

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

"Proyecto de un Sistema de Aseguramiento de Calidad
para una Planta de Artículos Automotrices de Hule"

TESIS MANCOMUNADA

Héctor Armando Bernal Esponda

Juan José García Fernández

Ingeniero Químico

México, D.F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	PAG.
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
 CAPITULO II	
LOS ARTICULOS AUTOMOTRICES DE HULE Y SUS	
ESPECIFICACIONES	6
2.1 Sistema de Codificación ASTM D-200 ó SAE-J-200 ...	9
 CAPITULO III	
LOS PROCESOS PARA LA PRODUCCION DE PARTES AUTOMOTRICES	
DE HULE	
3.1 Mezclado	15
3.2 Preformado	20
3.3 Vulcanización	28
 CAPITULO IV	
CONTROL DE MATERIALES	
4.1 Materias Primas	66
4.2 Control de Mezclas	99
4.3 Control de Preformas	113
4.4 Control de Producto Terminado	123
 CAPITULO V	
CONTROL DE PROCESOS	144
5.1 Pesadas del Material	146
5.2 Mezclado de Maestras	153
5.3 Mezclado de Compuesto Final	162
5.4 Preformado	164
5.5 Vulcanización	185

	PAG.
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES	224
APENDICE I	
ASPECTOS ECONOMICOS DE LA INDUSTRIA	
AUTOMOTRIZ	226
BIBLIOGRAFIA	234

CAPITULO I

INTRODUCCION

Hasta hace algunos años el concepto de "Control de Calidad" implicaba la necesidad de contar con una serie de inspectores que después de probar un lote de producto terminado mediante un muestreo estadístico, lo aprobaba o lo rechazaba, antes de que llegara al cliente.

Este concepto tan antiguo, se ha modificado en la actualidad y las teorías modernas de Control de Calidad (Aseguramiento de Calidad o Control de Calidad Total) afirman en sus principios y con justa razón que la calidad de un producto no se controla, sino que se produce.

De acuerdo con lo anterior, el concepto de calidad de un producto aparece desde el momento en que se selecciona al proveedor del cual se obtendrán las materias primas para la elaboración del mismo y permanece durante todo el proceso de su fabricación, sobre todo en aquellos puntos en donde existen variables que puedan modificar las características que requiere el producto para un funcionamiento óptimo.

Este trabajo, que se refiere en particular a los artículos automotrices de hule, tiene como objetivo, el proponer un sistema de Aseguramiento de Calidad, el cual determinará los puntos específicos durante el proceso, las variables de dichos puntos, y el manejo de estas variables, de tal suerte que el producto terminado deberá tener una probabilidad casi nula de estar defectuoso.

La calidad es el grado en que un producto satisface los requerimientos propios del uso al que se le destine. Esta definición es válida para los artículos automotrices de hule.

Para lograr dicha calidad en cualquier compañía interviene primeramente el departamento de : Ingeniería del Producto (y/o Técnico), el cual deberá

diseñar el producto, de tal manera que cumpla con dichos requerimientos, -- para ello deberá conocer y probar todas las propiedades del producto y además las condiciones bajo las cuales será utilizado. El diseño del producto deberá incluir las dimensiones de la pieza, el compuesto adecuado a su uso y las condiciones bajo las cuales será procesado.

Una vez que tenemos el diseño de la pieza, y que éste asegura que cumplirá con todos los requerimientos propios de su uso, se pasa a la fase de producción. Pero sucede muy frecuentemente, que las piezas obtenidas en serie en un proceso productivo y que supuestamente deben cumplir con las funciones - para las cuales fueron diseñadas, no cumplen con dichas funciones, debido a que alguna o algunas de las variables del proceso están fuera de control y la pieza se sale de "diseño".

La propuesta de este sistema de Aseguramiento de Calidad, tiene como objetivo el garantizar que el producto terminado sea elaborado de tal forma que - cumpla con todos los requisitos del diseño original y por consiguiente con las funciones para las cuales fué diseñado.

La forma para estructurar este sistema es la siguiente: Los Capítulos II y III contienen información necesaria para comprender propiamente el sistema de Aseguramiento de Calidad. Así por ejemplo en el Capítulo II se revisan brevemente las especificaciones de partes automotrices de hule, su estructura, significado y algunos ejemplos de las mismas. En el Capítulo III se expone un breve repaso de los procesos para la fabricación de parte automotrices de hule, lo cual es indispensable para comprender mejor el sistema de Aseguramiento de Calidad.

El sistema propiamente se expone en los Capítulos IV y V. Se hizo una división que es la siguiente: Control de Materiales y Control de Procesos.

Dentro del Control de Materiales (Capítulo IV) el Sistema de Aseguramiento de Calidad consiste en verificar los parámetros de cada material, al final de un proceso mediante la comparación de dichas variables contra una específica

ción emitida por las secciones técnica, o de ingeniería.

Esta labor se efectúa básicamente en un laboratorio de Control mediante --
muestras de los lotes terminados y un análisis de los mismos. Este Con--
trol de Materiales tiene como objetivo detectar en un punto determinado -
cualquier falla que presenten los materiales, y no permitir que dichos mate--
riales continúen procesándose sin que tengan la aprobación plena del labora--
torio. Con lo anterior se evitará continuar procesando un material, que en
una fase previa ya tenga un defecto, eliminando un costo adicional por pro--
cesos innecesarios o por material no recuperable que se produzca por seguir--
lo procesando. Por ejemplo, si estamos situados en la etapa de Control de --
Mezclas finales y detectamos una mezcla con fallas en sus propiedades de vul--
canización como quemamiento prematuro, no se deberá permitir que el material
continúe al proceso siguiente de preformado ya que no sólo dicho proceso -
será inútil, sino que además con el proceso posterior podemos causar que el
material se prevulcanice y ya no sea recuperable sino totalmente defectuoso.

La labor del control en esta fase consiste en un muestreo, envío de muestras
al laboratorio, análisis, comparación contra especificación y disposición de
aprobado o rechazado.

En el Capítulo V se analiza la otra parte del sistema que es el Control de --
Procesos. Esa parte se divide a su vez en dos fases, que es la de Control -
de Procesos y la de Auditoría de Procesos.

Ambas fases se analizan en paralelo a través del Capítulo V, la de Control se
efectúa mediante las especificaciones de Proceso en las cuales se señalan -
todos los parámetros de operación que incluyen velocidades, presión, tempera--
tura, ciclos, dimensiones, condiciones de almacenaje, enfriamiento, etc.

