



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

DESARROLLO DEL PROCESO DE FABRICACION DEL
SOPORTE O TACÓN AUTOMOTRIZ

P R E S E N T A:

MARIO EDUARDO JIMENEZ VILLEDA

DIRECTOR: M. EN I. CÉSAR ALFONSO ARROYO BARRANCO

DEDICATORIAS.

A Dios.

*Per permitirme estar compartiendo esta alegría
con las personas que más amo y por concederme
la capacidad de lograr grandes retos.*

*Per existir en mí y en cada una de las tareas y
actividades que he realizado hasta ahora.*

*Gracias Señor por permitirme terminar una
etapa más de mi vida.*

Gracias Señor.

A mis Padres.

Sr. Mario Jiménez Angeles.

y

Sra. Martha Villeda Peña.

*Per que me han brindado su apoyo, su comprensión
incondicional y han estado conmigo en cada uno de
los momentos más difíciles de mi vida, por todo lo
que han hecho de mí, **gracias.***

A mis hermanas.

Jocelyn Jiménez Villeda

y

Jehira Gracema Jiménez Villeda

*Per su apoyo y comprensión, **gracias.***

+ María Elena Peña Dorantes.

*Con todo mi cariño y amor, para mi abuelita en
donde quiera que se encuentre, gracias por tu cariño,
amor y apoyo.*

A mis Profesores y Asesores.

*Per brindarme su apoyo y sus conocimientos para poder
desarrollarme ante el reto más importante, la **vida** y el
desarrollo profesional.*

A mis amigos(as), Familiares y de más Personas.

En especial, Luz Mónica Delgadillo Téllez.

*Que me han brindado su apoyo, su tiempo incondicional
en los momentos buenos y los más difíciles solo me resta
decir **gracias.***

RECONOCIMIENTOS.

Para el M. en I. César Alfonso Arroyo Barranco, por su valiosa asesoría para la realización del presente trabajo.

Para los integrantes del H. Jurado:

PRESIDENTE:

SECRETARIO:

PRIMER VOCAL:

SEGUNDO VOCAL:

TERCER VOCAL:

PRIMER SUPLENTE:

SEGUNDO SUPLENTE:

Mi agradecimiento por su apoyo e intervención en mí examen profesional.

Para mí amada Universidad, catedráticos y compañeros de generación por su apoyo, muchas gracias.

Para el Sr. Arturo Segura, Sr. Ezequiel Promotor, Sr. Diego Rodríguez y Sr. Ramón, mí eterno agradecimiento por brindarme su apoyo, compartiendo sus conocimientos en la elaboración de este trabajo.

Para Prof. Sadic Ortiz y Profa. Margarita Oviedo, por sus innumerables consejos y ayuda desinteresada. Muchas gracias.

Para el Almirante e Ing. Rubén de la Riva Peralta, mí respeto y agradecimiento por su valiosa cooperación en este trabajo.

DESARROLLO DEL PROCESO DE FABRICACION DE SOPORTE O TACÓN AUTOMOTRIZ.

Í N D I C E

	PAG.	
DEDICATORIAS.	ii	
RECONOCIMIENTOS.	iii	
ÍNDICE.	iv	
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.	viii	
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.		
1.1	INTRUDUCCIÓN.	1
1.2	JUSTIFICACIÓN.	3
1.3	HIPÓTESIS.	4
1.4	OBJETIVO GENERAL.	4
1.4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
CAPÍTULO 2 ASPECTOS GENERALES DE LOS SOPORTES AUTOMOTRICES.		
2.1	¿QUÉ ES UN TACÓN AUTOMOTRIZ?	6
2.2	¿CUÁL ES SU FUNCIÓN DEL TACÓN EN EL VEHÍCULO?	6
2.3.	LAS PIEZAS QUE COMPONEN AL TACÓN.	6
2.4	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MECÁNICAS QUE DEBE CONTENER UN TACÓN AUTOMOTRIZ.	7
2.4.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.	7
2.4.2	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.	8
2.5	CLASIFICACIÓN DE LOS TACONES.	9
2.6	PROBLEMÁTICA COMERCIAL.	9
CAPÍTULO 3 SELECCIÓN DE MATERIALES.		
3.1	PIEZAS METÁLICAS.	13
3.1.1	PIEZA SUPERIOR.	14
3.1.2	PIEZA INFERIOR.	15
3.1.3	TORNILLO O ESPÁRRAGO.	16
3.1.4	SEGUROS O POSICIONADOR (POKAYOKE).	18
3.2	SOLDADURA.	19
3.2.1	TIPO DE ELÉCTRODO.	19
3.2.2	TIPO DE RECUBRIMIENTO.	19
3.2.3	RESISTENCIA A LA TENSIÓN.	20
3.3	PIEZA DE ELASTÓMERO.	21
3.3.1	HULE NATURAL (NR O IR).	22

3.3.1.1	PROPIEDADES.	22
3.3.2	NEOPRENO (CR).	25
3.3.2.1	PROPIEDADES.	25

CAPÍTULO 4 DESCRIPCIÓN DEL MOLINO BAMBURY.

4.1	MOLINO BAMBURY.	29
4.1.1	DISEÑO DE MOLINO BAMBURY.	30
4.1.2	RODILLOS.	31
4.1.3	MACANISMOS DE AJUSTE DEL RODILLO.	33
4.1.4	TRASMISIÓN.	35
4.1.4.1	CÁLCULOS DE TORNILLO SINFIN.	38
4.1.4.2	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE DIENTES DE LA CORONA.	39
4.1.4.3	CÁLCULOS DE CORONA.	39
4.1.4.4	CÁLCULO DEL INVERSOR DE ROTACIÓN.	41
4.1.5	CHAROLA.	44

CAPÍTULO 5 PRENSA VULCANIZADORA Y DE TROQUELADO.

5.1	PARTES QUE COMPONEN A LA PRENSA.	46
5.2	GATO DE LA PRENSA.	48
5.3	PLACAS DE COCIMIENTO.	50
5.4	SENSOR DE TEMPERATURA.	54
5.5	CONTROL DE TEMPERATURA.	55
5.6	CONTACTOR.	56
5.7	FORMA DE CONECTAR LOS ELEMENTOS DE COCIMIENTO.	58

CAPÍTULO 6 DESCRIPCIÓN DEL TROQUEL.

6.1	FORMADO DE METAL.	59
6.2	TIPOS DE TROQUEL.	59
6.2.1	DADO RÍGIDO.	59
6.2.2	DADO FLEXIBLE.	60
6.3	MATERIAL DE FABRICACIÓN DEL TROQUEL.	60
6.4	LAS PARTES QUE COMPONEN EL TROQUEL.	61
6.5	DISEÑO DEL TROQUEL.	62
6.6	QUE OTROS PROCESOS SE PUEDEN UTILIZAR PARA FABRICAR LA PIEZA INFERIOR DEL TACÓN.	65

CAPÍTULO 7 DESCRIPCIÓN DEL MOLDE.

7.1	DATOS DE ANÁLISIS.	66
7.2	MOLDES DE COMPRESIÓN.	67
7.3	TIPOS DE MOLDES DE COMPRESIÓN.	69
7.4	CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE MOLDE.	69
7.5	DISEÑO.	71
7.6	INSTALACIÓN.	72
7.7	CUIDADOS Y LIMPIEZA DEL MOLDE.	72

CAPÍTULO 8 FÓRMULA.

8.1	CARACTERÍSTICAS DE LA FÓRMULA.	75
8.2	NOMBRE DE LA FÓRMULA.	75
8.3	PRINCIPALES INGREDIENTES.	75
8.4	GRADOS DE DUREZA.	77

CAPÍTULO 9 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

9.1	PROCESO.	78
9.2	PARTES QUE COMPONEN EL PROCESO.	78
9.3	PROCESO DE EMBUTIDO.	79
9.4	PREPARACIÓN DEL ELASTÓMERO.	83
9.5	ADHESIVO.	88
9.6	APLICACIÓN DEL ADHESIVO	90
9.7	COLOCACIÓN DEL ELASTÓMERO EN LA PIEZA METÁLICA INFERIOR DEL TACÓN.	90
9.8	MOLDEO.	93
9.9	PROCESO DE VULCANIZADO O CURADO.	97
9.10	RESIDUO O FLASH.	100
9.11	ACABADOS.	100
9.12	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.	100

CAPÍTULO 10 SEGURIDAD EN EL PROCESO.

10.1	¿QUÉ ES LA SEGURIDAD?	104
10.2	AGENTES CONTAMINANTES.	105
10.3	PROCESO DE EMBUTIDO.	105
10.4	PREPARACIÓN DEL ELASTÓMERO.	106
10.5.	ADHESIVO.	107
10.6	MOLDEO.	108
10.7	PROCESO DE VULCANIZADO O CURADO.	109

10.8	EQUIPO DE SEGURIDAD.	109
10.9	FICHA TÉCNICA DE SEGURIDAD.	110
	CONCLUSIONES.	113
	GLOSARIO.	116
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	
	DOCUMENTOS IMPRESOS.	120
	DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS.	122
	ANEXOS.	123
	DATOS DE AGENCIAS DE TOYOTA COROLLA.	A-1-
	DATOS DE AGENCIAS DE HONDA CIVIC.	A-2-
	DATOS DE AGENCIAS DE PEUGEOT 307.	A-3-
	DATOS DE AGENCIAS DE CHRYSLER STRATUS.	A-4-
	TACÓN DE STRATUS DE CAJA.	A-5-
	TACÓN DE STRATUS FRONTAL Y LATERAL DERECHO.	A-6-

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

	PAG.	
2.1	CLASIFICACIÓN DE LOS TACONES.	10
2.2	DATOS DE AGENCIAS DE PACHUCA DE SOTO, HGO.	11
2.3	DATOS DE AGENCIAS DE TULA DE ALLENDE, HGO.	12
3.4	TIPO DE RECUBRIMIENTOS PARA ELÉCTRODOS.	20
3.5	LÍMITES DE ESFUERZOS PERMISIBLES PARA LA SOLDADURA.	20
3.6	COMPARACIÓN DEL HULE NATURAL (CAUCHO NR) Y HULE SINTÉTICO (IR).	23
3.7	AGENTES VULCANIZANTES DEL HULE NATURAL.	24
3.8	ESFUERZOS SOMETIDOS LAS PARTES QUE COMPONEN EL TACÓN	28
4.9	HOJA DE ANÁLISIS DE TRASMISIÓN.	36
4.10	FACTOR DE SERVICIO N° DE HORAS / DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO.	37
4.11	JUEGO DE FRESAS PARA DETERMINAR EL CORTADOR.	41
6.12	RADIOS DE EMBUTICION PRÁCTICO PARA CIERTOS GRUESOS DE MATERIAL.	63
7.13	HOJA DE ANÁLISIS PARA EL MOLDE.	67
7.14	PRESIONES DE MOLDEO RECOMENDADAS PARA LA COMPRESIÓN DE TERMOFIJOS Y TERMOPLÁSTICOS.	73
9.15	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EMBUTIDO.	82
9.16	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PREPARACIÓN DEL ELASTÓMERO.	84
9.17	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PREPARACIÓN DEL ADHESIVO.	89
9.18	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA APLICACIÓN DEL ADHESIVO.	91
9.19	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA COLOCACIÓN DEL ELASTÓMERO O CARGA.	94
9.20	DIAGRAMA DE FLUJO DE MOLDEO.	96
9.21	DATOS DE LAS MUESTRAS DE COCIMIENTO.	97
9.22	DIAGRAMA DE FLUJO DE VULCANIZADO O CURADO.	99
9.23	DIAGRAMA DE FLUJO DE CÓMO QUITAR EL FLASH.	101
9.24	DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS ACABADOS SUPERFICIALES.	102
10.25	CONCENTRACIÓN DE AGENTES CONTAMINENTES.	105

FIGURAS

	PAG.
2.1 TACÓN O SOPORTE.	7
3.2 ESFUERZOS DE ACERO DULCE.	13
3.3 PIEZA SUPERIOR DEL TACÓN.	15
3.4 PIEZA INFERIOR DEL TACÓN.	16
3.5 TORNILLO DEL TACÓN.	18
3.6 SEGUROS O POKAYOKE	18
3.7 CURVA DE ESFUERZO DE DEFORMACIÓN DEL HULE.	21
3.8 HULE NATURAL (IR).	23
3.9 NEOPRENO (CR).	26
3.10 CONCENTRACIÓN DEL ÓXIDO DE ZINC Y ÓXIDO DE MAGNESIO EN LA VELOCIDAD DE VULCANIZACIÓN DEL NEOPRENO.	26
4.11 ROTACIÓN DE LOS RODILLOS.	29
4.12 MOLINO O MEZCLADOR BAMBURY.	30
4.13 FORMA DE ARMADO DE LOS RODILLOS.	31
4.14 ARMADO DE LOS RODILLOS.	32
4.15 ACABADOS SUPERFICIALES Y LATERALES DE LOS RODILLOS.	33
4.16 MECANISMO DE AJUSTE DEL RODILLO.	34
4.17 MECANISMO DE AJUSTE DEL RODILLO.	34
4.18 TORNILLO SINFÍN.	38
4.19 TORNILLO SINFÍN.	39
4.20 ENGRANES CORONA.	41
4.21 ENGRANES CORONA.	42
4.22 ENGRANES INVERSORES DE ROTACIÓN.	44
4.23 ENGRANES INVERSORES DE ROTACIÓN.	44
4.24 CHAROLA PORTA QUÍMICOS.	45
5.25 PRENSA.	48
5.26 GATO ENERPAC.	49
5.27 BOMBA ENERPAC.	49
5.28 RESISTENCIAS PARA PRODUCIR CALOR.	50
5.29 RESISTENCIAS AHOGADAS EN LA PLACA DE ALUMINIO.	54
5.30 PLACA DE COCIMIENTO EN BRUTO.	51
5.31 PLACAS DE COCIMIENTO.	53
5.32 PLACAS DE COCIMIENTO TERMINADAS.	54
5.33 SENSOR DE TEMPERATURA.	55
5.34 DIAGRAMA LOGICO DEL CONTROL DE TEMPERATURA.	56
5.35 CONTROL DE TEMPERATURA.	57
5.36 CONTACTOR.	57
5.37 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE COCIMIENTO.	58
6.38 PUNZÓN PARA TROQUELAR.	61

6.39	DADO MATRIZ.	62
6.40	DADO MATRIZ Y PUNZÓN.	64
7.41	MOLDE.	71
7.42	MOLDE.	72
8.43	BANDA DE HULE CRUDO.	76
9.44	MOLIENDA DEL HULE CRUDO (IR).	85
9.45	MEZCLA DE HULE Y QUÍMICOS.	86
9.46	FALLA EN EL MEZCLADO.	87
9.47	BANDA DE HULE CRUDO PERFECTAMENTE MEZCLADO.	87
9.48	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.	103

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Para lograr la descripción de la fabricación del tacón o soportes automotrices, se divide en diez capítulos.

INTRODUCCIÓN

Se pretende dar ha entender la problemática que existe en un nicho de mercado que ha sido descuidado de los fabricantes de soporte o tacones automotrices, se da ha conocer la razón del porque se realiza este proceso de producción, así como se menciona de donde se esta iniciando para llegar al objetivo general del trabajo, mencionando los objetivos especificos que se alcanzan para lograr el producto deseado.

ASPECTOS GENERALES DE LOS SOPORTES AUTOMOTRICES

Tiene por objeto dar ha entender que es un tacón automotriz, cual es su función en el vehículo, sus partes que lo componen, así como sus características químicas y mecánicas que debe contener el tacón, como también su ambiente de trabajo del mismo, se menciona su clasificación de acuerdo a las piezas que se fabricarán y marca del vehículo.

SELECCIÓN DE MATERIALES

Se pretende dar ha conocer los diferentes materiales que son utilizados para la fabricación del tacón Ford Scort, el tacón esta dividido en dos secciones dos partes metálicas y una de hule o elastómero, se determina el tipo de metal ha utilizar en la parte superior como también en la parte inferior de tacón, realizando la comparación de los esfuerzos que serán sometidos los materiales y se menciona los dos polímeros basa que producirán la fórmula de hule, dando ha conocer las propiedades que pueden aportar estos polímeros ala fórmula.

DESCRIPCIÓN DEL MOLINO BAMBURY

Una vez que se ha determinado los materiales que intervendrán en la elaboración del hule o elastómero, se realiza la fabricación del molino Bambury, rodillos (dimensiones y acabados superficiales), mecanismo de ajuste de uno de los rodillos, transmisión (sincronización, cálculos de engranes corona y parásitos, maquinados) y la construcción de la charola.

PRENSA VULCANIZADORA Y DE TROQUELADO

Una vez que se ha determinado los materiales que intervienen en la fabricación de la parte inferior del tacón, se determina las capacidades de la prensa, de gato,

bomba que se requiere, así como sus partes que la componen y los aditamentos que se requieren para el curado o vulcanizado, dando la explicación que esta operación se realizará con placas de cocimiento, resistencias y explicando el funcionamiento de cada elemento que constituye y que controla el sistema de cocimiento.

DESCRIPCIÓN DEL TROQUEL

Ya teniendo conocimiento de la máquina que realizará el proceso de troquelado o embutido, se analiza el tipo de troquel y se menciona cual de ellos es el que se utiliza en el proceso. Se menciona el material con el cual está fabricado el troquel y las características que presenta con respecto a los materiales indeformables que son W (Grado herramienta), en este capítulo se menciona las partes que componen al troquel, así como su diseño y maquinado físico.

DESCRIPCIÓN DEL MOLDE

En esta sección se refiere totalmente al molde, se da a conocer los datos que se deben considerar para la fabricación del molde, su clasificación de los moldes de compresión, la presión del molde cuando se realiza el moldeo y la presión del molde cuando se queda sellado, el diseño que se realizó y fabricó como también su instalación, cuidados y limpieza del mismo.

FÓRMULA

La formulación para este trabajo es básica, ya que de esta depende el éxito o fracaso del producto, mencionando las características de la fórmula el origen del nombre, los principales ingredientes que la componen y el grado de dureza que desarrolla la fórmula.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la descripción del proceso se menciona como está dividido, como se realiza el proceso de embutido y sus características técnicas que se deben tener cuidado, la preparación de la fórmula y como es la secuencia de la mezcla de los químicos con las observaciones que debe realizar el operador en cada momento de la mezcla. Otro de los procesos importantes mencionados es la preparación del adhesivo para adherir el hule con el metal, en este se menciona que la formulación es, como se prepara el mismo y como es aplicado en las partes metálicas del tacón.

También se da a entender cuáles son los cuidados que debe de realizar el operador al colocar el elastómero en la pieza metálica, así como la cantidad de carga requerida por unidad de volumen del molde. En consecuencia la realización del proceso de moldeo, curado o vulcanizado y los acabados superficiales.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

La seguridad en este trabajo es importante porque se recomienda la forma de trabajar en cada proceso y actividad, dando a conocer los riesgos que existen en cada uno de los procesos a realizar, también mencionando los equipos de seguridad recomendados para cada actividad.

En la realización de este trabajo no se pretende presentar un tratado completo de cada tema o del equipo a mencionar, si no, solo dar una idea de los cálculos y procedimientos para realizar las consideraciones, para el diseño de la maquinaria y el desarrollo del proceso.

Habrán algunos temas en que los cálculos se realizan con fórmulas en forma directa, es decir, omitiendo su deducción o demostración; en algunas otras veces será por ahorrarse espacio, otras por ser tomadas de manuales prácticos, generando un documento quizás objetivo en algunos temas.

En el tema de prensas no se desarrolla un diseño exacto por que el productor puede utilizar una: prensa de vulcanización, prensa tipo H, prensa tipo C, o una brochadora.

Lo importante de este tema es el analizar las capacidades que se requieren en el molde y el troquel para poder determinar el tipo de equipo o capacidad del gato y bomba.

En algunos temas se desarrollan algunos datos prácticos, que son obtenidos en forma experimental por los autores, sobretodo en los temas de diseño de los dados troqueladores.

En el tema de la fórmula solo se va a hacer referencia al proceso y fabricación del soporte o tacón, con lo que a su vez se hace mención de la preparación de la fórmula y de los componentes básicos de esta.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo comercial de vehículos en nuestro país ha aumentado en marcas: Asiáticas, Europeas y Americanas, y existe escasez de autopartes de los vehículos de esos orígenes, como también de los vehículos comercializados en el país de modelos recientes y con cinco años de atraso, con un alto costo comercial de sus autopartes.

Situación que se puede constatar en los catálogos de Soportes Dai (catálogo 2003) y Soportes Rommsa S.A. de C.V. (Catálogo 2004), el primero cuenta con tacones de modelos de vehículos hasta el 2000 y el segundo cuenta con tacones

con modelos hasta el 2001. Los vehículos de los modelos 2002 al 2007, sus tacones tienen que ser adquiridos en sus respectivas agencias con un alto costo y usted puede encargarlo dejando como mínimo el 50% del costo del tacón para que le surtan en un lapso de 5, 15 o 20 días, esta información esta respaldada con el Tema 1.6.

La segunda razón, es por desarrollar un proceso de fabricación para tacones automotrices, para aquellos que sean escasos o muy caros para el consumidor y facilitar a los consumidores locales la adquisición del tacón automotriz y evitar la búsqueda en otras entidades, esto normalmente se tienen que buscar en la ciudad de México y trasladarse a la ciudad es perder todo un día.

La tercera razón, es por iniciar los primeros indicios de una micro empresa, con la capacidad de pocas unidades de producción de soportes o tacones de motor y de transmisión con maquinaria básica y un proceso básico y adaptable a diferentes tipos de tecnología.

1.3 HIPÓTESIS

A través de la investigación para producir el hule que se requiere en el proceso, así como las máquinas de preparación de el hule y de cocimiento y el desarrollo de un proceso básico y adaptable a futuro para nuevas tecnologías con forme vaya aumentando el nivel de producción y activo fijo en la pequeña empresa se lograra el desarrollo del proceso de fabricación de los soportes o tacones automotrices.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Fabricar un soporte y generar el proceso de fabricación para dicho producto automotriz de un vehículo y obtener una pieza similar a la original, con el proceso y maquinaria que se describe en este trabajo.

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los materiales que intervendrán en el producto, así como sus capacidades mecánicas, y también los materiales elastómeros que producirán las propiedades básicas del hule que será preparado.

2. Fabricar las diferentes herramientas, dados troqueladores, para la fabricación de la parte inferior del tacón automotriz, como también la máquina que desarrollara la preparación de la fórmula del hule y los aditamentos necesarios para el cocimiento del mismo.
3. Lograr la preparación de la fórmula para el hule o elastómero requerido para el tacón, así como la preparación del adhesivo metal-hule.
4. Desarrollar todas las actividades de troquelado o conformado del metal, preparación del hule y adhesivo, proceso de moldeado, cocimiento del hule y el acabado superficial de las partes metálicas (pintura).

CAPÍTULO 2 ASPECTOS GENERALES DE LOS SOPORTES AUTOMOTRICES

2.1 ¿QUÉ ES UN TACÓN AUTOMOTRIZ?

Pieza mecánica de metal y hule que fija el motor o caja de velocidades a la carrocería, este no permite que las vibraciones las perciba el conductor.

2.2 ¿CUÁL ES SU FUNCIÓN DEL TACÓN EN EL VEHÍCULO?

El propósito de los tacones (soportes automotrices) en un automóvil es absorber los choques y vibraciones del motor, de transmisión y esfuerzos de carrocería, producidos por desalineamientos, el cual estos fueron diseñados para hacer más suave y agradable la estancia al conductor en el vehículo.

Estas piezas están diseñadas en diferentes formas, tamaños, para cada función requerida en el área automotriz o industrial.

Todos estos productos tienen sus características específicas de acuerdo a las condiciones de trabajo que serán expuestos, no todos los tacones requieren de las mismas propiedades y esto determinara el tipo de hule que se prepare para su fabricación.

En el trabajo se utiliza un prototipo base en el cual se tiene que fabricar las partes metálicas, los seguros o posicionadores (pokayoke), la preparación del hule, su cocimiento del mismo y proporcionar un producto terminado.

2.3 LAS PIEZAS QUE COMPONEN AL TACÓN

Los tacones automotrices son piezas mecánicas que se conforman de tres partes (Figura 2.1):

Dos partes metálicas de fijación (Inferior y Superior).

Una de hule sintético (elastómero).

La parte inferior permite fijar la pieza a una parte del chasis del automóvil, la superior permite fijar el soporte al motor o caja de velocidades, estas son fijadas con sus tornillos, algunos de los diseños de estas piezas tienen integrado el birlo, y son sujetadas con sus tuercas correspondientes.

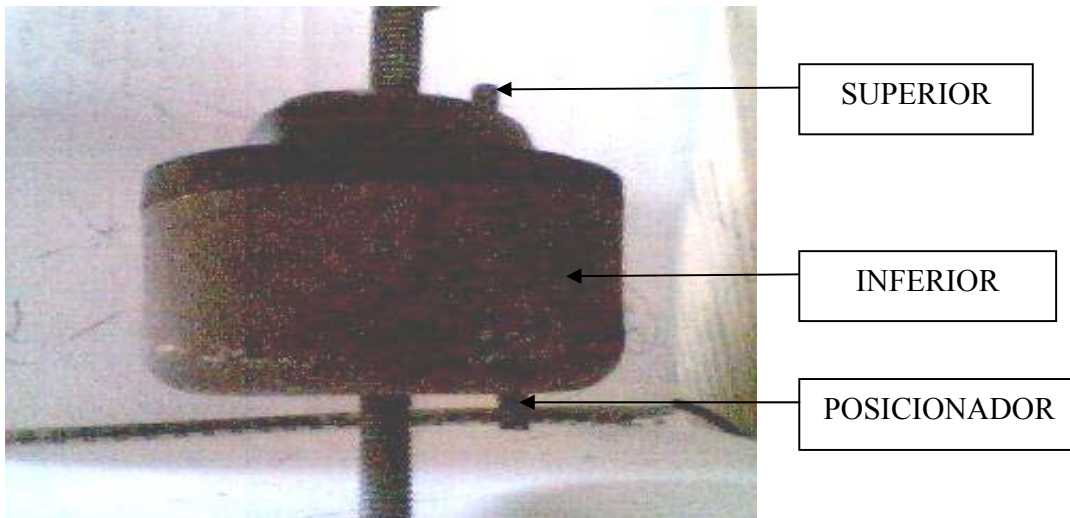


Figura 2.1 Tacón o Soporte.

La sección de hule o elastómero se encuentra entre las dos partes metálicas y para que el material elastómero absorba las vibraciones, los esfuerzos ejercidos por el motor o caja.

Las dos partes metálicas tienen que ser adheridas al elastómero, cuando se encuentre vulcanizado o cocido el elastómero. Esto determinará que la pieza se fabricará totalmente de acuerdo al diseño establecido que es un soporte de vehículo Ford Scort.

2.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MECÁNICAS QUE DEBE CONTENER UN TACÓN AUTOMOTRIZ

Las propiedades del elastómero estarán determinadas de acuerdo a su aplicación y ambiente de trabajo, es un detalle muy importante para la determinación del elastómero a utilizar. Ya que puede estar expuesto a medios extremos de operación como temperatura, ataques químicos, esfuerzos de tensión, esfuerzos de compresión o torsión.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas son principalmente para el elastómero (hule) el cual estará expuesto a cierto ambiente de trabajo.

Este hule se logra realizando la polimerización de dos elastómeros que son: el hule natural y el neopreno, que es desarrollado este procedimiento en el molino Bambury.



Este material (elastómero) tiene que ser resistente a una temperatura de 120° C, puesto que el sistema de enfriamiento del motor alcanza una temperatura máxima de 120°C, pero este es manejado a una temperatura mínima de trabajo de 50°C, esta temperatura es medida en el termostato que tiene el vehículo y esta temperatura es un agente indirecto para el elastómero, en todo momento la temperatura es controlada por el sistema de enfriamiento.

El material también estará expuesto al aire caliente indirectamente (resistencia al ozono), que alcanza una temperatura de 25°C en el interior del motor, mismo que es controlado con el rotoventilador, el material debe ser capaz de resistir la temperatura y no cambiar sus propiedades físicas.

Debe tener una larga vida de trabajo ya que el calor es uno de los agentes que producen el envejecimiento del elastómero y en todo momento estará a una temperatura de 50°C y en algunos casos especiales podrá llegar a 120°C.

Resistir ataques de solventes (resistencia a químicos) como: gasolina, diesel, líquido de frenos, tiner y algunos limpiadores de motor. Estos agentes no son expuestos continuamente en el elastómero, solo cuando existen fugas de aceite, o de gasolina, pero existen otros como los limpiadores de carrocería (o diesel) que se aplican en todo el motor para su limpieza y este elastómero tiene que ser resistente a ellos y no afectar sus propiedades.

2.4.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las características mecánicas son principalmente para el elastómero (hule), ya que es un material que estará expuesto ha deformaciones, esfuerzos de tensión, compresión y vibraciones que son generadas por el motor en marcha, también estará soportando un cierto peso del motor, ya que este se encuentra sostenido por cuatro soportes, uno es frontal, el de caja, el lateral derecho y el lateral izquierdo, estos estarán resistiendo una carga de 125 Kg. cada uno de los soportes o tacones, en los cuales estarán expuestos ha esas cargas en todo momento, el polímero debe ser duro (60 Shore), la mayoría de los tacones tiene esta dureza y es analizada con un durómetro portátil tipo A (Polímeros), que se utiliza cada vez que se realiza un producto nuevo.

Tensión y compresión máxima del elastómero (70 Kg./cm²) esta es la fuerza máxima que resistirá el hule en su ambiente de trabajo y sobre todo se produce esta magnitud de fuerza cuando se encuentran dañados algunos de los cuatro soportes o tacones, la elongación del 70% es generada principalmente por la carga de 70 Kg./cm², deformación permanente se logra al 15% a 200° C.

Todos estos datos son obtenidos de tablas de productos ya utilizados en la producción de productos automotrices, y son parámetros que permitirán la selección del elastómero que se trabajara en esta investigación.

2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS TACONES

Todas estas piezas pueden clasificarse de diferentes formas, algunos por la marca del vehículo, otras por la función que desempeña en el vehículo (Tabla 2.1).

Soportes de motor, transmisión y base de amortiguadores, en este trabajo se clasifico en dos grandes grupos que son de MOTOR y TRASMISIÓN, posteriormente de acuerdo a la marca del vehículo.

