinado tiempo en el cuerpo a ensayar. El indicador de la dureza es la deformación permanente (plástica).

En ciertos casos, se pueden determinar las características mecánicas de los materiales de ensayo sin destruirlos. Se puede determinar la dureza mediante un tratamiento de dureza.

<sup>28</sup> <http://www.iesbajoaragon.com/~tecnologia/Meca/Image149.jpg>

### 1.3.1 Dureza Rockwell

Para determinar la dureza de materiales duros aplicamos como elemento de penetración un cono de diamante de ángulo de  $120^\circ$ , y para los materiales semiduros y blandos una “bolita” de acero de  $1/16$ ”, sabiendo que la dureza Rockwell es la profundidad conseguida en la penetración. El cuerpo que realizará la penetración será ubicado sobre el material a ensayar y se le aplicará una fuerza de 10 kg. La profundidad de penetración obtenida será el valor inicial para la medición de la profundidad de la huella.

Después la carga aplicada al cono será de 140 a 150 Kg. y de 90 a 100 Kg la aplicada a la bolita. La profundidad de penetración es medida y en la escala del aparato se lee directamente la correspondiente dureza Rockwell C (**HRc**) como o la Rockwell B (**HRb**) bolita.

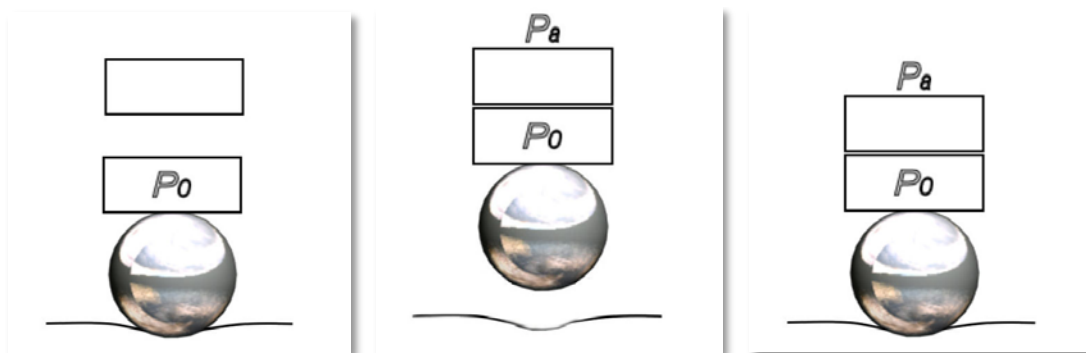


Gráfico 26 Penetración de bolita para ensayo<sup>29</sup>

<sup>29</sup> <http://julioconrea.files.wordpress.com/2007/09/ensayos-de-dureza.pdf>

**Tabla 1** Materiales más comunes que se miden con Rockwell.

$H_B$	Penetrador	Cargas (kgf)		Material
		Adicional	Total	
<i>B</i>	Bolilla 1/16"	90	100	Acero blando. Aleaciones de Cu y Al. Fundición maleable
<i>C</i>	cono	140	150	Acero de alta dureza. Fundición perlítica.

### 1.3.1.1 Definiciones

NUMERO DE DUREZA ROCKWELL: “es el número que se obtiene al medir la huella; el número es alcanzado al aumentar la carga sobre un penetrador desde una carga fija menor hasta una mayor, retornando después a la carga menor.

Los números se expresan siempre con un símbolo de escala, que indica el penetrador y la carga utilizada.”<sup>30</sup>

EJEMPLO: 60 HRC indica un valor de dureza Rockwell 60 medido en la escala C.

### 1.3.1.2 Máquina y Equipo



**Gráfico 27** Equipo para medición Rockwell <sup>31</sup>

<sup>30</sup> <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/ensayos-de-dureza.pdf>

<sup>31</sup> [http://es.construmatica.com/Archivo/Dur%C3%B3metro\\_Rockwell.jpg](http://es.construmatica.com/Archivo/Dur%C3%B3metro_Rockwell.jpg)



### **1.3.1.3 Penetadores**

#### *1.3.1.3.1 a) Penetrador de diamante.*

Este penetrador se lo emplea en pruebas de dureza para las escalas A, C y D.

Consta de un cono de diamante con un ángulo de  $120^\circ \pm 0.5^\circ$  y su eje debe encajar con la dirección de penetración, su tolerancia es de  $\pm 0.5^\circ$ . Un casquete esférico es su punta y su radio mide 0.200 mm.

La forma y el valor del radio de la punta del penetrador influyen notablemente en el valor de la dureza obtenida. La anisotropía del diamante hace complejo el maquinado del mismo en forma totalmente simétrica. Por lo que debemos comparar los resultados adquiridos con un penetrador patrón sobre piezas patrón de diferentes durezas.

#### *1.3.1.3.2 b) Penetrador esférico de acero*

Este penetrador se lo emplea en pruebas de dureza para las escalas B, E Y F.

Consta de un balón de acero templado y pulido, cuyo diámetro es  $1.588 \text{ mm} \pm 0.003 \text{ mm}$ ; A excepción de la escala E, cuyo diámetro es  $3.175 \text{ mm} \pm 0.004 \text{ mm}$ . Este balón deberá estar pulido y sin defectos superficiales. Si no se cumplen estos requisitos y tolerancias las pruebas deberán ser anuladas.

Para los dos penetradores se deberá evitar la acumulación de: polvo, tierra, grasa o capas de óxidos, pues los resultados de la prueba serán alterados.

### **1.3.1.4 Procedimiento.**

*1.3.1.4.1 Aplicación de la carga menor:* la probeta será puesta sobre el soporte y la carga menor deberá ser aplicada gradualmente hasta obtener la indicación necesaria en la

carátula. Este resultado lo obtenemos cuando el indicador haya dado el número de revoluciones apropiado y quede dentro de 5 divisiones de la posición de ajuste en la parte superior de la carátula.

*1.3.1.4.2 Aplicación de la carga mayor:* la carga mayor será aplicada accionando la palanca de operación sin impacto y dejando que gire libremente. Retirase la carga mayor moviendo la palanca de operación a la posición original dentro de los 2 segundos siguientes luego de que su movimiento ha cesado, sin interrumpir el regreso.

### **1.3.2 Dureza Brinell.**

Se debe comprimir una bola de acero templada, con diámetro (D) 2,5; 5 ó 10mm, contra el material a ensayar con una fuerza *P*. Luego de liberar la carga medimos el diámetro (d) de la huella con un dispositivo amplificador óptico. La dureza Brinell es un valor adimensional cuyo resultado obtenemos de:

$$Hb = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

DONDE:

*P*: carga aplicada en N (kgf)

*D*: diámetro del balón en mm.

*d*: diámetro medio de la huella en mm.

“La fuerza del ensayo debe tomarse de magnitud tal que se forme una huella con diámetro  $d = 0,2.D$  a  $d = 0,7.D$ . Para materiales blandos y bolas de ensayo pequeñas, la fuerza del ensayo debe ser menor. Se calcula partiendo del grado de carga y del diámetro de la bola.”<sup>32</sup>

$$F = \frac{a.D^2}{0,102}$$

a: grado de carga

“El grado de la carga para el acero no templado y el hierro fundido es  $a = 30$ ; para metales no féreos y sus aleaciones  $a = 10$ ; para el aluminio y el cinc  $a = 5$ ; para los metales de cojinetes  $a = 2,5$ ; para el plomo y el estaño  $a = 1,25$ .”<sup>33</sup>

### Tabla 2 Dureza Brinell

Diámetro de la esfera D en mm	Carga en Kg			
	$30 D^2$	$10 D^2$	$5 D^2$	$2,5 D^2$
10	3000	1000	500	250
5	750	250	125	62,5
2,5	187,5	62,5	31,2	15,6
Signo abreviado	HB 30	HB 10	HB 5	HB 2,5

En ciertos materiales, la penetración provoca una deformación en la huella, que puede dar una información falsa a la hora de medir el diámetro.

<sup>32</sup> <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/ensayos-de-dureza.pdf>

<sup>33</sup> <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/ensayos-de-dureza.pdf>

El número de dureza Brinell de casi todos los materiales tiene su influencia por la carga de penetración, el diámetro del balín y las características elásticas del mismo. Por lo general se usar un balín de 10 mm de diámetro y con una composición química adecuada para soportar cargas de 3000 kgf, 1500 kgf o 500 kgf, dependiendo de la dureza del material a probar; si encontramos un número de dureza Brinell con símbolo HB sin sufijos indica las siguientes condiciones de prueba.

Diámetro del balín = 10 mm

Carga = 3000 kgf

Duración de la carga = 10 a 15 segundo

#### 1.3.2.1 Aparatos y Equipo

##### 1.3.2.1.1 Máquina de prueba:



Gráfico 28 Medidor Brinell<sup>34</sup>

1.3.2.1.2 *Penetrador*: El balín estándar para esta prueba debe ser de 10 mm de diámetro  $\pm$  0.005mm en el diámetro.

Esta prueba de dureza es recomendada para materiales con una dureza mayor a 630 HB.

El balín debe estar pulido y libre de anomalías.

---

34

[http://img.alibaba.com/photo/224885390/MODEL\\_320HBS\\_3000\\_DIGITAL\\_DISPLAY\\_BRINELL\\_HARDNESS\\_TES TER.jpg](http://img.alibaba.com/photo/224885390/MODEL_320HBS_3000_DIGITAL_DISPLAY_BRINELL_HARDNESS_TES TER.jpg)

### **1.3.2.2 Microscopio de Medición**

Las divisiones de la escala micrométrica del microscopio que se utiliza para medir el diámetro de la huella, deben permitir una medición directa en décimas de milímetro con una aproximación hasta 0.02 mm.

#### *1.3.2.2.1 Acabado*

La superficie a la cual se aplicará la carga debe estar limada, esmerilada o pulida con material abrasivo, así las orillas de la huella estarán claramente definidas y se podrá medir el diámetro con la exactitud especificada.

### **1.3.2.3 Procedimiento**

*1.3.2.3.1 Magnitud de la carga de prueba:* La carga para esta dureza estándar es de 3000kgf, 1500kgf o 500kgf. Es deseable que la carga sea de tal magnitud que el diámetro de la huella oscile entre 2.5 a 6.00 mm.

Si realizamos esta prueba a materiales más blandos en ocasiones se ocupan cargas de 250kgf, 125kgf o 100kgf. La carga usada será detallada en los informes.

*1.3.2.3.2 Espaciamiento de las huellas:* La distancia del centro de la huella a la orilla de la probeta o a la orilla de otra huella debe ser al menos tres veces el diámetro de la misma.

1.3.2.3.3 *Aplicación de la carga de prueba:* La carga será aplicada a la probeta de una manera lenta y uniforme. Se aplica la carga de 10 a 15 segundos excepto para ciertos metales blandos.

### 1.3.2.4 Medición de la Huella

1.3.2.4.1 *Diámetro:* En la prueba se deberá medir dos diámetros de la huella perpendiculares entre sí. Y su valor promedio es utilizado como base para calcular el número de dureza Brinell, estas mediciones comúnmente son tomadas con un microscopio portátil a bajos aumentos que tiene una escala fija en el ocular.

**Tabla 3** Huellas de materiales mediante ensayos de medición de aceros

MATERIAL	HB
Acero SAE 1010	90 a 105
Acero SAE 1020	110 a 130
Acero SAE 1030	130 a 155
Acero SAE 1050	165 a 185
Acero SAE 1080	210
Acero para herramientas templado	500
Fundición gris	180 a 190
Fundición sin tratar	210 a 220
Fundición recocida	150 a 160
Fundición templada y revenida	225 a 230
Níquel	61 a 70
Aluminio	23
Latón	52

Grafico 2.10<sup>35</sup>

<sup>35</sup> <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/09/ensayos-de-dureza.pdf>

## CAPITULO II

### DISEÑO ESTRUCTURAL

#### 2.1 ESFUERZOS DE DEFORMACIÓN

##### 2.1.1 Tensiones directas

###### 2.1.1.1 Tensión y Compresión

“La *tensión* se puede definir como la resistencia interna que ofrece una unidad de área de un material hacia una carga que se aplica en forma externa. Las *tensiones normales* ( $\sigma$ ) son por tracción (positivas) o por compresión (negativas)”.<sup>1</sup>

Para una pieza en la cual la carga externa está distribuida de manera uniforme a lo largo de la sección transversal de la pieza, la magnitud de la tensión se puede calcular a partir de la formula de tensión directa:

$$\sigma = \frac{\text{Fuerza}}{\text{area}} = \frac{F}{A}$$

Las unidades para tensión siempre se expresan como *fuerza por unidad de área*. En el sistema británico de unidades, las unidades que corresponden a tensión se expresan *lb/pulg<sup>2</sup>* o psi. Por conveniencia, a veces la tensión se expresa como *Kips/pulg<sup>2</sup>* (Ksi). En el sistema SI la unidad para fuerza es el Newton (N). Así, la unidad estándar para tensión es

---

<sup>1</sup> MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.62-63

$N/m^2$ , la cual recibe el nombre de pascal (Pa). Como el pascal es una unidad pequeña, el nivel típico en piezas de maquinaria, de manera particular en piezas metálicas, es en el rango de *megapascal* ( $10^6$  de pascal).

$$1.0 \text{ Mpa} = 1.0 \text{ N/mm}^2$$

Esta relación es útil ya que el área transversal de un aparte típica de maquinaria se expresa en  $\text{mm}^2$ .

### 2.1.1.2 Ejercicios:

PESO1 (1500 Kg.)

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

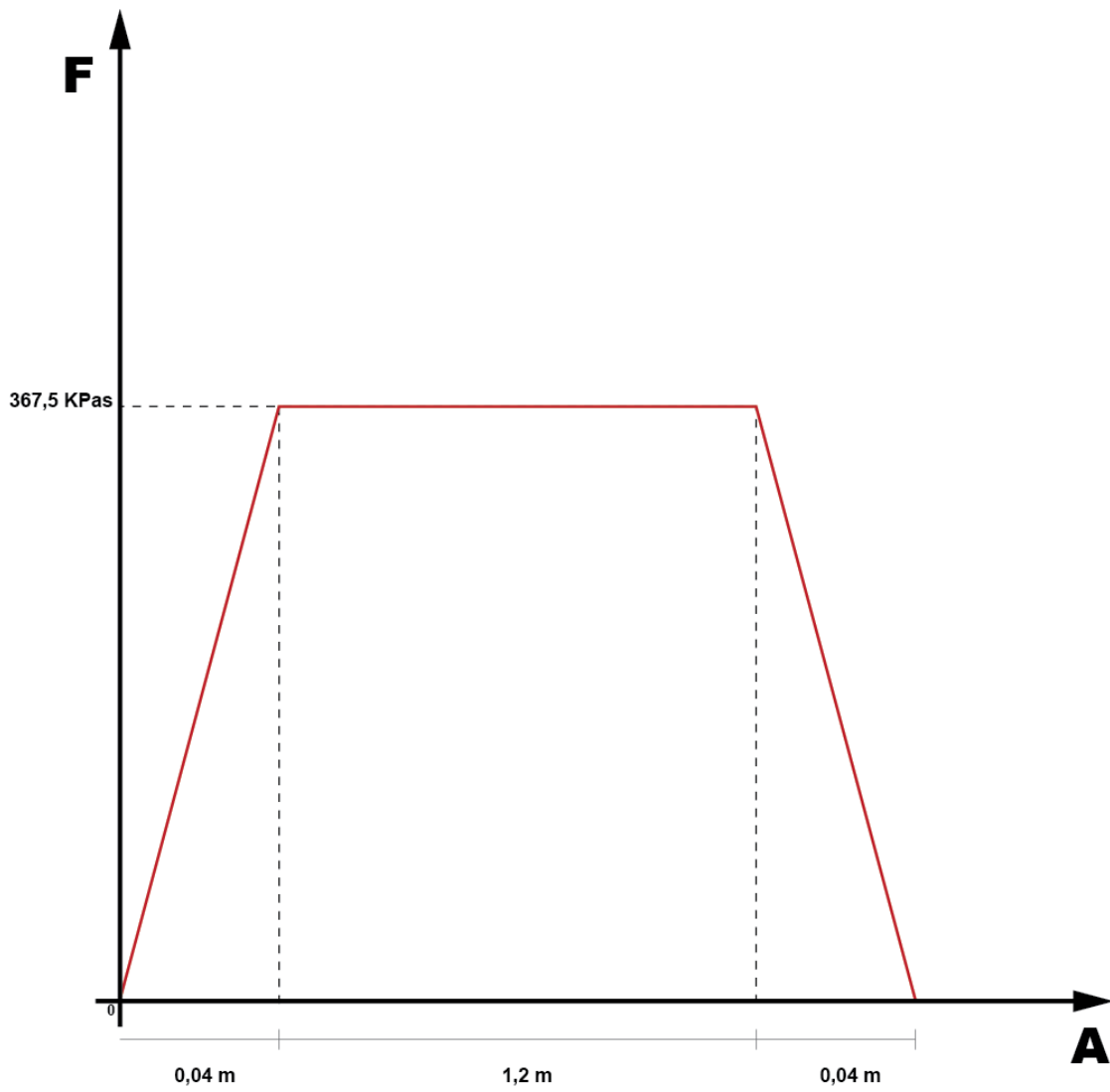
$$\sigma = \frac{1500 \text{ kgf}}{0.04 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 37500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = \frac{37500 \text{ kgf} * 9.8 \text{ N}}{\text{m}^2 * 1 \text{ kgf}}$$

$$\sigma = 367500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ó } \text{Pas}$$





PESO 2 (990 Kg.)