La labor de control recae en un inspector de Aseguramiento de Calidad que a
diferentes intervalos de tiempo a lo largo del turno de producción verifica
que cada una de las variables esté dentro de lo especificado y en caso con--
trario lo notifique al responsable de producción para que lo corrija. Depen--

diendo de qué tanto se aleje la variable del valor especificado, un proceso puede continuar si es corregido inmediatamente, o bien puede darse un plazo dentro del cual debe corregirse antes de parar el proceso o si se aleja demasiado de la especificación deberá detenerse inmediatamente hasta que se efectúe la acción correctiva.

La otra parte del control consiste en la Auditoría de Calidad, la cual se lleva a cabo en forma esporádica en diferentes días, turnos y procesos, sin ningún programa preestablecido, sino en forma imprevista.

Las formas de la Auditoría de Calidad son similares a las especificaciones pero tienen una sección adicional donde se anotan los valores reales encontrados. Estas auditorías de Calidad tienen como objetivo evaluar el cumplimiento en cada área de las especificaciones de proceso. Es decir, estamos evaluando qué tanto se apegan las secciones productivas a su especificación y qué tanto los inspectores de calidad controlan que el proceso esté dentro de especificación.

Se hará énfasis en las áreas en los días, turnos o procesos que presenten -- mayores deficiencias y que arrojen resultados negativos en las Auditorías de Calidad hasta que entren nuevamente dentro del "Control"

De esta forma se pretende llegar con éxtio a cada etapa del proceso, hasta la última de producto terminado.

El objetivo final sería que mediante un adecuado Control de Procesos, monitreado con Auditorías de Calidad frecuentes y verificado por un Control de -- Materiales apropiado tengamos al final una parte automotriz de hule con muy pocas probabilidades de salir defectuosa. Es de gran importancia la labor -- del Departamento de Aseguramiento de Calidad, para balancear estos tres factores, ya que la mayor garantía de calidad se logra con niveles de control -- muy altos, pero esto implica mayor cantidad de inspectores y por consiguente mayor costo. El óptimo punto será aquel en que con el menor nivel de con -- trol de materiales y procesos y de auditorías se logren los niveles de cali-

dad requeridos por las compañías armadoras. Este es en resumen el planteamiento del Sistema de Aseguramiento de Calidad que se expondrá en los Capítulos posteriores.

Como un complemento al sistema se agregan algunos datos de tipo económico - en el Apéndice I de las perspectivas de la Industria Automotriz y de Autopartes en México, ya que en las circunstancias actuales el factor económico también se ve inmiscuído en el aspecto Calidad; con dichos datos se pretende demostrar que en México actualmente las perspectivas de la Industria de Autopartes es buena, más aún cuando se ingresa a ella con Calidad.

CAPITULO II

LOS ARTICULOS AUTOMOTRICES DE HULE Y SUS ESPECIFICACIONES

El automóvil es un complejo sistema de diseño, ingeniería y manufactura, - parte de los más diversos materiales, uno de ellos como ya dijimos, es el hule. Los productos de hule utilizados en un automóvil generalmente participan con un 5 - 15% del peso total del vehículo. Se calcula que, en promedio, hay aproximadamente 600 partes individuales de hule en un automóvil común y corriente, elaboradas con más de quince diferentes tipos de elastómeros que permiten optimizar el comportamiento y costo en relación a una amplia gama de criterios de aplicación.

Cada una de estas piezas tiene determinada aplicación y funcionamiento, - así como las más diversas condiciones de operación por ejemplo tenemos: Se lladores de fluidos, mangueras de conducción de fluidos, partes eléctricas aislantes, bandas, mangueras de radiador, gomas para frenos, soportes para motor, cajas de batería, diafragmas para bomba de combustible o lubricantes, limpiaparabrisas, juntas para ventanas y puertas y otras más incluyen do desde luego los conocidos neumáticos.

Como se puede ver en la lista anterior, las piezas de hule usadas en un -- automóvil son bastantes y muy variadas, asimismo son diversos los requisitos que debe llenar el material con el cual se fabrican; algunas piezas requieren de gran resistencia a la tensión, otras por el contrario sufren - grandes esfuerzos de compresión, otras esfuerzos de flexión o combinación de todos ellos, algunas estarán en contacto con aceites, con solventes o con agua, por lo cual requieren de resistencia a dichos agentes. También pueden estar expuestas a los ataques de la atmósfera, cuyos componentes - como el oxígeno y el ozono dañan severamente al hule.

Concluyendo, se puede decir que cada pieza, dependiendo de la función que cumpla como parte integral del automóvil, requiere de ciertos requisitos - que el armador de automóviles exige al proveedor, el cual a su vez debe -

...

cumplirlos y mantenerlos a lo largo de la producción.

Es por este motivo que se ha visto la necesidad de establecer un lenguaje que sirva como medio de comunicación entre el armador de automóviles y el proveedor de partes automotrices de hule, mediante el cual el armador le señala al proveedor además del diseño de la pieza, los requisitos que debe llenar para cumplir con su función.

En México todas las compañías armadoras tienen sus normas de calidad en las cuales especifican detalladamente cuáles son los requisitos que debe satisfacer cada una de las piezas o materiales que utilizan para la fabricación del automóvil.

Dentro de éstas normas se incluyen, por supuesto, todas las referentes a piezas de hule.

En nuestro país, todas las armadoras son filiales de compañías extranjeras transnacionales y trabajan con las normas correspondientes a las matrices de dichas compañías.

A continuación se presenta un cuadro en el que se muestran las principales compañías armadoras que operan en México con el tipo de normas que utilizan.

<u>COMPANIA ARMADORA</u>	<u>PAIS</u>	<u>TIPO DE NORMAS</u>
Ford Motor Company	E.U.A.	Similar a ASTM D 2000 ó SAE J-200
VAM-Dina-Renault	Francia	Similar a ASTM D 2000 - AFNOR
General Motors	E.U.A.	Similar a ASTM D 2000
Chrysler	E.U.A.	Similar a ASTM D 2000
Nissan	Japón	JIS-Similar a ASTM D 2000
Volkswagen	Alemania	DIN

ASTM : American Society for Testing and Materials.

SAE : Society of Automotive Engineers.

AFNOR : Association Francais D' Normalisation.

JIS : Japanese International Standars.

DIN: Deutscher Normenausschuss

TABLA 2-1 Compañías Armadoras en México y sus Normas.

Cada compañía armadora tiene para sus normas un formato diferente, pero todas tienen como objetivo el establecer sistemas de clasificación, mediante los cuales se pueda obtener un código para un determinado compuesto de hule el cual a través de números y letras describa sus propiedades fundamentales y específicas.

Para ejemplificar lo anterior el sistema ASTM-D-2000 a SAE J-200 que es uno de los más usados en México debido a la abundancia de automóviles americanas, no sólo es usado en la industria automotriz, sino que también es empleado para artículos industriales de hule en las ramas petrolera, petroquímica, química, farmacéutica, artículos domésticos y otras.