2.6 PROBLEMÁTICA COMERCIAL

Para determinar que tan escasos son los soportes o tacones de los vehículos modernos, se ha realizado una visita a las agencias de diferentes marcas de vehículos, en el cual se pregunta por un soporte de motor, lateral derecho de algún vehículo que maneje la marca o agencia que se visita, el modelo de los vehículos es 2006.

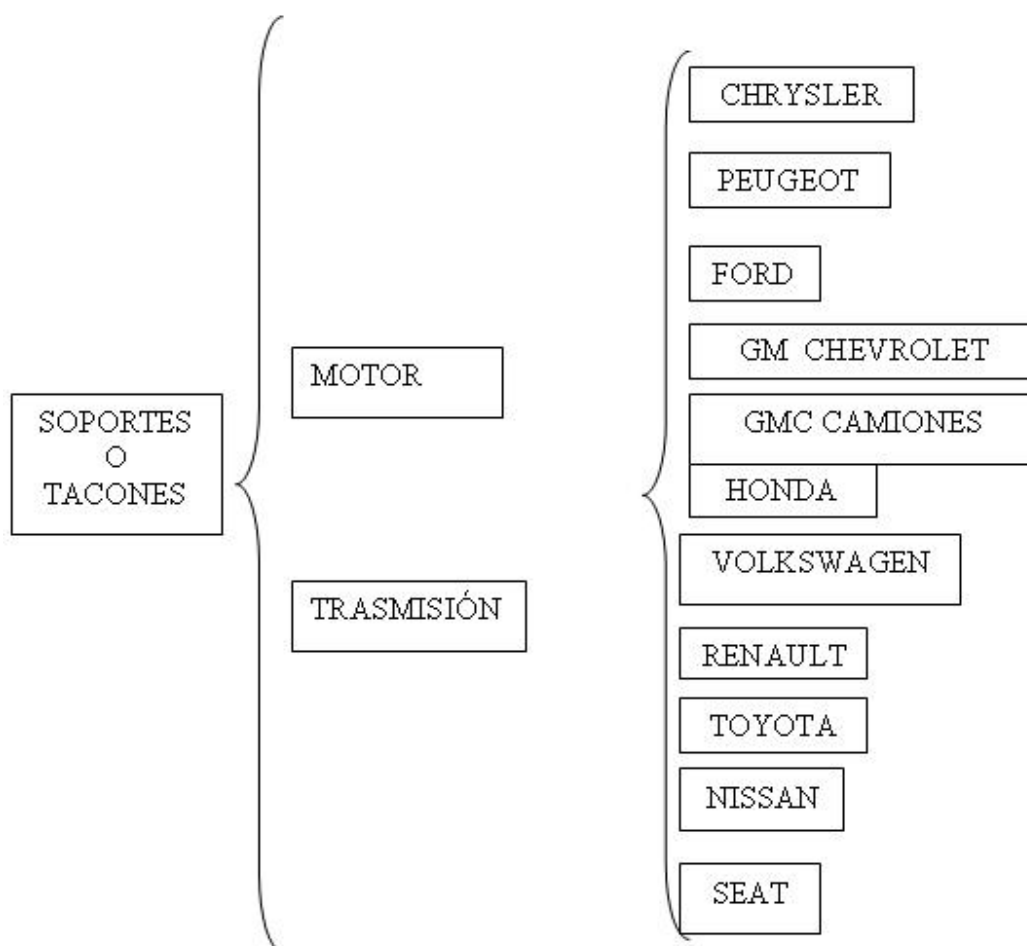
Las agencias que se visitaron son de Pachuca de Soto y Tula de Allende, estas fueron: SEAT, Renault, Chrysler, Volkswagen, Nissan, Toyota, Honda, Peugeot y Ford, estas agencias presentaron los siguientes datos:

Todas las agencias coinciden en que la pieza no la tienen en existencia, se la surten al cliente en un lapso de 3,5,15 o 20 días, el cliente tiene que dejar un anticipo del 50% para que se haga el pedido y un costo elevado del tacón (Tablas 2, 3).

Estos datos se respaldan anexando copia de las cotizaciones que se realizaron en las agencias que proporcionaron el costo impreso y el despiece de las partes como: Toyota, Honda, Peugeot, Chrysler Tula. Las otras cotizaciones fueron elaboradas en pequeños papeles que no son anexados al documento pero los datos se encuentran en las tablas 2.2 y 2.3 ya que se realizó la petición de que si podrían proporcionar un diagrama del despiece de las partes que fijan el motor y

cotizar, algunas empresas no accedieron ha proporcionar el despiece solo su precio al público (Anexos: A1, A2, A3, A4, A5, A6).

Tabla 2.1 Clasificación de los Tacones.



Fuente: "DAI, Catalogo 2003 Soportes para Motor, Transmisión, Bases de amortiguador, Partes Automotrices de Hule" o www.dai.mx

Tabla 2.2 Datos de agencias de Pachuca de Soto, Hgo.

AGENCIA	VEHICULO	MODELO	PARTE	COSTO	EN EXISTENCIA	TIEMPO DE ENTREGA DÍAS
Nissan	Sentra	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$2000.00	No	5 a 15
Volkswagen	Bora Sport	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1575.00	No	5 a 15
SEAT	Leon 20VT	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$2179.00	No	5 a 15
Peugeot	307	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1980.00	No	5 a 15
Honda	Civic SI	2006	Soporte de motor lateral izquierdo.	\$1847.26	No	5 a 15
Toyota	Corolla Matriz	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$2096.26	No.	5 a 15
Renault	Megane II	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1210.00	Si	
Ford	Mondeo 4 Cil.	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1321.00	No	5 a 15
Chrysler	Stratus	2003	Soporte de motor lateral derecho.	\$1992.00	No	3 a 8
Chevrolet	Pontiac G4	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1999.00	No	5 a 15

FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

Tabla 2.3 Datos de agencias de Tula de Allende, Hgo.

AGENCIA	VEHICULO	MODELO	PARTE	COSTO	EN EXISTENCIA	TIEMPO DE ENTREGA DÍAS
Nissan	Sentra	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1946.00	Si	
Volkswagen	Bora Sport	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1317.00	No	5 a 15
SEAT	Leon 20VT	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1890.00	No	5 a 15
Honda	Civic SI	2006	Soporte de motor lateral izquierdo.	\$1647.26	No	5 a 15
Ford	Mondeo 4 Cil.	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1321.00	No	5 a 15
Chrysler	Stratus	2003	Soporte de motor lateral derecho.	\$1733.00	No	3 a 8
Chevrolet	Pontiac G4	2006	Soporte de motor lateral derecho.	\$1860.00	No	5 a 15

FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

CAPÍTULO 3. SELECCIÓN DE MATERIALES

Los materiales que intervienen en la elaboración de los tacones son principalmente el acero (hierro), en algunos casos o diseños de tacones son de aluminio; para la fabricación de las piezas metálicas inferior y superior.

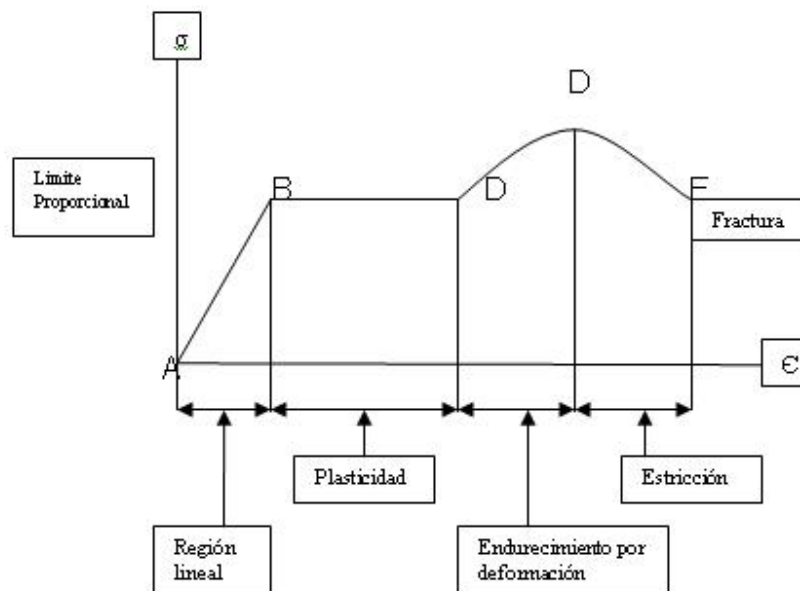
Los tornillos y posicionadores son fabricados con acero dulce, los tornillos o espárragos son milimétricos con una dureza de 8.8° Shore; y para la fabricación de las partes fijadoras del tacón como superior e inferior son fabricados en acero dulce.

La fabricación del hule se utilizaran dos elastómeros Hule natural (NR o IR) y Neopreno (CR), estos dos componentes son los principales para la elaboración de la fórmula del hule que se requerirá en la preparación.

3.1 PIEZAS METÁLICAS

El acero estructural conocido también como acero dulce o acero al bajo carbono, es uno de los metales más usados en la industria (Mecánica industrial, Mecánica automotriz, Pailería, e Industria general), por sus características físicas, lo hace un material muy demandado, por las propiedades que puede proporcionar a todo tipo de industria.

Figura 3.2 Esfuerzo del acero dulce



Fuente: "JANES M. GERE, MECÁNICA DE MATERIALES, 5ª ED, MEXICO DF, THOMAS LEARNING, 2002, pp. 930"

En la gráfica (Figura 3.2) de esfuerzo (σ), deformación (ϵ) se observa como inicia con una línea recta que va del origen **A** al punto **B**, lo que significa que la relación entre el esfuerzo **B** se llama límite proporcional, en los aceros este límite es de 30 a 50 Ksi (3515.34 Kg./cm²), suficiente fuerza necesaria para los esfuerzos de tensión y compresión requeridos para la fabricación del tacón.

En el diagrama se puede observar que en el punto **B** al punto **D**, se encuentra el estado de plasticidad en el acero dulce y que en el proceso de troquelado se aprovechara su estado plástico para conformar la pieza inferior del tacón. Del punto **D** al punto **E**, son los puntos críticos del material, donde se encuentra la primera etapa que es un endurecimiento por deformación, en la segunda se le llama Estricción, donde el material logra tener un alargamiento hasta llegar al punto **E** donde sucede la fractura.

3.1.1 PIEZA SUPERIOR

La pieza superior del tacón la conforma una rondana plana de 31mm de diámetro, con un espárrago o tornillo de 12mm paso 1.75mm, un perno que es el posicionador de la pieza (Figura 3.3).

La pieza que será analizada es la rondana, esta generará un esfuerzo de compresión y esfuerzo de tensión, la intensidad de la fuerza aplicada al tacón se llama esfuerzo. Suponiendo que los esfuerzos están distribuidos uniformemente sobre la sección transversal, se observa que su resultante debe ser igual a la intensidad del esfuerzo (σ), multiplicada por el área de la sección transversal de la rondana, por lo tanto el motor tiene un peso de 500 Kg. y el motor contiene cuatro tacones que tienen una carga de 125 Kg. cada uno, se aplicará la fórmula siguiente:

$$\sigma = P/A$$

σ =Esfuerzo de tensión (-) o compresión (+).

P=Fuerza (N).

A= Área de contacto.

Datos:

Aplicando la fórmula mencionada obtenemos los siguientes datos:

$$P=1225 \text{ N}$$

$$D= 0.031\text{m}$$

$$\sigma =1225\text{N}/(\pi(0.031\text{m})^2/4)=1623016.06\text{N}/\text{m}^2$$
$$16.55\text{Kg}/\text{cm}^2$$
$$235.39\text{lb}/\text{in}^2$$

Este es el esfuerzo máximo aplicado al tacón en todas sus partes que lo componen, pieza inferior, pieza superior, espárrago o tornillos, soldadura, elastómero (hule), seguro o posicionador.

El material seleccionado es el adecuado para los esfuerzos máximos requeridos en la pieza, ya que este presenta deformación permanente a partir de una aplicación de fuerza mayor de **3515.34 Kg./cm² o 50Ksi**.

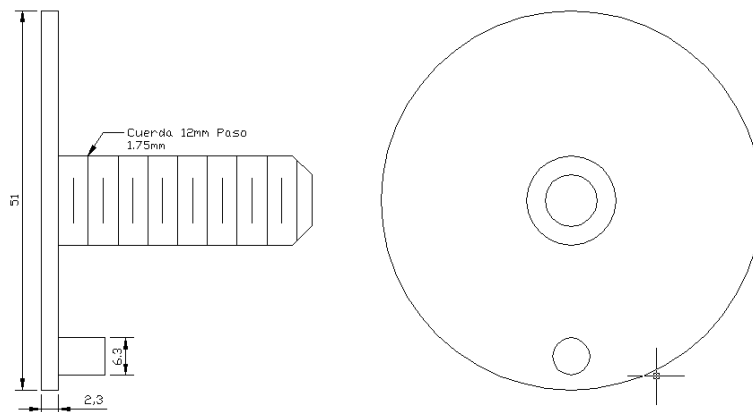


Figura 3.3 Pieza superior del tacón.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

3.1.2 PIEZA INFERIOR

La pieza inferior esta compuesta por una especie de casuela (Figura 3.4) que esta fabricada con lámina de acero dulce y un espesor de 2.6 mm (calibre 12). Esta pieza estará sometida ha esfuerzos de tensión y compresión máximos que producirá el motor de **1623016.06 N/m², 16.55 Kg./cm², 235.39 lb/in²**, estos cálculos fueron desarrollados en el tema 3.1.1 anterior de acuerdo ha la fórmula de esfuerzo.

La lámina que es utilizada físicamente tiene una resistencia a la tensión y compresión de 3515.34 Kg./cm² o 50Kis, es una resistencia suficiente para la aplicación de los esfuerzos requeridos por nuestro tacón.

En la selección de los materiales, son muy importantes por que es el cuerpo donde será adherido el elastómero o hule, en las piezas metálicas tendrán el apoyo del motor o chasis, y la carga de todos los esfuerzos realizados en el funcionamiento de la pieza terminada.

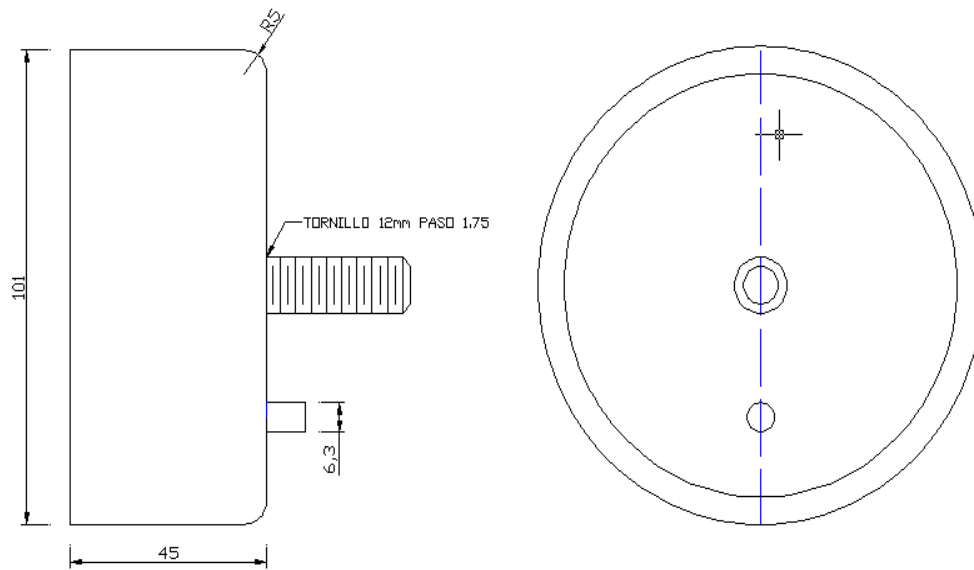


Figura 3.4 Pieza inferior del tacón.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

3.1.3 TORNILLO O ESPÁRRAGO

El tornillo o espárrago es una pieza (Figura 3.5) que fija las dos partes metálicas que componen el tacón (pieza superior e inferior) con el chasis y el motor, el cual esta sometido a esfuerzos de tensión y compresión máximos, desarrollados en el tema 3.1.1, analizados por la fórmula de esfuerzo; el esfuerzo aplicado es de 1623016.06N/m², 16.55Kg/cm², 235.39 lb/in², y la resistencia máxima que soporta el material del espárrago es la siguiente:

$$F = (\text{Ø del espárrago})(0.7854 \text{ Factor mm}^2)(6.660 \text{ Kg./mm}^2 \text{ Factor de carga})$$

Donde:

Ø=Diámetro del espárrago.

0.7854= Factor de conversión de cualquier redondo mm².

6.660= Factor de carga del material en Kg./mm².

Datos:

Ø=12mm del espárrago.

$$F = (12\text{mm})(0.7854 \text{ mm}^2)(6.660 \text{ Kg/mm}^2) = 753.23\text{Kg/mm}^2$$
$$75323\text{Kg/cm}^2$$
$$1092.4\text{lb/in}^2$$

Por lo que se observa el material tiene suficiente resistencia a las cargas que será expuesto el material. Pero existe otro cálculo en el cual el espárrago tiene filetes el cual estarán expuestos a las cargas ya calculadas de tensión y compresión, en la cual serán calculados con la fórmula siguiente:

Fórmula:

$$F = Q (P / (6.2832 X R))$$

Donde:

Q= Carga de los filetes.

R= Brazo de palanca.

P= Paso de la rosca.

F= Fuerza.

Datos:

R=150 mm

P=1.75 mm

F=1Kg/mm²

$$Q = (((6.2832)(150\text{mm}))/1.75)(1)) = 538.56 \text{ Kg/mm}^2$$
$$53856 \text{ Kg/cm}^2$$
$$7811.17 \text{ lb/in}^2$$

Se observa que los filetes del espárrago tienen suficiente capacidad de carga para los esfuerzos que será expuesto el material.

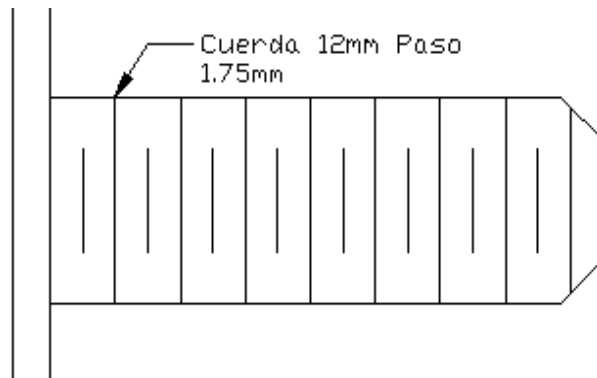


Figura 3.5 Tornillos del tacón.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

3.1.4 SEGUROS O POSICIONADOR (POKAYOKE)

Este posicionador (Figura 3.6) no tiene ningún esfuerzo o momento, solo su aplicación es el de colocar el tacón en posición adecuada y no exista error de colocación, este también es fabricado en acero dulce.

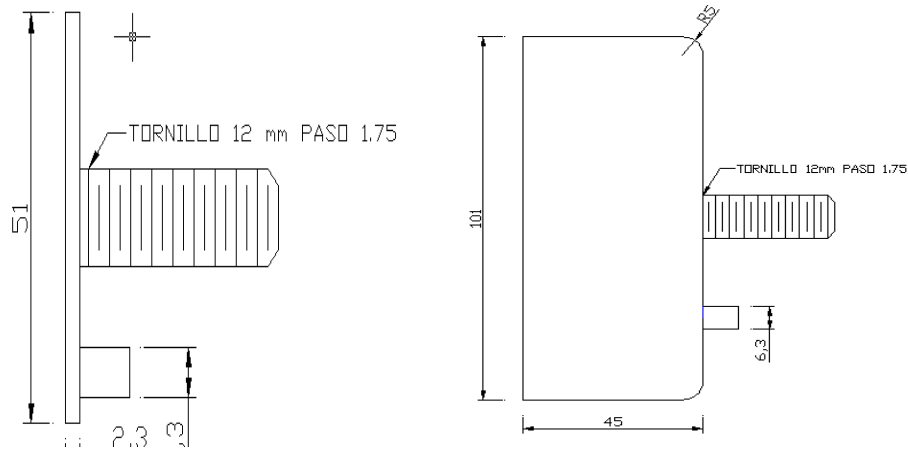


Figura 3.6 Seguros o Pokayoke.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

Por la forma y su posición del mismo no produce ningún esfuerzo, la carga es aplicada en toda la superficie plana que forman el tacón.

3.2 SOLDADURA

En el proceso se desarrollará la parte de soldadura este tendrá que ser adecuada a las necesidades del producto, en los posicionadores y tornillo o espárragos. También es utilizada en la construcción del molino, la prensa y algunos detalles que se requieran en la fabricación de los rodillos del molino, que se diseña y se produce en este trabajo.

En el desarrollo del producto se utilizará este tipo de soldadura y en algunos detalles del proceso del producto.

3.2.1 TIPO DE ELÉCTRODO

Este electrodo tiene las características de unir (ligar) acero dulce, que es el material que formara las partes metálicas del tacón, el material de aporte unirá el tornillo y el posicionador (Pokayoque).

AWS: E 6013, DIN 1913: E 43 32 R(C)3, UTP: 612 M.

Es un electrodo para la fabricación de estructura ligera, herrería, puenteo y pailería ligera. Presenta un arco suave, mediana penetración, fácil desprendimiento de escoria, y deposito de buen acabado. El electrodo lo podemos encontrar en diámetros de 3/32, 1/8, 5/32 y una longitud de 14".

3.2.2 TIPO DE RECUBRIMIENTO

El recubrimiento (Tabla 3.4) es la parte más importante del electrodo, porque nos genera la suficiente ignición de temperatura para que se adhiera al metal de aporte, y lograr las mejores propiedades del mismo en la aplicación (arco eléctrico) del material de aporte, y logrando las mejores características de tensión y compresión en el cordón.

Presenta un revestimiento mediano, que contiene Sodio celulosa y una corriente C.D.P.I.

E-60 1 3

E- Electrodo.

1- Todas la posiciones.

3- Tipo de corriente y recubrimiento C.D.P.I. (Porta Electrodo al Positivo).

Tabla 3.4 Tipo de recubrimientos para electrodos.

DIGITO	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CORRIENTE PARA SOLDAR
0	Sodio celulosa	CDPI
1	Potasio celulosa	CA o CDPI
2	Sodio titanio	CA o CDPD
3	Potasio titanio	CA o CD ambas polaridades
4	Titanio polvo fierro	CA o CD ambas polaridades
5	Sodio bajo hidrógeno	CDPI
6	Potasio bajo hidrógeno	CA o CDPI
7	Oxido de fierro polvo Fe	CA o CDPD
8	Bajo hidrógeno polvo Fe	CA o CDPI

Fuente: "INFRA, CATALOGO GENERAL DE PRODUCTOS INFRA", 35 EDICIÓN, MEXICO, 2006, pp. 42, www.infra.com.mx"

3.2.3 RESISTENCIA A LA TENSIÓN

Para lograr las mejores características mecánicas de la soldadura debe mantener el arco más o menos corto y un voltaje regular. Esto nos proporciona la seguridad de que el grano del material de aporte no se cristalice (Austenita).

Tabla 3.5 Límites de esfuerzos permisibles para la soldadura.

RESISTENCIA A LA TRACCION Kp/mm ² (N/mm ²)	LIMITE DE ELASTICIDAD Kp/mm ² (N/mm ²)	ALARGAMIENTO (l=5d) %	TENACIDAD DVM Kpm/cm ² (Joule)
hasta 55 (hasta 540)	Hasta 43 (hasta 420)	Hasta 25	>12 (>83)

Fuente: "UTP, CATALOGO GENERAL DE PRODUCTOS UTP, 10° EDICIÓN, MEXICO DF, 1989, pp. 42, www.utp.com.mx"

Los valores que se mencionan en la tabla 3.5 son valores obtenidos de pruebas físicas en laboratorio de UTP, y estos parámetros son suficientes para el producto y para los esfuerzos ejercidos en las partes soldadas que componen el tacón, como de las máquinas que serán diseñadas.

3.3 PIEZA DE ELASTÓMERO

Para la selección del material elastómero que es el más importante para el desarrollo del producto, se dividen en dos elastómeros vulcanizables o elastómeros termoplásticos, para el desarrollo del producto se utilizara elastómeros vulcanizables que son los materiales más sencillos de trabajar y producir.

El término elastómero (Figura 3.7) se aplica a un material que presenta un comportamiento elástico. Cuando se estira o flexiona regresa a su forma original cuando se elimina la fuerza que lo deformaba siempre y cuando no se haya deformado más allá de un límite de elasticidad.

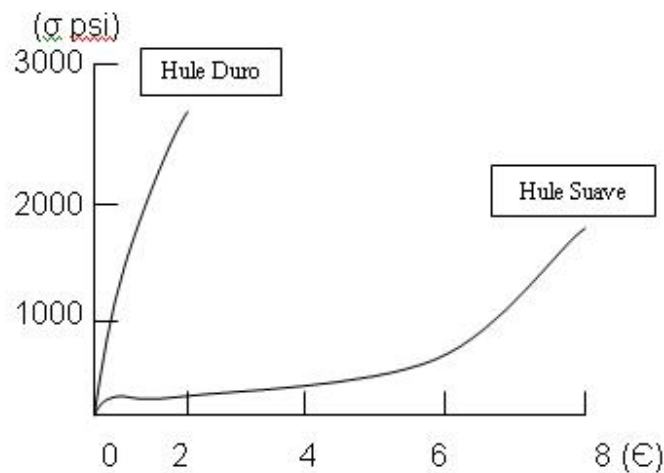


Figura 3.7 Curva de esfuerzo de deformación del hule.

Fuente: "JAMES M. GERE, MECÁNICA DE MATERIALES, 5º ED, MEXICO DF, HOMSON LEARNING, 2002, pp. 65"

La industria hulera ha presentado unos desarrollos continuos y progresivos, tanto en la síntesis de nuevos elastómeros y modificación de los tipos ya existentes, como en el desarrollo de formulaciones novedosas, aplicación de nuevos aditivos e instrumentación de mejores técnicas de caracterización.

En los procesos químicos y mecánicos que sean desarrollado para trabajar los elastómeros tiene la finalidad de generar los dobles enlaces entre las moléculas de los polímeros, para poder mantener sus propiedades físicas y químicas, su uso es muy variado y depende de la aplicación del mismo para generar un enlace CIS o TRANS, estos dos tipos de enlaces solo cambia el acomodamiento de las moléculas del elastómero. Esto se logra con el tipo de catalizador agregado a la fórmula (Ziegler-Natta o Gutapercha).

3.3.1 HULE NATURAL (NR O IR)

Hasta antes de la década de los cincuenta todos los intentos para sintetizar un equivalente del hule natural llevaron siempre a un producto de calidad muy inferior. Sin embargo, con los descubrimientos de nuevos catalizadores, los materiales sintéticos son superiores en pureza y uniformidad.

Estos materiales han alcanzado un mayor desarrollo en la antigua Unión Soviética debido, principalmente, a la cantidad de consumo de hule.

Todos los materiales sintéticos son menos regulares que NR (Tabla 3.6), el cual es virtualmente 100% Cis, En consecuencia los materiales sintéticos presentan menos cristalización que el NR y aunque esto puede ser ventajoso para el IR, pues se disminuye el endurecimiento durante almacenaje, los compuestos de IR vulcanizados tienen menor tensión y módulo de elasticidad, además tienen menor resistencia al desgarre, a la abrasión y la fatiga. Por otro lado, la deformación permanente en NR (compresión set) es significativamente menor en el IR.

El peso molecular del IR es usualmente menor que el de NR, ha diferencia del NR, hay ausencia de grupos aldehídos en el IR. Por otro lado, las impurezas presentes en el IR difieren de manera importante de las que se encuentran en el NR. (En el IR, estas consisten principalmente de residuos de catalizador). Así, el contenido de cenizas o el extracto con acetona son bajos (alrededor de 1.5%) mientras que en el caso del NR esto puede alcanzar hasta 7%. Estas impurezas en el hule natural aumentan la velocidad de vulcanización y actúan como antioxidantes. Pero, por otro lado, parecen ser las responsables de la alta deformación permanente (compresión set) que presenta el NR.

3.3.1.1 PROPIEDADES

El hule natural o hule sintético presentan propiedades similares (Figura 3.8) como:

- 1) -Es soluble en hidrocarburos alifáticos y en algunos otros solventes que contenga un parámetro de solubilidad similar al IR.
- 2) -El IR tiene una temperatura de transición vítrea T_g de -73°C . Debido a su estructura regular.
- 3) -El hule natural es capaz de cristalizarse.

- 4) -La temperatura de fusión cristalina T_m es de 25°C .
- 5) -Velocidad de cristalización alcanza su máximo a -25°C .
- 6) -La cristalización en el IR puede ser inducida por deformación.
- 7) -Esto permite que el hule natural exhiba gran resistencia en pruebas de tensión-elongación.

Tabla 3.6 Comparación del hule natural (caucho NR) y hule sintético (IR).

NR	IR
Tiene mayor regularidad en su estructura química.	Menor regularidad en su estructura química.
Virtualmente 100% Cis.	Presenta una estructura Cis.
Presenta menor cristalización con respecto al tiempo de almacenaje.	Presente mayor cristalización con respecto al tiempo de almacenaje.
El hule ya vulcanizado tiene mayor módulo de elasticidad y mayor tensión.	El hule ya vulcanizado tiene menor módulo de elasticidad y menor tensión.
Mayor resistencia al desgarre, a la abrasión y a la fatiga.	Menor resistencia al desgarre, a la abrasión y a la fatiga.
Es significativamente mayor la deformación permanente.	Es menor la deformación permanente.
Contiene mayor cantidad de productos Anhídridos que pueden acelerar el proceso de vulcanización.	Contiene menor cantidad de productos Anhídridos que pueden acelerar el proceso de vulcanización.

Fuente: REDACCIÓN PROPIA



Figura 3.8 Hule natural (IR).

La vulcanización para el hule natural incluyen cuatro componentes básicos: azufre, acelerador, activador y ácido graso; éstos se utilizan en concentraciones, como se indican en la tabla 3.7. Para la vulcanización de un producto de hule natural, de

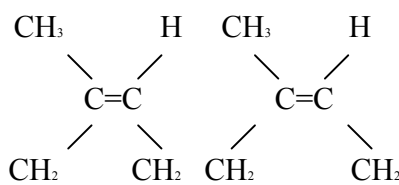
cada 10° C de incremento en la temperatura, se requiere de la mitad del tiempo para su vulcanización del producto.

Tabla 3.7 Agentes vulcanizantes del hule natural.