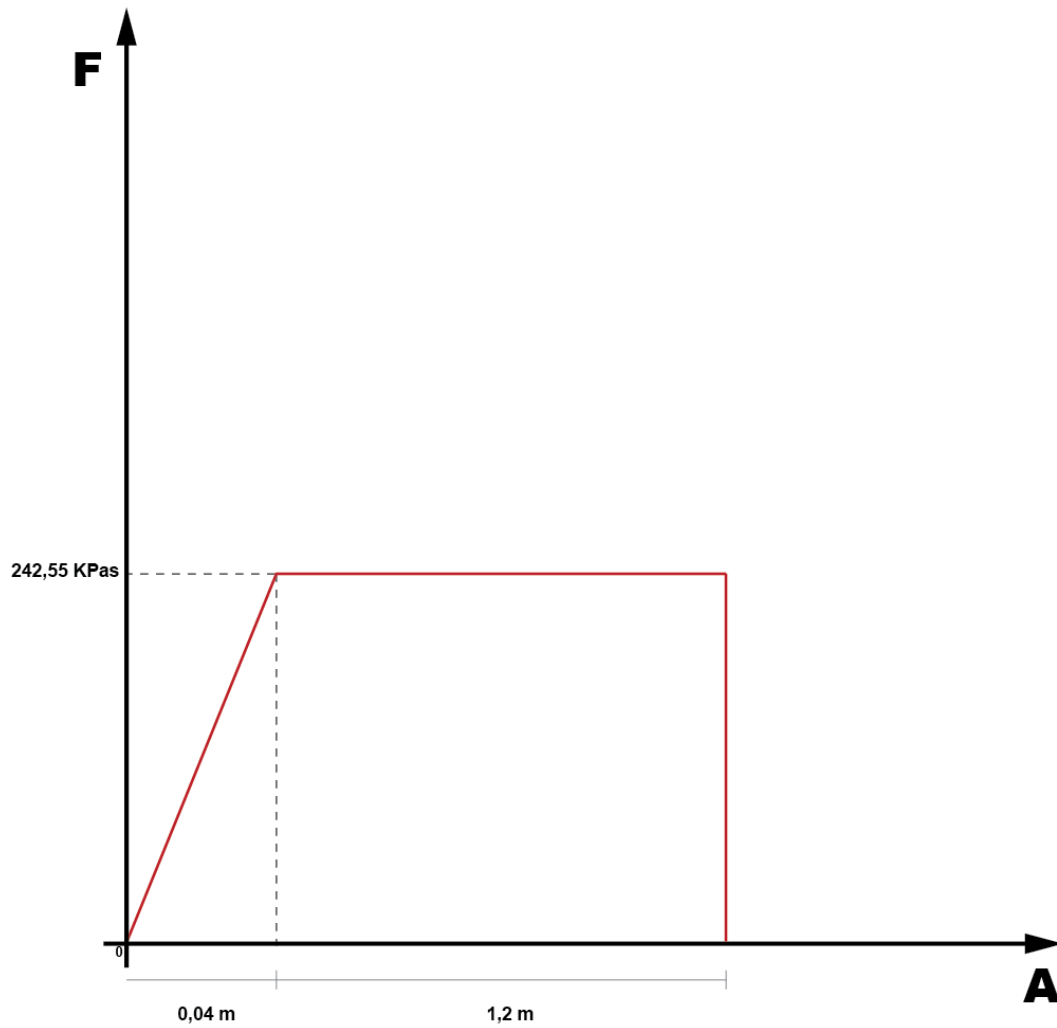
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{990 \text{ kgf}}{0,04 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 24750 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = \frac{24750 \text{ kgf} * 9,8 \text{ N}}{m^2 * 1 \text{ kgf}}$$

$$\sigma = 242550 \frac{N}{m^2} \text{ ó } \text{Pas}$$



PESO 3 (855 Kg.)

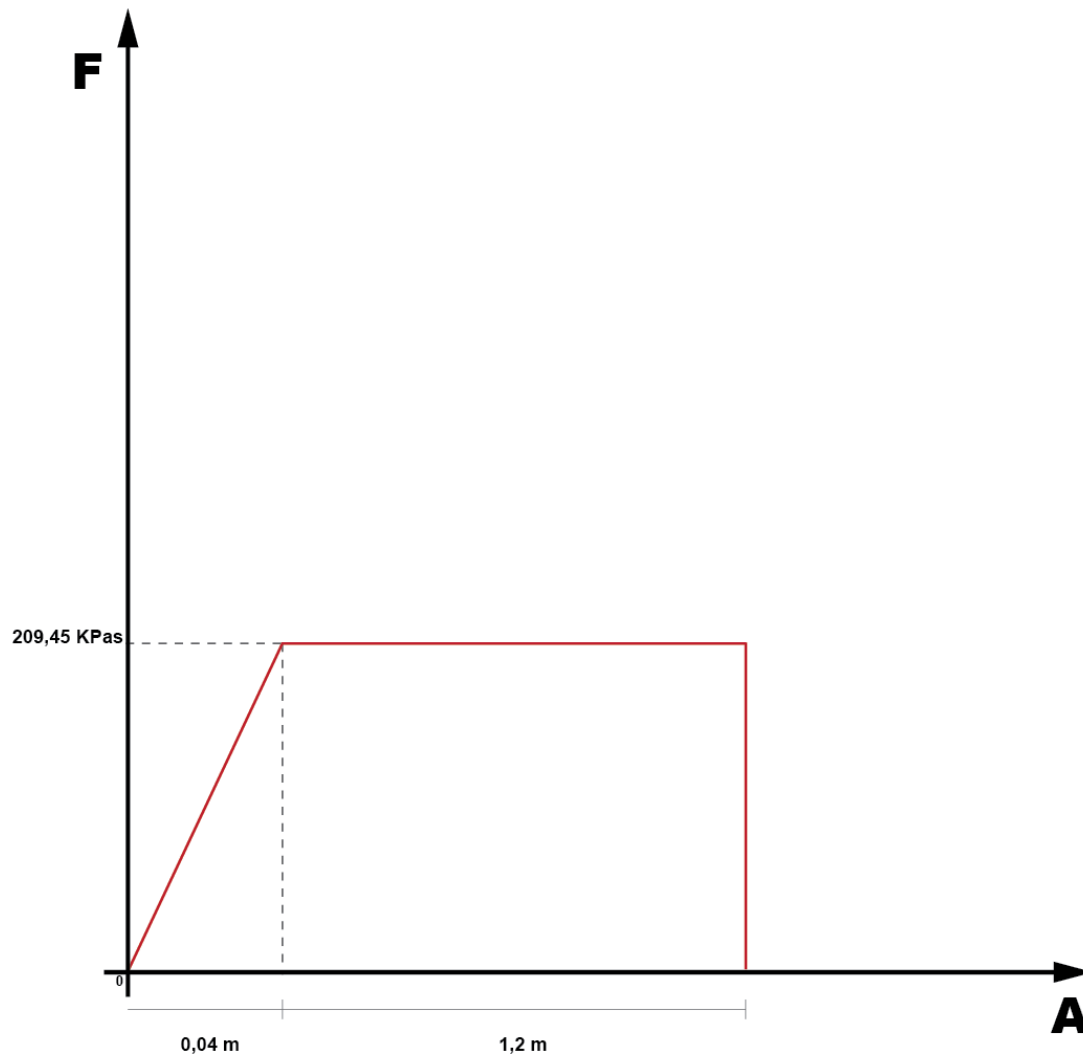
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

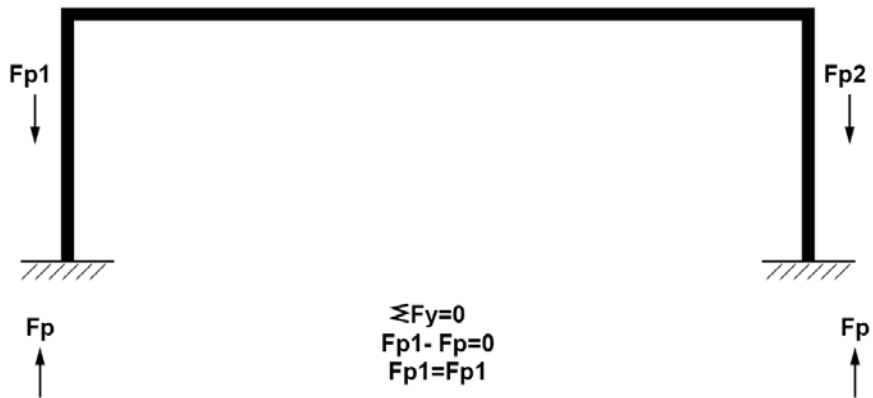
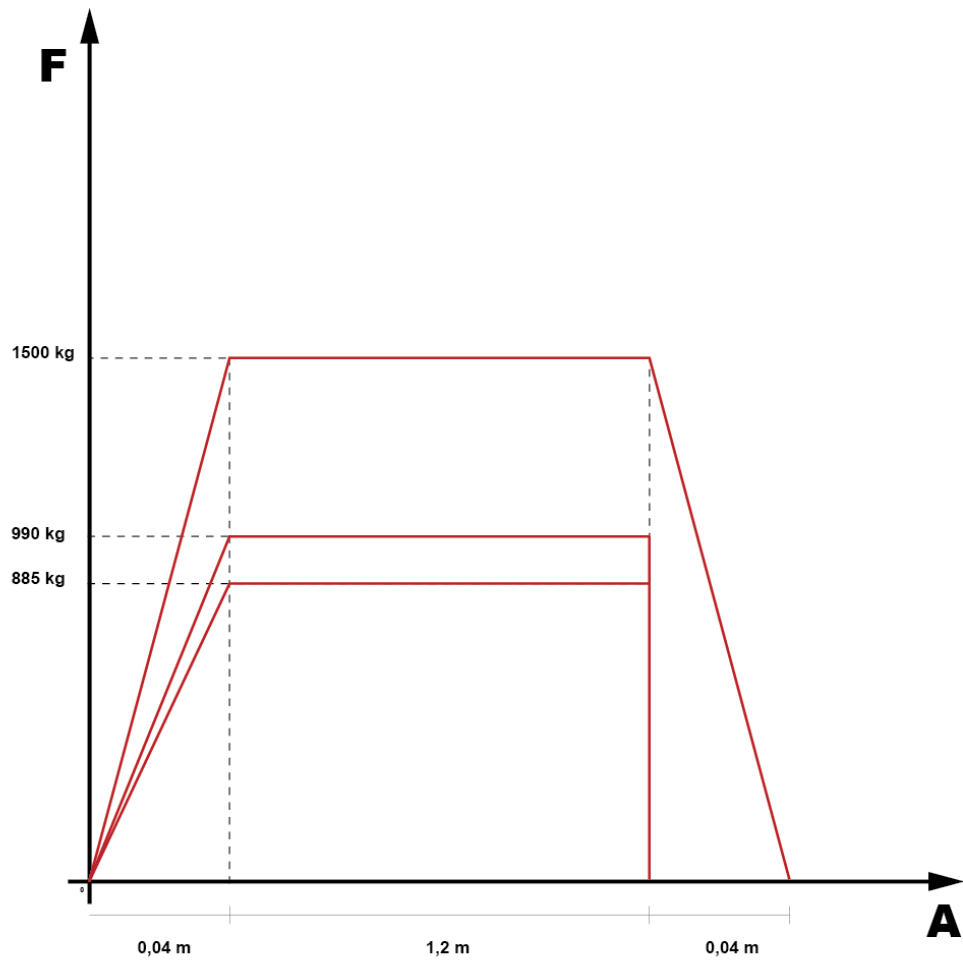
$$\sigma = \frac{855 \text{ kgf}}{0,04 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 21375 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = \frac{21375 \text{ kgf} * 9,8 \text{ N}}{\text{m}^2 * 1 \text{ kgf}}$$

$$\sigma = 209475 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ó } \text{Pas}$$





## 2.2 CÍRCULO DE MOHR

“Debido a la gran cantidad de términos y signos que ello implica y a los numerosos cálculos que se requieren para calcular las tensiones principales y la tensión máxima de esfuerzo de corte, existe una probabilidad más bien alta de incurrir en errores. Utilizar el auxiliar gráfico que se conoce como círculo de Mohr contribuye a reducir al mínimo los errores y proporciona un “sentido” más preciso de la condición relativa a la tensión en los puntos que interesan.”<sup>2</sup>

Después de construirlo se puede utilizar para lo siguiente:

1. Encontrar las tensiones principales máxima y mínima y los sentidos en los que ejercen acción.
2. Determinar las tensiones máximas por esfuerzo de corte y la orientación de los planos sobre los cuales actúan.
3. Encontrar el valor de las tensiones normales que actúan en los planos donde ejercen su acción las tensiones máximas por esfuerzo de corte.
4. Encontrar los valores de la tensión normal y la de la tensión por esfuerzo de corte que actúan sobre un elemento sin importar su orientación.

La información necesaria para construir el círculo de Mohr, es, la misma que se requiere para calcular los valores antes mencionados, porque el enfoque gráfico es una analogía de los cálculos, si se conocen las tensiones normal y por esfuerzo de corte que actúan en cualesquiera planos de un elemento perpendiculares entre sí. Esto es de particular valor en el trabajo de análisis de tensiones porque los resultados que se obtienen a partir de

---

<sup>2</sup>MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.113-117

innumerables técnicas de instrumentación para medir tensiones proporcionan los datos de entrada o iniciales que se necesitan para crear el círculo de Mohr. Al conocer la tensión principal y la tensión máxima por esfuerzo de corte, es posible llevar a cabo el diseño y el análisis completos.

El círculo de Mohr se construye de la manera siguiente:

1. Realizar el análisis de tensión para determinar las magnitudes y los sentidos de la tensión normal y de la tensión por esfuerzo de corte que ejercen acción en el punto que interesa.
2. Dibújese el elemento que genera tensión en el punto que interesa. Las tensiones normales en dos planos, cualquiera que sean perpendiculares entre si se dibujan con tensiones por tracción positivas: que se proyectan hacia afuera del elemento. Las tensiones por compresión son negativas: su sentido es hacia dentro de la cara. Nótese que se grafican las resultantes de todas las tensiones normales que actúan en los sentidos que se seleccionan. Se considera que las tensiones por esfuerzo de corte son positivas si tienden a hacer girar el elemento en *el sentido de las manecillas del reloj* (cw) y negativas si el giro es en sentido contrario.
3. Establecer un sistema de coordenadas rectangular en el cual el eje horizontal positivo representa tensiones normales positivas (por tracción), y el eje vertical positivo representa tensiones positivas por esfuerzo de corte (en el sentido de las manecillas del reloj). Por tanto, el plano que se crea se designara como el plano  $\sigma - \tau$ .