2.1 SISTEMA DE CODIFICACION ASTM-D-2000 ó SAE J-200

Este sistema fué diseñado por la American Society for Testing and Materials (ASTM) en colaboración con la Society of Automotive Engineers (SAE). Se basa en el supuesto de que las propiedades de todo producto de hule pueden ser arregladas en designaciones características del material. Estas designaciones están determinadas por "tipo" basado en la resistencia al envejecimiento por calor y clase basada en la resistencia al hinchamiento en aceite. Esta designación básica se complementa con requerimientos adicionales para poder describir la calidad de casi cualquier material elastomérico.

En la Tabla 2-2 se puede ver un ejemplo de una designación para un determinado compuesto detallando cuál es el significado de cada letra o número.

2.1.1 Tipo y Clase.

El tipo está representado por la primera letra y la clase por la segunda. La significación de cada letra está dada en la Tabla 2-3.

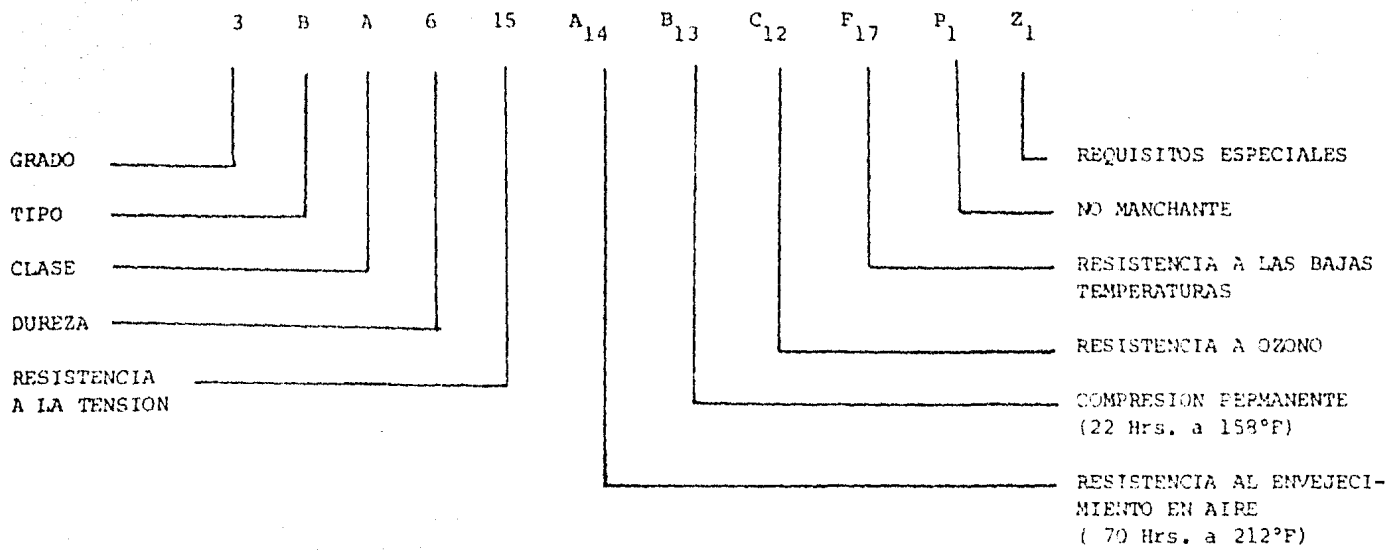


TABLA 2-2 Designación ASTM D-2000 o SAE J-200

En el ejemplo presentado el tipo es B, es decir las pruebas de envejecimiento se llevan a cabo a 100°C. La clase es A, lo cual significa que no tiene requisitos por pérdida de volumen frente a algún aceite o solvente.

Nótese que se pueden especificar muy diversos tipos de materiales combinando tipo y clase. Así podemos encontrar materiales AA, BA, BC, BE, AK, FK, etc.

2.1.2 Propiedades Físicas Fundamentales (Dureza y Tensión).

Las letras anteriores están seguidas de tres (3) dígitos; el primero especifica la dureza y los dos siguientes, la tensión a la ruptura expresada en Psi (lb/in²).

En el ejemplo de la Tabla 2-2 la dureza se especifica con el número 6 lo cual significa que deberá tener una dureza de 60⁺ 5 Shore A. Si dicho número fuera 4 la dureza sería 40⁺ 5 Shore A y así sucesivamente. La tensión en dicho ejemplo viene especificada con el número 15, lo cual se interpreta como 1500 Psi. Si dicho número fuera 22 la tensión sería de 2200 Psi, es decir se multiplica por 100 el original y se obtiene el valor en Psi.

Con estos dos datos y con el grado del material se buscan en tablas que se hallan en el mismo método ASTM D-2000 los datos adicionales de las propiedades físicas tales como elongación, envejecimientos y compresión set.

2.1.3 Número de Grado, Letras y Números Sufijos.

Estos indicativos se usan en caso de que las propiedades fundamentales deban sufrir alguna modificación o adición.

El grado es un dígito que precede a la especificación básica. El grado 1 significa que sólo los requisitos básicos son obligatorios y que no se permite la adición de sufijos adicionales. Los grados 2 en adelante expresan desviaciones o requerimientos adicionales.

En el ejemplo de la Tabla 2-2 el grado es 3 lo cual significa que tiene requisitos adicionales.

Las siguientes letras sufijos, tienen un significado específico de pruebas o requisitos especiales, los cuales podemos ver en la Tabla 2-4.

Cada letra sufijo está seguida de dos números. El primero describe el método de prueba según tablas y el segundo la temperatura de prueba que también se obtiene por tablas que el mismo método ASTM D-2000 proporciona.

En el ejemplo de la Tabla 2-2 tenemos los siguientes sufijos con sus significados:

- A₁₄ Resistencia al envejecimiento en aire a 100°C según el método de prueba ASTM D-573.
- B₁₃ Prueba de compresión permanente a 70°C según el método de prueba ASTM D-395-B.
- C₁₂ Prueba de resistencia al ozono a 23°C según el método de prueba ASTM D-1171.
- F₁₇ Prueba de resistencia al frío a - 40°C según el método de prueba ASTM D-2137.
- P₁ Prueba de resistencia al manchado según el método de prueba ASTM D-925.
- Z₁ Requisito especial. Por ejemplo prueba de fatiga durante 20,000 ciclos en un dispositivo X.

Como podrá observarse la especificación de la pieza -- mediante este sistema aporta datos más que suficientes para establecer las propiedades del material que habrá de usarse. Asimismo es importante el conocer todos y cada uno de los requisitos con sus métodos de prueba -- para que una vez diseñada la pieza y el material se mantenga un programa periódico de pruebas para garantizar al comprador que nuestra pieza siempre cumple con las pruebas solicitadas.