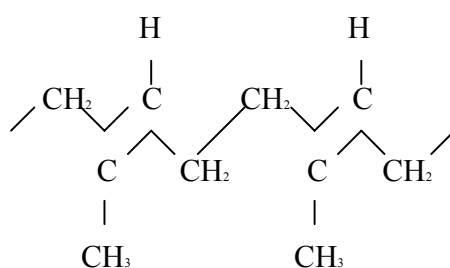
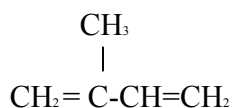
QUIMICOS	CONVENCIONAL	EFICIENTE
Azufre	2.0-3.5	0.4-0.8
Acelerador	1.5-0.5	5.0-2.0
Activador(ZnO)	3-5	3-5
Acido Graso(esteárico)	1-2	1-2

Fuente: "RAMOS DEL VALLE LUIS FRANCISCO, SÁNCHEZ VALDES SAUL, VULCANIZACIÓN Y FORMULACIÓN DE HULE, 1° EDICIÓN, LIMUSA, MEXICO DF, 1999, pp. 17"

El hule natural es un polímero de isopreno (2-metil-1,3-butadieno) en el que se encuentra en forma CIS. La Gutapercha, produce que la molécula tome forma Trans. La forma de la molécula Trans es más dura y frágil que la composición Cis.



Caucho natural (todo Cis)



Gutapercha (todo Trans)

Fuente: "Mc MURRY JOHN, QUÍMICA ORGANICA, 3ª EDCIÓN, MEXICO DF, GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICANA S.A. DE C.V, 1992, pp. 1174"

Este elastómero es distribuido por los proveedores en forma de pacas. Se caracteriza por presentar gran resistencia, dureza muy baja y por lo tanto se

considera de los materiales más suaves, debido a estas propiedades se emplea en fabricación de artículos industriales, automotrices y neumáticos.

3.3.2 NEOPRENO (CR)

Este elastómero fue desarrollado inicialmente por DuPont en 1931. Inicialmente se comercializa con el nombre de Duprene, aunque posteriormente se le cambio el nombre a Neopreno (Figura 3.9).

Los policloroprenos tienen una buena combinación de resistencia a solventes, aceites y grasas, así como al calor, al ozono y a la flama; han sido importantes como hules de uso especial durante varios años.

Al igual que otros hules, las propiedades de procesamiento dependen principalmente de la macro estructura, mientras que las propiedades elastoméricas dependen principalmente de la micro estructura. Durante la polimerización, tiende a ocurrir formación de gel (es decir, formación de entrecruzamientos), esto se puede evitar o minimizar, ya sea copolimerizando el cloropreno con una pequeña proporción de azufre para producir algunos enlaces de tipo sulfuro a lo largo de la cadena molecular.

3.3.2.1 PROPIEDADES

La presencia de cloro en la cadena de neopreno tiene los siguientes efectos principales: aumenta la resistencia del hule hacia los aceites y grasas hidrocarbonados, aumenta la resistencia a la flama, reduce considerablemente la reactividad química de la doble ligadura y como consecuencia, el CR tiene mayor resistencia al oxígeno y al ozono.

De esta manera se desprende que las principales propiedades del CR son: mejor resistencia al calor, muy buena resistencia al oxígeno (ozono), a la luz solar, buena resistencia a la flama, buena resistencia a los aceites y grasas, una alta resistencia a la tensión, alta resistencia a la abrasión. También proporciona una buena resistencia al desgarre y un mayor módulo de dureza.

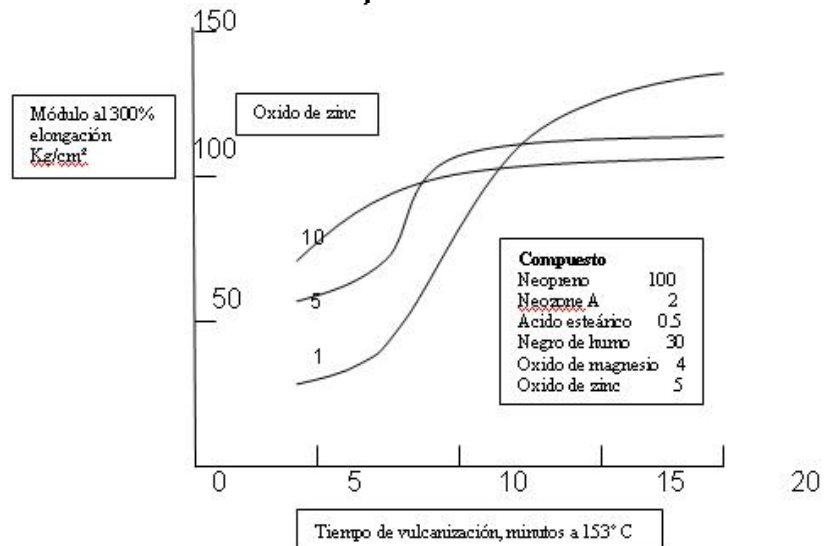


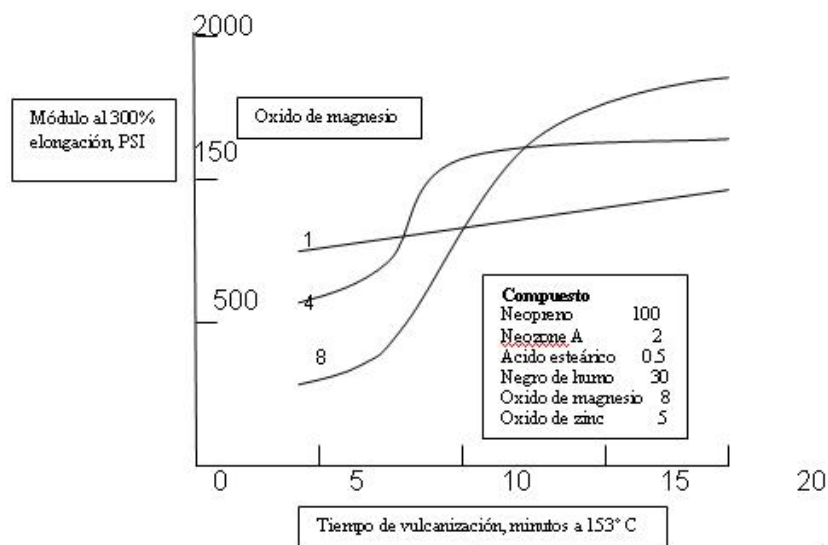
Figura 3.9 Neopreno CR.

Para la vulcanización del neopreno incluye por lo general, los siguientes componentes: zinc, magnesio, acelerador de la reacción de curado y retardador de la reacción de curado. La función del óxido de zinc es atraer los átomos de cloro a las unidades vinil para formar los diferentes cruzamientos de cadenas moleculares, el óxido de manganeso es un atrapador neutralizador de los átomos de cloro que quedaron libres.

Al vulcanizar el CR se logran las propiedades (Figura 3.10) siguientes: como mayor tensión, una menor deformación permanente (menor compresión set), y una mejor resistencia al calor.

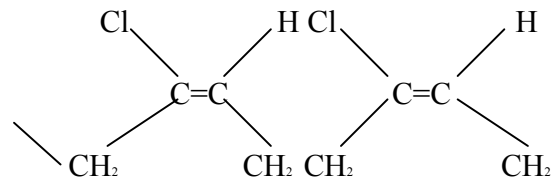
Figura 3.10 Concentración de óxido de zinc y óxido de magnesio en la velocidad de vulcanización del neopreno.



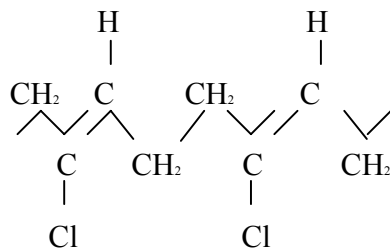
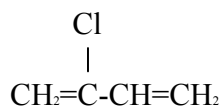


Fuente: RAMOS DEL VALLE LUIS FRANCISCO-SÁNCHEZ VALDES SAUL, VULCANIZACIÓN Y FORMOLACIÓN DE HULE, 1ª EDICIÓN, MEXICO DF, LIMUSA, 1999, pp. 68 "

El neopreno es un polímero de cloropreno (2-cloro-1,3-butadieno) es polimerizado comercialmente para producir neopreno, en que su estructura molecular se encuentra en forma CIS. La Ziegler-Natta, produce que la molécula tome forma Trans. La forma de la molécula Trans es más dura y frágil que la composición Cis.



Neopreno (Cis)



Neopreno (Trans, Ziegler- Natta)

Fuente: "MC MURRY JOHN, QUÍMICA ORGANICA, 3ª ED, MEXICO DF, GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICANA S.A. DE C.V, 1992, pp. 1174"

Tabla 3.8 Esfuerzo sometidos las partes que componen el tacón.

PIEZA	ESFUERZO APLICADO(σ)	ESFUERZO DE LOS MATERIALES MAXIMOS(σ)
PIEZA INFERIOR	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	3515.34 Kg./cm ² 50K lb/in ²
PIEZA SUPERIOR	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	3515.34 Kg./cm ² 50K lb/in ²
ESPÁRRAGO	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	75323 Kg./cm ² 1092.4 lb/in ²
CUERDA	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	53856 Kg./cm ² 7811.17 lb/in ²
SOLDADURA	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	4218.41 Kg./cm ² 60000 lb/in ²
ELASTÓMERO	16.55Kg/cm ² 235.39lb/in ²	70 Kg./cm ² 995.63lb/in ²

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

En la tabla 3.8 se resume toda la unidad, la cual se observa que el material que se ha seleccionado para la fabricación es adecuado, cumpliendo con las características físicas necesarias a las que serán sometidos los diferentes materiales, los esfuerzos calculados son realizados en el tema 3.1.1, y se considera que el esfuerzo calculado para la parte superior del tacón es la misma para todos los materiales o partes que formarán el tacón, que será de 125 Kg. o 1225 N por cada tacón que usa el motor.

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL MOLINO BAMBURY

4.1 MOLINO O MEZCLADOR BAMBURY

Para el desarrollo del proceso es necesario contar con un molino o mezclador Bambury el cual los hay de diversas capacidades de carga de 0.5 Kg. hasta 270 Kg. de carga de hule natural, su función es el de rasgar, moler y mezclar los componentes químicos que conforman al elastómero, como es el hule natural y el neopreno.

Este molino o mezclador es la máquina que nos permite realizar la fórmula del elastómero deseado y con las características físicas y químicas que el producto requiere.

Esta máquina consiste en dos rodillos (rotores), en el cual, uno de ellos es ajustable para poder ir desarrollando presión sobre los componentes, así como, la rotación de los rodillos es encontrada (Figura 4.11) para generar la trituración de los componentes de la fórmula.

En algunos rodillos se utilizan sistemas de enfriamiento para minimizar la temperatura en el rodillo y el elastómero, porque llega a elevarse la temperatura, tanto que puede empezar a vulcanizarse el elastómero en el molino, el sistema puede ser de ventilación o puede utilizarse un sistema de refrigeración anexo a los rodillos.

La transmisión es una de las partes más importantes del molino, es el mecanismo que trasmite el movimiento de los rodillos, ya que estos requieren de mucha potencia, es la razón, de seleccionar un mecanismo que genere mucha potencia como lo es el tornillo sinfín y corona.

También consiste en una charola en la que se colocan todos los componentes; realiza la función de atrapar los materiales que se caen de los rodillos.

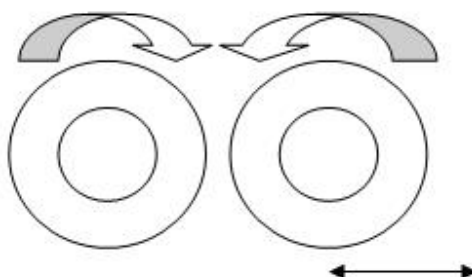


Figura 4.11 Rotación de los rodillos.

4.1.1 DISEÑO DE MOLINO BAMBURY

Existen diversos diseños con una variedad de partes que lo componen, el molino que se diseño (Figura 4.12) es un molino totalmente básico y elemental, en el cual nos ayudara a crear diversas fórmulas que se requieren en el proceso de fabricación del tacón, sus partes son:

- 1.-Rodillos.
- 2.-Transmisión.
- 3.- Mecanismo de ajuste del rodillo.
- 4.- Estructura de la máquina.
- 5.-Motor.
- 6.-Charola.

La máquina que se fabricó, ésta cuenta con las partes principales ya mencionadas, en la cual tienen que ser fabricada para el tipo de trabajo requerido, ya que el trabajo que será expuesto requiere de mucha potencia, esfuerzo estructural y no requiere de una alta velocidad.



Figura 4.12 Molino o Mezclador Bambury

En la figura 4.12 podemos observar la máquina que ha sido diseñada y fabricada con los elementos necesarios para la molienda y mezcla de los compuestos para producir el hule o elastómero. En el cual tenemos las partes principales que ya se mencionaron.

4.1.2 RODILLOS

El rodillo o rotores como se a mencionado son los que realizan la trituración de los compuestos requeridos de la fórmula, estos llevaran toda la carga y esfuerzos de la molienda y trituración, esta fabricado con dos tubos de 4" de diámetro y con un espesor o calibre de $\frac{1}{4}$ ", el tubo es de acero dulce, el cual se determino que no afecta a la preparación de la fórmula y no reaccionan los químicos con el mismo, el tubo es tapado con dos placas en el extremo para colocar una flecha donde se fijara el rodillo con las chumaceras o rodamientos con un ajuste de balero, la figura 4.13 proporciona mayor información técnica.

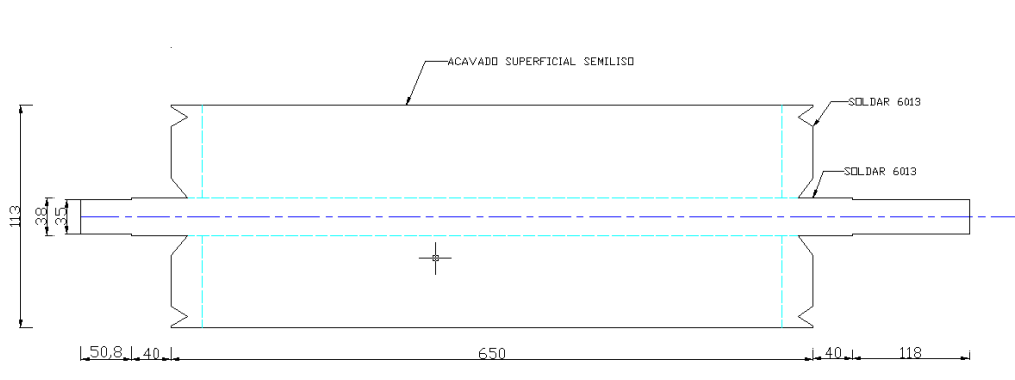


Figura 4.13 Forma de armado de los rodillos.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

Al armar el rodillo, las tapas serán soldadas, y estas deberán ser preparadas con venas de un centímetro de longitud tanto para el extremo del tubo como para la flecha, el rodillo debe tener ajuste de balero, el maquinado de la superficie del rodillo debe ser liso o semi liso, como lo indica el dibujo.



Figura 4.14 Armado de los rodillos.

En la figura 4.14 se puede apreciar la secuencia de la preparación de los mismos, en el se tiene preparado la flecha, las tapas y la venas o chaflanes donde se soldaran la tapas.

Al realizar la soldadura, se procede al maquinado de las caras, ajustes de balero y el rectificado de las superficies del cilindro (Figura 4.15) con su acabado superficial semi liso, este acabado es necesario para que no se adhiera el hule en el rodillo y permita el mezclado y la separación del hule al extraer el material de la máquina.

Este detalle es muy importante porque, el solo adherirse el hule al rodillo puede ocasionar algún accidente al operador, por querer despegar el material del rodillo.



Figura 4.15 Acabados superficiales y laterales de los rodillos.

En la figura 4.15 se puede observar cuales son los acabados frontales y los ajustes de balero y el acabado superficial de los dos rodillos, esto permitirá una mejor manipulación del material al mezclar.

4.1.3 MECANISMOS DE AJUSTE DEL RODILLO

El mecanismo de ajuste del rodillo móvil es muy elemental pero funcional (Figura 4.16), en el consiste en la ranura en el marco o cuadro de ángulo, donde son colocados los rodillos, la medida de la ranura es de $\frac{1}{2}$ " con una longitud de 7".

Sobre esta se desliza la base de la chumacera y en la parte inferior es atrapada con otra placa que no permite que se levante el rodillo o que se genere un desalineamiento de la chumacera con el rodillo completo (Figura 4.17).

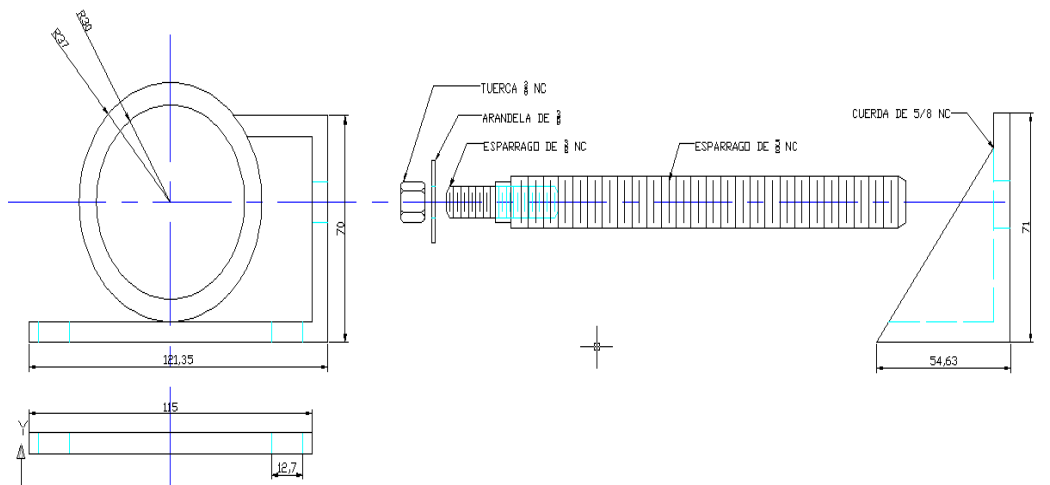


Figura 4.16 Mecanismo de ajuste del rodillo.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

Para el ajuste de la chumacera se pensó en un espárrago de 5/8 NC, el cual nos permitiera ajustar la distancia que el operador requiere en las distintas etapas de molienda. Todo el mecanismo, los espárragos, los soportes y chumaceras son fabricados en acero dulce, que permitirá una buena resistencia a las tensiones y compresiones.



Figura 4.17 Mecanismo de ajuste del rodillo.

Este mecanismo, le permitirá al operador regular la distancia requerida de adelgazamiento del hule conforme se vaya requiriendo en el proceso de mezclado de la fórmula.

4.1.4 TRASMISIÓN

La transmisión es lo más importante, junto con el motor, pero el motor se debe trabajar a diferentes capacidades de carga y a distintas velocidades, por eso la transmisión es un reductor de velocidad, estos son indispensables en todas las industrias.

Las transmisiones son diseñadas a base de engranajes, mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y función.

Las transmisiones de velocidad o moto reductoras son apropiadas para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir la velocidad en una forma segura y eficiente.

Las transmisiones de fuerza por correas y cadenas que aun se usan para la reducción de velocidades presentan ciertos problemas, y al emplear transmisión se obtiene una serie de beneficios sobre estas u otras formas de reducción; los beneficios son: una regularidad perfecta, tanto en la velocidad como en la potencia transmitida, una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor, mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento, menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje, menor tiempo de instalación.

Esta transmisión es acoplado a un motor eléctrico, trifásico de 220/440 V a 60 Hz.

Guía para el diseño de la transmisión o análisis técnico para un reductor para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción (Tabla 4.9), debe tener en cuenta la siguiente información básica:

Características de operación:

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida).
- Velocidad (RPM de entrada como de salida).
- Torque (par) máximo a la salida en Kg./m.
- Relación de reducción.

Características del trabajo a realizar:

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina.)
- Tipo de acoplamiento entre máquina motriz y transmisión.
- Tipo de carga uniforme ligera, con carga moderada, sobrecarga, carga pesada.
- Duración de servicio horas/día.

-Arranques por hora, inversión de marcha.

Condiciones del ambiente:

- Humedad.
- Temperatura.

Ejecución del equipo:

- Ejes 180°
- Ejes 90°
- Eje de salida horizontal, vertical.

Tabla 4.9 Hoja de análisis de transmisión.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACION.	CONDICIONES DE OPERACION.
-Potencia (HP tanto de entrada como de salida)	3 HP- 4HP
-Velocidad (RPM de entrada como de salida)	1435-36 RPM
-Torque (par) máximo a la salida en Kg./m	5887.52 Kg./m
-Relación de reducción.	40/1
-Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina.)	Motor eléctrico 220 V.
-Tipo de acoplamiento entre máquina motriz y transmisión.	Poleas tipo "A".
-Tipo de carga uniforme ligera, con carga moderada, sobrecarga, cargas pesadas.	Cargas pesadas.
-Duración de servicio horas/día.	8 horas/día.
-Arranques por hora, inversión de marcha.	5 Arranques/ hora – Ninguna inversión.
-Humedad.	
-Temperatura.	35° C.
-Ejes 180°	Si.
-Ejes 90°	No.
-Eje de salida horizontal, vertical.	Horizontal.

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Para continuar con los cálculos hay que determinar el factor de servicio y este es determinado por la cantidad de horas de trabajo y el tipo de carga que estará expuesta la transmisión. A continuación se dará una tabla 4.10 para determinar el factor de servicio:

Tabla 4.10 Factor de servicio N° de horas/diarias de funcionamiento.

TIPO DE CARGA	Hasta 3	+3 A 8	+8 A 10	+10 A 15	+15 A 24
Uniforme o Ligera	0.75	1	1.25	1.5	1.75
Moderadas	1	1.25	1.5	1.75	2
Fuertes o Sobrecargas Pesadas	1.5	1.75	2	2.25	2.5

Fuente: " www.portaldelaindustria.com "

Teniendo en consideración estos datos necesarios para la fabricación y diseño de la transmisión se podrá realizar, la siguiente consideración es el tipo de mecanismo que se fabricara para la transmisión deseada y que cumpla los requerimientos ya expuestos en la hoja de análisis.

Existen diferentes mecanismos como de engranes rectos, engranes helicoidales y engranes con tornillo sinfín cilíndrico. El mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico es el adecuado por consiguiente, este mecanismo es una forma de engrane helicoidal que se acopla a un engrane de tornillo sinfín, por las características y posición que tienen los rodillos sobre la estructura, es el mecanismo ideal para el molino.

La transmisión fue diseñada y construida con las características de un reductor de velocidad que produzca mucha potencia en el cual este requiere para la molienda, este consiste en un tornillo sinfín y dos engranes coronas, también tiene dos engranes inversores de rotación (Parásitos), toda esta transmisión será impulsada con un motor de 3 HP de 1435 RPM, todos los cálculos serán realizados para obtener una velocidad de 36 RPM en los rodillos.

El torque que generará la transmisión es calculado por la siguiente ecuación:

$$T = (P)(63025)(S.F.) / Wt$$

Donde:

T=Torque máximo (Lb-pulg).

P= Potencia consumida por el molino (HP).

Wt= Velocidad del motor (RPM).

S.F.=Factor de servicio (Tabla 4.10).

Datos:

P=3 HP

S.F.=2.5

Wt=1435 RPM

Sustituyendo:

$$T=(3HP)(63025)(2.5)/1435 \text{ RPM}=329.39 \text{ Lb/pulg}$$

Donde el torque se realizara la conversión en Kg./m.

$$T=329.39\text{Lb/pulg} (0.454\text{kg}/1 \text{ Lb}) (1 \text{ pulg}/2.54 \text{ cm}) (100\text{cm}/1\text{m})=5887.52\text{kg}/\text{m}$$

4.1.4.1 CÁLCULOS DEL TORNILLO SINFIN

Para la fabricación del tornillo sinfín (Figura 4.18) se tendrá que maquinarse toda la pieza y esta tiene que realizarse los siguientes cálculos para el maquinado de la cuerda Acme de 29° (Figura 4.19):

Donde:

P=Paso.

W= Profundidad o altura de la cresta.

R=Ancho de la raíz.

F=Ancho de la cresta.

N=Número de hilos por pulgada.

ØR=Diámetro de raíz.

do=Diámetro exterior.

α=Angulo de hélice.

d=Diámetro primitivo.

S=Suplemento.

Fórmula:

$$P= 1/ N$$

$$W=0.6866(P)$$

$$F=0.355(P)$$

$$R=0.310(P)$$

$$\text{ØR}= do-2W$$

$$d=do-2(S)$$

$$S=0.3183(P)$$

Aplicación de fórmulas

$$1/4=0.250$$

$$0.6866(0.250)=0.17165''=4.36\text{mm}$$

$$0.355(0.250)=0.0887''=2.25\text{mm}$$

$$0.310(0.250)0.0775''=2\text{mm}$$

$$1.5-2(0.17165)=1.157''=29.38\text{mm}$$

$$1.5 - 2(0.0795)=1.341''=34.061\text{mm}$$

$$0.3183(1/4)=0.0795''$$

Para la fabricación del tornillo sinfín se afilara un buril de cobalto a 29°.

TORNILLO SIN-FIN 1/4 PASEO 1/4 CON ANGULO DE 29°

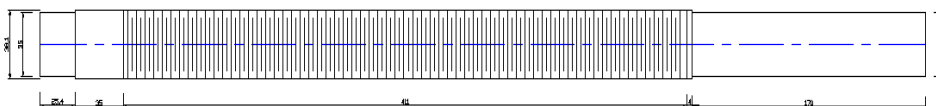


Figura 4.18 Tornillo sinfin.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.



Figura 4.19 Tornillo sin fin.

4.1.4.2 DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE DIENTES DE LA CORONA

Para calcular el número de dientes de una rueda o tornillo sinfín para una velocidad determinada, conocidos el número de filetes del tornillo y el número de revoluciones por minuto del tornillo y de la rueda (Figura 4.20).

Nº de dientes de la rueda= (Nº de revoluciones del tornillo)(Nº de filetes o entradas de cuerda)/(Nº de revoluciones de la rueda.)

Nº de dientes de la rueda= (1,435 RPM)(1)/36 RPM=39.861

Esto equivale a **40 dientes** en las coronas.

Podemos comprobar si el número de dientes es correcto con la siguiente fórmula:

Revoluciones de la rueda = (Nº de revoluciones del sinfín)(Nº de filetes)/ (Nº de dientes de la rueda)

Revoluciones de la rueda= (1,435 RPM)(1)/40=35.87 RPM

Esta cantidad de revoluciones es correcta para los rodillos, ahora podemos determinar las dimensiones correctas de las corona.

4.1.4.3 CÁLCULOS DE CORONA

Están diseñadas para engranar en los filetes del tornillo sinfín, pero la cantidad de dientes están determinados de acuerdo a la velocidad que se requiere en los rodillos, la corona es la parte mecánica que trasmirá el movimiento a los rodillos, con su velocidad ya programada (Figura 4.21).

Nomenclatura:**S**= Suplemento o parte superior (Addendum) del tornillo y de la rueda.**C**=Distancia entre centros.**D**=Diámetro primitivo del engrane.**d**=Diámetro primitivo del tornillo.**O**=Diámetro exterior del engrane.**do**=Diámetro exterior del tornillo sinfín.**Dt**=Diámetro de la garganta del engrane (Rueda dentada).**F**=Ancho de cara del engrane.**G**=Longitud de la sección roscada del tornillo.**α**=Ángulo de hélice de avance del tornillo.**P**=Paso axial del tornillo y paso circular del engrane.**R**=Relación de engranaje.**n**=Número de hilos o entradas del tornillo.**N**=Número de dientes del engrane.**V**=Radio de la garganta del engrane.**Rad**=Radio del borde o extremo del engrane.**H(w)**=Profundidad total del tornillo y del diente del engrane.**L**=Avance de la rosca del tornillo.**PC**=Paso circular.**PD**=Paso diametral.**M**=Módulo.

Fórmulas	Aplicación de fórmulas
$F=2.38(P)+0.25$	$2.38(0.250)+0.250=0.845''$
$R=N/n$	$40/1$
$P=L/n$	$1/4/1=1/4=0.250''$
$G=P(4.5+0.02)(N)$	$1/4(4.50+0.02)(40)=45.2''$
$D=(N \times P)/\pi$	$(40 \times 1/4)/ \pi=3.183''$
$Rad=0.25(P)$	$0.25(1/4)=0.0625''$
$U=do-2(S)$	$1 \ 1/2-2(0.0795)=0.591''$
$Dt=D+2(S)$	$3.183+2(0.0795)=3.342''$
$W=0.6866(P)$	$0.6866(1/4)=0.172''$
$O=Dt + 0.4775(P)$	$3.342+0.4775(1/4)=3.461$

$$PD = \pi / PC \quad \pi / (1/4) = 12.5$$

$$M = 25.4 / PD \quad 25.4 / 12.5 = 2.032$$

$$C = d + D/2 \quad (1.341 + 3.183) / 2 = 2.262''$$

Cortador a utilizar (Tabla 4.11):
Número: 6 Módulo: 2

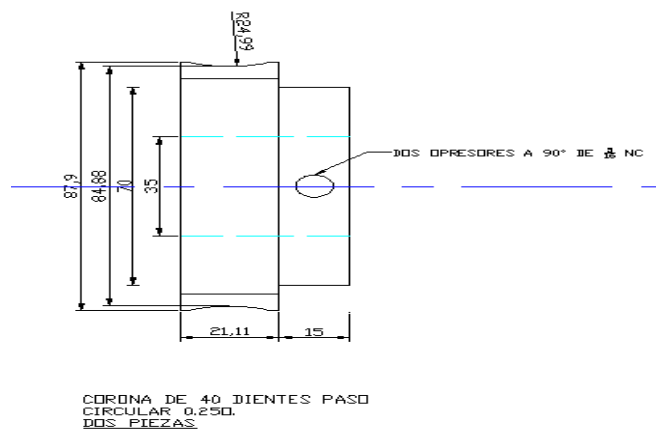
4.1.4.4 CÁLCULOS DEL INVERSOR DE ROTACIÓN

Los engranes (Figura 4.22) inversores también llamados parásitos consiste en un tren de engranes que cambian la rotación o giro del rodillo este mecanismo nos permitirá tener mayor potencia en la aplicación de carga de material.

Tabla 4.11 Juego de fresas para determinar el cortador.