4. Trazar los puntos en el plano  $\sigma - \tau$  que corresponden a las tensiones que ejercen acción en la cara del elemento que genera tensión. Si el elemento se dibuja en el plano  $x - y$ , los dos puntos a graficar son  $\sigma_x - \tau_{xy}$  y  $\sigma_y, \tau_{yx}$ .
5. Trazar la línea que conecta los dos puntos.
6. La línea resultante cruza el eje  $\sigma$  en el centro del círculo de Mohr en el *promedio* de las tensiones normales que se aplican, donde

$$\sigma_{promedio} = (\sigma_x + \sigma_y) / 2$$

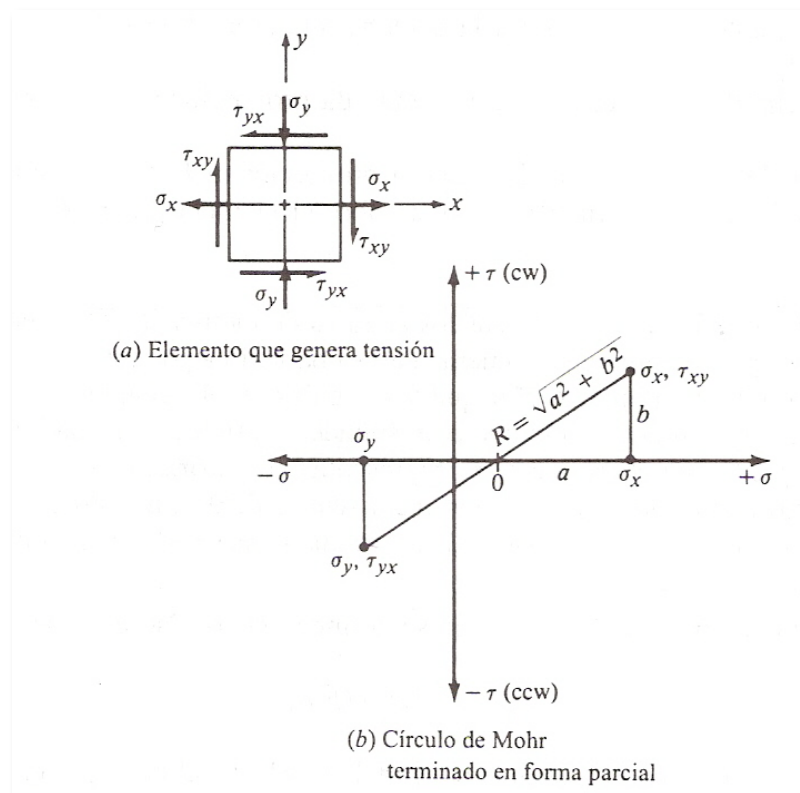


Gráfico 29 Círculo de Mohr terminado en forma parcial, pasos 1 al 6<sup>3</sup>

<sup>3</sup> MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.115

En el elemento que genera tensión que se ilustra  $\sigma_x$  es negativa,  $\tau_{xy}$  es positiva y  $\tau_{yx}$  es negativa. Esto es arbitrario a fin de ilustrar. En general, puede existir cualquier combinación de valores positivos y negativos.

Aquí se ha formado un triángulo recto, el cual tiene los lados  $a$ ,  $b$  y  $R$ , donde

$$R = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Al revisar, se puede observar que

$$a = (\sigma_x - \sigma_y) / 2$$

$$b = \tau_{xy}$$

El punto que se identifica con  $O$  se encuentra a una distancia de  $\sigma_x - a$  a partir del origen del sistema de coordenadas.

Dibujar el círculo completo con el centro en  $O$  y un radio de  $R$ .



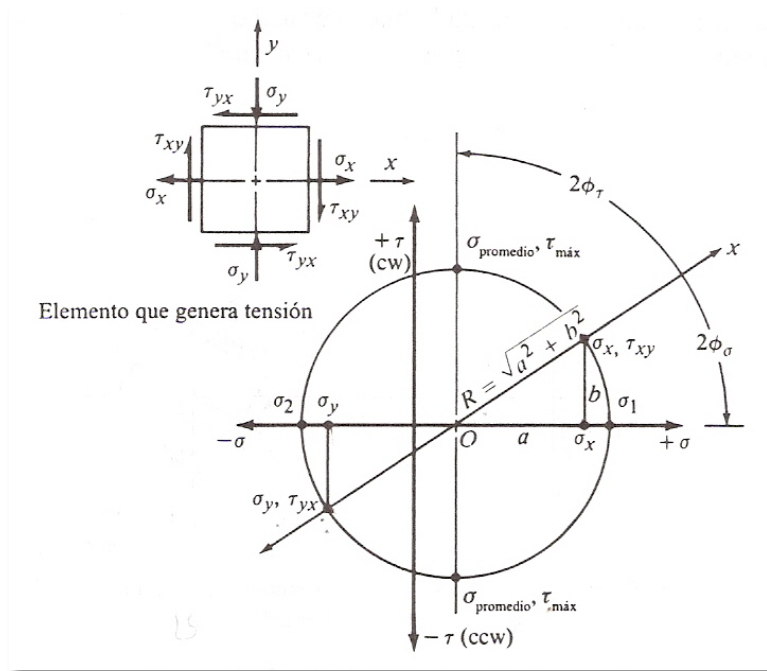


Gráfico 30Círculo de Mohr Completo <sup>4</sup>

7. El punto donde el círculo cruza el eje  $\sigma$  a la derecha proporciona el valor de la tensión principal máxima,  $\sigma_1$ .
8. El punto donde el círculo cruza el eje  $\sigma$  a la izquierda proporciona la tensión principal mínima,  $\sigma_2$ .
9. Las coordenadas de la parte superior del círculo proporcionan la tensión máxima por esfuerzo de corte y la tensión normal que actúa sobre el elemento que tiene la tensión máxima por esfuerzo de corte.

Los pasos siguientes se refieren a determinar los ángulos de inclinación del elemento que genera la tensión principal y el elemento que genera la tensión

<sup>4</sup> MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.115

máxima por esfuerzo de corte en relación al eje  $x$  original. Es importante señalar que los ángulos en el círculo de Mohr son en realidad el *doble* de los ángulos reales. En lo que corresponde a la figura 31, la línea a partir de  $O$  a través del primer punto que se grafico  $\sigma_x \tau_{yx}$  representa el eje  $x$  original. Desde luego, en el elemento original, estos ejes están separados por una distancia de  $90^\circ$ , no  $180^\circ$ , ilustrando la característica de doble ángulo del círculo de Mohr. Una vez que se ha señalado esta observación, se puede continuar el desarrollo del proceso.

10. El ángulo  $2\phi_\sigma$  se mide a partir del eje  $x$  según se define al eje  $\sigma_I$ . Nótese que

$$2\phi_\sigma = \arctan (b/a)$$

Es importante señalar asimismo el sentido a partir del eje  $x$  hacia el eje  $\sigma$  (en el sentido de las manecillas del reloj o contrario al de las manecillas del reloj (ccw)). Esto es necesario para representar en forma correcta la relación del elemento que genera la tensión principal con el elemento que genera la tensión original.

11. En ángulo  $a$  a partir del eje  $x$  en el círculo hasta la línea vertical que pasa por  $\tau_{max}$  proporciona  $2\phi_\tau$ . A partir de la geometría del círculo, se puede observar que

$$2\phi_\tau = 90^\circ - 2\phi_\sigma$$

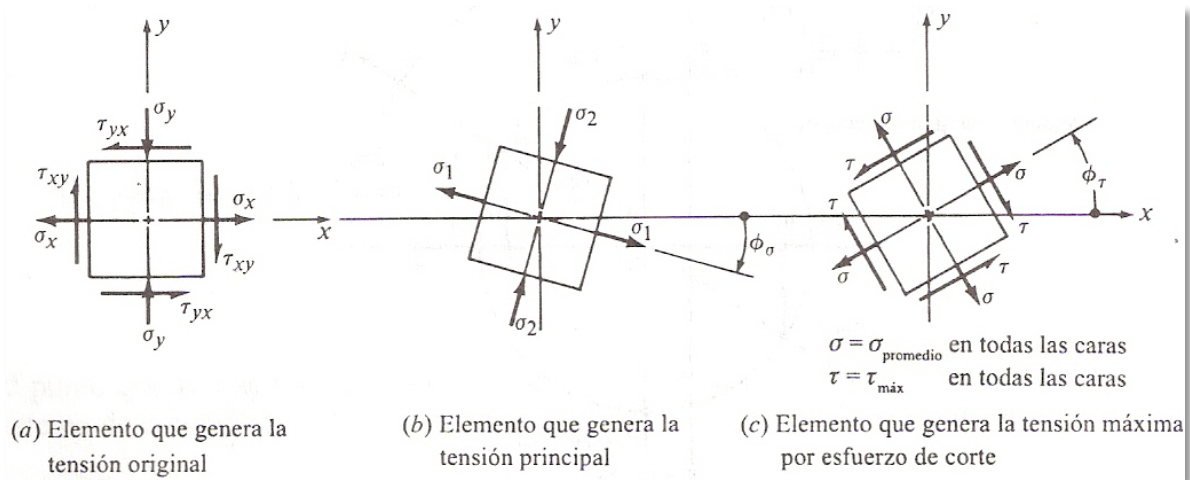


Gráfico 31 Exhibición de resultados a partir del círculo de Mohr<sup>5</sup>

Una vez mas, es importante señalar el sentido a partir del eje x hacia el eje  $\tau_{max}$  para utilizarlo al orientar el elemento que genera la tensión máxima por esfuerzo de corte. Debe señalarse, a su vez, que los ejes  $\sigma_1$  y  $\tau_{max}$  siempre deben estar separados por  $90^\circ$  en el círculo y en consecuencia por  $45^\circ$  en el elemento en si.

12. El paso final en el proceso de utilizar el círculo de Mohr consiste en dibujar los elementos que genera tensión resultantes en su relación adecuada con el elemento original.

- **Gráfico del Círculo de Mohr**

$$R = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$R = \sqrt{\sigma_{max}^2 + \tau_{max}^2}$$

$$R = \sqrt{(367,5 \text{ KPas})^2 + (365,165 \text{ KPas})^2}$$

<sup>5</sup> MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.116

$$R = 518,075 \text{ KPas}$$

$$\phi = \sin^{-1} \frac{\tau_{max}}{R}$$

$$\phi_1 = \sin^{-1} \frac{365,165 \text{ KPas}}{518,075 \text{ KPas}}$$

$$\phi_1 = 44,81^\circ$$

$$\phi_2 = 90^\circ - \phi_1$$

$$\phi_2 = 90^\circ - 44,81^\circ$$

$$\phi_2 = 45,19^\circ$$

## 2.3 DIAGRAMAS DE ESFUERZOS BAJO CARGAS AXIALES

### 2.3.1 Deformación bajo carga axial directa

“La formula siguiente calcula la extensión o estiramiento dividida a un carga axial de tracción directa o el encogimiento o contracción que se debe a una carga axial directa de compresión.”<sup>6</sup>

$$\delta = FL/EA$$

En esta ecuación  $\delta$  = a la deformación de la pieza que soporta la carga axial. También:

---

<sup>6</sup>MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.64

F = Carga axial directa

L = Longitud original total de la pieza

E = Modulo de elasticidad del material

A = Area seccional transversal de la pieza.

Señalando que  $\sigma = \frac{F}{A}$ , la deformación también se puede calcular a partir de:

$$\delta = \frac{\sigma L}{E}$$

### 2.3.1.1 Ejercicios:

PESO1 (1500 Kg.)

$$\delta = \frac{\sigma * L1}{E}$$

$$\delta = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 4,848 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta = 8,68 * 10^{-6} m$$

$$\delta 2 = \frac{\sigma * L2}{E}$$

$$\delta 2 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 1,707 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 2 = 3,030 * 10^{-6} m$$

$$\delta 3 = \frac{\partial * L3}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 2,640 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 3 = 4,686 * 10^{-6} m$$

$$\delta 4 = \frac{\partial * L4}{E}$$

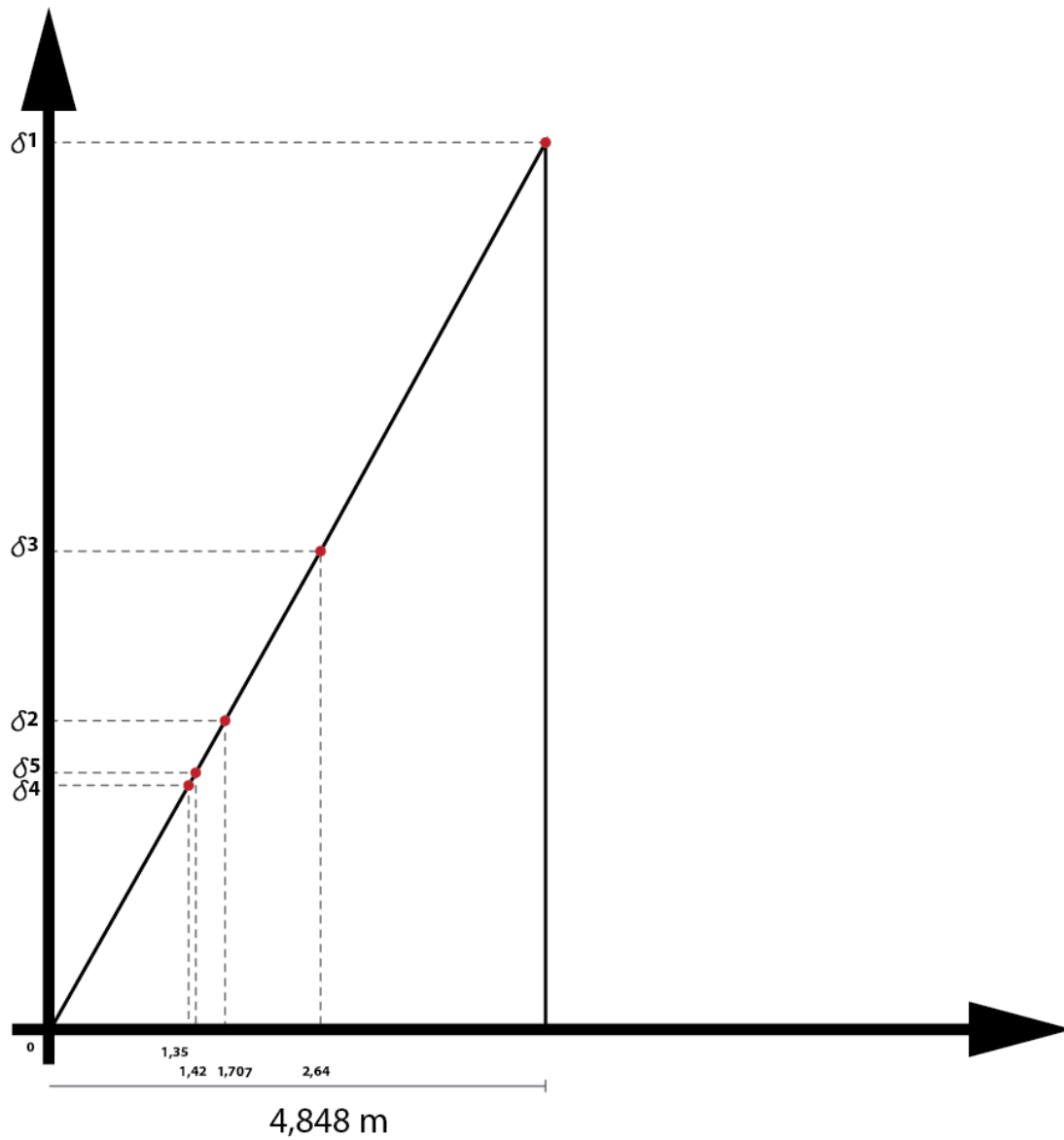
$$\delta 3 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 1,350 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 4 = 2,396 * 10^{-6} m$$

$$\delta 5 = \frac{\partial * L5}{E}$$

$$\delta 5 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 1,420 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 5 = 2,521 * 10^{-6} m$$



PESO 2 (990 Kg.)

$$\delta = \frac{\partial * L l}{E}$$

$$\delta = \frac{242550 \frac{N}{m^2} * 4,898 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta = 5,739 * 10^{-6}m$$

$$\delta 2 = \frac{\partial * L2}{E}$$

$$\delta 2 = \frac{242550 \frac{N}{m^2} * 1,707 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 2 = 2 * 10^{-6}m$$

$$\delta 3 = \frac{\partial * L3}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{242550 \frac{N}{m^2} * 2,640 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 3 = 3,093 * 10^{-6}m$$

$$\delta 4 = \frac{\partial * L4}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{242550 \frac{N}{m^2} * 1,350 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