T I P O

REQUERIMIENTOS BASICOS DE ACUERDO A SU RESISTENCIA A LA
TEMPERATURA

TIPO	TEMPERATURA DE PRUEBA	
	°C	°F
A	70	158
B	100	212
C	125	257
D	150	302
E	175	347
F	200	392
G	225	437
H	250	482
J	275	527

C L A S E

REQUERIMIENTOS BASICOS DE ACUERDO A SU RESISTENCIA A LA
DEGRADACION POR EFECTO DE ACEITES Y SOLVENTES

CLASE	% PERDIDA VOLUMEN
A	No tiene requisito alguno
B	140
C	120
D	100
E	80
F	60
G	40
H	30
J	20
K	10

TABLA 2-3 Tipo y Clase Según ASTM D-2000

S U F I J O S

<u>LETRA SUFIJO</u>	<u>PRUEBA REQUERIDA</u>
A	Resistente al calor
B	Compresion set
C	Resistencia al ozono o a la intemperie
D	Resistencia a compresion-deflexión
E	Resistencia a fluídos
F	Resistencia a bajas temperaturas
G	Resistencia al desgarre
H	Resistencia a la flexión
J	Resistencia a la abrasión
K	Adhesión
L	Resistencia a fluídos acuosos
M	Resistencia a la flamabilidad
N	Resistencia al impacto
P	Resistencia al manchado
R	Resistencia
Z	Cualquier otro requisito especial deberá especificarse en detalle

TABLA 2-4 Significado de Sufijos para ASTM D-2000

CAPITULO III

LOS PROCESOS PARA LA PRODUCCION DE PARTES AUTOMOTRICES DE HULE

Antes de entrar en el tema propiamente de aseguramiento de calidad, el cual se tratará a fondo en los Capítulos IV y V, revisaremos brevemente los procesos mediante los cuales se elaboran piezas de hule para automóvil y la maquinaria que se emplea para ello. Lo anterior con el objeto de poder comprender mejor los mencionados Capítulos IV y V, ya que en estos se analiza el aspecto de control de calidad en cada etapa del proceso presuponiendo que éste se conoce previamente.

Cabe aclarar que este estudio no incluye la fabricación de partes de seguridad como las balatas de los frenos y otras similares así como la de llantas, las cuales tienen procesos y controles más sofisticados, con respecto a lo que vamos a analizar, que se refiere a partes tales como sellos de ventana, de puerta y de cajuela, empaques, amortiguadores de hule, retenes, topes y otros similares.

Para hacer el análisis de este Capítulo se ha dividido en tres (3) partes: Mezclado, preformado y vulcanización.

3.1 MEZCLADO

Como se verá en capítulos posteriores, los ingredientes de una fórmula de hule son muchos (Ver Tabla 4-1) y de muy diversas presentaciones y estados físicos. El primer proceso al que son sometidos dichos materiales es el mezclado que consiste en la incorporación homogénea de todos aquellos en una sola masa llamada "Compuesto de Hule".

La maquinaria empleada para el mezclado puede ser de dos tipos básicamente: Molino abierto y molino interno o bambury.

Molino Abierto

Este equipo está formado básicamente por dos grandes rodillos metálicos de forma cilíndrica que giran en sentido contrario uno con respecto al otro, teniendo sus ejes horizontales y manteniendo un claro entre ellos el cual es ajustable y es en dicho claro donde fluye la mezcla de hule.

Dichos rodillos se mueven a través de un motor, el cual se acopla a un reductor y es éste quien finalmente mediante un engrane le transmite movimiento al rodillo a velocidades aceptables de operación (Ver fig. 3-1). Dependiendo de las necesidades de cada planta existen presentaciones de molinos de casi cualquier medida y capacidad de mezcla.

Relación de Fricción

Las velocidades de los rodillos son a menudo diferentes, la relación de fricción depende principalmente del uso del molino. Para el mezclado de hule natural es común una relación de fricción de 1:1.25. Más altas relaciones de fricción se utilizan para molinos refinadores, en cambio se usan molinos con rodillos de velocidades iguales para molinos alimentadores a calandreas y extrusoras.

Para mezclar algunos de los hules sintéticos se usan molinos con relación de fricción cercana a 1.0 (1.10-1.15) para los hules sintéticos más difíciles se recomienda el uso de un mezclador interno.

El enfriamiento de los rodillos se puede hacer de dos formas: Una de ellas mediante tubos enchaquetados en el interior del cilindro en los cuales el agua entra por el tubo exterior y sale por el tubo interior. La otra forma es mediante rodillos taladrados en el interior del cilindro a unos 50 mm. de la superficie.