Nº DE CORTADOR	PARA RUEDA DE	DIENTES
1	>>	12-13
2	>>	14-16
3	>>	17-20
4	>>	21-25
5	>>	26-34
6	>>	35-54
7	>>	55-134
8	>>	135-Cremallera

Fuente: "A.L. CASILLAS, MÁQUINAS CÁLCULOS DE TALLER, 36 EDICIÓN, ESPAÑA, EDICION HISPANOAMERICANA, 1997, pp. 170"



**Figura 4.20 Engranes corona.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.**



Figura 4.21 Engranés corona.

La base principal del diseño de los engranes es la distancia de centros del tornillo sinfín y la corona o engrane, esta es determinada con la fórmula de:

Fórmula:

$$C = (d+D)/2$$

Nomenclatura:

C=Distancia entre centros.

d=Diámetro primitivo del tornillo.

D=Diámetro primitivo del engrane.

Datos:

d=1.341 pulg.

D=3.183 pulg.

Sustituyendo:

$$C = (1.341 \text{ pulg} + 3.183 \text{ pulg})/2 = 2.262 \text{ pulg} = 57 \text{ mm}$$

La distancia entre centros de la corona y tornillo sinfín nos determinará la distancia entre centros de los engranes inversores (Figura 4.23), para calcular la cantidad de dientes en los dos engranes, a continuación se calculará el número de dientes de los engranes con la fórmula siguiente.

Fórmula:

$$C = ((N+n)/2)M$$

Donde:

C=Distancia entre centro.

N=Número de dientes del engrane corona.

n= Número de dientes del engrane piñón.

M=Módulo.

Sustituyendo:

$$(N+n)=(C/M)(2)=(57\text{mm}/2)(2)=57$$

$$N=57/2=28.5$$

El engrane corona tendrá 29 dientes y el engrane piñón tendrá 28 dientes, teniendo el número de dientes de cada engrane, se podrá realizar los cálculos de dimensiones del material con la fórmula correspondiente:

Fórmula:

$$\text{ØE}=(N+2)(M)$$

Donde:

ØE=Diámetro exterior.

N=Número de dientes.

M=Módulo.

Para el engrane de 29 dientes:

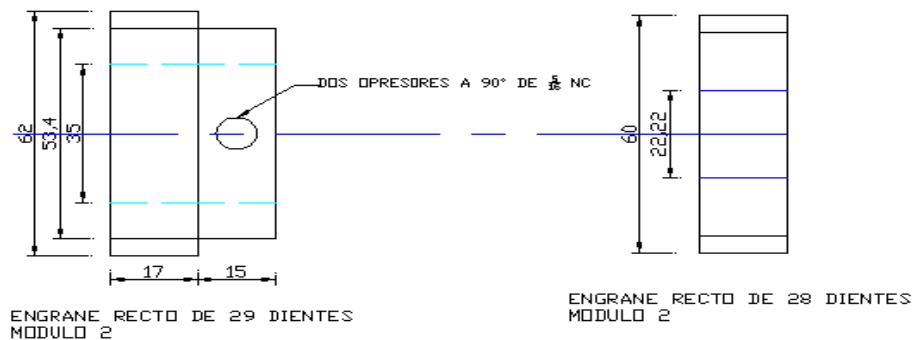
$$\text{ØE}=(N+2)(M)=(29+2)(2)=62\text{mm}$$

Para el engrane de 28 dientes:

$$\text{ØE}=(N+2)(M)=(28+2)(2)=60\text{mm}$$

Cortador a utilizar (Tabla 4.11):

Nº de cortador: 5 Módulo: 2



**Figura 4.22 Engranajes inversores de rotación.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.**



Figura 4.23 Engranajes inversores de rotación.

4.1.5 CHAROLA

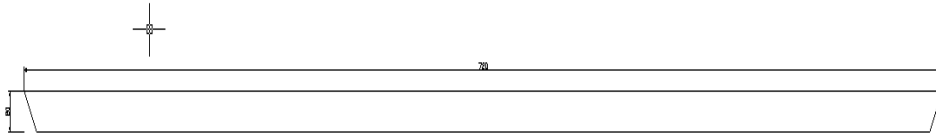
Es una de las partes de la máquina que nos proporciona apoyo en el cual se colocan todos los compuestos y que serán atrapados en la charola cuando suelta los químicos los rodillos, utilizados en la fórmula, para esto tiene que ser un recipiente censillo, practico, y de fácil fijación.

Este recipiente es fabricado de lámina de acero dulce, el cual no reacciona con los químicos, la forma esta determinada por la máquina ya que estos deben cubrir la longitud de los rodillos y el ancho de la máquina, pero esta tiene que estar a una distancia suficiente, donde las manos puedan hacer maniobra de bajo de los rodillos, pero manteniendo la recolección de los materiales cuando caen del rodillo.

Esta charola se realiza, primero se traza la lámina, se corta la lámina con tijeras para cortar lámina y se procede con operación de doblado (Figura 4.24).

Siguiendo el proceso de fabricado de la charola, continua los dobleces de los cuatro contornos, en forma angular, este detalle debe realizarse con mucho cuidado para que tenga buen aspecto la charola.

Siguiendo con el proceso de fabricación de la charola, se prosigue la operación de soldado este se realizará con oxigas y soldadura de acero dulce. Esta soldadura normalmente la fabrica el operador con alambre recocido y trenzado.



**Figura 4.24 Charola porta químicos.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.**

CAPÍTULO 5. PRENSA VULCANIZADORA Y DE TROQUELADO

Una prensa de compresión es clasificada de acuerdo al número de toneladas de presión que puede ejercer sobre un sistema hidráulico o hidromecánico, en las plantas operan prensas con un amplio intervalo para acomodar una gran variedad de piezas, es conveniente considerar el tamaño de la placa soporte para acomodar las piezas, así como, también la capacidad necesaria de calentamiento para obtener el sistema más económico.

Esta prensa tiene la capacidad de realizar dos procesos, en el cual se desarrollan en este trabajo, uno que es el troquelado y el otro es el vulcanizado o curado del elastómero (hule), la razón es por la economía de una máquina mucho más versátil y que pueda desarrollar dos procesos.

Para el proceso de troquelado o embutido de las piezas se requiere grandes capacidades de presión lineal en el gato y bomba, para el proceso de cocimiento del elastómero, requiere menores presiones de línea o capacidad de la prensa, con las características o requerimientos del troquelado se diseñara la prensa, y diseñando los aditamentos que realizaran el cocimiento del elastómero. Con estos parámetros y herramientas adicionales será fabricada la prensa.

5.1 PARTES QUE COMPONEN A LA PRENSA

Las partes que conforman una prensa son (Figura 5.25):

- Tuerca de calibración del soporte estacionario.
- Soporte fijo.
- Aislamientos.
- Placa superior.
- Barras de desplazamiento.
- Perforación para barras de desplazamiento.
- Pistón hidráulico o ariete.
- Collarín para el ajuste de los claros.
- Placa inferior.
- Placa movable.
- Base de la prensa.
- Línea de presión hidráulica.

Las **tuercas** de calibración del soporte estacionario tiene la función de abrir o cerrar el claro entre las placas para que el molde quede a la distancia deseada, así como, nivelar la placa fija.

El **soporte** fijo esta fabricado en placas de acero de alta resistencia y sirve como tope o limite para soportar la fuerza de compresión. El aislamiento esta constituido por una serie de tablillas de asbesto que evitan la pérdida de calor.

La **placa** superior e inferior está diseñada en acero o aluminio, con amplio espesor, provista de canales de calentamiento para soportar el molde con sus respectivos tornillos.

Las **barras** de desplazamiento, están provistas de guías para el movimiento de la placa móvil que cierre con la placa superior fija.

Las **perforaciones** en las placas para el desplazamiento de ellas sobre la barra están provistas de boquillas, fabricadas en bronce para guiar con precisión la placa y evitar así el desgaste en el acero.

El **pistón** es un tubo de acero de alta resistencia, el cual transmite la presión desde un sistema hidráulico.

Los **collarines** sirven para ajustar las placas en posición y manteniendo el claro de luz entre ellas.

La **base** de la prensa está construida en acero estructural, sosteniendo el cilindro hidráulico y pistón y ariete.

Las prensas pueden estar diseñadas y construidas con el desplazamiento hacia arriba o hacia abajo, la mayoría están construidas con el desplazamiento hacia abajo.

Con estas características y requerimientos de trabajo de la prensa se desarrolla esta máquina, pero en algunas presas el mecanismo de ajuste del área de trabajo o claro de luz, se realiza con pernos y se sostiene la mesa con los pernos atravesados en las vigas y es más eficiente, rápido de ajustar el claro de luz, que con tuercas como lo muestra el diagrama anterior.

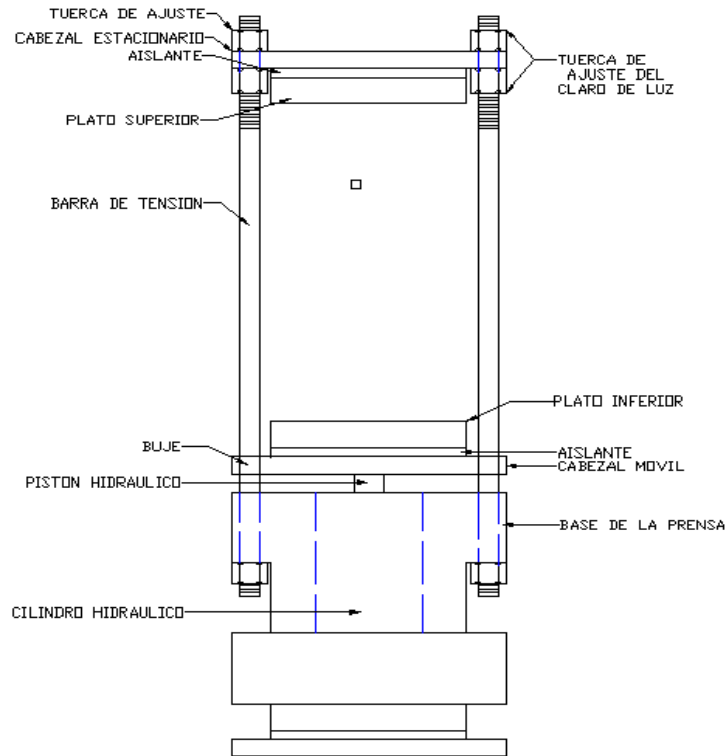


Figura 5.25 Prensa.

Fuente: "HERNANDEZ LUNA HELIODORO M. EN C., TRASFORMACION DEL TERMOPLASTICOS, TERMOFIJOS Y RECICLADO, 1° EDICIÓN, MEXICO DF, IMPRESO EN EL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, 1996, pp. 90"

5.2 GATO DE LA PRENSA

Como anteriormente se menciona la capacidad de una prensa se mide de acuerdo a la capacidad del gato (Figura 5.26) y la bomba hidráulica, en esta se utiliza un gato y una bomba de la marca ENERPAC con una capacidad de 60 ton y 100 ton de la bomba (Figura 5.27).



Figura 5.26 Gato Enerpac.

El medio más común es producir presión por bombeo manual (palanca manual), y la potencia que suministra la presión del fluido al pistón o embolo es llamada **presión de línea** y esta en función del diseño de la bomba (Figura 5.27).



Figura 5.27 Bomba Enerpac.

Es necesario conocer el diámetro del pistón o émbolo y la presión de línea para determinar el tonelaje de la prensa, un manómetro instalado en la bomba o en la prensa indica la máxima presión en línea que puede ser entregada, y de acuerdo a la siguiente expresión se puede hacer el cálculo de la capacidad de la prensa:

$$\text{Capacidad de la Prensa (ton)} = \frac{\text{área del émbolo (pulg}^2) \times \text{presión en línea (lb/pulg}^2)}{2000 \text{ lb/ton corta}}$$

Datos:

Diámetro de embolo= 3 pulg.

Presión en línea =17,150 lb/pulg².

Área del émbolo=7 pulg².

Sustituyendo los datos:

Capacidad de la prensa= (7 pulg²) (17150 lb/pulg²) / 2000 lb/ton= 60 ton

Esta capacidad de máquina es más que suficiente para los dos procesos que se realizaran en la misma máquina.

5.3 PLACAS DE COCIMIENTO

Tomando en consideración a las leyes termodinámicas se requiere de una energía que es la que realizara el trabajo o convertirse en energía calorífica, este dispositivo es nada menos que las resistencias eléctricas que producirán una temperatura de 300° C, la energía manifestada en calor, se conduce por medio de contacto en diferencias de temperaturas, cuando los materiales están en contacto se observan cambios o reacciones químicas en los materiales, estos cambios y reacciones continuaran hasta que alcancen la misma temperatura los materiales.



Figura 5.28 Resistencias para producir calor.

Las placas vulcanizadoras son los accesorios que se fabricaron para la prensa, estos realizaran el cocimiento del elastómero, estas se encuentran fabricadas con una resistencia eléctrica (Figura 5.28) con una carga de 220 Vts o 28.94 kw/hr; se encuentra atrapada (Figura 5.29) en medio del espesor de las placas de aluminio que previamente se realizo el molde y el vaciado del material (Figura 5.30) en estado liquido (aluminio), siguiendo con el proceso se realizo el careado de las mismas, dejando las superficies lisas y planas (Figura 5.31).



Figura 5.30 Placa de cocimiento en bruto.

De esta manera el molde y la presión realizada en el cocimiento del elastómero es uniforme en todas sus áreas, evitando que el molde no tenga un buen asentamiento sobre las placas de cocimiento y el riesgo de una presión no uniforme en todas las áreas del molde. (Figura 5.32)

La fundición del aluminio en las resistencias es por que el aluminio es uno de los materiales que tiene mayor conductividad de calor (CP= 0.208 Kcal. / Kg. °C) y guarda mucho calor permitiendo la transferencia de calor al molde, al elastómero y todas sus partes del tacón.

El concepto de transferencia de calor tiene que ser calculada de acuerdo a los materiales que se trabajaran en las placas de cocimiento, estos son: acero del molde, parte inferior del tacón que esta fabricado en acero dulce y el elastómero, todos estos materiales tiene que transferir calor para lograr el cocimiento del elastómero, y es calculado por la fórmula siguiente:

$$q=m (CP) (\Delta t)$$

Para poder realizar los cálculos se tiene que entender que en termo dinámica se necesita manejar un concepto de Cp, que es la cantidad de calor requerido para suministrar a la unidad de masa de una sustancia, para quitar o elevar la temperatura un grado centígrado; en tendiendo lo que es Cp, se podrá realizar los siguientes cálculos:

Donde:

q=Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de la sustancia deseada.

m=Masa de la sustancia que se desee elevar la temperatura.

Cp= Calor específico a presión constante.

▲t=Variación de temperatura.

Datos de las placas de aluminio:

m= 5.9 kg

Cp=0.208 kcal/kg °C

t_i=0 °C

t₂=150 °C

$$q = (5.9 \text{ kg})(0.208 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C})(150 ^\circ\text{C} - 0 ^\circ\text{C}) = 184.08 \text{ kcal}$$

Datos del molde:

m=1.85 Kg.

Cp=0.110 kcal/kg °C

t_i=0 °C

t₂=150 °C

$$q = (1.850 \text{ kg})(0.110 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C})(150 ^\circ\text{C} - 0 ^\circ\text{C}) = 30.525 \text{ kcal}$$

Datos de la parte inferior del tacón:

m=0.300 kg

Cp=0.110 kcal/kg °C

t_i=0 °C

t₂=150 °C

$$q = (0.300 \text{ kg})(0.110 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C})(150 ^\circ\text{C} - 0 ^\circ\text{C}) = 4.95 \text{ kcal}$$

Datos del elastómero:

m=1 kg
Cp=0.2 kcal/kg °C
ti=0 °C
t2=150 °C

$$q = (1 \text{ kg})(0.2 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C})(150 \text{ } ^\circ\text{C} - 0 \text{ } ^\circ\text{C}) = 30.525 \text{ kcal}$$

Donde el calor total suministrado será calculado con la siguiente fórmula:

$$q \text{ total} = q1 + q2 + q3 + q4$$

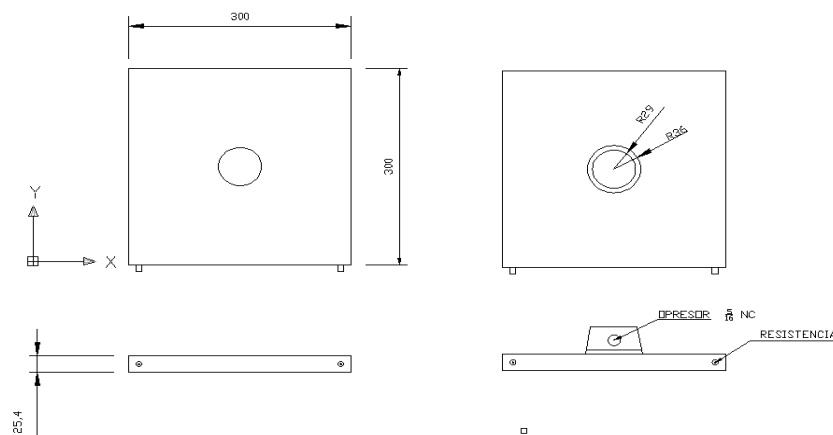
$$q \text{ total} = 184.08 \text{ kcal} + 30.525 \text{ kcal} + 4.95 \text{ kcal} + 30 \text{ kcal} = 249.555 \text{ kcal}$$

Esta cantidad de calor se convertirá a kw.hr. con la siguiente equivalencia (1.16E-3 kw.hr / 1 Kcal.):

$$249.555 \text{ Kcal.} (1.16\text{E-}3 \text{ kw.hr / 1 Kcal.}) = 28.94 \text{ kw.hr}$$

Con estos datos podemos observar que requerimos de unas placas que tengan una transferencia de calor mínima de 249.555 Kcal. Para satisfacer las necesidades de cocimiento del elastómero y la resistencia esta diseñada con un diámetro de 5/16, y un voltaje de 220 V y una capacidad mínima de 28. 94 kw.hr

Estas placas están diseñadas para satisfacer las necesidades para el cocimiento del elastómero en los tacones y logra la conducción de calor que se requiere en el proceso de vulcanizado o curado.



**Figura 5.31 Placas de cocimiento.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.**



Figura 5.29 Resistencias ahogadas en la placa de aluminio.



Figura 5.32 Placas de cocimiento terminadas.

5.4 SENSOR DE TEMPERATURA

Los sensores de contacto, es un dispositivo que detecta, o censa manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía calorífica, velocidad, aceleración, tamaño y cantidad. Podemos decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide, para que la pueda interpretar otro elemento, como el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura, muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra que facilita su medida. Puede ser de indicación directa o puede estar conectado a un indicador, convertidor analógico o digital, computador, o un display, de modo que los valores censados puedan ser leídos por una persona.

El sensor (Figura 5.33) utilizado en el sistema de control de temperatura es un sensor de contacto son algunos de los más simples, pero sin embargo los más utilizados en la industria; estos tienen dos objetos conductores que deben tocarse entre ellos cuando son activados (placa de cocimiento y sensor).

El sensor que es utilizado en las placas de cocimiento es un Termistor PTC (Positive Temperatura Coefficient) es una resistencia variable cuyo valor se ve afectado a medida que aumenta la temperatura. El Termistor se utiliza en una gran variedad de aplicaciones: limitación de corriente, sensor de temperatura y la aplicación estará restringida a un determinado parámetro de temperatura.



Figura 5.33 Sensor de temperatura.

5.5 CONTROL DE TEMPERATURA

El control de temperatura (Figura 5.35), en un sistema de control se emplea la electrónica para ejecutar parámetros tales como la temperatura de cocimiento del elastómero, en estos sistemas de control retroalimentados se combinan tanto los sistemas de control como los de instrumentación, controlando un parámetro que es seleccionado en el potenciómetro del control de temperatura, este ha sido verificado, midiéndolo con un termómetro de contacto para saber si el ajuste de temperatura fue correcto o cambiar el ajuste del potenciómetro, si es necesario.

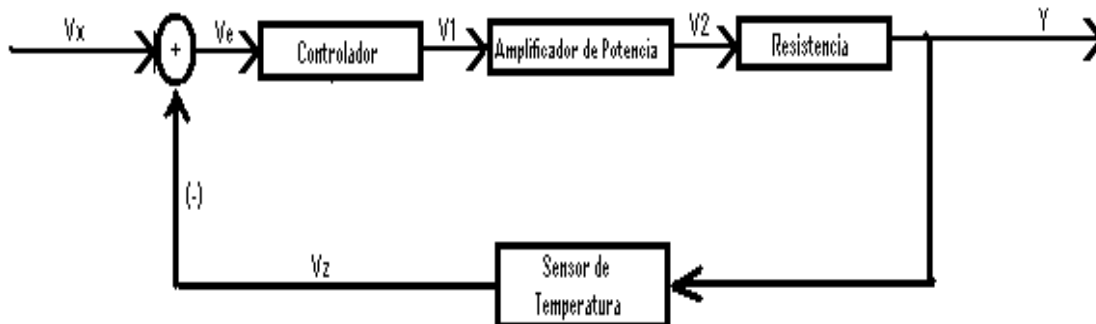


Figura 5.34 Diagrama lógico del control de temperatura.

Fuente: "ROASTRUM WOLAVER, INGENIERIA ELECTRICA PARA TODOS LOS INGENIEROS, 2ª EDICION, MEXICO, PRETICE HALLL, 1999, pp. 302"

El sistema de control (Figura 5.34) es de encendido - apagado el cual nos permitirá tener un error de ± 5 °C del parámetro seleccionado de temperatura y el comparador mandara un voltaje de error (V_e), que este será analizado en el controlador para mandar un voltaje (V_1) al amplificador de potencia, y el amplificador genera un voltaje (V_2) que accionara el contactor y a subes mandar el voltaje a las resistencias que estas generaran calor en toda la placa.

El control de temperatura TE96 es un control fácil de instalar, resiste a vibraciones e interferencias. Utilizado en la industria plástico, metalurgia y mecánica, el cual nos permite controlar la temperatura de 0°C a 300°C.

5.6 CONTACTOR

El elemento clave en los controles automáticos es el dispositivo interruptor llamado contactor magnético (Figura 5.36), que conecta a las resistencias a las líneas de potencia. El contactor es activado por un control de entrada, que sea una tensión menor que las fases o líneas de tensión que el contactor esté cambiando. Los contactores vienen en muchas formas con capacidades y características que varían.



Figura 5.35 Controlador de temperatura.

Los contactores se componen de tres partes. La parte de contacto es la parte que incluye los contactos de la energía, la parte de electroimán, proporciona la fuerza impulsora para cerrar los contactos, la parte de recinto, es un marco que contiene el contacto y el electroimán, estos son fabricados en materiales aisladores como la baquelita, nylon 6, y los plásticos termo endurecibles, para proporcionar una cierta medida de protección al personal.

El contactor mostrado es de la marca tyco, trabaja con un voltaje de 120 o 240 V a 50 o 60 Hz, capacidad de caballos de fuerza del motor es de 2HP con 20 a 25 A.



Figura 5.36 Contactor.

Este dispositivo permitirá tener controlado las líneas de tensión que irán a las resistencias, este es controlado con el control de temperatura cuando prenda o apague el sistema, y permitirá pasar corriente eléctrica a las resistencias o cortarlas, según la cantidad de temperatura que este trabajando el operador.

5.7 FORMA DE CONECTAR LOS ELEMENTOS DE COCIMIENTO

La forma de cómo conectar los elementos que ayudaran en controlar la temperatura de las placas, el sensor de temperatura, contactor y control de temperatura, esto nos ayudara a mejorar la eficiencia y el consumo de electricidad, y nos permitirá un mejor funcionamiento en el sistema de cocimiento.

Esta es la manera de conectar los dispositivos (Figura 5.37) que controlaran las placas de cocimiento para el elastómero, permitiendo un buen funcionamiento de las placas, en el proceso de cocimiento del elastómero.

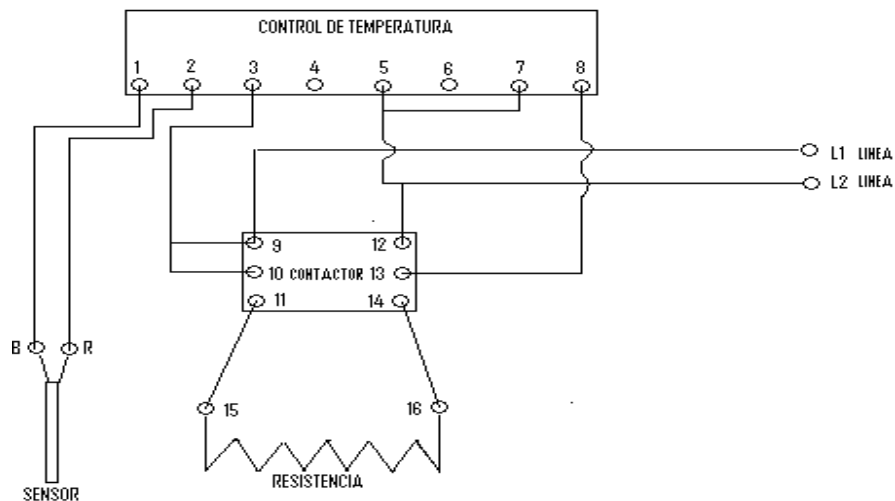


Figura 5.37 Diagrama de conexión de todos los elementos del sistema de cocimiento.
Fuente: "ROASTRUM WOLAVER, INGENIERIA ELECTRICA PARA TODOS LOS INGENIEROS, 2° EDICION, MEXICO, PRETICE HALLL, 1999, pp. 302"

CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DEL TROQUEL

6.1 FORMADO DE METAL

Uno de los procesos que se desarrolla en la industria manufacturera, por medio de dados o troqueles, este proceso principalmente trabaja metal en frío, los trabajos en frío y los procesos de formado requieren como regla menos energía y material.

El embutido se utiliza para cambiar una parte de metal recortada y plana en una forma hueca sin pliegues, adelgazamiento o fracturas excesivas, este proceso se puede embutir diferentes formas geométricas, desarrolladas con lados rectos, cónicos o cilíndricos.

6.2 TIPOS DE TROQUELES

Los troqueles son herramientas fabricadas para conformar piezas, estas pueden ser de diferentes formas, por consiguiente con diferentes diseños, los troqueles aprovechan las propiedades plásticas o el punto de fractura de los materiales que van a ser formados o cortados dependiendo el proceso aplicado.

Para el desarrollo del proceso que es el embutido de la pieza inferior del soporte son utilizados en la industria dos tipos de troqueles que son: el de dado rígido y el de dados flexibles, el más utilizado en la industria manufacturera es el de dados rígidos, por los costos de producción por pieza, el mantenimiento del mismo dado, y la cantidad de producción que puede generar el dado, no requiere de herramienta adicional para el desarrollo del trabajo.

6.2.1 DADO RIGIDO

Los dados rígidos son los más utilizados en la industria del troquelado o conformado en el cual se denomina dado, los dos extremos del dado son de material rígido en el cual, contiene la forma deseada.

Estos dados son para grandes producciones de piezas, pero el costo de la herramienta es media y el tiempo de fabricación de la herramienta no es muy largo.

El proceso utilizado para el embutido de la parte inferior del tacón es el de dados rígidos que nos proporcionan un buen trabajo, un costo medio en la fabricación de los dados, una producción elevada de piezas, por lo tanto un costo bajo de producto por pieza.

6.2.2 DADO FLEXIBLE

Este proceso se requiere de un dado rígido (normalmente es el interior) y es el que genera la presión en un dado flexible.

En el formado con colchón de hule también conocido como el proceso Guerin o Marform, se forma el trabajo sobre un punzón invertido por la acción de un colchón de hule en un contenedor fijo.

El hidroformado se emplea un punzón y un dado flexible con la forma de un diafragma respaldado por aceite a presión.

Estos dos métodos son buenos pero tiene un alto costo la fabricación del dado flexible o el diafragma, por esa razón no se utiliza este método; el mantenimiento del dado flexible es costoso, y produce una mediana cantidad de producción, requiere de muchos cuidados el diafragma y el dado flexible al desgarre.

6.3 MATERIAL DE FABRICACIÓN DEL TROQUEL

Los aceros para herramientas se utilizan principalmente en la fabricación de piezas o herramientas para formar los materiales de construcción, sea por deformación plástica o por eliminación.

Las condiciones especiales de trabajo de las herramientas exigen que los aceros utilizados para el proceso de embutido, se consigue eligiendo adecuadamente los elementos de aleación y los tratamientos térmicos adecuados.

Las características mecánicas que interesan en los aceros para herramientas son las de elasticidad, tenacidad, dureza, resistencia al desgaste, templabilidad e indeformabilidad.

El acero escogido y utilizado es F-514 acero al carbono tenaz, duro, contiene entre 0.8% y 0.9% de carbono, su dureza varía entre 55 y 62 HRc. Este material es utilizado en matrices para embutir, estampar, punzones y troqueles. Tiene la ventaja de mecanizar mejor las piezas de embutido que los aceros indeformables, manteniendo una indeformabilidad, dureza y resistencia media. Este material se temple con una temperatura 800 °C a 860 °C.

6.4 LAS PARTES QUE COMPONEN EL TROQUEL

Los dados rígidos para embutir están constituidos por dos partes:

- 1.-El punzón.
- 2.- El dado matriz.

El punzón (Figura 6.38) es la parte cilíndrica y metálica que empujara la lámina para que sea penetrada en el dado matriz, este esta fabricado en acero F-514 con 0.8% o 0.9% de carbón para resistir los esfuerzo de compresión que desarrollara el mismo.

El punzón debe tener la medida interior que se requiere en la pieza que será embutida, en la parte inferior del punzón, normalmente en la esquina tiene un acaba circular en el cual permite un mejor acabado superficial a la pieza cuando ha sido embutida, también el acabado superficial del punzón es semiliso para generar menos fricción con la lámina que será embutido.



Figura 6.38 Punzón para troquelar.

El dado matriz es el más importante este es el que soporta toda la carga y el esfuerzo que se realiza al penetrar el material por el mismo, esta pieza se fabrico en acero F-514 con 0.8% a 0.9% de carbón, el dado matriz (Figura 6.39) esta constituido por una sección donde se colocara la lámina que será embutida, esta

sección permitirá una mejor manera de centrar la lámina que será embutida, también cuenta con una sección cónica o esférica que permitirá una menor fricción al embutir el material que si tuviera un ángulo a 90°.



Figura 6.39 Dado matriz.