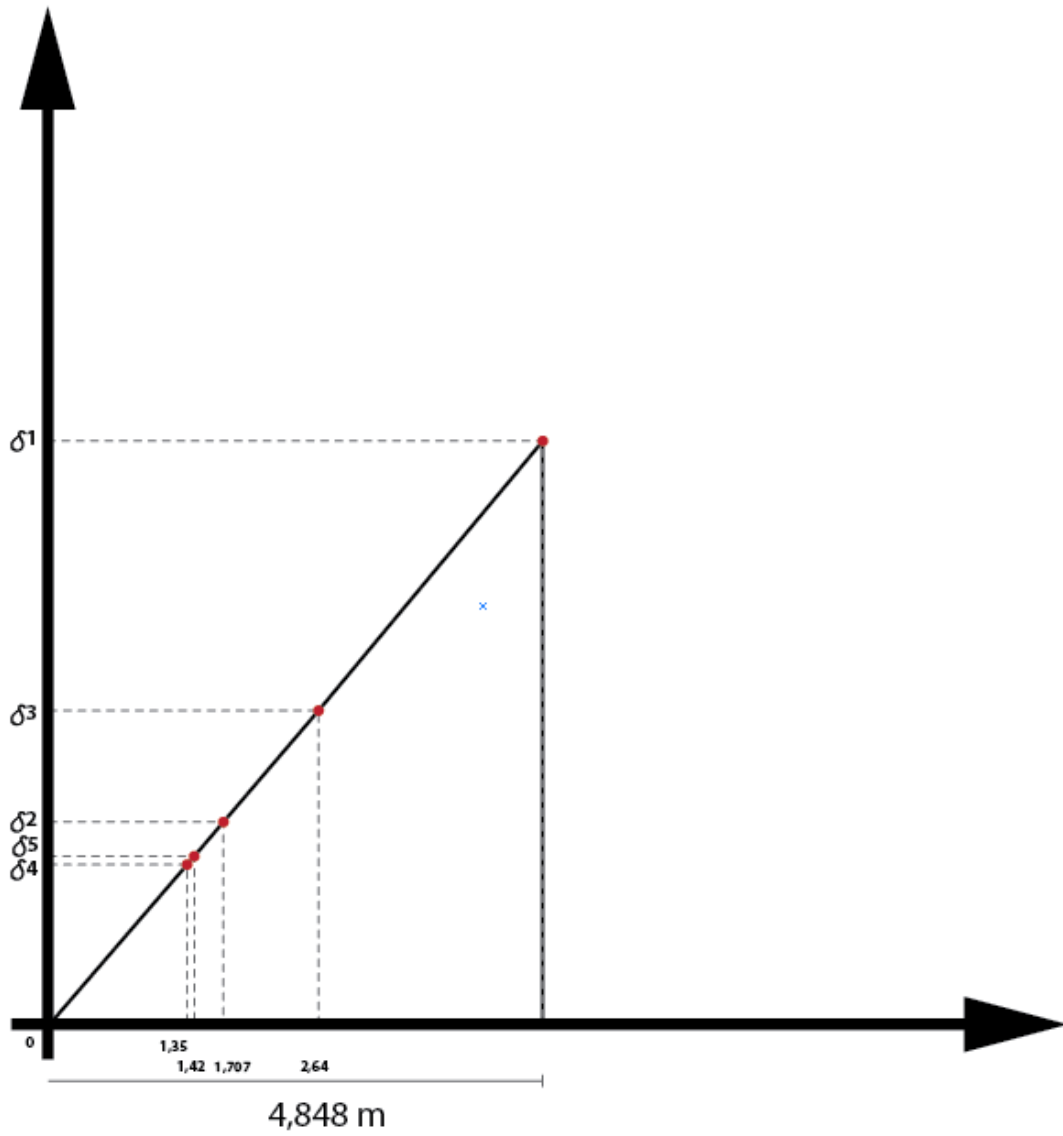
$$\delta 4 = 1,581 * 10^{-6}m$$

$$\delta 5 = \frac{\partial * L5}{E}$$



$$\delta_5 = \frac{242550 \frac{N}{m^2} * 1,420 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta_5 = 1,663 * 10^{-6} m$$



PESO 3 (855Kg.)

$$\delta = \frac{\partial * L1}{E}$$

$$\delta = \frac{20947 \frac{N}{m^2} * 4,848 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta = 4,905 * 10^{-6} m$$

$$\delta 2 = \frac{\partial * L2}{E}$$

$$\delta 2 = \frac{209475 \frac{N}{m^2} * 1,707 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 2 = 1,727 * 10^{-6} m$$

$$\delta 3 = \frac{\partial * L3}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{209475 \frac{N}{m^2} * 2,640 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 3 = 2,671 * 10^{-6} m$$

$$\delta 4 = \frac{\partial * L4}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{209475 \frac{N}{m^2} * 1,350 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 4 = 1,36 * 10^{-6} m$$

$$\delta 5 = \frac{\partial * L 5}{E}$$

$$\delta 5 = \frac{209475 \frac{N}{m^2} * 1,420 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 5 = 1,436 * 10^{-6} m$$

## 2.4 CARGAS TORSIONALES

### 2.4.1 Tensión de esfuerzo de corte por torsión

“Cuando se aplica un torque, o momento de giro, a una pieza, tiende a deformarse como consecuencia del giro, lo que provoca una rotación de una parte de la pieza en relación a otra.”<sup>7</sup>

Tal giro genera una tensión por esfuerzo de corte en la pieza. Para un elemento pequeño de la pieza la naturaleza de la tensión es la misma que la que se experimenta bajo tensión por esfuerzo de corte directo. Sin embargo, en *corte por torsión*, la distribución de la tensión no es uniforme.

El caso más frecuente de corte por torsión en el diseño de máquinas es el de una flecha o eje circular que transmite potencia.

---

<sup>7</sup>MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.68

### ***Formula de tensión de esfuerzo de corte por torsión***

Cuando se somete a la acción de un torque, la superficie exterior de una flecha o eje redondo maciza experimenta la máxima tirantez por esfuerzo de corte y, por consiguiente, la mayor tensión de esfuerzo de corte por torsión. El valor de la tensión máxima de esfuerzo de corte por torsión se determina por medio de

$$T_{max} = \frac{Tc}{J}$$

Donde  $c$  es el radio de la flecha o eje y  $J$  es el momento polar de inercia.

#### **2.4.1.1 Ejercicios**

PESO 1 (1500 Kg)

$$\tau_{max} = \frac{T * C}{J}$$

$$C = \frac{D}{2} ; \frac{1''}{2} = 0,5'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0127m$$

$$J = \frac{\pi * D^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi * 1^4}{32} = 0,098'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 2,5 * 10^{-3}m^4$$

$$T = kgf * Ll$$

$$T = \left(9,8 \frac{m}{s^2} * 1500 kg\right) * 4,89m$$

$$T = 14700 N * 4,89m$$

$$T = 71883 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max} = \frac{71883 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max1} = 365165,64\text{Pas} \text{ ó } 365,165\text{KPas}$$

$$T2 = \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1500 \text{ kg}\right) * 2,64\text{m}$$

$$T2 = 38808 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max2} = \frac{38808 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max2} = 197144,64\text{Pas} \text{ ó } 197,144\text{KPas}$$

$$T3 = \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1500 \text{ kg}\right) * 1,35\text{m}$$

$$T3 = 19845 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max3} = \frac{19845 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max3} = 100812,6\text{Pas} \text{ ó } 100,812\text{KPas}$$

$$T4 = \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1500 \text{ kg}\right) * 1,42\text{m}$$

$$T4 = 20874 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max4} = \frac{20874 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

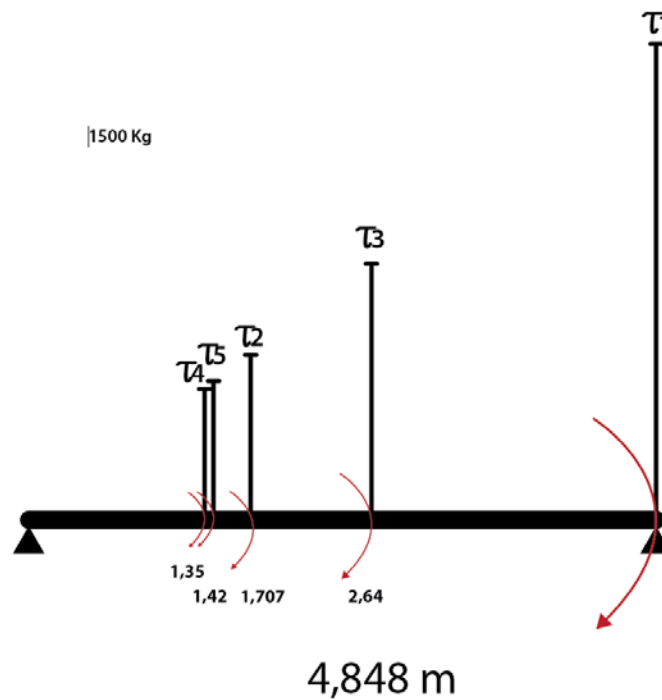
$$\tau_{max4} = 106039,92\text{Pas} \text{ ó } 106,039\text{KPas}$$

$$T5 = \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 1500 \text{ kg}\right) * 1,707\text{m}$$

$$T5 = 25092,9 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max5} = \frac{25092,9 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max5} = 127471,93\text{Pas} \text{ ó } 127,471\text{KPas}$$



PESO 2 (900 Kg.)

$$\tau_{max} = \frac{T * C}{J}$$

$$C = \frac{D}{2} ; \frac{l''}{2} = 0,5'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0127m$$

$$J = \frac{\pi * D^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi * l^4}{32} = 0,098'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 2,5 * 10^{-3}m^4$$

$$T = kgf * Ll$$

$$T = \left(9,8 \frac{m}{s^2} * 900 kg\right) * 4,89 m$$

$$T = 43129,8 N.m$$

$$\tau_{max} = \frac{43129,8 N.m * 0,0127m}{2,5 * 10^{-3}m^4}$$

$$\tau_{max} = 219099,38Pas \text{ ó } 219,099KPas$$

$$T2 = \left(9,8 \frac{m}{s^2} * 900 kg\right) * 1,707m$$

$$T2 = 15055,74 N.m$$

$$\tau_{max2} = \frac{15055,74 N.m * 0,0127m}{2,5 * 10^{-3}m^4}$$

$$\tau_{max2} = 76483,15Pas \text{ ó } 76,483KPas$$

$$T3 = \left(9.8 \frac{m}{s^2} * 900 \text{ kg}\right) * 2,640m$$

$$T3 = 23284,8 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max3} = \frac{23284,8 \text{ N.m} * 0,0127m}{2,5 * 10^{-3}m^4}$$

$$\tau_{max3} = 118286,78 \text{ Pas } \acute{o} \text{ 118,286 KPas}$$

$$T4 = \left(9.8 \frac{m}{s^2} * 900 \text{ kg}\right) * 1,350m$$

$$T4 = 11907 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max4} = \frac{11907 \text{ N.m} * 0,0127m}{2,5 * 10^{-3}m^4}$$

$$\tau_{max4} = 60487,56 \text{ Pas } \acute{o} \text{ 60,487 KPas}$$

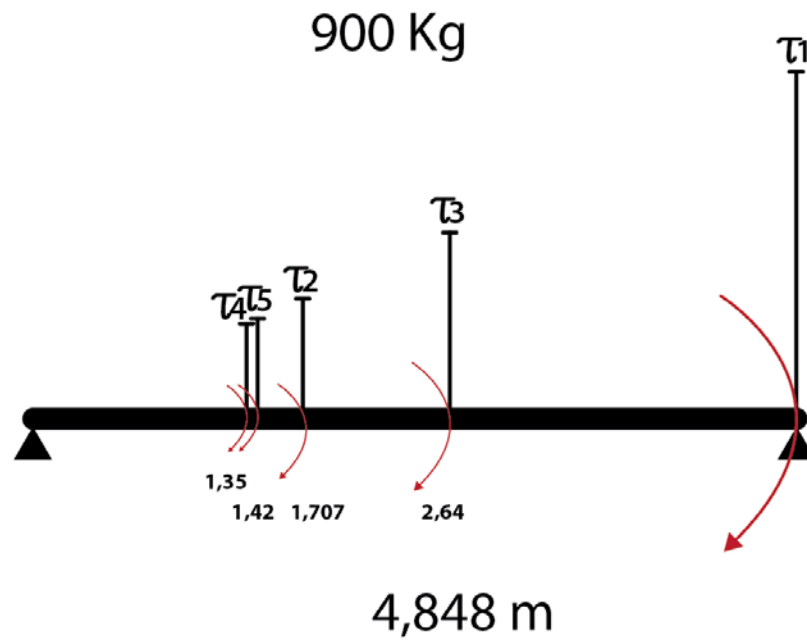
$$T5 = \left(9.8 \frac{m}{s^2} * 900 \text{ kg}\right) * 1,420m$$

$$T5 = 12524,4 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max5} = \frac{12524,4 \text{ N.m} * 0,0127m}{2,5 * 10^{-3}m^4}$$

$$\tau_{max5} = 63623,95 \text{ Pas } \acute{o} \text{ 63,623 KPas}$$





PESO 3 (855 Kg.)

$$\tau_{max} = \frac{T * C}{J}$$

$$C = \frac{D}{2} ; \frac{1''}{2} = 0,5'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0127m$$

$$J = \frac{\pi * D^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi * 1^4}{32} = 0,098'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 2,5 * 10^{-3}m^4$$

$$T = kgf * Ll$$

$$T = \left(9.8 \frac{m}{s^2} * 855 kg\right) * 4,89m$$

$$T = 40973,31 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max} = \frac{40973,31 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max} = 208144,41\text{Pas} \text{ ó } 208,144\text{KPas}$$

$$T2 = \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 855 \text{ kg}\right) * 2,64\text{m}$$

$$T2 = 22120,56 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max2} = \frac{22120,56 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max2} = 112372,44\text{Pas} \text{ ó } 112,372\text{KPas}$$

$$T3 = \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 855 \text{ kg}\right) * 1,35\text{m}$$

$$T3 = 11311,65 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max3} = \frac{11311,65 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max3} = 57463,18\text{Pas} \text{ ó } 57,463\text{KPas}$$

$$T4 = \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 855 \text{ kg}\right) * 1,420\text{m}$$

$$T4 = 11898,18 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max4} = \frac{11898,18 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

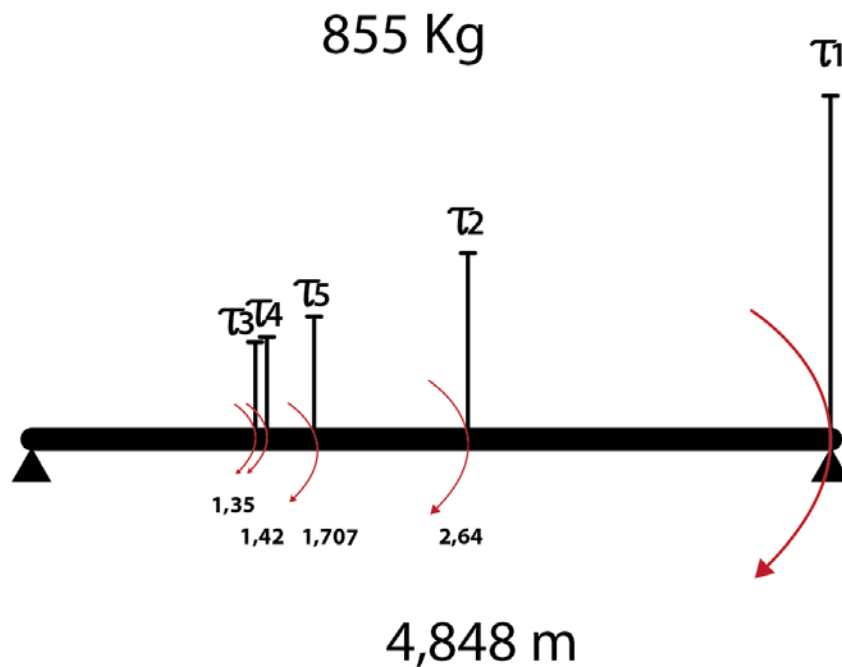
$$\tau_{max4} = 60442,75\text{Pas} \text{ ó } 60,442\text{KPas}$$

$$T5 = \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 855 \text{ kg}\right) * 1,707\text{m}$$

$$T5 = 14302,95 \text{ N.m}$$

$$\tau_{max5} = \frac{14302,95 \text{ N.m} * 0,0127\text{m}}{2,5 * 10^{-3}\text{m}^4}$$

$$\tau_{max5} = 72659\text{Pas} \text{ ó } 72,659\text{KPas}$$



### 2.4.2 Tensión por esfuerzo de corte vertical

“Una viga que soporta cargas transversales a su eje experimentara fuerzas de esfuerzo de corte que se detonan por medio de  $V$ . En el análisis de vigas, es común calcular la variación en fuerzas de corte a lo largo de la longitud total de la viga y dibujar la *grafica de fuerza de esfuerzo de corte*. Por consiguiente, la tensión por esfuerzo de corte vertical que resulta se puede calcular a partir de”<sup>8</sup>

$$T = VQ/It$$

En esta fórmula,  $I$  es el momento rectangular de inercia de la sección transversal de la viga y  $t$  es el espesor de la sección en el lugar donde se debe calcular la tensión por esfuerzo de corte.