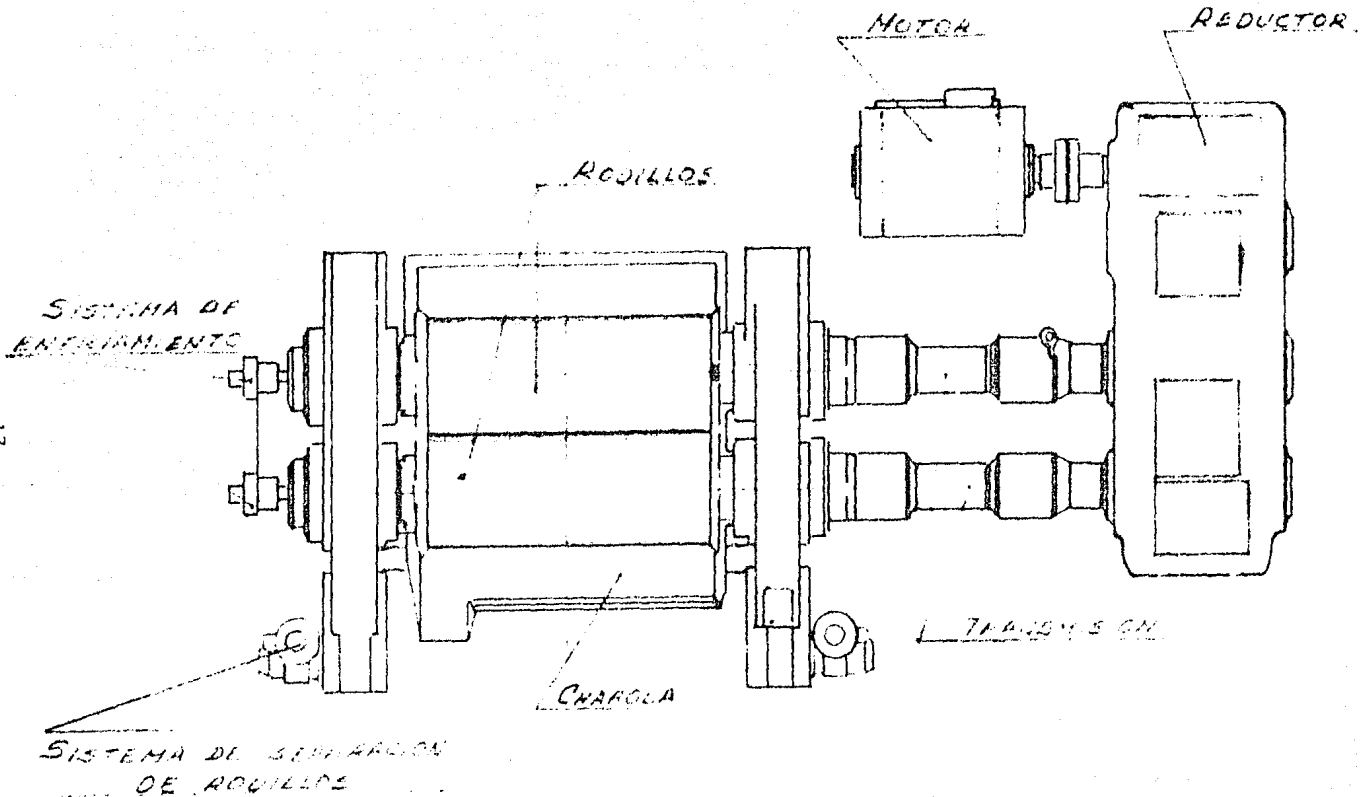


FIG. 3-1 MOLINO ABIERTO (VISTA SUPERIOR)

Otros aditamentos auxiliares con los cuales están equipados los molinos son una charola de metal colocada debajo de los rodillos para una fácil recolección de aquellos materiales que caigan de los rodillos, también cuentan con guías metálicas colocadas en las terminaciones de los rodillos para evitar que el hule se contamine de la grasa de los engranes y que se introduzcan grandes cantidades de materiales entre los claros de los rodillos que puedan causar contaminaciones a los mismos y a otros compuestos.

Mezclador Interno o Bambury

Este equipo consiste también en dos rotores o cilindros horizontales pero a diferencia de los molinos abiertos, están dotados de paletas o salientes y están colocados dentro de una cámara de mezclado, la cual tiene en su parte inferior una compuerta de descarga que mientras se efectúa el mezclado permanece completamente cerrada. En la parte superior tiene la boca de alimentación la cual es sellada por un pistón neumático, y esto asegura que haya íntimo contacto entre todos los ingredientes, los cuales se friccionan entre los rotores y contra las paredes de la cámara de mezclado (Ver figura 3-2)

La eficiencia y la versatilidad de este equipo es muy superior a la de los molinos abiertos ya que se pueden obtener mezclados equivalentes con tiempos 100 ó 200% menores. Desde luego estos equipos son movidos con motores muy potentes y reductores adecuados. En la actualidad estos equipos se presentan al mercado altamente automatizados y hasta con sistemas computarizados para el control de los ciclos y dosificación de los ingredientes.

La velocidad de los rotores va de acuerdo al tamaño del bambury. Cuando se usan motores eléctricos de 2 velocidades, dichas velocidades pueden ser de 20 ó 40 r.p.m. o alternativamente 30 ó 60 r.p.m., para ésto se pueden tener 2 motores los cuales actúan sobre la misma caja de engranes. También se pueden usar motores

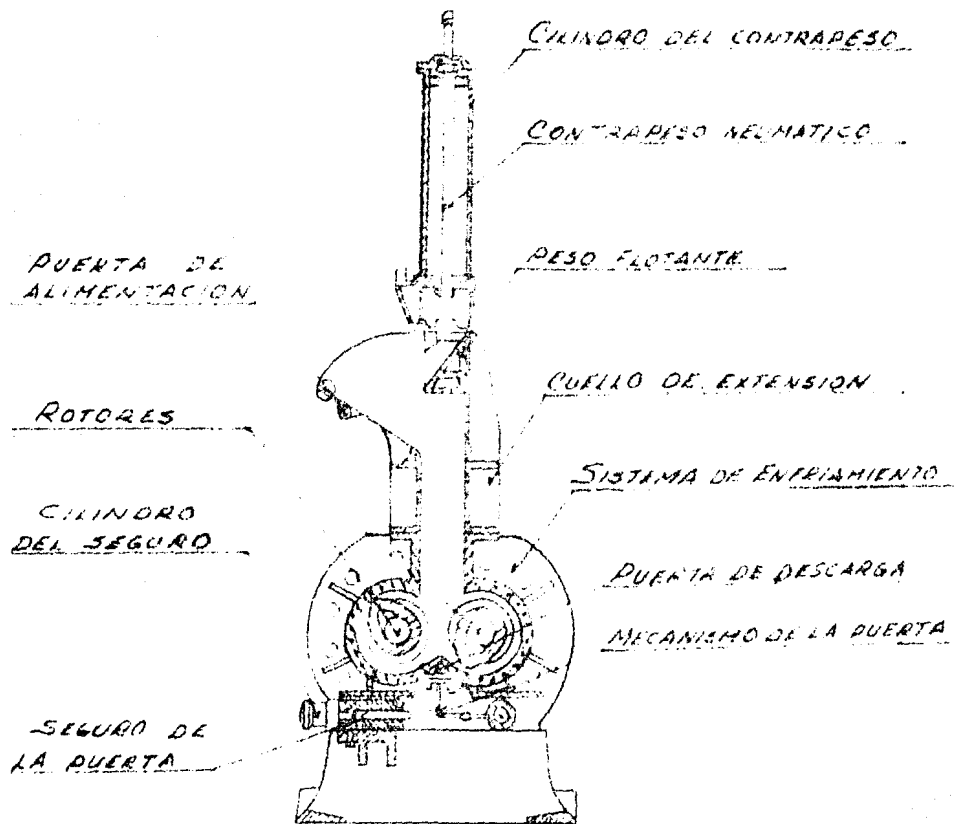


FIG. 3-2 MEZCLADOR INTERNO O' BANBURY
(VISTA Y CORTE LATERAL)

de velocidad variable. El hecho de tener velocidades variables - en los rotores es de considerable ventaja, ya que como existen - elastómeros de propiedades muy disímilas, se puede ajustar la velocidad de acuerdo a las condiciones de proceso del polímero.

El enfriamiento es un punto clave en la operación de un bambury - ya que el calor generado en la operación es la única limitante a la potencia de entrada a la máquina. Para lograr esto los roto--res vienen dotados con sistemas internos muy sofisticados para la circulación del agua de enfriamiento.

El mezclado de casi todos los compuestos de hule se divide en dos (2) etapas: La mezcla maestra o master batch y el compuesto final o aceleración. En el primer paso entran en juego los ingredientes de mayor volumen tales como hules, negros, aceites y aquellos que no originen un riesgo para una posible prevulcanización. En el - segundo paso se incorporan todos los ingredientes que afectan a - la vulcanización, tales como aceleradores y agentes vulcanizantes.