6.5 DISEÑO DEL TROQUEL

La herramienta que se diseña para el embutido contiene los elementos básicos que se mencionaron en el tema anterior, pero sean desarrollado un dispositivo más que es el de cojín de presión para evitar los pliegues o corrugado de la lámina que será embutida. Al realizar la embutición presenta presión uniforme y balanceada en todos los puntos alrededor de la periferia de la lámina que será procesada.

Esta se fabrica con materiales ya mencionados en los temas anteriores en el cual se requiere determinar ciertos cálculos del mismo.

La presión sujetadora requerida para prevenir los pliegues para sujetar una pieza plana para una embutición cilíndrica varía de muy poco a un máximo de cerca de un tercio o más de la presión de embutición. Pero la presión sujetadora también es determinada por tanteo y observación práctica.

Para determinar el radio de la esquina del dado matriz es desarrollado prácticamente, pero el manual consultado proporciona el radio de embutición

practica, los valores en esta tabla 6.12 están basados en un radio de aproximadamente cuatro veces el grueso del material, en algunos casos, el radio puede variar de cuatro a seis veces el grueso del material.

Tabla 6.12
RADIOS DE EMBUTICION PRÁCTICO PARA CIERTOS GRUESOS DE MATERIAL.

CALIBRE	GRUESOS DEL MATERIAL EN mm	GRUESOS DEL MATERIAL EN plg.	RADIO DE EMBUTICIÓN, plg.
28	0.39	1/64	1/16
21	0.79	1/32	1/8
18	1.19	3/64	3/16
16	1.58	1/16	¼
14	1.98	5/64	3/8
12	2.38	3/32	7/16
1/8	3.175	1/8	9/16

Fuente: "FRANK W. WILSON, PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS, 2ª EDICION, MEXICO, CONTINENTAL S.A., 1999, pp. 309"

Para determinar la caja donde se colocara la lámina que será embutida, esta determinada por un cálculo que se denomina tamaño de la pieza cortada donde:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$$

Donde:

- D=Diámetro de la pieza cortada.
- d=Diámetro del cuerpo embutido.
- h=Altura del cuerpo embutido.
- r=Radio de la esquina del dado matriz.

Datos.

- d=101mm
- h=45mm
- r=11mm

Sustitución.

$$D = \sqrt{((101\text{mm})^2 + 4(101\text{mm})(45\text{mm}))} = 168.46\text{mm}$$

Esta fórmula es manejada por una condición que es $d/r = 101/11 = 9.18$

Cuando d/r queda entre 15 y 20 su fórmula es la siguiente:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh - 0.5r}$$

Cuando d/r queda entre 10 y 15 su fórmula es la siguiente:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh - r}$$

Cuando d/r se encuentra entre $10 > d/r$ su fórmula es la siguiente:

$$D = \sqrt{(d - 2r)^2 + 4d(h - r) + 2\pi r(d - 0.7r)}$$

$$D = \sqrt{((101\text{mm}) - 2(11\text{mm}))^2 + 4(101\text{mm})(45\text{mm} - 11\text{mm}) + 2\pi(11\text{mm})(101\text{mm} - 0.7(11\text{mm}))} = 163.54 \text{ mm}$$

Estas fórmulas son las utilizadas para determinar el diámetro del material que debe ser embutido de acuerdo a la condición de diámetro de la pieza embutida entre el radio de la esquina del dado matriz. Las ecuaciones anteriores están basadas en la suposición de que el área de superficie de la pieza cortada es igual al área de superficie de la pieza acabada.

Determinando el diámetro de la lámina que será embutida, el radio de la esquina del dado matriz y el diámetro del punzón ahora podremos realizar el diseño del dado matriz y punzón (Figura 6.40).

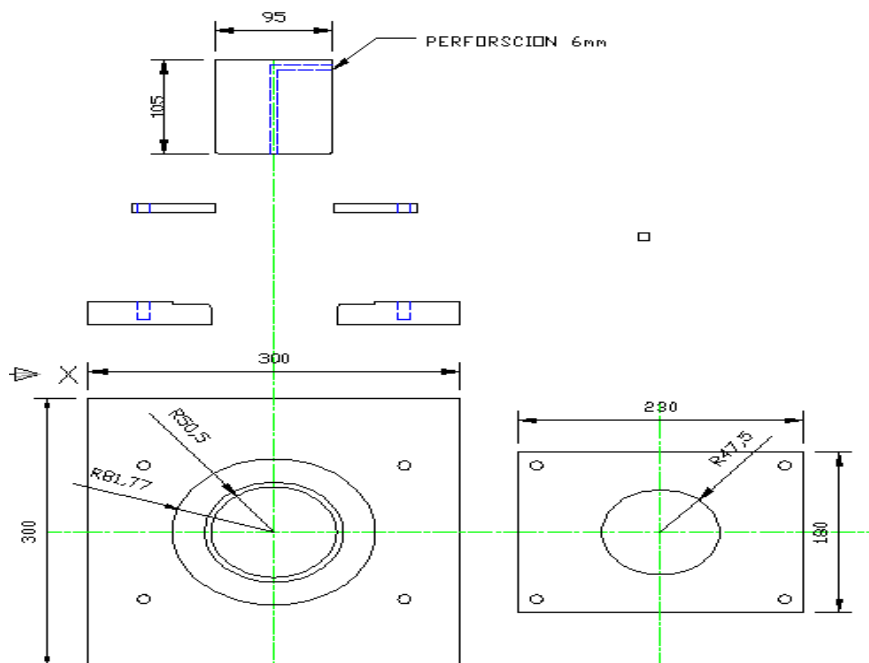


Figura 6.40 Dado matriz y punzón.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

6.6 QUE OTROS PROCESOS SE PUEDEN UTILIZAR PARA FABRICAR LA PIEZA INFERIOR DEL TACÓN

Es importante conocer otros métodos que también pueden realizar la misma operación que el embutido por dados rígidos, pero que no los utilizaremos por no contar con suficientes recursos o con la máquina.

Un torno de rechazo o proceso de rechazado, es competitivo con respecto al embutido con dados rígidos en cantidades pequeñas, el rechazado puede ser casi tan rápido como el embutido, pero es más eficiente para piezas grandes donde no permite la entrada del material en la prensa.

El torneado rolado llamado también formado rolado, básicamente existe una herramienta llamada carretilla rechazadora en la cual esta permite ejercer una fuerza sobre la lámina e ir dando la forma del molde o machote interior, con este proceso se pueden desarrollar formado por empuje en tubos, contornos.

CAPÍTULO 7. DESCRIPCIÓN DEL MOLDE

7.1 DATOS DE ANÁLISIS

Para la producción de una pieza determinada en elastómeros es el resultado de una cuidadosa evaluación (Tabla 7.13) de los elementos y datos disponibles para llegar a la solución más conveniente, para una buena opción y obtener el molde más adecuado, es muy útil el intercambio de información del diseñador de la pieza y el diseñador del molde. Las condiciones preliminares que deben tomarse en cuenta son las siguientes, ya que considerando el molde es una pieza única y costosa, complicada de equipo construida como ejemplar único (como un prototipo), y el análisis técnico se debe desarrollar con mucho cuidado y precisión:

1- La pieza por moldear: forma, dimensiones, tolerancias, peso, material que se usara (elastómero), contracción prevista.

Las tolerancias de fabricación más o menos cerradas, se pueden analizar sobre tolerancias dimensionales donde las norma Alemana DIN 16901 o tolerancias ISO IT 11 para piezas moldeadas de precisión destinadas a la mecánica de moldes.

2- Cantidad de piezas por producir en la unidad de tiempo: determinación del aspecto económico.

3- Selección del sistema de moldeo y costo de producción del producto.

4- Tipo de molde y número de cavidades: costo del molde.

5- Selección de la máquina adecuada, tipo y características.

6- Sistema de alimentación del material, a las cavidades del molde que son diversas y dependen tanto del material por usar.

7- Sistema de expulsión de la pieza moldeada después del calentamiento, que provoca la reacción química de endurecimiento (termos fijos y elastómeros vulcanizados).

8- Sistema de enfriamiento de los moldes para termos fijos y elastómeros, donde es necesario disipar la cantidad de calor en cada moldeada.

9- Sistema de calentamiento de los moldes para termo fijos y elastómeros vulcanizados, en cada ciclo el molde debe ceder a la pieza moldeada una determinada cantidad de calor.

10- Selección de los materiales para la fabricación de los moldes, es necesario considerar diversos factores:

- Calidad del material plástico y dimensiones de la pieza moldeada.
- Cantidad de las piezas por producir y duración prevista del molde.
- Método elegido para la fabricación de las cavidades.

11- Sistema de seguridad y protección de los moldes.

12- Cálculos de los esfuerzos en los moldes y la deformación.

13- Métodos de maquinado: máquinas convencionales, electroerosionadora, CNC. Con todos estos elementos generales y técnicos son necesarios para un buen análisis y diseño de moldes, a continuación se desarrolla una hoja (Tabla 7.13) de datos técnicos reales del molde y su entorno de trabajo.

Tabla 7.13 Hoja de análisis para el molde.

ANALISIS	DATOS
1- Forma, dimensiones, tolerancias.	Según Dibujo.
2- Cantidad de piezas.	Especiales, 30.
3- Selección del sistema de moldeo.	Por compresión.
4- Tipo de molde y número de cavidades.	Molde tipo semipositivo.
5- Selección de la máquina adecuada.	Prensa hidráulica tipo H de 60 ton.
6- Sistema de alimentación del material.	Manual.
7- Sistema de expulsión de la pieza moldeada.	Manual.
8- Sistema de enfriamiento.	Ambiente.
9- Sistema de calentamiento.	Por placas de cocimiento (Resistencias).
10- Selección de los materiales.	Acero dulce.
11- Sistema de seguridad.	Fijación.
12- Cálculos de los esfuerzos en los moldes.	9.425 ton.
13- Métodos de maquinado.	Maquinados convencionales, torno, fresa, cepillo.

FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

7.2 MOLDES DE COMPRESIÓN

Los moldes para este proceso son maquinados en aceros especiales para soportar presiones altas e impedir desgaste de los elastómeros abrasivos. Los moldes representan una inversión alta en herramientas de formación de elastómeros y podrán ser protegidos de daños.

Los moldes cuando son diseñados y fabricados o algunas veces reparados, estos deben contener ciertos elementos indispensables que se desarrollara en la siguiente descripción:

Mitad superior:

Mitad superior (macho): Proporciona el medio de anclado del molde a la placa superior de la prensa.

Placa adaptadora de la fuerza de contención: Proporciona el soporte para la fuerza.

Pieza macho o tapón o corazón: Forma la parte interior de la pieza o moldeada o una superficie de la pieza sólida.

Pernos guía: Asegurar un alineamiento de las dos mitades del molde.

Medios de calentamiento: Están desarrolladas por placas de cocimiento.

Entrada de tornillos: Soportes de las partes del molde.

Mitad inferior:

Línea de unión: Superficie tope para cierre del molde.

Cavidad: Forma exterior de una pieza hueca o cara opuesta de una pieza sólida.

Cuerpo de la cavidad: Soporte de la cavidad.

Entrada de los pernos guía: Barrenos para la alineación de las dos partes del molde.

Plato o placa adaptadora: Proporciona el medio de anclaje del molde.

Medios de calentamiento: Esta desarrollado por placas de cocimiento.

Entradas de tornillos: Soportes de las partes del molde.

El diseño del molde varia de acuerdo a las formas del producto, de los aspectos de dimensiones, de la pieza, y como la pieza será limpiada del flash o exceso de material, pero siempre el molde contendrán las partes ya mencionadas.

7.3 TIPOS DE MOLDES DE COMPRESIÓN

Los diseños de moldes para el proceso de compresión son tres tipos básicas que se mencionaran a continuación:

Molde tipo Flash: Este tipo de molde es el más económico. Los moldes flash son utilizados para el moldeo de piezas de poca profundidad en donde al exceso de material se le permite fluir por una canalización de corte sin limitación. La presión de la carga del molde no es tan importante como en los otros tipos.

Molde tipo positivo: Un molde tipo positivo o absoluto, es en el cual se introduce toda la fuerza en la cavidad sin restricción alguna. Este tipo de molde es usado para grandes masas de compuesto y piezas de volumen grande en donde se requiere un desfogue de material en posición vertical, en los acabados, son controlados solamente por el peso de la carga y velocidad de cierre de la prensa, en coordinación con la presión y temperatura.

Molde tipo semipositivo (contacto positivo): Este tipo de molde combina los dos diseños anteriores. El exceso de material fluye al exterior sobre la superficie de contacto hasta muy cerca de la superficie del extremo de recorrido.

El molde semipositivo se divide en dos tipos basados en la posición de la superficie de tope. Puede ser de superficie de tope interno o de superficie de tope externo o cojinetes en donde se absorbe la presión a la misma velocidad que la recibe el material en la cavidad.

Para cualquiera de los tipos de moldes se debe considerar la presión de moldeo por compresión calculada o recomendada en el desarrollo del diseño del molde.

Bajo estos criterios se diseña el molde el cual es de tipo semipositivo, este nos proporciona mayor seguridad y menos desperdicio de material y el tope desarrollado en el molde es de cojín interior y el desperdicio recorre toda la superficie de penetración del molde en un movimiento vertical, generando un flash en todo el contorno de la superficie de la pieza inferior del tacón.

7.4 CÁLCULO DE LA PRESIÓN DE MOLDE

La presión promedio de molde es la presión aplicada por pulgada cuadrada sobre el material depositado en la cavidad del molde. Cada tipo de mezcla, así como

también el diseño y tamaño de la pieza que se desea moldear, debe ser cuidadosamente analizado cuando se calcula la presión necesaria para moldear cuidadosamente el producto (Tabla 7.14).

Presiones inadecuadas dan como resultado piezas porosas con burbujas o incompletas, excesivas presiones aplicadas dañarían el molde y a la prensa. Para determinar si el molde puede ser usado en una prensa específica, la presión en el molde requerida deberá ser muy precisa.

Primero es necesario encontrar el área proyectada de la cavidad del molde o de todas en un molde de múltiples cavidades, continuando, se resuelve la expresión siguiente:

$$\text{Presión en el molde} = \frac{(\text{Presión de moldeo (psi)})(\text{área proyectada (pulg}^2))}{2000\text{lb/ton}}$$

Datos:

Presión de moldeo (Tabla 7.14)=1500 a 3000 lb/pulg².

Ø del molde=4 pulg.

Área proyectada=12.566 pulg².

Para determinar el área proyectada se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Área proyectada} = \pi D^2/4$$

Sustituyendo la fórmula:

$$\text{Área proyectada} = \pi (4\text{pulg})^2/4 = 12.566 \text{ pulg.}$$

Teniendo el área proyectada se podrá calcular la presión en el molde, utilizando la ecuación ya mencionada:

$$\text{Presión en el molde mínima} = 1500\text{lb/pulg}^2(12.566\text{pulg}^2) / 2000\text{lb/ton} = 9.425 \text{ ton}$$

$$\text{Presión en el molde máxima} = 3000\text{lb/pulg}^2(12.566\text{pulg}^2) / 2000\text{lb/ton} = 18.849 \text{ ton}$$

Esta sería el parámetro mínimo y máximo de la presión desarrollada de moldeo, y el molde se debe fabricarse para resistir la presión en las paredes con una presión máxima.

Nota: Los datos de presión de moldeo es obtenido de tablas 7.14 de datos prácticos, o este puede ser proporcionado por el proveedor.

7.5 DISEÑO

Después de haber realizado la hoja de análisis, haber identificado el tipo de molde (Figura 7.41) y la presión en el molde, se puede determinar el diseño de la pieza metálica o molde que será maquinada con las características técnicas ya mencionadas y requeridas para el moldeo del elastómero.



Figura 7.41 Molde.

El molde (Figura 7.42) es de tipo semipositivo el cual permitirá conformar grandes masas de elastómero y el residuo saldrá en forma vertical por toda la parte longitudinal de recorrido del molde y generara un residuo llamado flash y este será mínimo.

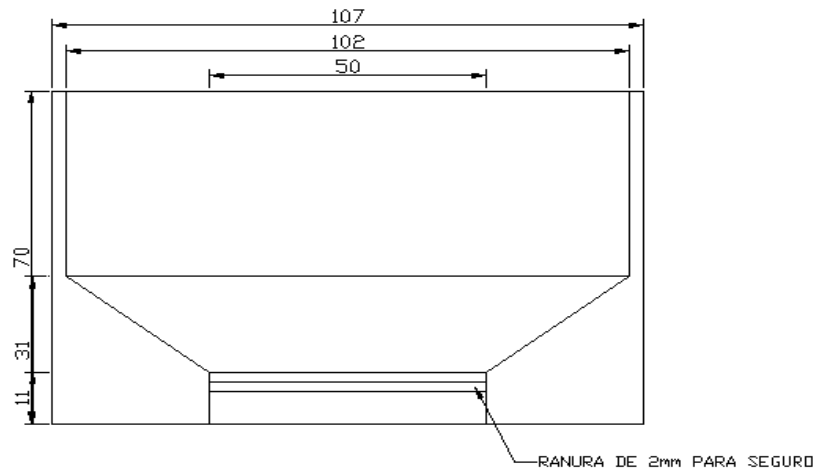


Figura 7.42 Molde.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

7.6 INSTALACIÓN

La instalación del molde es muy sencilla, para lo que a sido diseñado este molde, en el cual, el molde será colocado, en la placa de cocimiento inferior de la prensa, esta proporcionara el apoyo suficiente para producir la presión del molde y la transferencia de calor que ha sido calculada en los temas anteriores.

Los riesgos que se presentan son de que la pieza inferior del tacón, pueda entrar torcido o desalineado, el cual el operador debe tener mocho cuidado al dar la presión de moldeo requerida.

7.7 CUIDADOS Y LIMPIEZA DEL MOLDE

Como se ha mencionado los moldes son una inversión sustancial en herramientas para el conformado del elastómero, estos deben tener un manejo adecuado y deben ser protegidos de daños por descuidos o por corrosión de tipo ambiental o ataques químicos.

Tabla 7.14 Presiones de moldeo recomendadas para la compresión de termofijos y termoplásticos.

TIPO DE RELLENO	PRESIÓN DE MOLDEO(psi)
Harina de madera.	1500-3500
Borra de algodón.	1500-4000
Algodón prensado.	2000-5000
Cuerda de llanta.	2000-5000
Fibra de henequén.	2000-5000
Hule.	1500-3000
Mica.	1500-3000
Asbesto.	2000-4000
Minerales.	2000-3000
Vidrio.	
Fibra tejida.	2000-10000
Fibra picada.	2000-6000
A granel.	1000-6000
UREA.	
Alfa celulosa.	4000-8000
Alfa celulosa más plastificante.	2000-4000
MELAMINA.	
Alfa celulosa.	2000-8000
Asbesto.	2000-8000
Minerales.	2000-6000
Vidrio.	
Fibra picada.	2000-8000
A granel.	2000-6000
RESINAS ALQUIDALICAS.	
Mineral granulado.	1000-1500
Vidrio.	
Material extruido.	600-1000
En masa.	400-800
A granel.	1000-2500
DIALQUILFTALATO (DAP).	
Fibra sintetica (nylon, orlon, dacró).	500-2000
Fibra de vidrio.	500-2000
Asbesto.	500-2000
RESINA POLIESTER.	
Fibra de vidrio.	50-500
Fibra de henequén.	50-500
Mineral (arcillas).	50-500
RESINA EPOXICA.	
Mineral.	100-1000
Fibra de vidrio.	100-2000
SILICON.	
Asbesto.	1000-8000
Fibra de vidrio.	1000-5000
Mineral.	1000-5000

Fuente: "HERNANDEZ LUNA HELIODORO M. en C., TRANSFORMACION DEL TERMOPLASTICOS, TERMOFIJOS Y RECICLADO, 1ª EDICION, MEXICO, IMPRESO EN EL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, 1996, pp. 96"

Para la limpieza de los moldes use herramientas afiladas de material blando como es el bronce, cobre o aluminio, para remover cualquier material extraño pegado en las superficies de moldeo.

Nunca utilice herramientas de acero o hierro para la limpieza de las superficies de contacto.

Si se requiere más fuerza para extraer residuos de elastómeros curados, use un martillo y cincel de bronce de preferencia, un martillo de acero puede causar accidentalmente cortaduras en la superficie del molde.

Para la limpieza de polvo utilizar aire comprimido para sopletear las cavidades del molde, una brocha para aquellas partes más pegadas de polvo, utilizar equipo de seguridad personal como son anteojos para evitar que las astillas puedan clavarse en los ojos.

Para terminar la limpieza se debe revisar todas las cavidades del molde con la ayuda de un espejo, para aquellas que están muy escondidas y que deben quedar libres de material del moldeo anterior.

CAPÍTULO 8. DESCRIPCIÓN DE LA FÓRMULA

8.1 CARACTERÍSTICAS DE LA FÓRMULA

Se puede decir que la formulación de compuestos de hule es el arte y la ciencia de selección y combinación de hules y aditivos para producir un compuesto con las propiedades químicas, físicas y mecánicas necesarias en el producto terminado; un compuesto con las mejores, y más fáciles características de procesamiento al mejor costo posible.

Por esta razón la formulación del polímero es una de las partes más importantes de todo el proceso en el cual se tiene que manejar las cantidades de los compuestos que desarrollara el producto deseado.

Para esto se requiere de una báscula de precisión, vaso precipitado, matraz y pipeta. El cual permitirá una mejor precisión de las cantidades de los compuestos que serán trabajados.

Una formulación típica consiste de 10 o más ingredientes. Cada uno de ellos con una función específica y, por lo tanto, con un impacto en las procesabilidad, propiedades y costo del producto terminado (Figura 8.43).

8.2 NOMBRE DE LA FÓRMULA

El nombre desarrollado de las fórmulas se determina por el componente mayoritario que se utiliza en la producción de la fórmula, en este caso el nombre es **NATURAL 60° a 65°**, en el cual representa el 19% de hule natural en la fórmula, 60° a 65° representa la dureza que se maneja en esta fórmula.

Esta es la forma para reconocer el nombre de la fórmula y el compuesto mayoritario que dará las propiedades físicas, químicas establecidas previamente en un análisis del elastómero en el producto.

8.3 PRINCIPALES INGREDIENTES

Los ingredientes pueden clasificarse de acuerdo al uso o función en la fórmula que son:



Figura 8.43 Banda de hule crudo.

- Hule o Elastómero.
- Agentes vulcanizantes.
- Aceleradores.
- Activador o inhibidor.
- Cargas reforzantes.
- Cargas no reforzantes.
- Antioxidantes.
- Lubricantes y extendedores.
- Ayudas de procesados.
- Pigmentos de color.
- Otros aditivos especiales.

Todas las fórmulas llevan todos estos compuestos que nos proporcionaran una mayor facilidad de mezcla y lograr las propiedades deseadas para el producto final.

Como ya se menciona lo primero en el diseño de una formulación es la selección del polímero base (hule o elastómero). Esto determinará las propiedades químicas, físicas y mecánicas que se pueden alcanzar en el producto final.

Después del hule, la selección de los agentes vulcanizantes es el más importante en formulación de hules o elastómeros. Aunque usualmente constituye una parte muy pequeña del compuesto, el agente vulcanizante tiene una influencia profunda en la naturaleza y alcance de la reacción de vulcanización, que a su vez determina en gran medida las propiedades finales del vulcanizado.

Lo siguiente en importancia es la selección de la carga reforzante. Esta, por lo general, es negro de humo, aunque también se puede utilizar varias cargas reforzantes no negras. La carga reforzante tiene una profunda influencia en las

características de procesabilidad del compuesto y en las propiedades físicas y mecánicas del vulcanizado.

Lo siguiente en importancia son las cargas no reforzantes que se utilizan por lo general, para reducir costos y para no cambiar las propiedades del producto o características de procesamiento.

Antioxidantes, que se utilizan para retardar la degradación y por lo tanto, para extender la vida útil del producto.

Los lubricantes, que se utilizan para disminuir la elasticidad (aumentar la plasticidad) durante el proceso o para disminuir el módulo de dureza o aumentar la flexibilidad del material ya vulcanizado a bajas temperaturas.

8.4 GRADOS DE DUREZA

La importancia de la fórmula del elastómero es mucha, porque de esta depende del éxito o fracaso del producto, la resistencia que pueda generar el hule a los esfuerzos mecánicos, por esta razón podemos generar diferentes durezas del hule, para los diferentes tacones que se requieran, de aquí el grado de importancia de la fórmula.

Se podrá realizar durezas directas: 20° a 25°, 60° a 65° Natural, 60° a 65° Neopreno, Ebonita y algunas durezas indirectas como: 30° a 35°, 25° a 30°, 40° a 45°, 50° a 55°, 35° a 40° o 55° a 60°. Con todas estas durezas se pueden realizar diferentes piezas con diferentes requerimientos técnicos y propiedades mecánicas que así requiera el producto.

CAPÍTULO 9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL TACÓN.

9.1 PROCESO

La secuencia de fabricación es el más importante de todo el desarrollo para lograr un producto terminado y con las características de calidad necesarias, con los elementos indispensables de mano de obra y maquinaria que ha sido diseñada en los capítulos anteriores, para lograr un proceso eficiente y sencillo, que sea económico y rentable al consumidor.

El proceso de fabricación del tacón es la conjugación de todos los procedimientos y operaciones que se realizarán en diferentes etapas del procedimiento progresivo, cada procedimiento es conjuntado con diferentes aspectos técnicos que son importantes para la obtención de la pieza fabricada.

Al realizar el proceso de manera correcta se está logrando que el producto sea lo más rápido posible y con la mayor cantidad de producción, con buen aspecto para el cliente.

Al terminar la secuencia de todos los procedimientos se podrá obtener un producto que cumpla los requerimientos necesarios por el consumidor, y listo para su operación en un vehículo.

9.2 PARTES QUE COMPONEN EL PROCESO

El proceso diseñado y desarrollado para la fabricación del tacón, está caracterizado por tres aspectos muy importantes que son:

Partes metálicas.
Elastómero.
Adhesivos.
Insumos (compras).

En las partes metálicas se desarrolla todas las actividades que componen las partes metálicas del tacón como: de corte de la pieza que será embutida, corte de los seguros, embutido o troquelado, perforación, armado de las piezas, soldadura y limpieza. Ya todos estos procedimientos son desarrollados en diferentes tiempos de producción para la mejor eficiencia y desarrollo del personal con menor tiempo de producción.

El elastómero en esta sección, se desarrollaran todas las actividades que ayudaran a la preparación del elastómero que son: la formulación (dureza), molienda, preparación de la banda, aplicación de adhesivos, precalentamiento del elastómero, colocación del elastómero en las piezas, moldeo, vulcanizado o curado. Realizando todas estas actividades se lograra que se tenga un buen polímero con las condicione que se requiere en el tacón.

El acabado final del tacón se realiza con la aplicación de color en la parte metálica que ha sido troquelada.

En algunos casos la generación de la banda de hule y la preparación de la fórmula, es necesario guardarla, hasta que sea el momento propicio para su utilización, en este caso el hule guarda sus propiedades hasta un mes, el lugar donde será guardado tiene que ser un lugar fresco, el cual no permita la vulcanización a temperatura ambiente. Este fenómeno de vulcanización podría empezar a suceder cuando, el hule crudo se encuentra expuesto al sol, esto podría generar una vulcanización prematura y ocasionar problemas en el moldeo por la vulcanización prematura.

Adhesivos será el pegamento que producirá la adherencia del hule con las partes metálicas que conforman el tacón, este tiene varios procedimientos que son: formulación del adhesivo (hule grado 30°), la molienda, cortar el hule y disolver el hule.

Insumos son todos aquellos materiales que son adquiridos por compras como: Tolueno, las rondanas o arandelas, tornillos, soldadura y materia prima del hule.

Estas son las actividades que se realizarán para generar el producto, en el proceso de moldeo, existe la característica de que el material de residuo, es reciclado y combinado en el molino, siempre y cuando se continúe realizando fórmula del mismo grado que la del residuo, si no es así, ese residuo es guardado para mezclarse con otra carga nueva.

9.3 PROCESO DE EMBUTIDO

El proceso es la formación de la parte inferior del tacón, en esta parte se realiza el corte de los materiales que serán embutidos, para esto se ha realizado el cálculo del diámetro de material plano o lámina que será embutida, este cálculo ya fue realizado en el diseño del troquel tema 6.5 Diseño del troquel, para realizar la caja del material que será embutido.

Este cálculo es nuevamente realizado a continuación para cortar el material a la medida correcta:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$$

Donde:

D=Diámetro de la pieza cortada.

d=Diámetro del cuerpo embutido.

h=Altura del cuerpo embutido.

r=Radio de la esquina del dado matriz.

Cuando d/r se encuentra entre $10 > d/r$ su fórmula es la siguiente:

$$D = \sqrt{(d-2r)^2 + 4d(h-r) + 2\pi r(d-0.7r)}$$

$$D = \sqrt{((101\text{mm}) - 2(11\text{mm}))^2 + 4(101\text{mm})(45\text{mm} - 11\text{mm}) + 2\pi(11\text{mm})(101\text{mm} - 0.7(11\text{mm}))} = 163.54 \text{ mm}$$

El diámetro de la lámina que será embutida es de 163.54 mm de diámetro, de este diámetro tiene que ser la lámina que será embutida y se cortaran las piezas que requiera fabricar.

Después de que han sido cortadas las láminas planas, se coloca el dado matriz en la prensa, se le agrega aceite al dado matriz, para disminuir la fricción ejercida al embutir la lámina en el dado matriz, se coloca la lámina, y se le agrega nuevamente aceite, pero a la lámina que será embutida, continuando con el proceso, se coloca el dispositivo que no permite que se formen pliegues o arrugas, se fija, se aprietan sus tornillos y se coloca el punzón que nos permitirá realizar la embutición.

Después de todo este procedimiento se posiciona el gato, donde se encuentre la mejor posición para que la presión sea uniforme en toda la superficie de la lámina, se empieza a darle presión a la bomba del gato en paso rápido, se acerca y se le da una pequeña presión a la lámina y nuevamente se verifica el alineamiento, el operador determinara, si requiere mover el troquel completo o solo el punzón o solo acomodar el dado matriz y esto tendrá que ser determinado en el momento de troquelar.

Después de que se alinea se empieza a dar presión a la bomba, pero con el émbolo de alta presión y empezar a embutir, esto tiene que ser despacio y se podrá ver como se va embutiendo la lámina, y esta termina hasta que sale por completo la lámina por el dado matriz, cuando el operador logre observar la orilla del la lámina podrá dejar de mandar presión a la bomba y empezar a liberar presión de la misma, para extraer la pieza y el punzón del dado matriz.