Para la mayor parte de las formas de sección, la tensión máxima por esfuerzo de corte vertical se genera en el eje neutral. Específicamente, si el espeso no es menor en un lugar lejos del eje neutral, entonces se asegura que la tensión máxima por esfuerzo de corte vertical se genera en el eje neutral.

El termino  $Q$  recibe el nombre de *momento estático* de la sección: el momento del área arriba de donde se debe calcular la tensión por esfuerzo de corte. Esto es,

$$Q = A_p y$$

---

<sup>8</sup>MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.75-76

Donde  $A_p$  es esa parte del área de la sección arriba del lugar donde se debe calcular la tensión y  $y$  es la distancia del eje neutral de la sección al centroide del área  $A_p$ . La figura 37 muestra tres ejemplos de cómo se calcula  $Q$  en secciones transversales típicas de vigas. En cada una, la tensión máxima de esfuerzo de corte vertical se genera en el eje neutral.

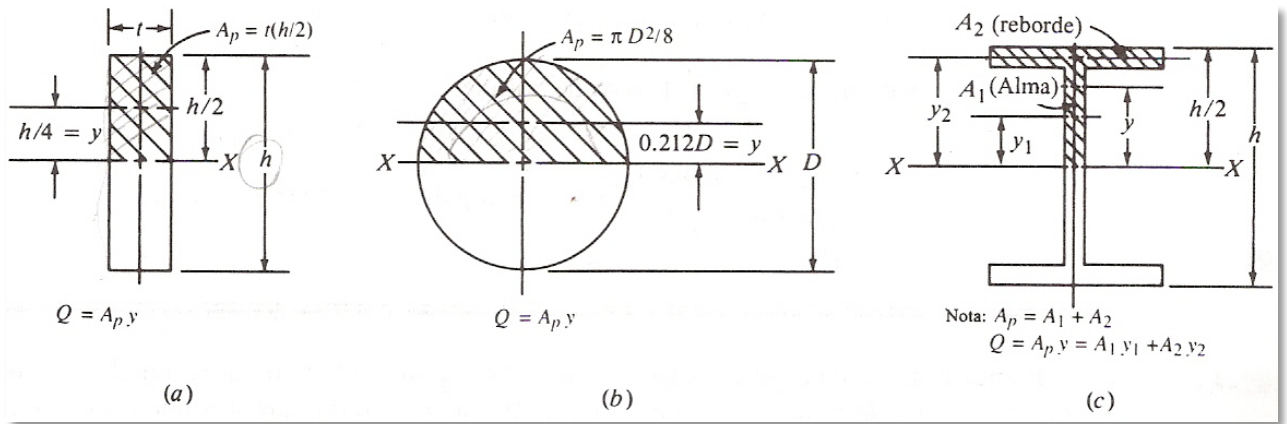


Gráfico 32 Ilustraciones de  $A_p$  y  $y$  que se utilizan para calcular  $Q$  para tres formas<sup>9</sup>

<sup>9</sup>MOTT, Robert L. Diseño de elementos de maquinas. Prentice Hall. 1995. Pag.75

### 2.4.2.1Ejercicios

PESO1

$$\tau = \frac{V * Q}{I * t}$$

$$\tau = \frac{4 * V}{3 * A}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * l^2}{4} = 0,785'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0199m^2$$

$$\tau = \frac{4 * 1500kg}{3 * 0,0199 m^2}$$

$$\tau = 100502,51 \frac{kgf}{m^2}$$

PESO 2 (900 Kg.)

$$\tau = \frac{V * Q}{I * t}$$

$$\tau = \frac{4 * V}{3 * A}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * l^2}{4} = 0,785'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0199m^2$$

$$\tau = \frac{4 * 990 kg}{3 * 0,0199 m^2}$$

$$\tau = 66331,658 \frac{kgf}{m^2}$$

PESO 3

$$\tau = \frac{V * Q}{I * t}$$

$$\tau = \frac{4 * V}{3 * A}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * l^2}{4} = 0,785'' * \frac{2,54cm * 1m}{1'' * 100cm} = 0,0199m^2$$

$$\tau = \frac{4 * 855kg}{3 * 0,0199 m^2}$$

$$\tau = 57286,43 \frac{kgf}{m^2}$$

## CAPÍTULO III

### IMPLEMENTACION DELACARROCERIA TIPO LIMUSINA

#### 3.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE SUELDA

##### 3.1.1 Soldadura manual de metal por arco



Gráfico 33 Soldadura de metal por arco.<sup>1</sup>

También llamada, soldadura por arco manual con electrodos revestidos o en ingles *Shield Metal ArcWelding* proveniente de las siglas SMAW o *Manual Metal ArcWelding* proveniente de las siglas MMAW, la cual tiene como característica primordial que entre un electrodo metálico recubierto y la pieza se produce el arco eléctrico.

---

<sup>1</sup> [http://es.construmatica.com/Soldadura\\_manual\\_de\\_metal\\_por\\_arco](http://es.construmatica.com/Soldadura_manual_de_metal_por_arco)



El interior del electrodo es protegido hasta el momento de la fusión por el recubrimiento con el que el mismo cuenta. El extremo del electrodo se quema y se funde a través del calor del arco, para que de esta manera el metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base produzca dicha transferencia con la atmosfera adecuada lograda.



**Gráfico 34**Electrodos revestidos.<sup>2</sup>

Las gotas de metal fundido procedente de la fusión del recubrimiento del arco caen recubiertas de escoria fundida. Dicha escoria flota en la superficie y forma una capa protectora del metal fundido, por encima del cordón de soldadura.

Cuando se desgastan los electrodos debido a que son los que aportan el flujo de metal fundido es necesario reponerlos.

---

<sup>2</sup>[http://es.construmatica.com/Soldadura\\_por\\_arco](http://es.construmatica.com/Soldadura_por_arco)

La composición de los electrodos esta dada por dos elementos que son:

- El alma
- El revestimiento

El alma o varilla, con un diámetro original de 5.5 mm es alambre que se comercializa en rollos continuos.

Con el fin de eliminar el oxido y aumentar la pureza, luego de haber obtenido el material, el fabricante lo decapa mecánicamente y posterior a este proceso lo trefila para reducir su diámetro.

El revestimiento, se produce a través de la combinación de varios elementos debidamente seleccionados, que mantienen el proceso, cantidades y dosificaciones en riguroso secreto los cuales son probados por cada uno de los fabricantes.

Entre los elementos mas empleados podemos mencionar los siguientes:

- Celulosa
- Minerales varios
- Mármol
- Aleaciones, entre otros.

En el ámbito de la soldadura la entidad u organismo regulador a nivel mundial de la composición y clasificación de cada uno de los tipos de electrodos es la AWS proveniente de las siglas en ingles *American Welding Society*.

La soldadura manual de metal por arco, puede ser realizada tanto con corriente alterna, como con corriente continua, con sus diferencias debido al tipo de corriente a utilizarse.

Por ejemplo, al utilizar corriente continua las soldaduras en piezas de gran tamaño son poco eficaces sin embargo las salpicaduras son poco frecuentes, el arco es bastante mas estable y es fácil de encender.

Al utilizar corriente alterna se puede soldar piezas de mayor tamaño debido a que se puede utilizar electrodos de mayor diámetro, con lo cual, el rendimiento a mayor escala también aumenta.

De todas formas, en cualquiera de los dos casos, las intensidades de corriente oscilan entre los 10 y los 500 amperios.

Lo que hace que este proceso de soldeo sea tan útil y comúnmente utilizado, es que su costo de producción es significativamente menor al resto de procesos y por otro lado su utilización es bastante simple, es por eso que a pesar de que constantemente se realizan innovaciones en nuevos procesos de soldeo, e innovaciones en la gran variedad de procesos que existen en la actualidad, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado.

Todo lo que este tipo de soldadura necesita es un soldador para trabajar, electrodos, un porta electrodos, cables y una fuente de alimentación, lo que hace de ella un proceso práctico y sencillo, y al estar la fuente alejada del soldador, no es necesario utilizar como protección gases comprimidos.

Este tipo de proceso de soldeo es ideal para trabajar en procedimientos como reparación, construcción y fabricación.

Con la soldadura SMAW, se puede soldar metales de casi de cualquier espesor, y se pueden realizar uniones de cualquier tipo.

El campo de aplicaciones que se tiene con este tipo de proceso es enorme, y al ser fácil de utilizar en trabajos de pequeña y mediana soldadura, podemos determinar que la soldadura con electrodo revestido es muy versátil.

Sin embargo, este proceso de soldeo se limita únicamente a su aplicación manual, en vista de que no se presta para su automatización o semiautomatización.

Por otro lado, los trabajos a realizarse deben ser a pequeña escala en vista de que los electrodos son relativamente cortos (de 230 a 700 mm), por lo que el soldador antes de empezar a usar un electrodo nuevo, debe interrumpir el trabajo a intervalos regulares y por ende debe limpiar el punto de inicio.

Sin embargo, un soldador puede ser muy productivo y eficiente, aun con todo este tiempo muerto y de reparación.

## **Numeración de los Electrodo para Acero Dulce y Baja Aleación**

### **Prefijos**

El prefijo “E” significa “electrodo” y se refiere a la soldadura por arco.

### **Numeración de electrodos - Resistencia a la tracción**

Para los electrodos de acero dulce y los aceros de baja aleación: las dos primeras cifras de un número de cuatro cifras, o las tres primeras cifras de un número de cinco cifras designan resistencia a la tracción:

E-60xxsignifica una resistencia a la tracción de 60,000 libras por pulgada cuadrada.

(42,2 kg./mm<sup>2</sup>).

E-70xxsignifica una resistencia a la tracción de 70,000 libras por pulgada cuadrada.

(49,2kg./mm<sup>2</sup>).

E-100xx significa una resistencia a la tracción de 100,000 libras por pulgada cuadrada.

(70,3kg./mm<sup>2</sup>).

### **Numeración de electrodos - Posiciones para soldar**

La penúltima cifra indica la posición para soldar.

Exx1x significa para todas las posiciones.

Exx2x significa posición horizontal o plana.

Exx3x significa posición plana solamente.

## Numeración de electrodos - Electrodos de acero inoxidable

Al tratarse de electrodos de Acero Inoxidable tal como E-308-16

A – Las tres primeras cifras indican la clase de acero inoxidable.

B - Las dos últimas cifras indican la posición y la polaridad.

## Numeración de electrodos - Revestimientos

Para los diferentes tipos de revestimiento nótese que los electrodos tipo:

E-6010 y E-6011 tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa).

E-6013 tienen un revestimiento con alto contenido de óxido de rutilo (titanio).

## Tabla 4 Numeración de electrodos - C.C.C.A. y polaridad

Interpretación del último dígito

ULTIMO DIGITO	CORRIENTE Y POLARIDAD		ESCORIA	ARCO	PENETRACION
0	-	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
1	CA	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
2	CA	CC-	Rútilica	Medio	Mediana
3	CA	CC-	Rútilica	Suave	Poca
4	CA	CC-	Rútilica	Suave	Poca
5	-	CC+	Básica	Medio	Mediana
6	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana
7	CA	CC	Mineral	Suave	Mediana
8	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana

Entre los electrodos utilizados en la construcción de la carrocería el más usado fue:

IDENTIFICACIÓN: WEST ARCO E6013

CLASIFICACIÓN: AWS E6013

ESPECIFICACIÓN: A5.1,NTC2191,ASME SFA5.1

E6013 debido a su excelente estabilidad gracias a su revestimiento de potasio y rutilo.

El cordón realizado en la carrocería es de 2 cm. De ancho.

### **3.1.2 Soldadura TIG**

También llamada, soldadura por electrodo no consumible protegido y la cual se deriva de las siglas en ingles Tungsten Inert Gas, la cual tiene como objetivo principal en cualquier proceso de soldadura obtener un ajunta con las mismas características del metal base.

Dicha junta solo será posible de obtener siempre y cuando durante toda la operación de soldeo el baño de fusión este aislado completamente de la atmosfera.

Si estas condiciones no se cumplen, el metal en estado de fusión absorberá tanto al oxigeno como el nitrógeno, y de esta forma la soldadura quedara porosa y frágil.

Para evitar la contaminación de la junta en este tipo de soldadura se utiliza un chorro de gas como medio de protección, y a su vez dicho gas tiene la función de proteger al electrodo.

Este proceso de soldeo se caracteriza por el empleo por el empleo de un electrodo permanente, el cual como su nombre indica es de Tungsteno, a veces aleado con torio o zirconio en porcentajes no superiores a un 2%.

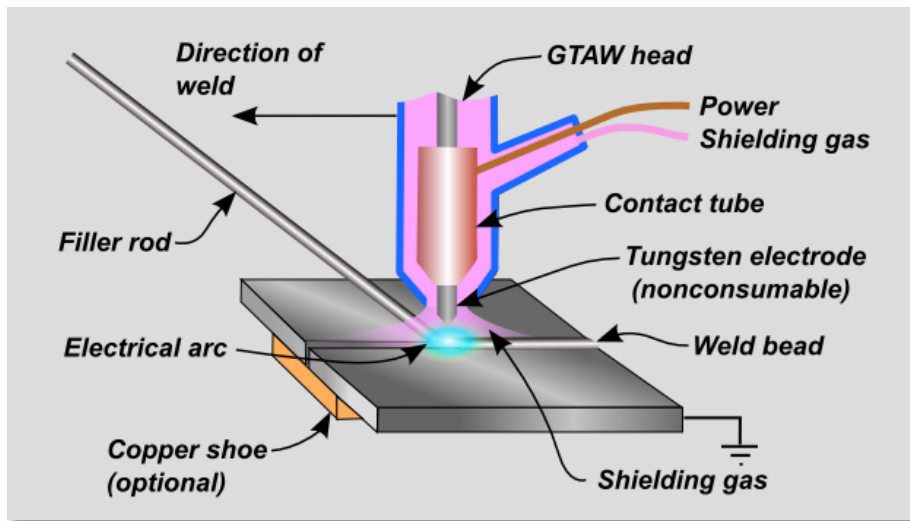


Gráfico 35 Esquema de la soldadura TIG.<sup>3</sup>

Este proceso de soldadura fue patentado a inicios de los años 20 pero su utilización se generalizó en la década de los 40, en vista que su costo de operatividad era alto, y tenía gran complejidad técnica para esos años.

En este proceso de soldeo el metal que formara el cordón de la soldadura a diferencia que en las soldaduras de electrodo consumible debe ser añadido externamente, siempre y cuando las piezas a ser soldadas sean específicamente delgadas y no sea necesario. El metal de base debe ser de la misma composición o similar que el metal de aportación, inclusive, en casos específicos una tira obtenida de las propias chapas a soldar puede utilizarse satisfactoriamente como material de aportación.