El primer paso es común efectuarlo en mezcladores internos o -- bamburles por su gran eficiencia. En este paso se alcanzan tempe--raturas de descarga hasta de 160°C. El segundo paso o de acelara--ción puede efectuarse eficientemente tanto en bambury como en un molino abierto, con la salvedad de que la temperatura en cualquier caso no deberá exceder los 110°C ya que de excederlos se presen--tan serios problemas de prevulcanización.

3.2 PREFORMADO

La etapa del preformado es un paso posterior al mezclado y previo a la vulcanización de la parte automotriz de hule, que tiene como objeto el dar al compuesto de hule una forma muy semejante a la - que tendrá ya como producto terminado sin estar aún vulcanizado.

Este proceso, en algunos casos, como las piezas extruídas debe ser de gran precisión ya que las piezas casi ya no sufren variaciones en sus dimensiones por efectos de la vulcanización, por lo cual - las dimensiones de la preforma se pueden considerar como las del producto terminado, lo cual ofrece grandes ventajas al control de calidad y a la reducción de desperdicios de material fuera de diseño.

En otros casos como las piezas moldeadas, el preformado mecaniza una operación manual costosa e imprecisa, originando ahorros considerables por reducción de rebabas y mejorando el flujo del material en las cavidades de los moldes.

Para comprender mejor esta fase del proceso, clasificaremos el preformado en 3 tipos diferentes: Extruídos rígidos, extruídos porosos o esponjosos y preformado de piezas moldeadas.

Extruídos Rígidos.

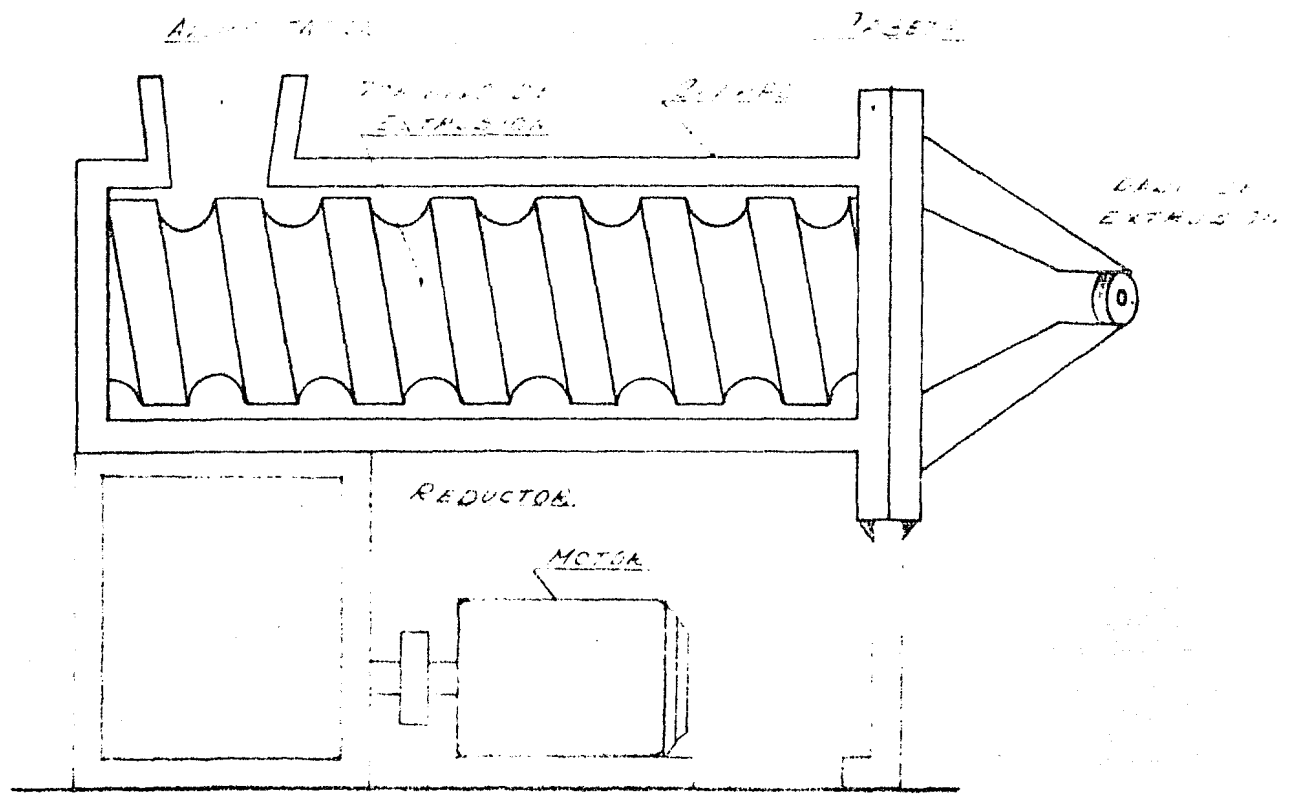
Como se dice en un párrafo anterior algunas piezas requieren gran precisión en el preformado y este es el caso de las piezas extruídas rígidas.

Un ejemplo típico de estas piezas son los sellos de ventana para automóvil.

Este tipo de preformado se lleva a cabo en máquinas llamadas extrusoras, que son equipos que obligan al hule a pasar a través de un orificio para darle un determinado perfil. La presión es producida por un tornillo sin fin. También son conocidas en la industria como tubuladoras y constan de orificio de alimentación, tornillo sin fin, barril, cabeza y dado o matriz. (Ver Figura 3-3).

El tornillo es accionado por un motor eléctrico, a través de un sistema de engranes de reducción de velocidad, esto origina un

- 22 -



F 3. 5-3 TUBULADORA DE EXTRUIDOS RIGIDOS
CARGA Y CARGA SUPERIOR.

un empuje a través del barril y la cabeza donde causa una presión y esto permite pasar al compuesto por el dado para dar la forma deseada. El compuesto es recibido por el orificio de alimentación para llevarlo hacia la cuerda del tornillo. El hule puede abastecerse a cierta temperatura (50-80°C) en forma continua o intermitente, o bien puede ser alimentado en frío y en pellets. Lo anterior depende del tipo de máquina, ya que las extrusoras que reciben el compuesto frío deben tener un tornillo sin fin más largo que aquellas que lo reciben caliente. El tornillo sin fin transporta al material a lo largo de todo el barril y lo lleva hasta la zona llamada "cabeza" donde todo el material deberá estar siempre en movimiento para evitar problemas de quemado. Finalmente el hule "escupido" de la máquina a través del dado o matriz el cual le dará la forma deseada. La fabricación de los dados requiere de una gran especialización ya que hay que considerar factores de expansión y encojimiento del hule, así como de los cambios dimensionales en la vulcanización. En la figura 3-4 se muestra un perfil amplificado de un sello de ventana de automóvil típico como ejemplo de piezas extruídas rígidas.