Durante todos estos procedimientos, se realiza una inspección visual de la pieza para determinar algunos detalles como de liberación de presión, velocidad de embutido o presión del dispositivo de fijación de la lámina, porque uno de los factores importantes en el éxito o falla de la operación de embutido, es la relación de grueso del metal que será embutido y esta relación se expresa como t/D , esta relación disminuye o aumenta la tendencia a los pliegues o arrugas, y se requiere más presión sujetadora de la pieza para controlar el flujo en forma apropiada y prevenir que comiencen a formarse los pliegues.

Posteriormente de la inspección visual se coloca la pieza en un carrito de transporte donde indica que se ha terminado el proceso de embutido y que la pieza puede continuar el proceso (Tabla 9.15).

Las presiones trabajadas en este proceso son calculadas para determinar las presiones que requiere el proceso de embutido, para todo el procedimiento ya mencionado, la presión aplicable al punzón, necesaria para embutir un casquillo, es igual al producto del área transversal y la última resistencia a la deformación del metal, esta presión es calculada con la siguiente expresión:

$$P = \pi d t s (D/d - c)$$

Donde:

s= Resistencia a la deformación.

c=0.6 a 0.7 (constante de fricción).

D=Diámetro de la parte del material.

d=Diámetro del casquillo o buje.

P= Presión.

t=Grueso del material.

Datos:

$s = 3515.34 \text{ kg/cm}^2$ (50Ksi)

$c = 0.7$

$D = 16.354 \text{ cm}$

$d = 10.1 \text{ cm}$

$t = 0.25 \text{ cm}$
























Sustituyendo:

$$P = \pi (10.1 \text{ cm})(0.25 \text{ cm})(3515.34 \text{ kg/cm}^2)(16.354/10.1 - 0.7) = 26491.234 \text{ kg} \\ 26.491 \text{ ton}$$

Para calcular la presión total hay que determinar la presión sujetadora para la pieza que será embutida, este cálculo se determino en el tema 6.5 en el menciona que la presión requerida para sujetar una pieza plana para embutir cilíndricamente, varia de un máximo de cerca de un tercio de la presión de embutición.

Tabla 9.15 Diagrama de flujo de proceso de embutido.

OBJETO DEL DIAGRAMA: Embutido DIAGRAMA No. 001
 FIGURA No. 6 PARTE No. 03 DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Almacén ELABORADO POR: M. Jimenez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Inspección FECHA: 3-08-07 HOJA: 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
			Lámina almacenada hasta solicitar.		2		Liberar presión de la bomba.
20	5		Recibir solicitud.		0.5		Regreso del aceite a la bomba.
4	5		Lámina calibre 12.		2		Sacar la nueva pieza ya embutida.
1	3		Acomodar la lámina en el banco de trabajo.		0.5		Se observa la nueva pieza.
	15		Realizar los cortes de la lámina.		9		Se corta el material sobrante.
	5		Esperar que empiece la operación de colocación de los dados troquel.		0.5		Se observa el corte, pieza terminada.
3	10		Dados del troquel a la prensa.				
	10		Instalar los dados troquel.				
	5		Esperar que empiece la operación de embutido.				
0.5	0.5		Lámina cortada al dado matriz.				
	5		Colocación del dispositivo que no permite los pliegues en la lámina.				
1	5		Dado punzón a la prensa.				
	5		Colocación del punzón a la prensa y observar el alineamiento.				
	3		Esperar que empiece la operación de penetración de la lámina.				
	5		Dar presión a la bomba y gato.				
	3		Observar que salga la orilla de la lámina y dar presión a la bomba.				
	2		Esperar que se libere presión de la bomba.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Con esta relación podemos determinar la presión total de la embutición con la siguiente ecuación:

$$P_t = \text{Presión de embutido} + (\text{Presión de embutido}/3)$$

Donde:

P_t=Presión total.

P=Presión de embutido.

Datos:

P=26.491 ton

Sustituyendo:

$$P_t = 26.491 \text{ ton} + (26.491 \text{ ton} / 3) = 35.321 \text{ ton}$$

Con esa presión calculada se podrá realizar la operación de embutido con el cuál se realiza en la prensa ya diseñada, en los temas anteriores, estos valores nos permiten tener un panorama del esfuerzo realizado en la operación de embutido.

9.4 PREPARACIÓN DEL ELASTÓMERO

Lo que es la preparación del elastómero es la parte más importante en la fabricación del tacón, como se ha mencionado el elastómero es el elemento que absorbe las vibraciones mecánicas que genera el motor en el vehículo, por esa razón el elastómero es necesario realizarlo con mucho cuidado con todos sus elementos químicos requeridos en la fórmula para que se logre con las mejores características de funcionalidad en el tacón más adecuadas.

Para la fabricación del elastómero (Tabla 9.16) es necesario primero observar que tipo de dureza se requiere en el tacón, partiendo de la dureza, se continúa posteriormente en desarrollar la fórmula que será preparada en el molino Bambury.

Después de que se desarrollo la formulación, sigue el pesar y medir las sustancias que conformaran la fórmula, estas deben ser pesadas con una báscula de precisión y los líquidos con matraz o vasos precipitados, si esto no fuera así, podría tener más sustancia o menos sustancia de algún químico que requiera la fórmula y podría cambiar las propiedades del hule que se quiere lograr, continuando con el procedimiento se ordenan las sustancias que serán mezcladas en el orden correspondientes que son:

Tabla 9.16 Diagrama de flujo de la preparación del elastómero

OBJETO DEL DIAGRAMA: Preparar el elastómero DIAGRAMA No. 02
 DIBUJO No. 45 PARTE No. DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Fórmula ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Almacén FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
			Revisar los componentes de la fórmula.		10		Revisar que la banda este bien mezclada seguir mezclando.
			Hule y químicos almacenados hasta solicitar.		1		Sacar la banda del molino.
20	5		Recibir solicitud.	2	0.5		Colocar la banda en el banco de trabajo.
30	15		Hule y químicos hasta la báscula.		2		Cubrir el hule con plásticos para que no se contamine.
	20		Pesar y medir los químicos.				Se almacena asta que se requiera.
	5		Ordenar los productos químicos como serán mezclados.				
	3		Esperar que empiece la operación de mezclado.				
	30		Moler y generar banda con el hule natural en el molino.				
	0.25		Observar que el hule este listo para mezclarse con el neopreno.				
	15		Mezclar el neopreno con el hule natural en el molino.				
	0.25		Observar que el hule natural y el neopreno este mezclado.				
	0.25		Esperar que se agregue las cargas reforzantes.				
	1		Agregar las cargas reforzantes.				
	5		Se mezcla las cargas reforzantes y se sigue moliendo el hule.				
	0.25		Esperar que se agregue los de mas productos químicos en la charola.				
1	1		Colocar los químicos en la charola.				
	1		Agregar los ayudantes de procesado, anti - degradantes, lubricantes y extendedores.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

- 1.-Polímero.
- 2.-Cargas reforzantes (Negro de humo), no reforzantes.
- 3.-Ayuda de procesado.
- 4.-Antidegradantes.
- 5.-Lubricantes y extendedores.
- 6.-Pigmentación.
- 7.-Otros aditivos especiales.
- 8.- Vulcanizantes.

Esta es la secuencia en la que se desarrolla para la molienda y mezcla de los elementos, continuando con el procedimiento se observa que el primer elemento para mezclar son los polímeros y la fórmula base contiene dos polímeros que es el hule natura (NR o IR) y el neopreno (CR) y en el proceso de mezclado se inicia con el hule natura (Figura 9.44), se coloca en el molino que empiece a adelgazarse, hasta que empiece el polímero a generar una banda en los rodillos, este polímero empezara a elevar su temperatura y lograra un color brillante que lo producirá los ácidos grasos que contiene el polímero, hasta ese momento podrá el operador a empezar a mezclar el neopreno (CR), este polímero es difícil de mezclar por que no sube su temperatura rápido y se empieza a caer el hule (NR o IR) de los rodillos al mezclarlo en los rodillos, el neopreno empieza a mezclarse hasta que logra una temperatura de 20° a 25°C, logrando la mezcla del hule natural y el neopreno, se continua con las cargas reforzantes, estas permitirán una mayor homogenización de la mezcla al estarlo mezclando y aumentara la temperatura de los polímeros hasta 30° a 35° C, en ese momento toda la mezcla esta lista para agregarles los ayudantes de procesado, los antidegradantes, lubricantes y extendedores, pigmentaciones si lo requiere, y otros aditivos (Figura 9.45).



Figura 9.44 Molienda del hule (IR).

Estos son agregados en los rodillos junto con la banda de polímeros que se encuentra en los rodillos y la banda cambia de color blanco, esto quiere decir que la banda no se ha mezclado y hay que estar moviendo o doblando la banda de un lugar a otro, e incluso hay que cortar la banda con una navaja para que permita una mayor longitud de dobles en los rodillos.



Figura 9.45 Mezcla de hule y químicos.

Al estar realizando constantemente los dobleces de hule en los rodillos, la banda cambia de color negro y esto quiere decir que la banda esta lista, para que el operador agregué más substancias a los rodillos para seguir mezclando, este procedimiento tiene que repetirse muchas veces hasta que los químicos se acaben y continuara con los agentes vulcanizantes, y se continuara con el procedimiento de mezcla en los rodillos de los agentes vulcanizantes y nuevamente la banda cambia de color hay que continuar doblando y cortando la banda hasta que logre un color homogéneo y no exista ningún material en forma granular (Figura 9.46) en la banda.



Figura 9.46 Falla en el mezclado.

Si se observa algún polvo o grano esto quiere decir que la banda requiere de mayor tiempo de mezclado y debe de continuar la mezcla, doblando y cortando la banda en los rodillos, cuando el operador observe que la banda tiene un color negro mate y no observe ningún grano o sustancia podrá sacar, la banda del molino Bambury.

Uno de los detalles más importantes es que al comenzar a realizar la mezcla tiene que terminarse por que el material eleva su temperatura para lograr la mezcla y si deja enfriar la banda, y quiere agregar las sustancias, tiene que esperar hasta elevar la temperatura a 30° o 35°C e iniciar la mezcla de los químicos interrumpidos.



Figura 9.47 Banda de hule crudo perfectamente mezclada.

En la figura 9.47 se muestra la forma en que debe de observarse la mezcla de todos los químicos mezclados en el molino Bambury. Esta fórmula debe conservarse en un lugar fresco, donde no este expuesto a la luz del sol, porque es uno de los factores que pueden propiciar la vulcanización prematura.

La vulcanización prematura es uno de las causas de que puede generarse una vulcanización mala o con fallas (fisuras, malformaciones de proceso de moldeo).

9.5 ADHESIVO

El adhesivo o pegamentos que se utilizará en la adherencia del hule con la parte metálica, para esto en la base del adhesivo es hule grado 30°, para esto se tiene que preparar el adhesivo correspondiente y el primer paso es la formulación ya que para el uso, que se le va a dar es recomendable el grado 30° (Tabla 9.17).

Para esto se requiere analizar la formulación del adhesivo y se decide realizarlo con hule grado 30°, se pesan y se miden los productos requeridos en la fórmula, esto debe ser realizado en una báscula de precisión y las sustancias en un matraz o vaso precipitado.

Al terminar de pesar las sustancias, se reordenan los componentes para ser mezclados en el mismo orden ya mencionado en el tema 9.4, se mezclan las sustancias en el molino Bambury, hasta obtener una mezcla homogénea y sin partículas visibles de los componentes en la banda.

Cuando la banda o la mezcla esta completamente homogénea, el operador podrá retirar la banda del molino y colocarla en la mesa limpia (Sin agentes contaminantes). El operador empezara a realizar tiras de hule muy delgadas y estas serán colocadas en un bote con tapa, al terminar de hacer tiras de hule, se vierte Tolueno en el recipiente hasta que cubra el hule completamente, y se agita el hule con el tolueno para que empiece a disolverse, se cubre el recipiente con la tapa.

Se deja reposar durante uno o dos días como mínimo, el adhesivo no debe de aplicarse el mismo día, tiene que esperar a que se disuelva perfectamente el hule, puede ser aplicado este adhesivo después de un día de reposó y este adhesivo conserva sus propiedades durante un mes.

Una de las recomendaciones importantes en la preparación del adhesivo es, que el operador, al estar mezclando los componentes corre el riesgo de que el hule lo atrape por la alta adherencia que presenta este hule en todos los cuerpos (rodillos, manos, y cualquier objeto que este en contacto).

Tabla 9.17 Diagrama de flujo de la preparación del adhesivo

OBJETO DEL DIAGRAMA: Preparar el adhesivo DIAGRAMA No. 03
 DIBUJO No. 45 PARTE No. DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Fórmula ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Almacén FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN M	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
			Revisar los componentes de la fórmula.		10		Revisar que la banda este bien mezclada seguir mezclando.
			Hule y químicos almacenados hasta solicitar.		1		Sacar la banda del molino.
20	5		Recibir solicitud.	2	0.5		Colocar la banda en el banco de trabajo.
30	15		Hule y químicos hasta la báscula.		2		Hacer tiras de hule muy delgadas y colocar en bote
	20		Pesar y medir los químicos.		2		Colocar tolueno al bote hasta que cubra totalmente el hule.
	5		Ordenar los productos químicos como serán mezclados.		4		Agitar el hule con el tolueno.
	3		Esperar que empiece la operación de mezclado.		1440		Esperar que se disuelva el hule.
	30		Moler y generar banda con el hule natural en el molino.		2		Agitar el hule con el tolueno.
	0.25		Observar que el hule este listo para mezclarse con el neopreno.				Se almacena asta que se requiera.
	15		Mezclar el neopreno con el hule natural en el molino.				
	0.25		Observar que el hule natural y el neopreno este mezclado.				
	0.25		Esperar que se agregue las cargas reforzantes.				
	1		Agregar las cargas reforzantes.				
	5		Se mezcla las cargas reforzantes y se sigue moliendo el hule.				
	0.25		Esperar que se agregue los de mas productos químicos en la charola.				
1	1		Colocar los químicos en la charola.				
	1		Agregar los ayudantes de procesado, anti - degradantes, lubricantes y extendedores.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

9.6 APLICACIÓN DEL ADHESIVO

Este procedimiento se realiza en los elementos metálicos que se mantendrán adheridos al metal (partes inferior y superior del tacón). Si el adhesivo se ha dejado un día en reposo, podrá ser aplicado, sino es así, tendrá que esperar el operador, sino lo hace, el adhesivo no pegara el hule con el metal (Tabla 9.18).

Si el operador observa que el adhesivo se encuentra duro y que no permita aplicarse bien, le puede agregar tolueno y agitar el hule ya disuelto, se suavizara el adhesivo; continuando con el procedimiento el operador introducirá en el recipiente, donde se encuentra el adhesivo, una brocha, tomara la brocha un poco de adhesivo y lo aplicará a las partes metálicas que serán adheridos al hule, este tiene que ser bien cubierto por el adhesivo para lograr una adherencia uniforme en todas la hendiduras, curvaturas que tenga la pieza metálica.

Se debe dejar orear 30 minutos para que el tolueno se volatilice y solo sea hule grado 30°, que será el que se adhiere al hule grado 60°.

9.7 COLOCACIÓN DEL ELASTÓMERO EN LA PIEZA METÁLICA INFERIOR DEL TACÓN

Después de haber realizado la mezcla de los elementos el hule esta listo para ser procesado para la conformación de la pieza. El cortar y colocar la cantidad de hule es determinado por la estimación de la carga del molde, para el moldeo de piezas cambia con el peso por unidad de volumen (gravedad específica), dependiendo del tipo de hule. Es posible calcular la cantidad de material de relleno, si se tiene bien diseñado el molde de la pieza a moldear, la medida neta de la forma o figura que se encuentra en pulgadas cúbicas, es convertido en libras o gramos:

$$\text{(GRAVEDAD ESPECÍFICA)}(62.4\text{lb}/\text{pie}^3 \text{ del agua})/1.728 \text{ pulg}^3/\text{pie}^3=\text{lb}/\text{pulg}^3$$

Gravedad específica (GE) es una unidad adimensional y numéricamente coincide con la densidad, este valor es obtenido de manera práctica y se determina con la fórmula siguiente:

$$\text{GE}=\text{Densidad del hule}/\text{Densidad del agua}$$

Datos:

Densidad del hule=0.0886lb/pie³

Densidad del agua=62.4lb/pie³

Tabla 9.18 Diagrama de flujo de la aplicación del adhesivo

OBJETO DEL DIAGRAMA: Aplicación del adhesivo DIAGRAMA No. 04
 DIBUJO No. _____ PARTE No. _____ DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Almacén ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Orear FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
		▽	Adhesivo y brocha almacenado hasta solicitar.				
20	5	○	Recibir solicitud.				
15	2	→	Trasladar el adhesivo y brocha al banco de trabajo.				
	0.5	□	Destapar el bote y verificar que este liquido el adhesivo.				
	0.5	D	Esperar para agregar tolueno al bote.				
	1	○	Agregar tolueno al bote.				
	2	□	Agitar el adhesivo y observar que tenga buena consistencia.				
	0.25	D	Esperar que empiece la operación de aplicación del adhesivo.				
	1	○	Tomar un poco de adhesivo con la brocha y colocarla en la pieza.				
	0.5	□	Observar que se coloque adhesivo en todas las hendiduras.				
	30	▽	Orear.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Sustituyendo:

$$GE=(0.0886\text{lb}/\text{pie}^3)/(62.4\text{lb}/\text{pie}^3)=0.00142$$

Este valor es la gravedad específica y tiene que ser convertido a **lb/pulg³** y esto se realiza a continuación:

$$(0.00142)(62.4 \text{ lb}/\text{pie}^3 \text{ del agua})/1.728 \text{ pulg}^3/\text{pie}^3=0.0513 \text{ lb}/\text{pulg}^3$$

Teniendo la gravedad específica en **lb/pulg³** podremos obtener el peso neto de la pieza moldeada, con la siguiente fórmula:

$$(GE \text{ en lb}/\text{pulg}^3)(\text{Volumen de la pieza en pulg}^3)=\text{Peso neto de la pieza}/\text{lb}$$

Para continuar con el cálculo se tendrá que determinar el volumen que ocupara el polímero y se realizara con las siguientes fórmulas:

V=1/3πh(a²+ab+b²)= Esta fórmula se utilizara para la parte piramidal que formara el hule.

V=πr²h= Esta fórmula será utilizada para el prisma cilíndrico que formara el hule.

Donde:

a=Radio de la circunferencia menor.

b=Radio de la circunferencia mayor.

h=altura.

r=Radio de la circunferencia.

Datos:

h=1 1/16 pulg.

a=2.174 pulg.

b=4 pulg.

Sustituyendo:

$$V=1/3\pi(1 \ 1/16\text{pulg})\{(2.174 \text{ pulg})^2+(2.174 \text{ pulg})(4 \text{ pulg})+(4 \text{ pulg})^2\}=33.448\text{pulg}^3$$

Datos:

r=2 pulg

h=1 1/16 pulg

Sustituyendo:

$$V=\pi(2 \text{ pulg})^2(1/16)=8.633 \text{ pulg}^3$$

$$\text{Volumen total del polímero}=33.448\text{pulg}^3+8.633 \text{ pulg}^3= 42.078 \text{ pulg}^3$$

Conociendo el volumen total y la gravedad específica en lb/pulg³ se podrán obtener el dato del peso neto de la pieza, sustituyendo los valores en la ecuación:

$$\text{Peso neto de la pieza} = (0.0513 \text{ lb/pulg}^3)(42.078 \text{ pulg}^3) = 2.158 \text{ lb}$$

Y ese valor se transformará a kg.
 $2.158 \text{ lb}(0.454 \text{ kg/1 lb}) = 0.980 \text{ kg}$.

El operador requiere de 1kg de hule para realizar la carga en el molde, después de tener el cálculo de la carga del molde se pesa el hule y se corta la cantidad requerida de toda la banda sobrante, y se trabaja solo con la cantidad de hule pesado (Tabla 9.19).

Nuevamente la carga de hule cortada y pesada se eleva la temperatura en el molino Bambury para poder cortarse y moldearse, logrando una temperatura de 30° a 35°C, podrá sacar la banda de hule del molino, se debe colocar la banda de hule en una mesa de trabajo (limpia de grasas y agentes contaminantes), en ese lugar se realizara el llenado de la pieza inferior, el hule se marca con una pieza similar y que con tenga las medidas que requerimos, se termina de cortar con tijeras y se coloca el hule en la pieza, cuidando que no se atrape aire en las capas de hule, en la colocación de las capas tiene que acomodarse perfectamente en toda la superficie y que exista contacto en las paredes de la pieza metálica del tacón, porque puede existir la falla de que no se adhiera el hule a las paredes metálicas.

Este procedimiento se realiza hasta que se acabe la estimación de la carga de hule para la pieza calculada.

Al molde se le coloca un desmoldeante para que no se adhiera el hule al metal, se coloca el seguro en la parte superior del molde y se acomoda en el molde la parte metálica superior del tacón, se coloca el molde a la pieza inferior que ya se ha colocado la carga de hule requerida.

9.8 MOLDEO

El moldeo por compresión es el método más antiguo para producir artículos, el proceso consiste básicamente en colocar un determinado peso del compuesto por moldear dentro de la cavidad del molde caliente, cerrando el molde posteriormente, y aplicando presión por medio de una prensa de compresión. La prensa y el molde permanecen cerrados hasta que la pieza moldeada se mantiene rígida y conserva la forma diseñada (Tabla 9.20).

Tabla 9.19 Diagrama de flujo de la colocación del elastómero o carga

OBJETO DEL DIAGRAMA: Aplicación del hule DIAGRAMA No. 05
 DIBUJO No. PARTE No. DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Almacén ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Colocar molde FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN M	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
		▽	Hule, tijeras y silicón almacenado hasta solicitar.		1	D	Esperar que empiece la operación de desmoldeante.
20	5	○	Recibir solicitud.		3	○	Se lava la brocha.
15	2	→	Trasladar el hule, tijeras y silicón al banco de trabajo.		4	◻	Revisar y secar la brocha.
	4	○	Pasar el hule, carga deseada por unidad de volumen.		2	○	Colocar el desmoldeante al molde.
	2	D	Esperar que empiece la operación de recalentamiento del hule en el molino.		0.25	◻	Observar que el desmoldeante este bien aplicado.
5	3	→	Trasladar el hule al molino.		1	○	Colocar el molde en la pieza metálica.
	20	○	Elevar la temperatura del hule.				
	0.5	◻	Percibir la temperatura del hule y sacarlo del molino.				
15	2	→	Trasladar el hule al banco de trabajo.				
	0.5	○	Marcar la banda de hule.				
	1	D	Esperar que empiece el operador a cortar el hule.				
	0.5	→	Trasladar las tijeras.				
	2	○	Cortar el hule.				
	1	◻	Formar bien la rodaja de hule para que entre en la pieza inferior del tacón.				
	3	○	Se coloca el hule en la pieza metálica.				
	2	◻	Observar que el hule no atrape aire.				
	2	○	Oprimir el hule contra las paredes de la pieza inferior del tacón.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Para determinar la presión de moldeo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Presión de moldeo (psi)} = \text{Presión de la prensa (lb)} / \text{Área proyectada}$$

Donde:

P=9 ton

A=12.566 pulg²

d=10.1mm o 4 pulg.

Área Proyectada= $\pi d^2/4$

A= $\pi(4 \text{ pulg})^2/4=12.566 \text{ pulg}^2$

Sustituyendo:

Presión de moldeo= (9 ton)(2000lb/ton)/12.566pulg²=1432.43 lb/ pulg²

La presión de moldeo es de 9 ton o 1432.43 lb/ pulg², esta es la presión con la que puede ser empujado el polímero antes de que selle el molde.

Siguiendo con los cálculos se tiene que determinar la presión en el molde, para determinar la presión en el molde adecuada, esta analizada en el tema 7.4, pero tomando en cuenta la presión en el molde es de 9.425 ton mínima y 18.849 ton la máxima, esta es la presión ejercida en el molde cuando hace contacto los topes y el molde quede sellado.

Teniendo las presiones ejercidas en el molde se puede continuar con la presión de moldeo y este continua cuando han llenado la parte inferior del tacón con hule crudo y han colocado el molde.

Se colocan las placas de cocimiento, se conectan las dos placas, se conecta el contactor a la corriente eléctrica.

Se coloca la pieza que será moldeada en la placa de cocimiento inferior y se acerca la otra placa de cocimiento superior a la pieza, se le aplica un poco de presión a la bomba con la válvula de paso rápido, se alinean las piezas por la inestabilidad del hule, y se le da nuevamente presión a la bomba con válvula de presión y avance lento, y al control de temperatura se enciende y se coloca una temperatura de 50°C, durante 10 minutos, se continua dando presión hasta que la pieza inferior del tacón llegue a los topes del molde, en ese momento el operador dejo de mandar presión de moldeo, el residuo de hule que sale del molde es limpiado por el operador con una espátula y este puede ser mezclado con nueva fórmula que se prepare.

Tabla 9.20 Diagrama de flujo de moldeo

OBJETO DEL DIAGRAMA: Moldeo DIAGRAMA No. 06
 DIBUJO No. 41 PARTE No. 02 DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Almacén ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Ver manómetro FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
		▽	Placas de cocimiento almacenado hasta solicitar.				
20	5	○	Recibir solicitud.				
15	2	→	Trasladar las placas de cocimiento a la prensa.				
	5	○	Instalar las placas en la prensa y conectar dispositivos.				
	2	D	Esperar que empiece el proceso de moldeo.				
	1	○	Colocar el molde con la carga de hule y pieza metálica.				
2	2	→	Colocar la placa superior de cocimiento.				
	2	○	Bajar el pistón del gato a la pieza metálica del tacón.				
	3	◻	Observar que este bien alineado la pieza metálica del tacón.				
	3	○	Dar presión de moldeo.				
	1	◻	Observar el material que sale del molde o flash.				
	2	○	Quitar el material que sale del molde o flash.				
		▽	Almacenar el hule para otra fórmula o carga.				
	0.5	D	Esperar que se retire el flash.				
	2	○	Dar presión para sellar el molde.				
	0.5	◻	Se verifica el manómetro de la bomba.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Continuando con la operación de moldeo, continuara dando presión el operador al molde hasta que sellara el molde y la pieza del tacón, la presión que debe darle al molde es la calculada para sellar el molde es de 18.849 ton como máximo, esta presión no permitirá la salida del polímero cuando aumente la presión en el curado, la siguiente operación es el vulcanizado o curado, este operación es la continuación del moldeo y es instantáneo entre uno y otro.

9.9 PROCESO DE VULCANIZADO O CURADO

Esta operación es inmediatamente del moldeo cuando se sella el molde empieza a desarrollarse el curado o vulcanizado. El tiempo de curado depende del tipo de material, espesor de la pieza, temperatura de moldeo, del precalentamiento, este tiempo es determinado por una ecuación de tipo lineal en el cual nos proporcionara el tiempo de curado por cantidad de masa, esta ecuación fue obtenida estadísticamente (herramientas de Regresión y Correlación lineal) por las pruebas realizadas de cocimiento y cantidad de masa que se coloco en el cocimiento (Tabla 9.21), esta ecuación es la siguiente:

Tabla 9.21 Datos de las muestras de cocimiento.

N	MASA EN GRAMOS (X)	TIEMPO EN MINUTOS (Y)	X ² GRAMOS ²	XY GRAMOS. MINUTOS	TIEMPO EN MINUTOS
1	1000	75	1000000	75000	75.31
2	2.5	2	6.25	5	4.6
3	5	10	25	50	4.8
4	50	15	2500	750	8.05
	Σ=1057.5	Σ=93	Σ=1002531.25	Σ=75805	

FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

Fórmula:

$$T = a + bm$$

$$a = \frac{\sum(Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Donde:

T=Tiempo en minutos.

a=Intersección con el eje Y.

b=Pendiente.

m=Masa en gramos.

N=Número de muestra.

Sustituyendo:

$$a = (93)(1002531.25) - (1057.5)(75805) / 4(1002531.25) - (1057.5)^2 = 4.5$$

$$b = 4(75805) - (1057.5)(93) / 4(1002531.25) - (1057.5)^2 = 0.0708$$

La ecuación correspondiente es la siguiente:

$$T = 4.5 + 0.0708m$$

La cantidad de tiempo requerido para la cantidad de masa que se colocara en el molde es la siguiente:

Sustituyendo en la ecuación obtenida:

Datos:

m=0.980Kg

T=Minutos.

Sustituyendo la ecuación:

$$T = 4.5 + 0.0708(980g) = 75.3 \text{ min.}$$

Con esta ecuación podemos determinar el tiempo de cocimiento por cantidad de masa, esto solo es un parámetro para el operador entre que tiempo tiene que dejar el proceso de curado y determinar el tiempo exacto para un buen cocimiento, donde no se obtenga el hule crudo y que no se carbonice, tiene que ser afinado de acuerdo a las observaciones que realice el operador (Tabla 9.22).








Teniendo el tiempo de curado se coloca la temperatura de cocimiento de 150°C en el control de temperatura, se espera a que las placas de cocimiento logre la temperatura y esto lo detectara el sensor de temperatura y se desconectara el contactor (en ese momento se empieza a contar el tiempo), generando el ciclo del sistema de cocimiento, hasta que tenga el tiempo calculado de cocimiento.

Dando el tiempo correcto de cocimiento de 75.3 min., se coloca el controlador de temperatura en cero grados, se retira la presión de la prensa, se deja enfriar unos minutos, se retira la placa de cocimiento superior y se extrae el molde de la pieza.

Hasta ese momento se ha terminado lo que es el proceso de curado y se podrá observar un polímero de color negro mate y con buenas condiciones mecánicas.

Tabla 9.22 Diagrama de flujo de vulcanizado o curado

OBJETO DEL DIAGRAMA: Vulcanizado DIAGRAMA No. 07
 DIBUJO No. 32 PARTE No. 02 DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Moldeo ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Extraer la pieza del molde FECHA: 4-09-07
 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
	0.5		Se observa la presión del sellado del molde.				
	1		Se coloca la temperatura de cocimiento en el control.				
	1		Se mueve el sensor a una de las placas.				
	0.5		Esperar que empiece el proceso de vulcanizado.				
	1		Se verifica que estén bien conectados todos los dispositivos.				
	75.3		Esperar el tiempo de cocimiento del hule.				
	3		Extraer la pieza ya vulcanizada del molde.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

El curado tiene la característica de modificar de manera considerable las propiedades de un compuesto de hule. El módulo de elongación, la dureza y la resistencia al hinchamiento con solventes, se modifican considerablemente con el grado de curado. Sin embargo, la tensión máxima, la permeabilidad a los gases, la flexibilidad a temperatura media y la resistencia eléctrica se modifican ligeramente con el grado de cocimiento.