En la zona de soldeo en este proceso la inyección del gas llega directamente a la punta del electrodo mediante una canalización, la cual rodea al electrodo debido a la elevada

<sup>3</sup><http://es.construmatica.com/Archivo:GTAW.png>



resistencia a la temperatura del tungsteno el cual se funde a los 3410°C. La punta del electrodo acompañada de la protección de gas apenas se desgasta tras un uso prolongado, eso si, es recomendable repasar la terminación en punta debido a que una geometría inadecuada perjudicaría en gran porcentaje la calidad del soldado.

Con lo que al gas respecta los más recomendable y utilizados son el argón, el helio, y las mezclas de ambos.

El helio, el cual es un gas noble e inerte, que es de donde viene el nombre de “soldadura por gas inerte”, es el mas usado en los Estados unidos, debido a que allí puede obtenerse en yacimientos de gas natural de forma económica y sencilla.

Este gas a diferencia del argón deja un cordón de soldadura menos profundo y más achatado.

El argón, se infiltra en la soldadura y deja un cordón mas triangular en comparación con el helio sin embargo es el gas mas utilizado en toda Europa por su bajo precio con relación al helio.

Una mezcla de helio y argón proporcionara un cordón de soldadura con características de los dos gases.

Las corrientes alterna y continua son utilizadas para la soldadura TIG.

Con corriente continua y polaridad directa, las intensidades de corriente son del orden de 50 a 500 amperios, obteniendo de esta manera un aumento en la duración del electrodo debido a que con esta polarización se consigue una mayor penetración. El baño de fusión es mayor pero hay menor penetración con una polarización inversa, y las intensidades oscilan entre

los 5 y los 60 amperios. La corriente alterna da un arco poco estable y difícil de cebar en comparación a las dos anteriores, pero combina las ventajas de las dos.

La obtención de cordones mas resistentes, mas dúctiles y menos sensibles a la corrosión, es la gran ventaja que tiene la utilización de este proceso de soldeo, ya que, el contacto entre la atmosfera y el baño de fusión no se permite debido al gas protector, además que dicho gas por no requerir el empleo de desoxidantes simplifica considerable y notablemente el soldeo de metales no ferrosos, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar.

Otra de las importantes ventajas de la soldadura por arco con protección gaseosa es la que debido a la escasez de humos y proyecciones se puede obtener soldaduras mas limpias y uniformes.

Otra ventaja es la que el soldador puede ver claramente lo que esta haciendo en todo momento debido a la movilidad del gas que rodea al arco transparente, lo que favorece notablemente a que la calidad del soldado sea mas alta. Por tanto el cordón obtenido, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado a pesar de que ya tiene un buen acabado superficial, lo que incide favorablemente en los costos de producción, además debido a esto el cordón de soldadura tiene menores deformaciones.

Como desventajas en este tipo de soldadura se presenta por ejemplo en instalación de tuberías, bombonas, etc., la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas.

Además de que este tipo de soldeo necesariamente debe ser empleado por mano de obra muy especializada, lo que también hace que se encarezca dicho proceso, por tanto no es

uno de los tipos de soldadura mas empleados salvo en casos en los que se necesita que las uniones cuenten con una muy buena precisión en el acabado superficial.



Gráfico 36 Accesorios para soldadura TIG.<sup>4</sup>

### **3.1.3 Soldadura MIG / MAG**

También llamada, soldadura por electrodo consumible protegido y la cual se deriva de las siglas en ingles Metal Inert Gas y Metal Active Gas respectivamente, y la cual resulta un proceso de soldeo similar al proceso de soldeo TIG, con diferencias fundamentales como que en este proceso el alimento del cordón de la soldadura es este.

---

<sup>4</sup>[http://es.construmatica.com/Archivo:TIG\\_torch-accs.jpg](http://es.construmatica.com/Archivo:TIG_torch-accs.jpg)

Como en el caso anterior el arco eléctrico esta protegido lo cual garantiza una unión limpia y en buenas condiciones debido a un flujo continuo de gas.

En la soldadura MIG, como indica su nombre, el gas es inerte. Este en la reacción de soldadura no participa de ningún modo. Su función es la de proteger la zona critica de impurezas exteriores y oxidaciones.

Al igual que en el proceso de soldeo Tig, se emplean usualmente los mismo gases, argón, helio y las mezcla de ambos gases, solo que en este proceso se emplea mas el uso del argón.

En la soldadura MAG, el gas utilizado a diferencia de la MIG, participa de forma activa en el proceso de soldeo

En este proceso se emplean gases como el dióxido de carbono o el argón mezclado con oxigeno, de tal forma que, su zona de influencia puede ser oxidante o reductora.

Solo que al utilizar dióxido de carbono en la soldadura, debido al oxigeno liberado la unión resultante resulta muy porosa.

Otro inconveniente es el de que su uso queda restringido a las ocasiones en las que la porosidad resultante no es un problema a tener en cuenta o se necesita soldar grandes cantidades de material, ya que en este proceso solo se puede soldar acero.

En el sector industrial en Europa occidental, Estados Unidos, y Japón actualmente el uso de los métodos de soldadura MIG y MAG es cada vez mas frecuente.

Esto se debe, entre otras cosas, a la facilidad de automatización y a su elevada productividad, lo que ha llevado a que este proceso este inmersamente relacionado con la industria automovilística.

Una de las características mas sobresalientes del método MIG / MAG, es que permite soldar en todas las posiciones cobre, aluminio, aceros inoxidable, aceros de baja aleación, en espesores a partir de los 0,5 mm, debido a su gran flexibilidad.

Además de libre de impurezas y escoria, la protección por gas garantiza un cordón continuo y uniforme, lo cual permite que este tipo de soldado MIG / MAG sea un método limpio y compatible con las medidas del medio ambiente para la protección del ecosistema.

Como desventaja de este proceso podríamos mencionar que se multiplican las posibilidades de fallo del aparato debido a la necesidad de aporte tanto de gas como del electrodo, además del lógico encarecimiento de dicho proceso.

La soldadura MMA es intrínsecamente menos productiva que la soldadura MIG / MAG.

En la soldadura MMA al reponer el electrodo consumido se produce una parada en la cual se pierde productividad cada vez que esto se produce, además de las perdidas materiales que se producen el momento en que la parte ultima del electrodo es desechada.

Según cálculos realizados, alrededor del 65% forma parte del material depositado y el resto se desecha, por cada kilogramo de electrodo revestido comprado

A pesar, de que, ha aumentado la eficiencia hasta el 80 e incluso el 95% con la utilización de hilos sólidos e hilos tubulares.

La soldadura MIG/MAG al poder depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones se ha convertido en un proceso de soldadura muy versátil

Este procedimiento es muy utilizado especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual, también en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, y su aplicación en los espesores fuertes que se dan en estructuras de acero pesadas esta siendo ligada considerablemente con la introducción de hilos tubulares.

### **3.2 ANALISIS DE LA CARROCERIA.**

#### **3.2.1 Cálculos con el peso actual del vehículo**

El peso actual de la carrocería tipo limusina es de 1500 kg, este fue previamente calculado para determinar las dimensiones admisibles en el alargamiento de la carrocería del Volvo tipo 240Gl.

El peso del vehículo antes de haber procedido con el alargamiento del mismo era de 1220 kg.

Los cálculos que realizamos nos ayudaron a determinar cuanto se deformaría la estructura en diferentes puntos bajo la carga de 1500kg.

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

$$\sigma = \frac{1500 \text{ kgf}}{0,04 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 37500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = \frac{37500 \text{ kgf} * 9,8 \text{ N}}{\text{m}^2 * 1 \text{ kgf}}$$

$$\sigma = 367500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ó Pas}$$

$$\delta = \frac{\partial * L1}{E}$$

$$\delta = \frac{367500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 6,20 \text{ m}}{207 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$\delta = 1,10 * 10^{-5} \text{ m}$$

$$\delta 2 = \frac{\partial * L2}{E}$$

$$\delta 2 = \frac{367500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 1,707 \text{ m}}{207 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$\delta 2 = 3,030 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$\delta 3 = \frac{\partial * L3}{E}$$

$$\delta 3 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 3,87 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 3 = 6,87 * 10^{-6} m$$

$$\delta 4 = \frac{\partial * L4}{E}$$

$$\delta 4 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 1,350 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 4 = 2,396 * 10^{-6} m$$

$$\delta 5 = \frac{\partial * L5}{E}$$

$$\delta 5 = \frac{367500 \frac{N}{m^2} * 1,420 m}{207 * 10^9 \frac{N}{m^2}}$$

$$\delta 5 = 2,521 * 10^{-6} m$$

Con esto pudimos concluir que la carrocería no sufrirá ninguna deformación y podrá soportar más de 2000 kg. de peso.



### **3.2.2 Proceso de la Modificación de la carrocería**

La modificación de la carrocería comenzó con un corte en la parte posterior del vehículo (Volvo 244GL) como muestra el gráfico 3.5 y 3.6.



**Gráfico 37**Parte trasera del Volvo 244 DL.



**Gráfico 38 Parte Frontal Del Volvo 244 DI**

Con otra carrocería de un vehículo de las mismas características (Volvo 245DL color Blanco)de la cual, se hicieron cortes en el techo, parantes laterales, y largueros como muestra el Gráfico 3.7, partes que fueron necesarias para la elongación del Volvo 240GL.



**Gráfico 39**Corte del techo del Volvo 244GL

Se comenzó uniendo los largueros de 1.2 metros que fueron extraídos de la carrocería Volvo 245DL para unirlos con las dos partes separadas del Volvo 240GL.

Siguiendo con los parantes de la carrocería Volvo 245DL, y a su vez a las puertas traseras originales del volvo 240GL, uniones que fueron realizadas con suelda de punto como muestra el Gráfico 3.8.





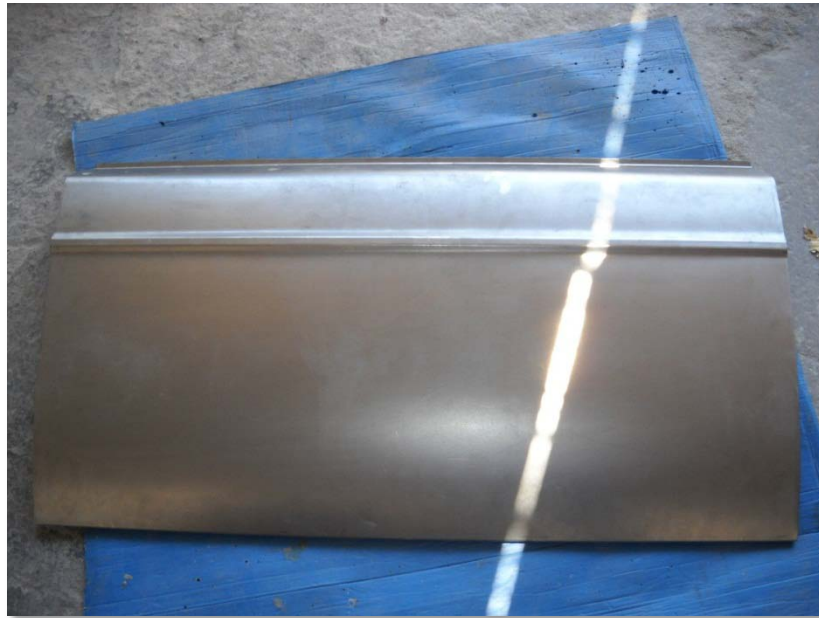
**Gráfico 40 Unión mediante soldadura de techo y travesaños**

De la misma manera el techo de la limusina fue creada con parte de la carrocería del Volvo 254 DL, éste fue unido a la otra carrocería con suelda de punto (Gráfico3.9)



**Gráfico 41 Soldadura de techo.**

Se hicieron los tableros laterales (Gráfico 3.10); estos fueron utilizados para cubrir la parte de la carrocería que fue alargada, unidos con suelda de punto a los parantes originales del vehículo (Gráfico 3.11), simultáneamente a esto se comenzó a realizar trabajos en el acabado de las uniones ya existentes, para lograr una terminación parcialmente lisa como muestra el (Gráfico 3.12)



**Gráfico 42** Tableros laterales de la carrocería



**Gráfico 43 Soldadura de los tableros laterales**



**Gráfico 44 Masillado del techo.**

El piso del vehículo posee una hendidura en la parte central por la cual pasará el árbol de accionamiento; éste fue realizado con planchas metálicas de 3 mm. (Gráfico 3.13).



**Gráfico 45**Piso de la extensión de la carrocería

Este fue soldado a la carrocería del vehículo con suelda de punto y suelda TIG (Gráfico 3.14 y 3.15).



**Gráfico 46**Soldadura del piso antes mencionado.





**Gráfico 47**Suelda del piso antes mencionado.

Mientras las bóvedas interiores fueron adecuadas con planchas metálicas para insertar las futuras decoraciones (Gráfico 3.16) a su vez se realizaron correcciones con masilla en la superficie de la carrocería para alisarlo parcialmente (Gráfico 3.17).



**Gráfico 48**Bóvedas interiores





**Gráfico 49** Corrección con masilla de toda la carrocería

Luego de haber realizado todos estos trabajos se hicieron reparaciones en toda la carrocería con masilla. Y se trataron los detalles finales en las partes que habían sido soldadas (Gráfico 18)



**Gráfico 50** Limusina volvo 244 DL.

### **3.4 Acabados Automotrices**

Para los acabados estéticos de la limusina hemos decidido realizar las siguientes modificaciones.

#### **3.4.1 Pintura**

El proceso de pintura en la limusina comienza aplicándose removedor de pintura para poder dejar en lata la carrocería, proceso que se lo realiza con brocha, luego se retira todo el residuo de pintura con espátula, inclusive las partes del vehículo que contienen masilla. Al finalizar este proceso aplicamos un producto desoxidante para eliminar y proteger a la carrocería de óxido y corrosión.

Aplicamos una capa de masilla rápida roja Duretan 119-163 en las partes de la carrocería que presenten imperfecciones, continuando con un lijado a mano minuciosamente realizado (lijas 180 y 220), de esta forma preparamos la carrocería hasta dejarla lisa.

Para terminar el proceso de lijado utilizamos lijas 360 y 400, y así aplicar un fondo poliuretano PU-650 mezclado con una sustancia diluyente PU3BL para obtener una viscosidad óptima en toda la carrocería.

De ser necesario se corrige ciertas fallas con masilla, las cuales tendrán que pasar nuevamente por el proceso de lijado (lijas 220, 320 y lijada total con lija 400).

Se debe empapelar todas las zonas del vehículo que no vayan a ser pintadas, unidas con cinta adhesiva.

A continuación del empapelado del vehículo aplicamos 4 manos de pintura mate Glasurit poliuretano de color blanco mezclado con diluyente hasta obtener la viscosidad deseada, los intervalos serán de 10 minutos por cada mano, para lograr el color y consistencia completamente uniforme.

Se da un acabado con barniz Glasurit PU923185 el cual es mezclado con catalizador rápido Glasurit 0028 para poliuretano y se lo aplica en tres ocasiones, con intervalos de 10 minutos.

Luego de un proceso de secado, se aplica nuevamente un proceso de lijado (lijas 3M 1000 y 1200), y pulido con maquina pulidora y pulimento 3M. Y para finalizar todo el proceso se encera la carrocería con abrillantador 3M para obtener el terminado y brillo deseado.

### **3.4.2 Vidrios**

Los siete vidrios utilizados en las plazas posteriores deberán ser tinturados en color negro con una transparencia del 10% puesto que la privacidad de sus pasajeros será la prioridad de nuestra limusina. Y los vidrios de las plazas delanteras deberán tener una transparencia del 75% para mejor visualización del chofer.

### **3.4.3 Interior**

En el interior del vehículo los asientos forrados en cuero de vaca darán un máximo confort a sus tripulantes. El minibar dotado de finos licores y bebidas energizantes dará a sus ocupantes tranquilidad y relajación hasta llegar a su destino. Y finalmente las pantallas

conectadas a un reproductor de DVD podrán brindar la reproducción de música y películas si el viaje es muy prolongado.

#### **3.4.4 Neumáticos y Aros**

El vehículo está dotado de neumáticos y aros de 15 pulgadas para la seguridad de los ocupantes y para una mejor visualización estética del mismo.