Se puede observar la irregularidad en las formas y se puede desprender de ello la gran complejidad en la elaboración de los dados, los cuales además deben ser muy sólidos para resistir las altas temperaturas de extrusión sin sufrir deformaciones o rupturas.

El material ya extruido es recibido en una banda transportadora, donde se corta y se lleva a charolas de almacenamiento donde se enfría a temperatura ambiente. En este punto concluye el proceso de preformado de una parte extruída rígida. Los siguientes pasos será preparativos para la vulcanización.

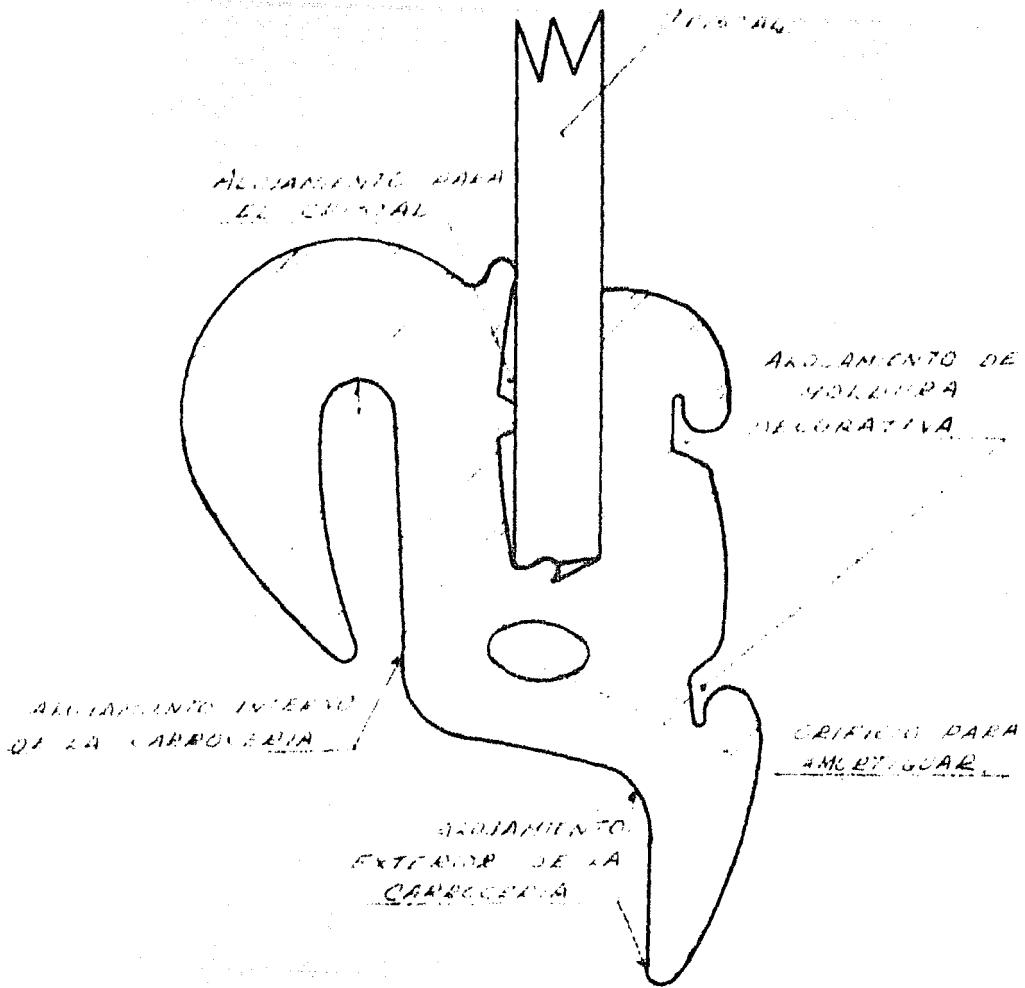


FIG. 3-4 CORTE TRANSVERSAL DE UN SELLO DE
VENTANA DE AUTOMOVIL AMPLIFICADO
CUATRO VECES.

Extruídos Porosos

El proceso y la maquinaria para este tipo de partes es idéntico - al anterior, solo que en este caso se extruyen materiales extrema-
damente blandos que al vulcanizarse sufrirán una expansión que -
origina que el hule sea poroso. En este proceso la construcción
de los dados es en general menos compleja ya que los materiales
de este tipo al expandirse toman la forma del molde y por lo --
tanto algunas deformaciones leves en el extruído no suelen ser -
muy graves como lo sería en una pieza extruída rígida. Otra dife-
rencia sería que en el caso de la extrusión de piezas porosas o -
blandas se usan a la salida de la tubuladora baños de talco indus-
trial que funciona como antiadherente, ya que al ser el material
tan blando fácilmente se pega en almacenaje.

Como ejemplo de este tipo de piezas tenemos los sellos de puertas
y cajuclas, los cuales si observamos en un automóvil son general-
mente de hule poroso o expandido.

Estos serían los tipos más comunes de preformados por extrusión y
en los cuales una vez que el material se extruye pasa a una etapa
de reposo previo al proceso de la vulcanización. A últimas --
fechas se ha desarrollado un proceso llamado vulcanización con-
tínua en el cual prácticamente desaparece la etapa del preformado,
ya que una vez que el material ha sido extruído pasa inmediatamen-
te al proceso de vulcanización en la misma banda transportadora
ya sea que la pieza sea rígida o porosa. Este sistema lo analiza-
remos con más detalle cuando revisemos los tipos de vulcanización
y veremos entonces que tratándose de este sistema la elaboración
de los dados para el perfil, ya sean rígidos o porosos es muy com-
pleja.

Preformado de Artículos Moldeados

Este es el otro tipo de preformado existente, y es para aquellas piezas que van a ser introducidas a las cavidades de un molde que mediante una prensa hidráulica de gran capacidad se vulcanizan a temperaturas y presiones relativamente altas. En este caso la preforma no es tan parecida al producto final como el caso de los extruídos rígidos, aunque sí tiene cierta semejanza y la forma dependerá de las necesidades de flujo del material para llenar correctamente las cavidades del molde, así como de evitar la mayor cantidad posible de rebabas y sobrantes innecesarios.