9.10 RESIDUO O FLASH

Como se a mencionado el molde es una de las combinaciones del molde tipo flash y el positivo, por lo tanto al realizar la operación de moldeo y quitar el residuo se queda atrapado un poco de hule entre el molde y la superficie de la pieza metálica del tacón, este se cuece, en ese lugar y es un residuo que tiene que ser quitado cuándo se desmolda la pieza (Tabla 9.23).

La forma correcta de quitar el flash es invirtiéndole el hule en sentido contraria al flujo de salida del hule (residuo) en el molde, esto lograra que el hule se fisure de una manera muy fácil y con buena presentación, si llegase, a quedar un poco más de residuo en otra sección o que se allá fisurado mal el flash, es recomendable utilizar tijeras para cortar todo el residuo. En este momento la pieza esta terminada y solo continúa el proceso de acabado final a la pieza.

9.11 ACABADOS SUPERFICIALES

Los acabados son muy importantes en los productos para el cliente, un producto con buenos acabados representa un producto de calidad y para darle un mejor aspecto, se pinta la pieza en las partes metálicas, con un color negro mate, que no contraste con el color del hule (Tabla 9.24).






El color es aplicado antes de que se enfríe totalmente la pieza para aprovechar el calor guardado en el tacón, para producir un secado rápido en las piezas.

9.12 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

El diagrama de bloques (Figura 9.48) del proceso es toda la secuencia que se ha descrito de los diferentes procesos (o temas) y en que momento se tienen que fusionar para la continuación del producto hasta que es un producto terminado.

Tabla 9.23 Diagrama de flujo de cómo quitar el flash

OBJETO DEL DIAGRAMA: Flash DIAGRAMA No. 07
 DIBUJO No. PARTE No. 02 DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Movimiento ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Verificar FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBO- LOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
2	1		Llevar la pieza al banco de trabajo.				
	2		Doblar el flash en sentido contrario al flujo del material que salio del molde.				
	1		Verificar si no hay más residuo.				
	2		Cortar los residuos con tijeras.				
	1		Verificar que ya no tenga residuos.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

Tabla 9.24 Diagrama de flujo de los acabados superficiales

OBJETO DEL DIAGRAMA: Corte del flash DIAGRAMA No. 08
 DIBUJO No. 41 PARTE No. 02 DIAGRAMA DEL METODO: Actual
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Flash ELABORADO POR: M. Jiménez
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: Orear FECHA: 4-09-07 HOJA 1 DE 1

DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DIST EN m	UNID. TIEMPO EN MIN	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
		▽	Pintura almacenada hasta solicitar.				
20	5	○	Recibir solicitud.				
15	2	→	Trasladar la pintura al banco.				
	5	○	Pintar solo las partes metálicas del tacón.				
1	0.5	→	Trasladar la pieza para orear.				
	15	D	Esperar el oreado de la pintura.				

Fuente: REDACCIÓN PROPIA.

este describe de una forma gráfica y más sencilla los procedimientos que tienen que realizarse para generar el producto.

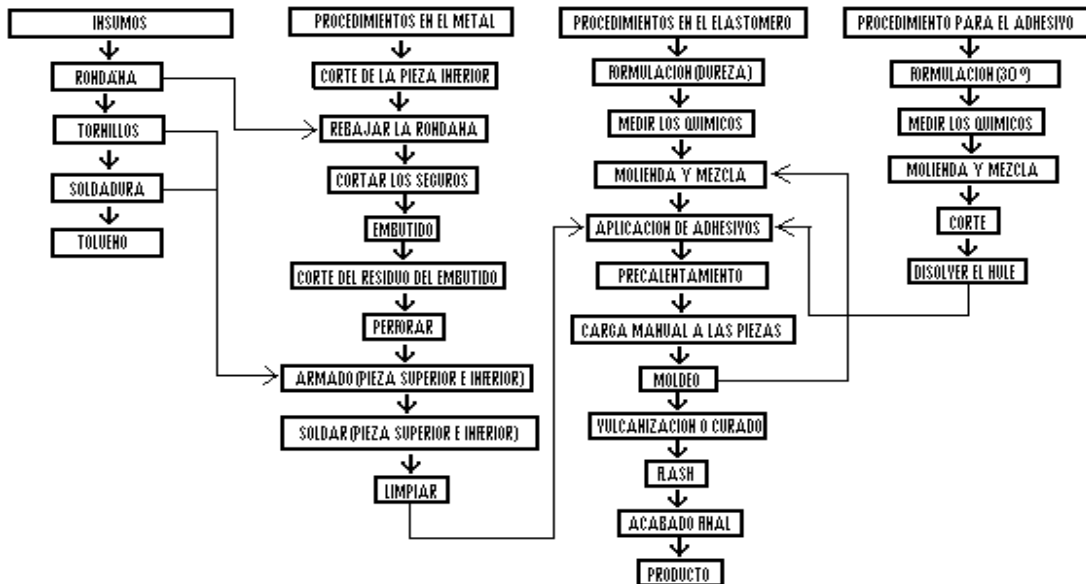


Figura 9.48 Diagrama bloques del proceso.
FUENTE: REDACCIÓN PROPIA.

CAPÍTULO 10. SEGURIDAD EN EL PROCESO

10.1 ¿QUÉ ES LA SEGURIDAD?

Con frecuencia ocurre que no se presta la debida atención a la seguridad al proceder a realizar las actividades y operaciones del proceso, a veces el operador se expone a un riesgo innecesario y algunas veces los riesgos son ignorados por el operador, porque no ha experimentado consecuencias.

El no tomar medidas de seguridad se vuelve casi automático en el operador, y a nadie le gusta realmente pensar en las posibles consecuencias de actos de inseguridad.

También el prevenir enfermedades de trabajo y lesiones físicas al trabajador, sin embargo la seguridad puede tener un gran efecto importante en toda persona que se gana la vida en un medio potencialmente peligroso como un taller.

Y hacer entender al operador que el proceso conlleva riesgos y enfermedades de trabajo y tiene que estar conciente en todo momento del riesgo que estará expuesto, por eso es muy importante que el operador tenga conocimiento de las consecuencias que le pueden producir si no utiliza los equipos de seguridad adecuados en el momento adecuado.

La NOM-019-STPS del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en su apartado 3.3.4.2.3, obliga a recabar la información que determina la NOM-021 de la misma materia, a investigar los posibles agentes físicos, químicos, biológicos u otros presentes en el centro de trabajo, las medidas de control para evitar la exposición de los trabajadores a dichos agentes.

El artículo 513 de la Ley Federal del Trabajo establece la adaptación de una tabla de enfermedades de trabajo, contenida en 161 definiciones agrupadas, solo se aran referencias a las posibles enfermedades que pueden causarse con el proceso mencionado en la capítulo 9.

-Neumocosis y enfermedades bronco pulmonares producidas por aspiración de polvos y humos de origen animal, vegetal o mineral.

-Enfermedades de las vías respiratorias producidas por inhalación de gases o vapores.

-Dermatosis: Nombre que se aplica a las enfermedades de la piel, generadas por agentes animales, vegetales o minerales.

-Intoxicaciones.

-Irritaciones.

10.2 AGENTES CONTAMINANTES

Los agentes contaminantes de este proceso son principalmente los componentes de la fórmula, y se determinara su nivel de concentración permisible en el aire en condiciones de trabajo (Tabla 10.25).

Tabla 10.25 Concentración de agentes contaminantes.

No.	CONTAMINANTE	Mg/m ³
1	Estereato de Cinc	20
2	Negro de Humo	3.5
3	Oxido de Cinc	5
4	Tetracloruro de Carbono	30
5	Humos de soldadura	5

Miligramos aproximados de la sustancia por metro cúbico de aire.

Fuente: "AGUIRRE MARTINEZ EDUARDO, SEGURIDAD E HIGIENE EN LA INDUSTRIA, 2° EDICION, MEXICO, TRILLAS, 1991, pp. 180"

Estos son los principales agentes contaminantes que son utilizados en la fórmula o preparación del hule, y su nivel de concentración de los humos producidos por el procedimiento de soldadura.

Teniendo los niveles de concentración permisibles hay que determinar los equipos de seguridad recomendados para el operador en los diferentes procedimientos que se realizan en la fabricación del tacón.

10.3 PROCESO DE EMBUTIDO

En el proceso de embutido es una de las partes del proceso seguro, donde el operador no tiene muchos riesgos de sufrir accidentes o lesiones grandes, puede existir machucones y talladuras.

El operador no puede tener el riesgo de mutilarse los dedos como en troqueladoras, porque la máquina diseñada tiene el sistema de bombeo en forma manual y el operador tendrá la necesidad de sacar las manos del área de trabajo, para poder bombear la presión.

Lo que si puede suceder es lesiones en la espalda por cargar el troquel de una forma inadecuada y el peso del mismo producirá la lesión. Para prevenir este tipo de lesión, el operador deberá mantener la espalda recta, sentarse sobre los talones doblando las rodillas, levante el troquel suavemente usando los músculos de las piernas y coloque el troquel en el lugar que desee.

El equipo de seguridad para este proceso es recomendable:

- Guantes de carnaza.
- Lentes de seguridad claros.
- Faja.

Los guantes ayudaran a prevenir lesiones en los dedos por el manejo de metales (filos en los contornos de los materiales, materiales calientes o rugosidad excesiva) en la lámina que será embutida.

Los lentes ayudaran a proteger los ojos al operador de escoria y abrasivos cuando se realice el proceso de corte del materiales, pero el operador debe de traer colocados los lentes en todo momento en el taller, por alguna rebaba perdida o sopleteada.

La faja es para prevenir lesiones de espalda cuando se realice el cambio de troquel y tenga que realizar maniobra con piezas pesadas en el taller.

10.4 PREPARACIÓN DEL ELASTÓMERO

La preparación del hule es la parte más riesgosa de todo el proceso, por el diseño de máquina y por los agentes químicos que se utilizan para la preparación de la fórmula.

Refiriéndonos en primer lugar al riesgo de la máquina, como se ha expresado en el tema 4.1.4 se refiere a una máquina diseñada con mucha potencia y el sentido de la rotación de los rodillos lo hace aún más, los rodillos trabajan con una rotación encontrada, esto es lo que lo hace ser una máquina peligrosa, lo que favorece al operador es la velocidad de los rodillos que es de 36 r.p.m, porque al operador le permite realizar movimientos del hule en los rodillos cuando se encuentra en movimiento los rodillo.

Ahora comprenderá que la maniobra del hule es lo peligroso, puede tener el operador un descuido y complementado con la adherencia del hule, puede provocar que se trague o triture los dedos y llevarse hasta la mano el molino. Para evitar esto el operador debe estar en todo momento concentrado y conciente de que la máquina lo puede dañar.

Para evitar esta situación es necesario que el operador realice todas las maniobras y movimientos del hule por debajo de los rodillos y no por la parte superior de los rodillos. Si no es así, el operador deberá aprehender a manipular el

hule con la palma de las manos y no con los dedos, los dedos en todo momento que estén en contacto con el molino deben estar en forma vertical o hacia arriba.

Si llegara a suceder este descuido se le ha colocado un dispositivo de seguridad al molino, que es un interruptor de corriente de pie, este dispositivo, apagará al motor cuando se acciona con el pie en casos de emergencias.

Para realizar la operación de mezclado, el operador no debe de llevar consigo: anillos, pulseras de metal o de tela, reloj, deberá usar camisa o camisola sin mangas, y no deberá usar ropa aguada. Estos son artículos que le pueden causar algún accidente en el molino, por la adherencia del hule.

Ahora refiriéndose a la fórmula existe riesgos de adquirir enfermedades del trabajo como: puede provocar irritación de nariz, ojos y garganta, dermatosis y intoxicación por tolueno.

Para evitar la irritación de ojos es conveniente usar lentes de seguridad, con protección en la parte superior de los ojos, para evitar la irritación de la nariz y garganta es conveniente usar tapabocas con filtro para polvos finos.

Para evitar enfermedades de trabajo es necesario que el molino se encuentre en un lugar ventilado, para que los polvos no se alojen y logre la concentración máxima permisible de elementos químicos en el aire por la NOM, y no se acumulen en la nariz, ojos y garganta del operador; y podrán disiparse los vapores que produce la reacción química de polimerización, al realizar la mezcla, el operador no debe estar expuesto más de 8 hrs. de trabajo continuo en el molino Bambury, por lo cual esto evitara que el trabajador tenga posibilidades de contraer alguna enfermedad de trabajo.

Los polvos si llegasen a caer al suelo, éste es otro agente de riesgo de accidente para el operador, porque puede sufrir alguna caída, para esto el operador debe realizar la limpieza del área de trabajo en cada carga que realice.

En caso de alguna intoxicación el proveedor proporciona un número telefónico para emergencias medicas al: +44(0)8456 006 640, o consultar la ficha técnica de DoPon sección Elastomers.

10.5. ADHESIVO

Los riesgos para el adhesivo son exactamente los mismos que en la preparación de la fórmula, ya que esta se tiene que preparar en el molino Bambury, pero la fórmula que se prepara es grado 30° y es un material que eleva su temperatura hasta 50°C, fenómeno que al operador le puede causar quemaduras en las manos al manejar el hule.

Otro factor de riesgo es que la fórmula tiene mucho más adherencia que la fórmula de grado 60°, y esto puede ser un factor de riesgo más para el operador, porque puede llevarse los dedos o manos con mayor fuerza y tragarlos el molino.

Para disipar la temperatura del hule se ha colocado un ventilador para que elimine la temperatura de la sustancia y este permitirá encender y apagar el dispositivo cuando el operador lo requiera y el tiempo que lo requiera. Con este dispositivo el operador controla la temperatura de la sustancia y la temperatura de los rodillos.

Para prevenir el riesgo de que la máquina se lleve los dedos del operador, toda la maniobra que debe realizar el operador, como: doblar el hule, cortar y cortar-doblar, tiene que realizarlo en la parte inferior de los rodillos, esto evitara que los dedos del operador sean atrapados.

Recalcando que el operador deberá aprehender a manipular el hule con la palma de las manos y no con los dedos, los dedos en todo momento que estén en contacto con el molino deben estar en posición vertical o hacia arriba.

10.6 MOLDEO

En el moldeo es mucho menor el riesgo que en los otros procedimientos, en la aplicación de presión, en el moldeo solo puede existir una falla que la pieza inferior del tacón este mal colocada y alineada, pero si fuera así, no corre ningún peligro al operador de que salga botada y que lo golpee o que le provoque alguna otra lesión.

Solo la pieza metálica ya mencionada se doblaría, se perdería esa pieza y pasaría hacer una merma.

Cuando se sella el molde con la pieza inferior del tacón se genera una presión en el molde y esta tampoco produce algún riesgo al trabajador, si es menor la presión que la calculada solo tendrá fuga de material y si es mayor la presión que la calculada se empezara a deformar o doblar la pieza inferior del tacón y se genera una merma.

En este procedimiento existe menos riesgos pero el trabajador nunca esta exento de tener algún accidente, por esa razón siempre se le pide traer su equipo de seguridad como: sus lentes de seguridad, sus guantes de carnaza, y su faja para evitar lesiones en la espalda, cuando realice cambios de troqueles o moldes.

10.7 PROCESO DE VULCANIZADO O CURADO

En este procedimiento es de riesgo, porque se eleva la temperatura de las placas de cocimiento hasta 150°C y el operador puede sufrir alguna quemadura por algún descuido, pero el operador ya no tiene que realizar ninguna maniobra, porque se encuentra sellado el molde con el pistón de la prensa. Para esto el operador debe traer los guantes de carnaza o asbesto para evitar lesiones severas en la piel de las manos.

La prensa debe encontrarse en un lugar donde circule aire, porque existen reacciones químicas en el cocimiento del hule, que libera vapores y humos que pueden irritar los ojos, nariz y garganta del operador.

Para prevenir la irritación de los ojos, es necesario usar lentes de seguridad, tapa bocas para humos y vapores, este reducirá el riesgo de irritación en la nariz y garganta.

La principal recomendación es que la máquina este en un lugar ventilado para que no se concentren los humos y vapores en el lugar de trabajo, si se concentran los vapores y humos en el local, producirá irritaciones a los demás trabajadores que se encuentren laborando en el local.

10.8 EQUIPO DE SEGURIDAD

OJOS.-La protección de ojos es una medida básica de seguridad en el taller, el polvo, humos, vapores y las rebabas, siempre existe la posibilidad de que una máquina la proyecte a gran velocidad. Los ojos deben mantenerse protegidos durante todo momento que este en el taller. Existen varios tipos de protección para los ojos, todo lo que se requiere se reduce a los anteojos de seguridad. Estos tienen vidrios o micas antiestillables que pueden cambiarse cuando estén demasiado rayados. Los vidrios tienen alta resistencia al impacto y también ayuda a proteger de polvos, humos y vapores en los mismos.

De los productos para ojos es necesario utilizar lentes que cubran el contorno del ojo y no permita la entrada de polvos los lentes, este es el más recomendable para el tipo de trabajo que se realiza.

NARIZ Y GARGANTA.-Para lo que es nariz y garganta, se recomienda que el equipo de seguridad sea un filtro para polvos en el cual protegerá al operador de la irritación de los químicos, estos instrumentos de seguridad existen de varias formas, tamaños, con diferentes capacidades de tamiz en el filtro e intercambiables los filtros. Estos dispositivos permitirán también reducir los riesgos de enfermedades de trabajo.

MANOS.-Para la protección de manos es necesario guantes de carnaza esto podrá ayudar a proteger de lesiones como: cortaduras, rasguños o talladuras, machucones y de temperatura. Este instrumento es obligatorio para el personal ya que en todo momento esta en contacto con metal, y maniobras mecánicas que tenga que realizar en las diferentes operaciones del proceso.

Para tomar piezas calientes como en el procedimiento de cocimiento del hule, es necesario que el operador traiga guantes de asbesto para resistir la temperatura de 150 °C, temperatura que trabaja el procedimiento de cocimiento del hule. Es un instrumento de seguridad, ya que protege las manos y el antebrazo de quemaduras. Este instrumento no protege durante mucho tiempo porque el material con el que están hechos si conduce la energía calorífica.

Estos son los equipos de seguridad necesarios y recomendados para el trabajador, previenen accidentes, lesiones y enfermedades de trabajo, que estará expuesto el trabajador.

10.9 FICHA TÉCNICA DE SEGURIDAD

Esta ficha nos proporciona información acerca del producto que se estará trabajando, y sus características químicas, su grado de toxicidad, en caso de incendio, con que sustancia se debe extinguir, toda esta información es importante para el personal y la empresa.

Ficha de Seguridad. Revisión 1ª Fecha de Revisión: 14.03.2003

Pág. 1 de 1

Ficha de datos de Seguridad 91/155-CEE

1. Identificación del producto y de la Sociedad.

- Nombre del producto: **Hule IR**
- Uso recomendado: Producción de hule
- Fabricante: **DuPon Hypalon®**

Tel.: 0032 15 24 93 60

Tel.: atención al cliente (solo Ingles): +41227174000

Servicio responsable: Departamento Técnico.

2. Composición / información sobre los componentes.

- **Composición química:** Tira perforada de Hypalon.

3. Identificación de peligros.

Ninguno conocido.

4. Primeros auxilios.

- **Indicaciones generales:**

En caso de duda o síntomas persistentes, obtener atención médica. No hacer tomar nada a una persona que esté inconsciente.

5. Medidas de lucha contra incendio.

- **Medios de extinción:**

Polvo de extinción seco. Espuma o agua. Dióxido de carbono. Halon.

- **Medios de extinción inadecuados:**

Ninguno.

- **Peligros de exposición:**

Ninguno.

- **Equipo especial de seguridad:**

Use equipo respiratorio autónomo y traje de protección. No respirar los gases de la explosión y/o combustión.

6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental.

- **Precauciones individuales:** Ninguna.

- **Medidas para la protección del medio ambiente:**

No dejar llegar a las canalizaciones ni a los acuíferos subterráneos.

7. Manipulación y almacenaje.

- **Almacenaje:**

Manténgase en un lugar seco y lejos de fuentes de calor.

8. Control a la exposición / protección individual.

- **Protección de la piel:**

Usar ropas de algodón o algodón sintético.

9. Propiedades físico-químicas.

- Forma: Sólido

- Punto de fusión: > 50 °C

- Solubilidad en / miscibilidad con agua: No Soluble.

- Densidad: Aprox. 1,3 g/cm³

10. Estabilidad y reactividad.

- **Estabilidad:**

Estable a condiciones ambientes normales.

- **Productos de descomposición peligrosos:**

Ninguno en condiciones ambientales normales.

11. Informaciones toxicológicas.

No aplicable.

12. Informaciones ecológicas.

No hay disponible información técnica del producto.

13. Consideraciones relativas a la eliminación.

No permitir su vertido en drenajes o cursos de agua o allí donde queden afectados acuíferos subterráneos. Teniendo en cuenta las disposiciones oficiales locales, debe ser llevado a instalaciones especiales.

14. Informaciones relativas al transporte.

No situar nunca cerca del fuego o de zonas calentadas cuando se transporte. El producto NO está clasificado como peligroso para el transporte.

15. Informaciones reglamentarias.

- CEE Clasificación / Símbolo: ninguno.
- CEE Frases de riesgo: ninguna.
- CEE Frases de seguridad: ninguna.

16. Otras informaciones.

• Consejos de formación: No se recomienda usar este producto sin la formación adecuada.

• Usos recomendados: El producto se suministra solo de acuerdo con los usos listados en el punto 1.

Esta ficha de seguridad se adecua a la directiva 91/155/CEE.

Estas indicaciones están fundamentadas en el estado actual de nuestros conocimientos, pero no constituyen una garantía en cuanto a las propiedades del producto y no dan lugar a una relación jurídica contractual.

• Servicio autor de la ficha técnica: Servicio Técnico.

CONCLUSIONES

La demanda de autopartes en el mercado nacional esta en función de la cantidad de vehículos que existen en el país, y de las marcas que pueden ser comercializados en diferentes puntos. Hay actualmente mucha demanda de autopartes de los vehículos modernos y con su alto costo comercial, es uno de los fenómenos observados para el desarrollo de un proceso de fabricación de tacones automotrices de transmisión y motor.

Para el desarrollo del proceso se realizaron diferentes pruebas, la fabricación de la maquinaria necesaria, como sus aditamentos, el desarrollo de fórmula para la preparación del hule, así como su cocimiento y la fabricación del troquel. Todo este proceso que se ha desarrollado, ha dado pauta para una experimentación muy enriquecedora en la parte técnica y una idea mucho más concreta de la producción de autopartes.

Se hizo una reseña breve del tacón o soporte automotriz, su función en un vehículo, así como también, las partes que componen el tacón que será fabricado, y se mencionan las condiciones donde trabajara el tacón, con características mecánicas y químicas que requiere para su funcionamiento y también se realiza una clasificación del tacón por función y por marca.

Se escogieron los materiales que serán utilizados en el proceso de fabricación, analizando las resistencias a las que serán expuestos, como a las piezas metálicas que conforman el tacón, tornillos, seguros, soldadura que se utilizara en el proceso y su capacidad de tensión que proporcionara al producto.

También se hace mención del material elastómero que se utilizó en la preparación del hule que formara parte del tacón; con sus características físicas independientes, y sus agentes vulcanizantes y sus catalizadores que ayudara a cambiar las propiedades del material como se requiere en este trabajo. Al final se analizó una tabla de las tensiones requeridas y las tensiones máximas que soportan los materiales escogidos para el tacón (Tabla 3.8).

Se describió todo el diseño del molino Bambury, donde se observó como se realizan el proceso en el cual se determina la fabricación de los rodillos, los mecanismos de ajustes del rodillo, la transmisión y el cálculo del tornillo sinfín, la determinación de los dientes de las dos coronas que trabajaran en el tornillo sinfín, el análisis de los engranes inversores de rotación para uno de los rodillos, también se determina la velocidad de trabajo de los rodillos y el motor que se utilizara para la máquina.

Se especificó las partes que compone la prensa, el cálculo de la presión que puede desarrollar el gato, el tipo de bomba, ya que esta prensa realizara dos operaciones y se desarrollan en este capítulo los aditamentos para el cocimiento del hule.

Como las placas de cocimiento, así como los cálculos de transferencia de calor de las mismas, el control de temperatura y su sistema lógico que domina para el control del sistema, la función que realiza el sensor para el control de temperatura, la función del contactor en el sistema y el diagrama de como se debe de conectar todos los elementos.

Se describió qué es el troquelado de las piezas y formado de las piezas, y se explicaron dos tipos de dados que se utilizan en la industria, los materiales para la fabricación del dado matriz y punzón, las partes que componen el troquel y el diseño de dados que se fabricaron para el proceso de embutido.

También se explicaron otros procesos que pueden realizar la misma pieza, que es importante que el diseñador del producto los conozca.

Se realizó todo un análisis del tipo de molde que se fabricó, se determinó en que condiciones trabajara, y con que maquinaria se utilizará. Se llevo a cabo la clasificación de los moldes, los cálculos de la presión que debe soportar el molde, su diseño y el cuidado que debe tener el operador con el molde.

Se menciona las características que se pueden escoger para la preparación de fórmulas para generar las propiedades que requiere el producto a fabricar, como también el origen de su nombre, se menciona los principales ingredientes utilizados en la formulación del hule y el grado de dureza del mismo.

Se desarrollo el proceso para la fabricación del tacón, así como las partes que componen el proceso y sus detalles técnicos que componen al mismo: Embutido: se explica la forma de realizar el proceso, su presión, colocación y el alineamiento que requiere el punzón.

En la preparación del hule se explicó como es la secuencia de mezclado de los químicos, cuando tiene que agregar algún producto y como determinar los tiempos de mezclado o cuando finaliza la mezcla del mismo.

También se explica la preparación del adhesivo con que se prepara, cuanto tiempo tiene que esperar para su aplicación y con que lo puede disolver el adhesivo.

En la colocación del hule en la pieza de metal se explica a detalle el proceso y los cuidados que debe realizar el operador cuando lo esta colocando el hule, así como el uso de una ecuación que nos determina la cantidad de carga para ese molde o pieza a fabricar.

En el moldeo se menciona la forma de colocar el molde, los cuidados de alineamiento y se explica que presión se desarrolla en el proceso de moldeo. Para el cocimiento o vulcanizado se menciona la temperatura de cocimiento, el uso de una ecuación para determinar el tiempo de cocimiento.

Se recomendaron los equipos de seguridad que debe usar el operador cuando este realizando cierto procedimiento, también se mencionaron los riesgos que le pueden ocasionar y las enfermedades de trabajo que puede adquirir el operador. El proveedor también proporciono una hoja técnica en la que nos menciona los riesgos, cuidados, la forma de transportar los productos, que hacer en caso de incendios y que número se puede llamar en caso de alguna información técnica que se requiera.

Por último quiero señalar que el Ingeniero Industrial es una pieza muy importante en la industria, ya que puede realizar actividades de: investigación, planeación, experimentación, diseño de cualquier tipo de maquinaria o mecanismo que se requiera; desarrollando la inventiva y con el apoyo de los conocimientos técnicos adquiridos se puede desarrollar en cualquier área laboral que le requiera, como se ha demostrado en este trabajo.

GLOSARIO

Área proyectada: Es el área de la cavidad o cavidades medida en la línea divisional en un molde, siempre se encontrara con una cierta forma geométrica.

Birlo, Tornillo o Espárrago: Pieza cilíndrica con filetes helicoidal, que puede introducirse por rotación en una tuerca de rosca opuesta o en un material previamente perforado.

Calor: Es energía en transición (en movimiento) de un cuerpo o sistema a otro, solamente debida a una diferencia de temperatura entre los cuerpos o sistemas. En un sistema, el calor se trasmite por conducción o radiación, o por ambas.

Calor latente: Es la cantidad de calor ganado o perdido para realizar el cambio de estado físico sin cambiar su temperatura.

Calor sensible: Es la cantidad de calor ganado o perdido sin cambiar su fase o estado físico (Cambios de temperatura).

Cáncer: Tumor maligno formado por la multiplicación desordenada y anormal de las células de un tejido o de un órgano.

Cavidad: Es el espacio hueco que se presentan en los moldes.

Control de temperatura: Es un sistema electrónico que se emplea para ajustar parámetros tales como: la temperatura de cocimiento del hule o elastómero, la temperatura de un baño o la rapidez de un motor, la posición de una herramienta de corte.

Cp: Es el calor específico a presión constante (sólidos, líquidos, gases) y es la cantidad de calor que se necesita suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura un grado.

CR: Son las siglas de la nomenclatura Alemana para identificar el Neopreno.

Cv: Calor específico a volumen constante y es la cantidad de calor que se necesita suministrar a la unidad de masa de una sustancia para realizar el cambio de estado físico.

Dados o Troquel: Herramienta mecánica de formación uniforme, que permite la conformación de una lámina plana o tira de metal, alrededor de un eje recto que descansa en el plano neutral y normal a la dirección longitudinal de la hoja o tira.

Dermatosis: Nombre genérico de las enfermedades de la piel.

Dureza: Propiedad que poseen los diferentes materiales, en mayor o menor grado, que les permite practicar incisiones sobre otros y desgastarlos o rayarlos.

Elasticidad: Se denomina esfuerzo por unidad de superficie, y es la capacidad de un material, deformado por un sistema de fuerzas, para recobrar la configuración primitiva al cesar la acción deformante.

Elastómero: Nombre genérico de los polímeros sintéticos con propiedades parecidas a las del caucho.

Energía: Es un concepto de mucha importancia para el estudio de la termodinámica y se ha definido como la capacidad para producir un efecto.

Enlace dobles o trans: Es una reestructuración molecular del hule natural (NR) o neopreno (CR), y que se reestructura con la aplicación de catalizadores, formando un material rígido distinto del hule base.

Estructura Cis: Es un acomodamiento molecular que presenta el hule NR, IR y CR en estado natural.

Estructura Trans: Es una estructura molecular que se realiza agregando un catalizador para adquirir esta estructura molecular, esta estructura presenta propiedades de mayor dureza y fragilidad.

Ficha Técnica: Es un grupo de datos técnicos que proporciona el proveedor de algún producto, para su manejo, su transporte, y en caso de incendio que hacer, y como atacarlo.

Flash: Es una cierta cantidad de material de hule que es residuo, y es producido por el molde tipo Flash, este residuo normalmente es vulcanizado o curado.