## CAPÍTULO IV

### PRUEBAS DE DISEÑO

#### 4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Tabla 5** Especificaciones técnicas Volvo 244GL

<b>Dimensiones y Pesos</b>	<b>Modelo Original</b>
Longitud	484 cm.
Ancho	171 cm
Altura	143 cm.
Distancia Entre Ejes	265 cm.
Distancia al Suelo totalmente Cargado	12 cm.
Distancia Entre Ruedas Delanteras	143 cm.
Distancia Entre Ruedas Traseras	136 cm.
Peso Total	1220 kg.
Peso Total Cargado	1660 Kg.
Capacidad de Carga	400 Kg.
Peso Permisible en Eje Delantero	805 kg.
Peso Permisible en Eje Trasero	855 kg.

**Tabla 6** Especificaciones técnicas Volvo Limusina

<b>Dimensiones y Pesos</b>	<b>Limusina</b>
Longitud	604 cm.
Ancho	171 cm.
Altura	143 cm.
Distancia Entre Ejes	387cm.
Distancia al Suelo totalmente Cargado	10 cm.
Distancia Entre RuedasDelanteras	143 cm.
Distancia Entre RuedasTraseras	136 cm.
Peso Total	1500 kg.
Peso Total Cargado	1900 kg.
Capacidad de Carga	400 Kg.
Peso Permisible en Eje Delantero	855 kg.
Peso Permisible en Eje Trasero	1045 kg.

## **4.2 ADAPTACIONES DE SEGURIDAD.**

Las principales adaptaciones realizadas en la limusina fueron las siguientes:

### **4.2.1 Árbol de accionamiento:**

Al ser un vehículo con tracción posterior, el cardan tuvo que ser alargado, para lo cual fue necesario acoplar dos bridas en la parte central de la carrocería, logrando así un

movimiento circular uniforme. El árbol de accionamiento fue hecho hierro de 3mm de espesor transmitiendo correctamente el par motor del vehículo.

#### **4.2.2 Sistema de frenos:**

Al ser un vehículo más pesado, y de longitudes más grandes se modificó el sistema de frenos que se inició con un reemplazo de cañerías más largas tanto para el freno de pie, cuanto para el de mano. A su vez se instalaron discos ventilados nuevos y pastillas de freno de carbono. Las modificaciones realizadas permiten que el vehículo cuente con frenado más eficiente y eficaz.

#### **4.2.3 Sistema Eléctrico:**

De igual forma que el sistema de frenos, el sistema eléctrico fue reemplazado con nuevos cables, de mayor longitud para la parte posterior como luces de parqueo posterior, luces direccionales, luces de freno, luces porta placas, a su vez se hicieron instalaciones para un nuevo sistema de audio y video y luces de salón.

#### **4.2.4 Carrocería:**

El piso de la limusina fue estructurado con dos parantes transversales, dos parantes longitudinales y un diagonal unidos con suelda TIG y de Punto para evitar futuras deformaciones. Los paneles laterales fueron reforzados con dos travesaños en cada lado para mejor estructuración de la carrocería y seguridad de los ocupantes.

#### **4.2.5 Cinturones de seguridad:**

La limusina cuenta con cinturones de seguridad de tres puntos para cada ocupante, exceptuando los dos centrales de la plaza posterior.

### **4.3 ANÁLISIS DE LA SUSPENSIÓN**

#### **4.3.1 Eje delantero:**

La suspensión ocupada en el eje delantero es independiente tipo McPherson, esta suspensión es actualmente utilizada generalmente en todos los automóviles de hasta mediano tamaño. Este tipo de suspensión fue desarrollada por Earl S. McPherson e implementada por Ford en 1951. Puede ser utilizada en la parte delantera como en la parte posterior, aunque en su mayoría es utilizada en la parte delantera, en donde actúa como eje de giro de rueda, y proporciona un punto de apoyo a la dirección.

El coste de fabricación es bajo y tiene gran simplicidad, sin embargo cuenta con un inconveniente geométrico. Su configuración no hace posible que la rueda sea vertical, ya que, el ángulo vertical oscila algunos grados durante su movimiento.

A su vez, provoca vibraciones y ruidos en el habitáculo debido a que transmite directamente el movimiento del asfalto al chasis.

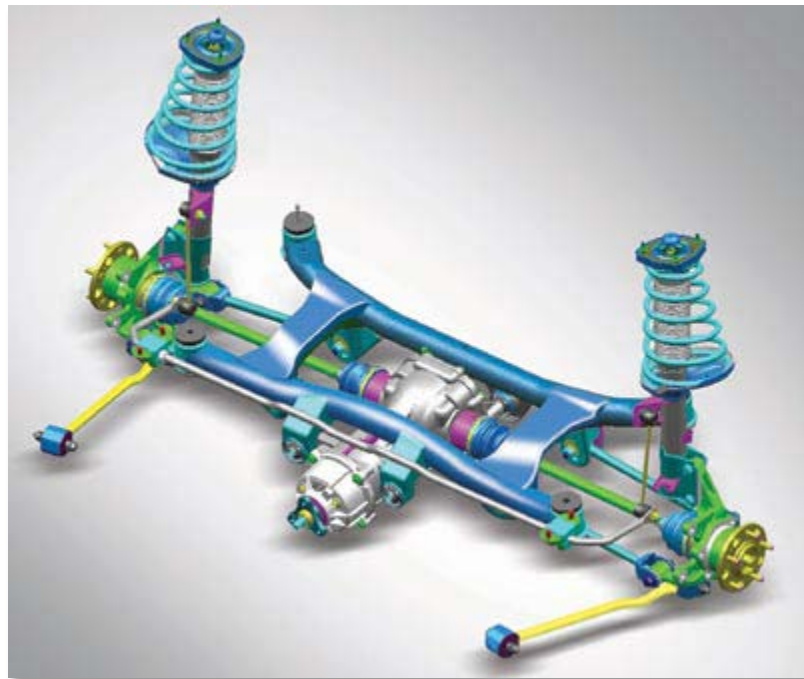
Los neumáticos son controlados bajo el centro de gravedad de la rueda por una varilla de guía, un montante de suspensión y un brazo triangular oscilante, el cual está fijado al



subbastidor por dos soportes de goma-metal, una varilla de guía y un montante de suspensión.

Se puede lograr un confort de marcha, agilidad y seguridad, gracias a la separación funcional de las fuerzas laterales en el soporte trasero, y fuerzas longitudinales en el eje delantero. Ya en la práctica, este tipo de suspensión proporciona una excelente seguridad, y gran confort. La ventaja de McPherson es que tiene un diseño compacto, cuenta con una amplia base de apoyo y una menor masa suspendida.

Para la limusina se tuvieron que instalar amortiguadores más rígidos debido a que el peso que debe soportar es mayor.



**Gráfico 51**Suspensión tipo Mcpherson

### **4.3.2 Eje Trasero:**

Suspensión Rígida.- las ruedas son unidas por un eje rígido haciendo un solo conjunto. Su principal desventaja es que al estar unidas las dos ruedas, las vibraciones producidas por las irregularidades del pavimento, son transmitidas desde el un lado del eje, al otro. El peso de las masas no suspendidas se incrementa de una manera notable por el peso que el eje rígido posee, además del peso del grupo cónico que poseen los vehículos con tracción posterior. En este caso el grupo cónico forma un solo conjunto con el eje por lo que éste sube y baja con las oscilaciones del vehículo. Su principal ventaja es su sencillo diseño el cual no produce vibraciones notables en ciertos parámetros de la rueda como la caída o el avance. Por lo general el uso de este tipo de suspensión es en vehículos industriales, autobuses, camiones o autos todoterreno por su gran capacidad de carga. Esta suspensión puede tener ciertas variantes, una de las cuales es utilizada en nuestro vehículo, amortiguadores en cada lado del eje para hacerlo más confortable y suave.



**Gráfico 52**Suspensión Rígida

## Conclusiones

1. Todos los cálculos realizados tanto en la carrocería tipo estándar, incluyendo los pesos respectivamente, cuanto a la carrocería tipo limusina nos permitieron conocer que las modificaciones a realizarse en el vehículo eran totalmente viables pues los números determinaron que la carrocería resistiría al peso de la limusina y a todas sus dimensiones sin variar ni la estética ni su estructura.
2. La construcción de la carrocería tipo limusina tuvo procesos de selección de materiales para así escoger los mejores, más livianos y resistentes, dando como resultado un vehículo ligero.
3. En el proceso de soldadura la carrocería tuvo que experimentar diferentes tipos de soldas existentes en el medio, para unir todas las piezas creadas y adaptadas. Las soldas más utilizadas en la construcción de la limusina fueron la suelda TIG por su acabado de alta calidad, además de la suelda SMAW por su efectividad y bajos costos de operación.
4. Para obtener mejores resultados finales en la limusina se deben reforzar ciertos lugares como las bases del motor, la suspensión y los sócalos, puesto que el excesivo peso de la carrocería la puede deformar.

## Recomendaciones

1. El momento de realizar la extensión del vehículo se deben alargar cañerías de combustible y frenos, en este caso éstas son sin protección para lo cual se debe recubrirlos con un material resistente y liviano, esto hará que al pasar por rompedores u obstáculos de la vía, las cañerías no se rompan.
2. Debemos tener en cuenta que al hacer una carrocería mas grande con una mayor capacidad de ocupantes, existe la necesidad de realizar trabajos de repotenciación al motor, ya que, la relación peso-potencia se ve mermada al aumentar el peso de la carrocería, más aun para circular en Quito, por su altitud, la cual afecta directamente a la potencia del motor.
3. Es indispensable efectuar modificaciones en la sistema de frenos, puesto que, el peso del vehiculo es mayor, por lo que se recomienda cambiar los discos de diámetro original, a discos de mayor diámetro y de ser posible perforados para lograr un frenado mas eficiente. Además se debe utilizar un líquido de frenos de mayor calidad como un DTO 4 o DTO 5.
4. Para la parte de interiores de la limusina se recomienda poner muebles de maderas livianas para alivianar pesos de la misma, además de tinturar los vidrios posteriores por seguridad y privacidad de los ocupantes

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Diseño de elementos de maquinas. MOTT, Robert L. Prentice Hall. Tercera Edición
- Resistencia de materiales. Marcel Kerguignas, Guy Caignaert. Versión Español Cuarta Edición
- Manual de carrocería de automóviles. Francisco Javier Alfonso Peña, Centro de Experimentación y Seguridad Vial MAPFRE. Doudécima Edición.
- Corrección y eliminación de defectos y daños de pintura. Centro de Experimentación y Seguridad Vial MAPFRE. Doudécima Edición.
- Reparación de Carrocerías. DE CASTRO, Miguel. Biblioteca de Chapa y Pintura del Automóvil. Grupo Editorial Ceac.
- Volvo 240 GL. Manual. Volvo Specs. Primera Edición.
- [www.suzuki4x4.cl](http://www.suzuki4x4.cl)
- [www.elchapista.com](http://www.elchapista.com)
- [www.volvo240.dk](http://www.volvo240.dk)

## ANEXOS



**Gráfico 53**Corte de techo Volvo 244 Te (Wagon)



**Gráfico 54**Vista techo Volvo 244 TE



**Gráfico 55**Finalización corte techo Volvo 244TE



**Gráfico 56**Techo Volvo 244TE





**Gráfico 57**Techo Volvo 244TE vista inferior

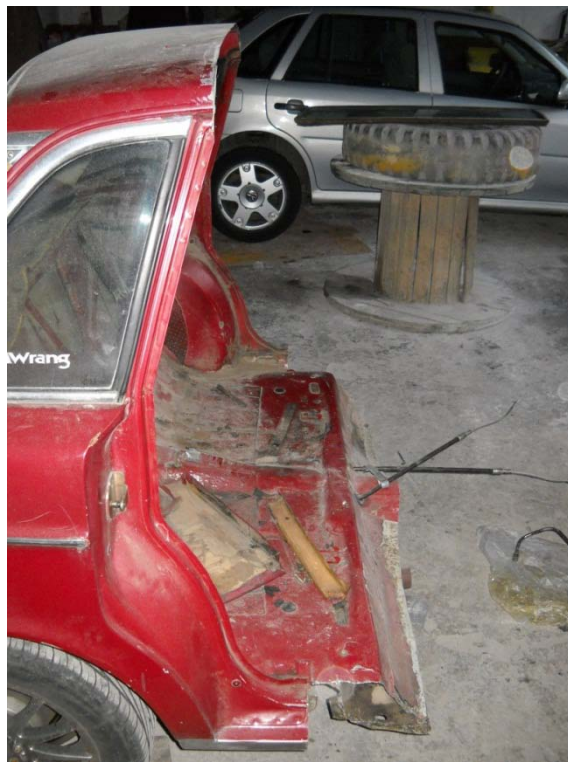


**Gráfico 58**Volvo 244 (Frontal)





**Gráfico 59 Volvo 244 (Posterior derecha)**



**Gráfico 60 Volvo 244GL vista post. Lateral derecha**

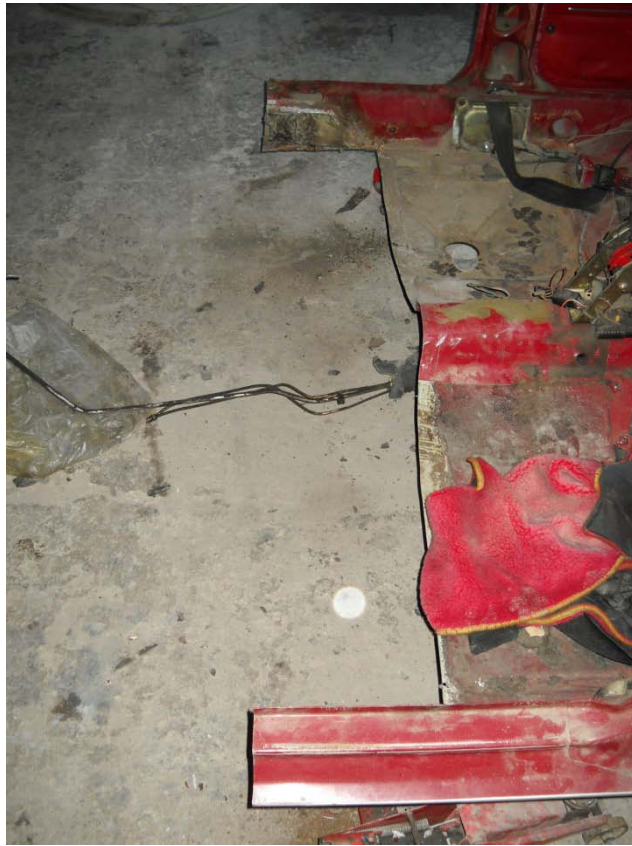


**Gráfico 61**Corte de techo Volvo 244GL



**Gráfico 62**Corte cabina posterior Volvo 244GL





**Gráfico 63**Corte superior cabina



**Gráfico 64**Corte travesaños y largueros (Izquierda)



**Gráfico 65**Larguero en corte



**Gráfico 66**Corte travesaños y largueros (Derecha)



**Gráfico 67**Corte larguero (Derecho)



**Gráfico 68**Techo Volvo 244GL (Corte lateral izquierdo)



**Gráfico 69**Techo Volvo 244GL (Corte lateral derecho)



**Gráfico 70**Techo Volvo 244GL (Corte lateral izquierdo posterior)





**Gráfico 71**Techo Volvo 244GL (Corte lateral derecho posterior)



**Gráfico 72**Volvo 244GL (Vista lateral)



**Gráfico 73 Volvo 244GL (Corte larguero izquierdo)**



**Gráfico 74 Proceso de alargamiento de carrocería vista derecha**





**Gráfico 75**Proceso de alargamiento de carrocería vista izquierda



**Gráfico 76**Alargamiento de carrocería Volvo 244GL



**Gráfico 77**Carroceria Volvo 244GL Limusina



**Gráfico 78**Carroceria Volvo limusina vista lateral





**Gráfico 79**Proceso de soldado techo Volvo 244 GL



**Gráfico 80**Soldado de techo Volvo (Limusina)



**Gráfico 81 Volvo 244GL (Implementación de carrocería limusina)**



**Gráfico 82 Proceso de soldado de travesaño**



**Gráfico 83**Proceso de soldado de largueros



**Gráfico 84**Proceso de soldado de largueros II





**Gráfico 85 Pulido de techo Volvo 244 GL**



**Gráfico 86 Lijado de techo Volvo 244GI**



**Gráfico 87**Lijado de carroceria Volvo 244GL



**Gráfico 88**Lijado de techo Volvo (Limusina)



**Gráfico 89**Lijado de techo vista superior



**Gráfico 90**Proceso de lijado de carrocería I

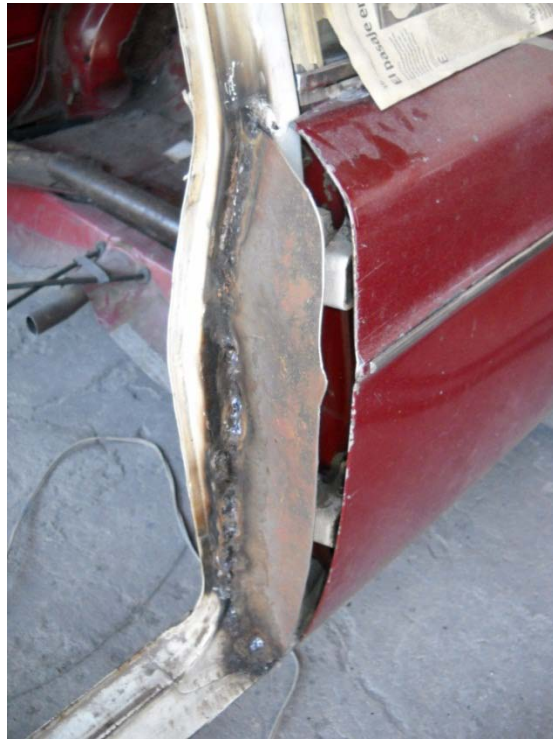




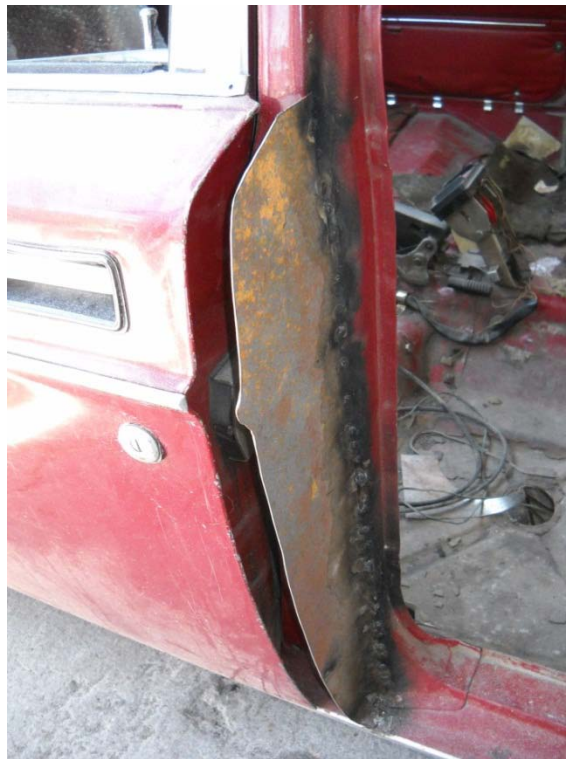
**Gráfico 91**Proceso de lijado de carrocería II



**Gráfico 92**Proceso de soldado y alineamiento (Vista Derecha)



**Gráfico 93**Proceso de soldado y alineamiento (Vista Izquierda)



**Gráfico 94**Proceso de soldado y alineamiento (Vista Izquierda frontal)



**Gráfico 95 Soldado y pulido de carrocería**



**Gráfico 96 Pulido de carrocería**





**Gráfico 97 Soldado y pulido de carrocería**



**Gráfico 98 Pulido de carrocería**



**Gráfico 99 Pulido y soldado Volvo (limusina)**



**Gráfico 100 Soldado de piezas Volvo 244GL**



**Gráfico 101**Lamina para alargamiento de carroceria



**Gráfico 102**Pulido de techo Volvo 244GL





**Gráfico 103**Encuadre de puertas carroceria #1



**Gráfico 104**Encuadre de puertas carroceria #2



**Gráfico 105 Encadre de carroceria #2**



**Gráfico 106 Encadre de carroceria #3**





**Gráfico 107**Carrocería Volvo 244 GL (Limusina)



**Gráfico 108**Extensión de carrocería Volvo 244GL



**Gráfico 109**Encuadre de piezas en carrocería



**Gráfico 110**Proceso de soldado piezas Volvo 244GL



**Gráfico 111**Encuadre carrocería Volvo 244GL



**Gráfico 112**Soldado carrocería Volvo 244GL





**Gráfico 113**Proceso de encuadre carrocería



**Gráfico 114**Visagras de puertas



**Gráfico 115**Proceso de encuadre de puertas



**Gráfico 116**Lijado de carrocería



**Gráfico 117**Lijado de carrocería #2



**Gráfico 118**Encuadre final de puertas #1





**Gráfico 119**Encuadre final de puertas #2



**Gráfico 120**Encuadre final de puertas y extensión de carrocería #1



**Gráfico 121**Encuadre final de puertas y extensión de carrocería #2



**Gráfico 122**Extensión de piso





**Gráfico 123 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #1**



**Gráfico 124 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #2**



**Gráfico 125 Soldado de piezas (Extensión de carrocería) #3**



**Gráfico 126 Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #1**



**Gráfico 127**Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #2



**Gráfico 128**Proceso de pulido de piezas en extensión de carrocería #3





**Gráfico 129Masillado de techo #1**



**Gráfico 130Masillado y encuadre de carrocería #1**



**Gráfico 131 Masillado de carrocería Volvo 244 GL #1**

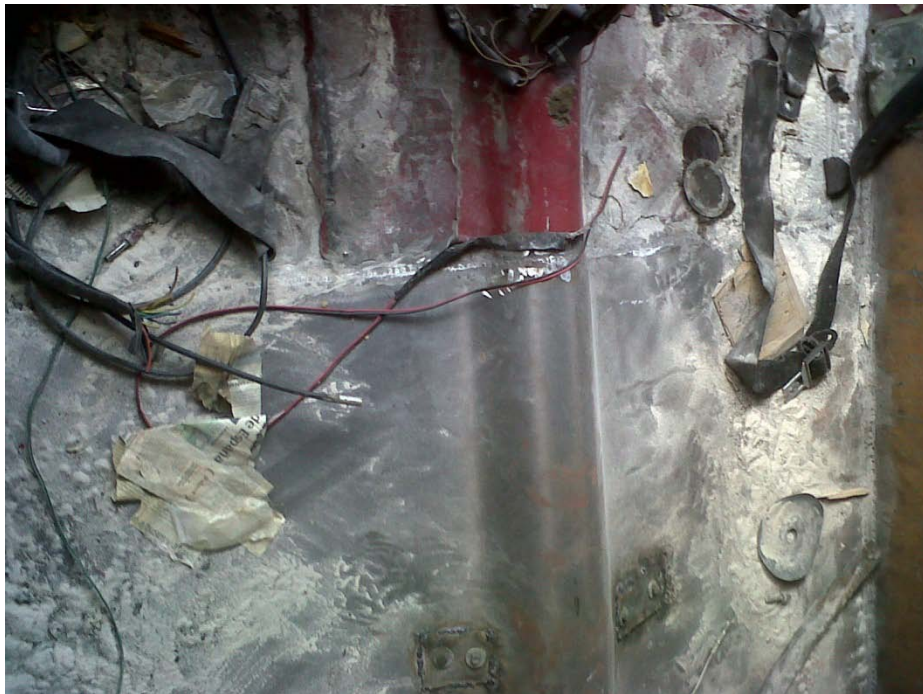


**Gráfico 132 Masillado de carrocería Volvo 244 GL #2**





**Gráfico 133**Proceso de soldado de piso en extensión #1



**Gráfico 134**Proceso de soldado de piso en extensión #2



**Gráfico 135**Proceso de soldado y pulido de piso en extensión

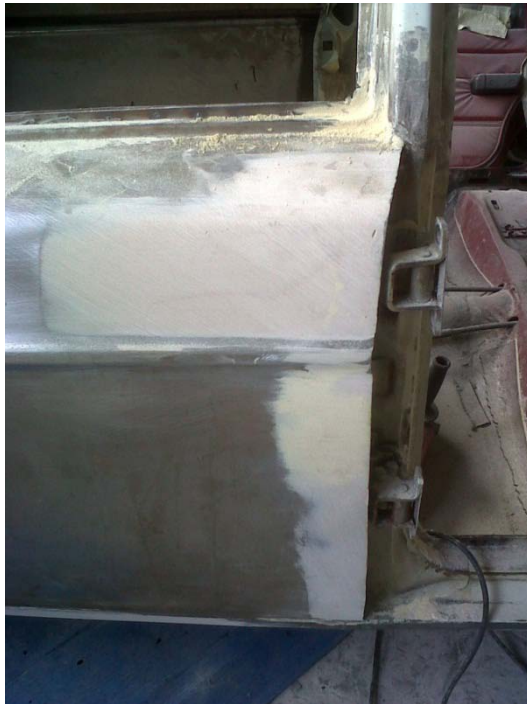


**Gráfico 136**Masillado de parantes #1





**Gráfico 137 Masillado y encuadre de carrocería #2**



**Gráfico 138 Masillado y encuadre de carrocería #3**





**Gráfico 139**Lijado y pulido de carrocería #1



**Gráfico 140**Limusina en elevador

<b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR</b>	
<b>FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRAFICO DE TESIS</b>	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ ESCUELA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ</b>	
<b>TÍTULO:</b> Diseño e implementación de una carrocería tipo limosina a una tipo sedán Volvo 244 GL. 1987	
<b>AUTOR(ES):</b> OscarSebastián Vizuite Cevallos Marco Antonio Ontaneda Puente	
<b>DIRECTOR:</b> Ing. Andrés Castillo	
<b>ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS:</b> N-A	
<b>FINANCIAMIENTO:</b> NO: <b>PREGADO:</b>	
<b>FECHA DE ENTREGA DE TESIS:</b> 2011-06-15	
<b>GRADO ACADÉMICO OBTENIDO:</b> Ingeniero Mecánico Automotriz	
<b>No. Págs.:</b> 161	<b>No. Ref. Bibliográfica:</b> 9
<b>No. Anexos:</b> 1	<b>No. Planos:</b> 2

## **RESUMEN**

El propósito de realizar esta tesis de grado fue la de lograr crear una carrocería tipo limusina a partir de una carrocería tipo sedán, su objetivo principal fue obtener un vehículo de lujo de altas prestaciones. Como primer punto fueron comprados dos vehículos de características bastante similares, el uno un Volvo 244GL (Sedan) y el otro un Volvo 245DL (Wagon). El uno serviría para la reutilización de ciertas piezas las mismas que serían adaptadas en la limusina.

Se requirieron realizar cálculos matemáticos para determinar si los elementos a utilizarse soportarían el peso, las cargas y los esfuerzos a los que iban a ser sometidos. Éstos fueron tomados y realizados con las medidas originales para poder alargar la carrocería. Posteriormente analizamos matemáticamente la carrocería hecha limusina para cerciorarnos de que ésta soportará la modificación.

Como primer paso se necesitó realizar cortes en los dos vehículos antes mencionados, tanto en el sedan cuanto en el wagon, luego uniendo largueros tomados de la carrocería wagon para ubicarlos en la carrocería sedan, y dicho proceso fue repetido con el techo y los parantes.

El siguiente paso fue hacer tableros metálicos para cubrir la parte de la carrocería que fue alargada, cuadrando dichos tableros y ubicando nuevamente las bisagras de las puertas, y de la misma forma fue realizada la plancha metálica del piso y soldada a la carrocería con diferentes tipos de suelda, entre las que más utilizamos fueron las siguientes:

- MIG

- MAG
- TIG
- Suelda de Arco

Posteriormente se realizaron los procesos de masillado, centrado, lijado y pulido de toda la carrocería para lograr un acabado de alta calidad en cuanto a la estética exterior del automóvil.

Una vez finalizados dichos procesos y luego de haber realizado una inspección de toda la carrocería se comenzó el proceso de pintura, el cual se inició retirando la pintura y agentes contaminantes de la carrocería hasta dejarla en lata.

Se aplicó una capa de masilla en las partes con imperfecciones, continuando con un lijado total de carrocería.

A continuación se aplicaron 4 manos de pintura, luego una mano de barniz y para finalizar se realizó un proceso de lijado para posteriormente pulir la carrocería.

El interior de la carrocería fue adecuado con cómodos asientos forrados en cuero para brindar mayor confort y un buen acabado estético, a su vez, se implementara un mini bar para brindar confort y placer a sus ocupantes.

Los vidrios a su vez serán tinturados en color negro con una transparencia mínima para brindar privacidad a los ocupantes.

Toda la carrocería fue reforzada para poder soportar todo tipo de carga, haciendo un trabajo en la suspensión, frenos y bases de motor. El resultado final fue la limusina de color blanco presentada a ustedes.

## **PALABRAS CLAVE**

- Limusina
- Carrocería
- Soldadura
- Chasis
- Fuerza
- Tensión
- Esfuerzo
- Diseño
- Estructura

## **MATERIA PRINCIPAL**

- Cálculo Estructural

## **MATERIA SECUNDARIA**

- Soldadura

## **SUMMARY**

**Title:** Design and implementation of a limousine-body to a Volvo 244 GL sedan.  
1987

### **Separate chassis body**

Currently used only for heavy vehicles like trucks, dump trucks, tractors trucks, in some cases for vehicles that have a fiber body, etc.

### **Self-supporting body attached by welding.-**

In this body the numbers of elements that are feasible to dismantle are minimized.

### **Welding.**

One of the most common welding is manual welding with coated electrode (SMAW, Shielded Metal Arc Welding), also known as manual metal arc welding (MMA) or welding electrode. This process is practically limited to welding ferrous materials, although certain specialized electrodes have made possible the welding of cast iron, nickel, aluminum, copper and other metals.

### **Welding Gas Metal Arc**

"The welding of gas metal arc (GMAW), also known as welding metal inert gas or MIG welding," this is a semi-automatic or automatic process used as an electrode wire feeder, and a gas mixture of inert or semi-inert to protect the weld from contamination. Due to their higher average speed welding, this process is suitable for production welding. It can weld both ferrous, nonferrous terms.

## **Welding Gas Tungsten Arc**

(GTAW) welding or also known as tungsten inert gas (TIG) welding process is done manually which uses a non-consumable tungsten electrode, a gas mixture of inert or semi-inert material and filling separately. Gas Welding

Gas welding is the most known of this process, also known as welding. Welding process is very old and very versatile, but in industrial applications has become less popular in these times. Other method of welding such as air acetylene welding, welding of hydrogen and oxygen, and pressure gas welding are virtually identical, the only difference is the type of gas used.

## **HARDNESS TESTING EQUIPMENT**

The resistance of a material to penetration by another one, is called hardness.

### **Painting**

The process of painting in the limo begins applying paint remover in the body, a process that is done with a brush, then it has to be removed with a spatula, including the vehicle parts that contain filler. After this process we apply a product to remove rust and protect the body from rust and corrosion.

After a drying process, apply a sanding again (3M sandpaper 1000 and 1200), and machine polished with 3M polishing and polishing.

### **Adaptive Security.**

The main adjustments made in the limo were:

**Drive shaft:**

Being a rear wheel drive vehicle, drive shaft had to be lengthened, it was necessary to attach two ties in the central part of the body, thus ensuring uniform circular motion.

**Electrical System:**

Just as the brake system, electrical system was replaced with new cables, longer for the back and rear parking lights, turn signals, brake lights, plate holder lights turn were facilities for new audio and video and lighting room.

**Seat Belts:**

The limousine has safety belts for each occupant three points, except the two rear central plaza.

**SUSPENSION ANALYSIS****Front:**

The suspension employed in the front is independent MacPherson suspension; this nowadays is generally used in all cars to medium size. And in practice, this type of suspension provides excellent security and comfort.

**Rear Axle:**

Stiff suspension, where wheels are joined by a rigid shaft by a single set

We also used the following formulas to calculate everything to extend the vehicle.



## **KEY WORDS**

Chassis

Suspension

Paint

Body

Limousine

Security

Welding

Analisis