Fórmula: Es el arte y la ciencia de seleccionar y combinar hules y aditivos para producir:

A).- Un compuesto con las propiedades químicas, físicas y mecánicas necesarias en el producto terminado.

B).- Un compuesto con las mejores (más fáciles) características de procesamiento.

C).- Una combinación de los incisos A y B al menor costo posible.

Fuerzas de Vander Waals: Son fuerzas de estabilización molecular, forman un enlace químico no covalente en el que participan dos tipos de fuerzas o interacciones, las fuerzas de dispersión (que son fuerzas de atracción) y las de fuerzas de repulsión entre las capas electrónicas de átomos contiguos.

Gravedad Específica o Densidad Relativa: Es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua.

Gutapercha: Es un catalizador, para reestructurar las moléculas del hule (NR) en un enlace tipo Trans.

Intoxicación: Cuadro morboso debido a procesos patológicos reversibles o irritables, originados en los tejidos y órganos por sustancias exógenas o endógenas, o por desequilibrios metabólicos.

Irritación: Propiedad que tiene el protoplasma vivo de reaccionar frente a los estímulos. Estos pueden ser de la más diversa naturaleza: térmica, mecánica, eléctrica, química. La irritación es común a todos los seres vivos, pero el modo con que las células responden a los estímulos es, en general, específico para grupos de células o para un organismo particular en cuestión.

Maquinado (careado): Es una expresión técnica que se utiliza en máquinas herramientas para maquinar las superficies planas de las piezas.

Molde: Herramienta en el que se encuentra una o varias cavidades con formas geométricas, de modo que al volcar en él un material blando, este toma esa forma.

NR o IR: Es la nomenclatura Alemana para identificar el hule natural. El NR es caucho natural, su origen es del árbol de la especie *Hevea brasiliensis*. EL IR es un hule polimerizado isopreno con características similares al hule natural, y alcanzó un mayor desarrollo en la industria.

Plasticidad: Es una propiedad de los plásticos, estos tienen la capacidad de ser moldeables, a temperaturas de vulcanización.

Polimerización: Condensación de moléculas de un compuesto con formación de otro compuesto de peso molecular múltiple (polímero) dotado de propiedades químicas y físicas diferentes.

Presión de línea: Es la presión que es producida por la bomba hidráulica y es medida por el manómetro del gato o bomba.

Presión de moldeo: Es la presión aplicada por pulgada cuadrada sobre el material depositado en el molde.

Presión en el molde: Es la presión aplicada por pulgada cuadrada sobre el molde, cuando se sellan las dos partes del molde.

Sensor: Neologismo utilizado para designar un órgano o instrumento capaz de percibir. Esta definición es genérica; se aplica tanto a las percepciones de orden físico o mecánico.

Torque de una transmisión: El producto vectorial de la fuerza aplicada por la distancia; también se conoce como par o momento.

Transferencia de calor: Es el proceso por el cual se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distintas temperaturas.

Vulcanización o Curado: Proceso físico-mecánico, mediante el cual los elastómeros pueden ser utilizados en aplicaciones prácticas.

Este proceso puede realizarse en caliente o en frío, a medida que tiene lugar, se produce una reacción química según la cual el agente vulcanizante, se combina con la goma causando una alteración de sus propiedades.

Ziegler-Natta: Es un catalizador, para reestructurar las moléculas del hule (CR) en un enlace tipo Trans.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DOCUMENTOS IMPRESOS

1. A. L. Casillas, Máquinas Cálculos de Taller, 36° Edición, Madrid España, Artes Gráficas ENCO, 1997, pp. 658.
2. Aguirre Martínez Eduardo, Seguridad e Higiene en la Industria y el Comercio con las Nuevas Normas Oficiales, 2° Edición, México, Editorial Trillas, 1991, pp. 250.
3. Blanco vargas Rafael, Enciclopedia del Plástico, 1° Edición, México DF, Editado por la Asociación Mexicana del Plástico, 2000, Volumen 2, pp189-224.
4. Bodini Gianni, Moldes y Máquinas de Inyección para la Transformación del Plástico, 2° Edición, México, Mc Graw-Hill, Volumen 2, 1989, pp. 319 a 376.
5. Dail, Catalogo de Soportes de Motor, Transmisión, Bases de Amortiguador y partes Automotrices de Hule, 20 Edición, México DF, Dail, 2003, pp.163.
6. F.H.Schwessguth, Forja de piezas Varias, 1° Edición, Barcelona España, Editorial Labor S.A., 1927, pp. 4 a 17.
7. Fiares Moring Virgil, Termo Dinámica, 5° Edición, Impreso en México, Hispano-Americana, 1973, pp. 37 a 44.
8. Flor del Monte Aráosla D; Curso Practico de Polímeros IV, 1° Edición, Impreso en México, IPN, 1996, pp. 190
9. Frank H. Habicht, Las Máquinas Herramientas Modernas, 1° Edición, C.E.S.A., 1998, pp. 321 a 353.
10. George T. Austin, Manual de Procesos Químicos en la Industria, 1° Edición en Español, Impreso en México, McGraw Hill, Volumen 3, 1990, pp804 a 829.
11. Harry Mileaf, Electricidad, Undécima Reimpresión México, Limusa Noriega Editores, , 1996, pp5-36 a 7-88.
12. Hernández Luna Heliodoro M. en C; Transformación de Termoplásticos, Termo fijos y Reciclado, 1° Edición, México, Impreso en el IPN, 1996, pp. 240.
13. Jonania Abraham Camilo, Manual de Seguridad e Higiene Industrial, 9° Impresión, México, Limusa Noriega Editores, 1999, pp. 181.
14. Lloyd A. Munro, Química en Ingeniería, 1° Edición España, Urmo S.A. de Ediciones, 1976, pp. 514.

15. Mc Murry John, Química Orgánica, 3° Edición, México DF; Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de CV., 1992, pp1173.
16. Mimothy J. Maloney, Electrónica Industrial Moderna, 3° Edición, México, Prentice Hall, 1997, pp. 354.
17. Niebel, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 9° Edición, Colombia, Alfa Omega, 1996, pp. 140.
18. P. Martínez de las Maras, Química y Física de los Altos Polímeros y Materias Plásticas, México, Alambra, 1999, pp.197.
19. Ramos-Sánchez, Vulcanización y Formulación de Hules, 1° Edición, México, Limusa Noriega Editores, 1999, pp148.
20. Richard A. Flim, Paul K. Trojan, Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones, 1° Edición, México, Mc Graw Hill, 1983, pp.325.
21. Roadstrum, Wolaver, Ingeniería Eléctrica para Todos los Ingenieros, 2° Edición, México, Limusa Noriega, 1999, pp.310.
22. Rodríguez Ferdinand, Principios de Sistemas de Polímeros, 2° Edición, Impreso en México, El Manual Moderno, S.A. de CV., 1984, pp. 340.
23. Ureta Barron Ernesto, Polímeros Estructura, Propiedades y Aplicaciones, 1° Edición, México, Limusa, Noriega Editores, 1983, pp. 290.
24. Wilson W. Frank, Principios Fundamentales para el Diseño de Herramientas, 1° Edición, México, Continental S.A., 1989, pp. 340.
25. Wittcoff Harold A., Productos Químicos Orgánicos Industriales, Tecnología, formulación y Usos, 1° Edición, Impreso en México, Limusa, 1987, Volumen 2, pp522.
26. George Konawaty, Introducción al estudio del Trabajo, 4° Edición, México, Limusa Noriega, 2002, pp. 580.
27. Mosqueda Guerra José, El Compañero del Mecánico y la Fresadora Manual de Problemas Prácticos de Mecánica, 2° Edición, México DF, Talleres Linotipo gráficos Virginia, 1962, pp. 164.
28. Niebel, Ingeniería Industrial Métodos Tiempos y Movimientos, 9° Edición, Impreso en Colombia, Alfa Omega, 1996, pp. 540.
29. Wittcoff, Productos Químicos Orgánicos Industriales Materias primas y Fabricación, 4° Reimpresión, México, Editoriales Limusa S.A. de CV., 1996, Volumen 1, pp. 320.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

- 29) FÍSICA TERMOESTÁTICA [EN LÍNEA], ITZ RED. DISTRITO FEDERAL: 2000 [FECHA DE CONSULTA: 10 ENERO 2007] DISPONIBLE EN: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termoestatica/lb01_densidad.php.
- 30) LUBRIMAX [EN LÍNEA], E TECH CONSULTING. MÉXICO: 2003 [FECHA DE CONSULTA: 5 MARZO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.lubrimax.com.mx/boletin10.ihtml>
- 31) CENTRO EMPRESARIAL DEL PLÁSTICO [EN LÍNEA], MÉXICO D.F.: 2005 [FECHA DE CONSULTA: 17 ABRIL 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.plastico.com.mx/>
- 32) DAI, DAI S.A. DE C.V. 2005 ALL RIGHTS RESERVED [EN LÍNEA], MÉXICO: 2005 [FECHA DE CONSULTA: 15 DICIEMBRE 2005], DISPONIBLE EN: <http://www.dai.com.mx/main.jsp?lng=sp>
- 33) INFRA [EN LÍNEA], 2006© INFRA, S.A. DE C.V. Legales, MÉXICO:2006 [FECHA DE CONSULTA: 10 ENERO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.infra.com.mx/>
- 34) PORTAL DE LA INDUSTRIA [EN LÍNEA], LÍDER EN LA INDUSTRIA EN INTERNET, MÉXICO: 1999 [FECHA DE CONSULTA: 10 DICIEMBRE 2006], DISPONIBLE EN: <http://www.portaldelaindustria.com/>
- 35) FLEXANE [EN LÍNEA], OFICINAS GENERALES AV. COYOACAN 1153 COL. DEL VALLE C.P. 03210 MEXICO, D.F.: 1989 [FECHA DE CONSULTA: 15 MAYO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.leonweill.com.mx/catalogo/pdf/596.pdf>
- 36) NEI MÉXICO, © Thomas Lund, MEXICO D.F.: 1990 [FECHA DE CONSULTA: 3 FEBRERO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.guianei.com.mx/>
- 37) PLASTICS PLANET [EN LÍNEA], COPYRIGHT 2003-2007 SYNAP SERVICES, EUA: 2003 [FECHA DE CONSULTA: 19 MARZO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.plasticsplanet.com/>
- 38) PLAST UNIVERS [EN LÍNEA], © NOVA ÁGORA, s.l. 2001-2007, ESPAÑA: 2001 [FECHA DE CONSULTA: 7 MAYO 2007], DISPONIBLE EN: <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/>

ANEXOS

Concesionario ALECSA PACHUCA S DE RL DE CV
Nombre del Cliente: CARR PACHUCA C.D.
Dirección del Cliente: SAHAGUN 3.5
Dirección de Envío: DISTRIBUIDOR VIAL LA PAZ COL. CHACON
Fecha: 06/09/07
Hora: 10:48:55
Nº de Cuenta del Cliente:
Código de Agencia: 57025
Teléfono: 71 70270
Fax: 71 70279

UAEM
 BIBLIOTECA

Ctd.	Número de Recambio	Descripción	Vehículo	DVD Precio
------	--------------------	-------------	----------	------------

1.00	12305-0D023	SUBCONJUNTO AISLADOR, MONTAJE MOTOR, DER.	Corolla/Matrix - ZZE13# (0201-) [155450]	1,822.86
------	-------------	---	--	----------

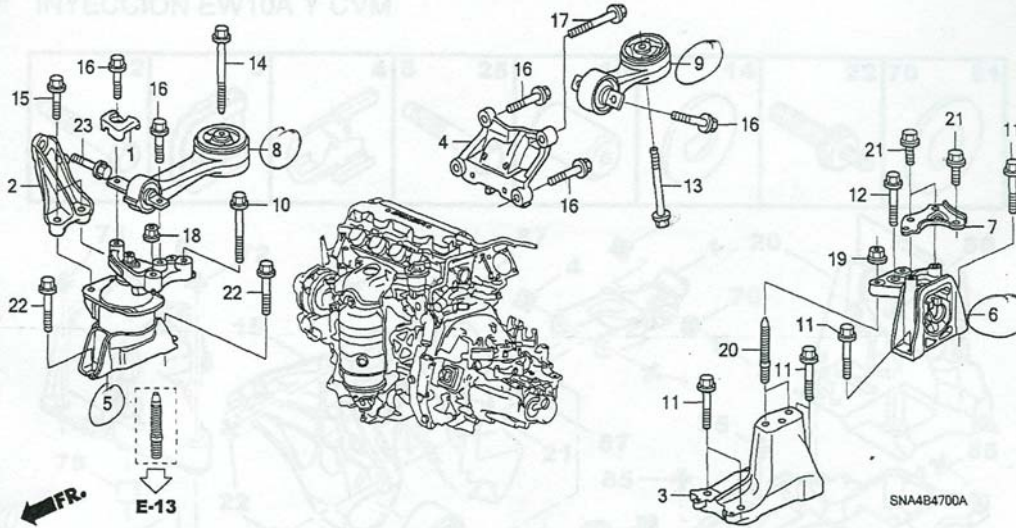
LISTA DE PROYECCION DE DETALLACIONES

REF	Descripción	Referencia	CANT.	Unidad	Importe
01	VALVULA TORSION 100	50840-000-002	1	973.88	973.88
02	INDICIA MDE. T. MOTOR	50870-000-003	1	1,406.16	1,406.16
03	VALVULA TORSION 100	50840-000-002	1	973.88	973.88
04	VALVULA TORSION 100	50840-000-002	1	973.88	973.88
Total:					3,327.78

\$ 2,096.28

Número de pedido: **Total:** 1,822.86

SUSPENSIÓN MOTOR Y CAJA VELOCIDADES
INYECCIÓN FW10A Y CVM



ID de Bloque: B 47 ILLUSTRATION: SNA4B4700A

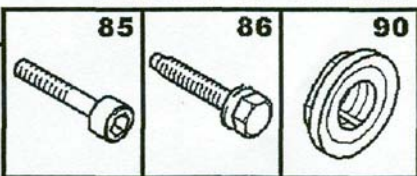
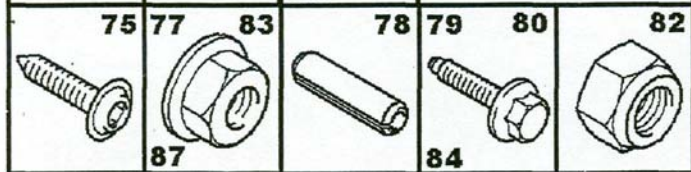
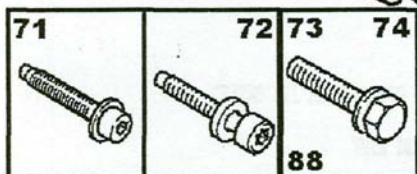
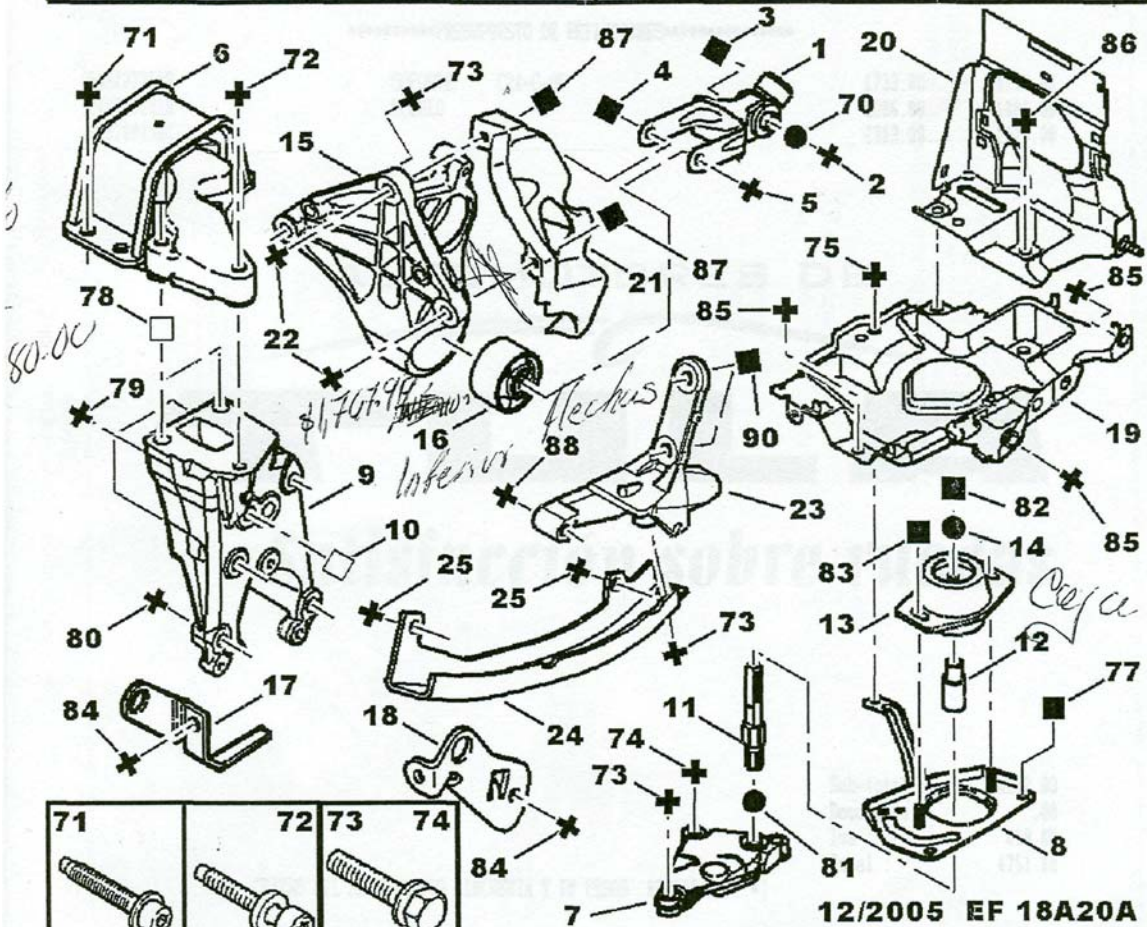
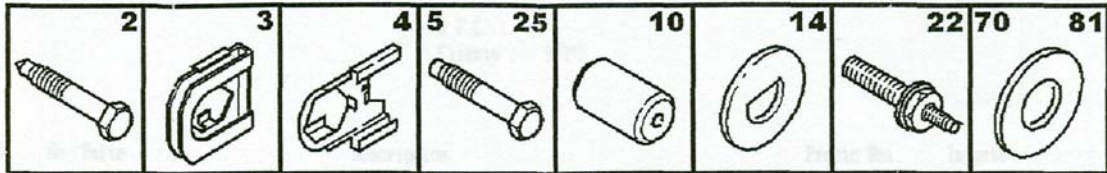
LISTA DE RECOLECCION DE REFACCIONES

REF	Descripción	Refacción	CANT.	Unit Price	Importe
1	VARILLA: TORSION (SU)	50880-SNA-A02	1	913.82	913.82
2	CAUCHO (ENS.): MONTU	50850-SNA-A01	1	1,606.26	1,606.26
3	VARILLA: TORSION (IN)	50890-SNA-A02	1	810.77	810.77
4	CAUCHO (ENS.): MONTU	50820-SNA-023	1	773.38	773.38

Favor de considerar que estos Precios no incluyen I.V.A y pueden tener cambios sin previo Aviso

Total: \$4,104.23

SUSPENSION MOTOR Y CAJA VELOCIDADES
 INYECCION EW10A Y CVM





CHRYSLER



Jeep



MOPAR

Presupuesto : 000000122

FIVE STAR



Contado

Nombre : MARIO JIMENEZ
Dirección :
Colonia :
Calle :
Teléfono :

R.F.C. :
Cliente : 99999

Cantidad	No. Parte	Descripcion	Precio Uni.	Importe
*****PRESUPUESTO DE REFACCIONES*****				
	04573775AB	SOPORTE C24-C-05	1733.00	1733.00
	04578020AB	MODULO	1086.00	1086.00
	04578019AC		1313.00	1313.00

AUTOMOTORES DE



Satisfacción sobre ruedas

Sub-total :	4132.00
Descuento :	.00
Iva :	619.80
Total :	4751.80

(* CUATRO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS .80/100 M.N. *)

TULA DE ALLENDE HIDAIGO 20070907

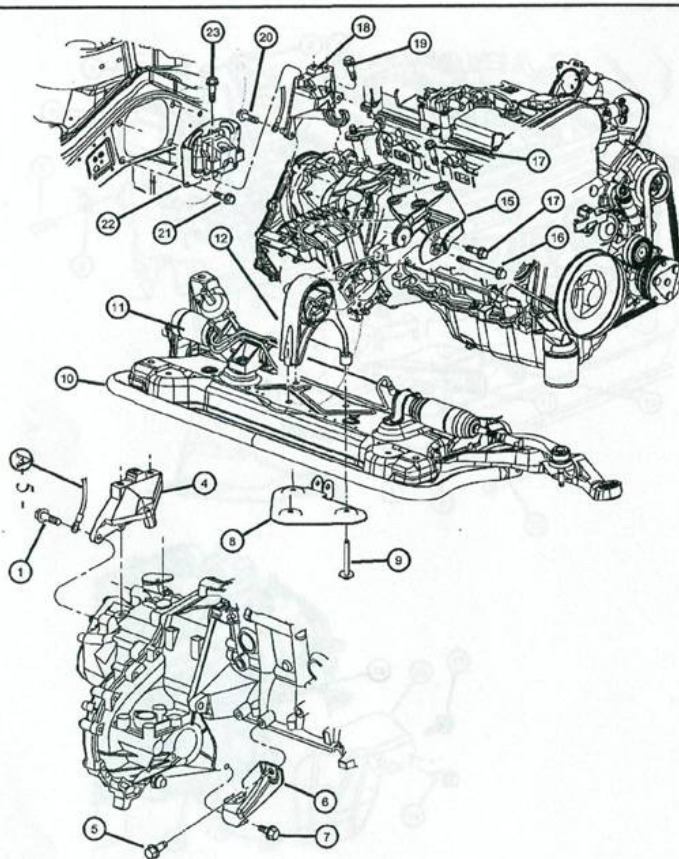
La misión de Chrysler Tula: Existimos para satisfacer las necesidades de "nuestros clientes, y superar sus expectativas."

Distribuidor Autorizado Chrysler, Dodge y Jeep
Chrysler, Dodge y Jeep son marcas registradas por Daimler Chrysler Corporation

A- 4 -

Automotores de Tula, S.A. de C.V.
Carretera Tula Jorobas Km. 3.2
2a. Sección El Llano
Tula de Allende, Hidalgo C.P. 42830
R.F.C. ATU011106L12
Tels.: (01-773) 732-7777
01-773) 732-7905 (9)

Soportes de la caja de cambios, soportes y ménsulas traseros
Figure 9-110



PRO-DUCTO	PORTE	CANT	LINEA	SERIE	CARRO-CERIA	MOTOR	TRANS	TAPI-ZADO	DESCRIPCIÓN
									NOTA: Códigos de ventas: [DDR]=Caja de cambios manual de 5 vel - T850 [DGL]=Caja de cambios automática de 4 vel [EDV]=Motor 2.4L 4 cil 16V DOHC turbo [EDZ]=Mot 2.4L 4 cil 16V DOHC [DD5]=Caja de cambios manual de 5 vel - A578
1									PERNO Y ARANDELA, Cabeza hexagonal, M10x1,5x35
	06101514	4					DD5		
		3					DDR		
-2	06101822	1					DDR		TORNILLO Y ARANDELA, Cabeza hexagonal, M10x1,5x55
3	06101822	1							CABLEADO, Puente de masa, *Consulte Grupo 8, (NOT SERVICED)
4									SOPORTE, Montaje de transmisión
	04573777	1					DD5		
	04578343AA	1					DDR		
5	06506019AA	1				EDV, EDZ			PERNO Y ARANDELA, Cabeza hexagonal, M10x1,5x30
6	04663155	1				ED0			MONTANTE, Amortiguador
7	06100344	1				ED0			PERNO Y ARANDELA CONICA, Cabeza hexagonal, M12x40x24
8	04576100AA	1				EEO	DDR		SOPORTE, Montaje de transmisión
9	06507239AA	3							PERNO
10	04764448AC	1							TRAVESAÑO, Suspensión delantera
11	04764448AC	1							PAQUETE DE CREMALLERA, Dirección, Consultar el grupo 19, (NOT SERVICED)
12									MODULO, Soporte del motor
	04578020AB	1					DD5, DDR		*Trasero
	04593337AB	1					DGL		*Trasero
-13									MONTANTE, Soporte del motor
	04591904AA	1				ECC	DGL		Motor a montante trasero
	04593246	1				ECC			Motor a montante trasero

SEBRING, STRATUS, CIRRUS, BREEZE (JR)
SERIE LINEA
P = PREMIUM D = STRATUS
S = DEPORTIVO C = Sebring
X = ESPECIAL C = Cirrus (México)
H = LINEA D = RT (México)
SUPERIOR

CARROCERIA
27 = Convertible
41 = 4 puertas

MOTOR
ECC = ENGINE= MOTOR
2.0L 4 CIL DOHC 16V SMPI
EDV = Engine - 2.4L 4 Cyl DOHC 16V Turbo
EDZ = ENGINE= MOTOR 2.4L 4 CIL DOHC 16V SMPI
EEE = Motor - 2.7L V6 24V
FFV
EER = Motor - 2.7L V6 DOHC 24 válvulas MPI

TRANSMISION
DGO = All Automatic Transmissions
DD5 = TRANSMISION - 5-SPEED MANUAL
DDR = TRANSMISION - 5-SPEED MANUAL
DGL = Caja de cambios de 4 velocidades automática, 41TE

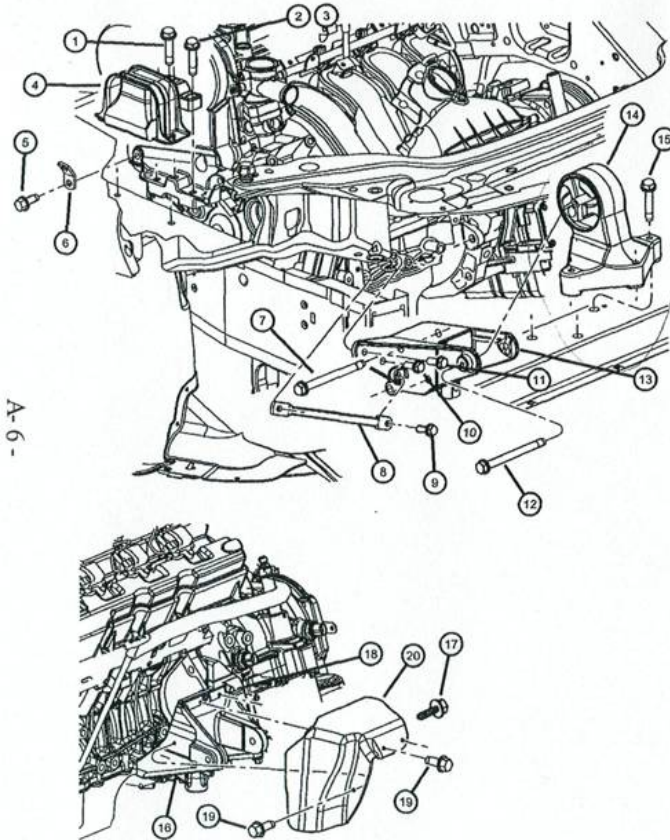
AR = Use segun lo requerido - = Parte no ilustrada

2003 JR

<< VUELVA AL INDICE DEL GRUPO

UAEH

Ménsulas y soportes delanteros
Figure 9-120



PRO-DUCTO	PORTE	CANT	LINEA	SERIE	CARR-CERIA	MOTOR	TRANS	TAPI-ZADO	DESCRIPCIÓN
-----------	-------	------	-------	-------	------------	-------	-------	-----------	-------------

NOTA:

Códigos de venta:

[DDR]=Caja de cambios manual de 5 velocidades - T850

[DGL]=Caja de cambios automática de 4 velocidades - 41TE

[ECC]=Motor 2.0L de 4 cil. 16V DOHC

[EDV]=Motor 2.4L de 4 cil. 16V DOHC Turbo

[EDZ]=Motor 2.4L de 4 cil. 16V DOHC

[EEE]=Motor 2.7L V-6 24V DOHC FFV

[EER]=Motor 2.7L V-6 24V DOHC

[DD5]=Caja de cambios manual de 5 velocidades - A578

[EDO]=TODOS los motores 2.4L de 4 cil. 16V DOHC

[EE0]=TODOS los motores 2.7L V-6 24V

1	06503341	2							PERNO, Cabeza hexagonal, M10x1,50x125
2	06506439AA	6							PERNO Y ARANDELA, M10x60
3	06505857AA	6							PERNO, Cabeza hexagonal con reborde, M10x60, Usar hasta 29-7-02
									SOPORTE, Soporte del motor
4	04573773	1					ED0, EE0		
	04578001AA	1		C					
5	04578001AA	1							TORNILLO, (NOT SERVICED)
6	04578001AA	1							SOPORTE, (NOT SERVICED)
7	06507507AA	2					ECC, ED0		PERNO
8	04593246	1					ECC		MONTANTE, Soporte del motor
9	06101611	2					ECC		TORNILLO Y ARANDELA, Cabeza hexagonal, M8x1,25x25
10	06101514	1					EDV		PERNO Y ARANDELA, Cabeza hexagonal, M10x1,5x35

SEBRING, STRATUS, CIRRUS, BREEZE (JR)

SERIE LINEA
P = PREMIUM D = STRATUS
S = DEPORTIVO C = Sebring
X = ESPECIAL C = Cirrus (México)
H = LINEA D = R/T (México)
SUPERIOR

CARRROCERIA
27 = Convertible
41 = 4 puertas

MOTOR
ECC = ENGINE= MOTOR
2.0L 4 CIL DOHC 16V SMPI
EDV = Engine - 2.4L 4 Cyl
DOHC 16V Turbo
EDZ = ENGINE= MOTOR
2.4L 4 CIL DOHC 16V SMPI
EEE = Motor - 2.7L V6 24V
FFV
EER = Motor - 2.7L V6 DOHC
24 válvulas MPI

TRANSMISSION
DGD = All Automatic Transmissions
DD5 = TRANSMISSION - 5-SPEED
MANUAL
DDR = TRANSMISSION - 5-SPEED
MANUAL
DGL = Caja de cambios de 4
velocidades automática, 41TE

AR = Use según lo requerido - = Parte no ilustrada

2003 JR

<< VUELVA AL ÍNDICE DEL GRUPO