El preformado de artículos moldeados puede ser de dos tipos: manual y mecánico. El método manual prácticamente está en desuso debido a la forma tan compleja de algunas partes y a la aparición de máquinas preformadoras que efectúan el mismo trabajo con una gran precisión y eficiencia. El preformado manual es una operación de tipo artesanal y como herramientas se cuenta con la mano humana, un cuchillo y en algunos casos un suaje y troquel. Es aún usada cuando la pieza moldeada es extremadamente sencilla o bien para moldes de vulcanización mediante moldeo por transferencia (Ver sección 3.3)

En el caso del preformado mecánico, como se menciona anteriormente existen máquinas preformadoras, las cuales tienen el mismo principio de operación que una extrusora con la diferencia de que el hule no es alimentado en forma continua, sino en lotes (batches) y es presionado por un pistón y no por un tornillo sin fin. Los dados son similares y en vez de obtener un extruído continuo, a la salida de la cabeza se tiene una cuchilla que rebana la tira extruída a una gran velocidad. Regulando el volúmen del material extruído (presión del pistón) y la velocidad de corte se puede obtener preformas con una precisión del 1% del peso deseado. En la figura 3-5 se observa un esquema sencillo de una preformadora de artículos moldeados.

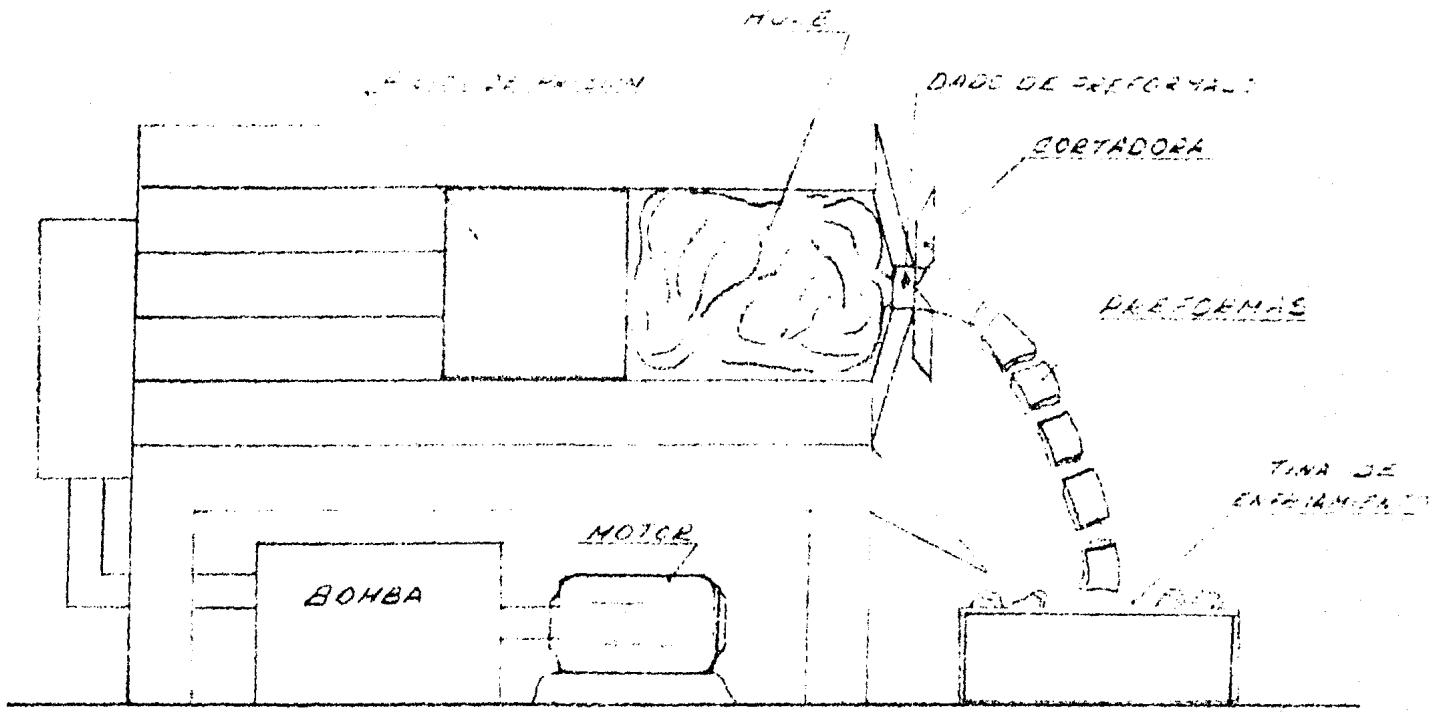


FIG. 3-5 PREFORMADORA DE ARTICULOS MOLDEADOS.
(VISTA Y CORTE LATERAL)

El material ya preformado cae a una tina de enfriamiento y está listo para usarse en las prensas de vulcanización.

Las piezas típicas que se preforman así, son los retenes, bujes-amortiguadores de hule, sellos guardapolvos, pasacables, piezas - hule-metal, etc.

3.3 VULCANIZACIÓN

La vulcanización es el proceso químico más importante para la fabricación de cualquier parte automotriz de hule y en general de cualquier pieza que involucre un compuesto elastomérico.

La reacción de vulcanización consiste en la formación de redes moleculares, mediante enlaces químicos a partir de cadenas de moléculas independientes. Los hules resultantes de esta reacción tienen la propiedad de recuperar su forma original después de que han sido deformados por una fuerza externa; es decir incrementan su elasticidad mientras que disminuyen su plasticidad.

Las uniones químicas que forman las redes moleculares pueden ser cadenas de átomos de azufre, átomos sencillos de azufre, uniones carbono-carbono, radicales orgánicos polivalentes o iones metálicos polivalentes.

Vulcanización con azufre

Este fué el primer agente usado para vulcanizar el hule natural que fué el primer elastómero conocido. La primer vulcanización fué hecha con 8 partes de azufre por 100 partes de hule y requirió de 5 horas a 140°C. Al agregar óxido de zinc el tiempo se redujo a 3 horas. Usando un acelerador en una concentración de 0.5 partes por cien de hule el tiempo se redujo hasta 2-5 minutos. Actualmente la vulcanización con azufre sin aceleradores no tiene un significado práctico

Vulcanización con azufre acelerada.

La vulcanización con azufre acelerada es adecuada para la mayoría de los elastómeros conocidos. Entre los más importantes se encuentran el hule natural o isopreno sintético, el hule polibutadieno, el hule estireno butadieno, el hule nitrilo, el hule etileno propileno dieno monómero. Las estructuras químicas de todos ellos se representan en el esquema V-1. La porción reactiva de cada uno de dichos elastómeros se representa en el esquema V-2.

Una fórmula típica para un sistema de vulcanización sería;

Oxido de zinc.....	2-10 (PCH) *
Acido graso.....	1-4 "
Azufre.....	0.5-4 "
Acelerador.....	0.5-2 "

(PCH) = partes por cien de hule

El óxido de zinc y el ácido graso constituyen el sistema activador, donde el ión zinc se hace soluble por la formación de una sal entre el ácido y el óxido. Los principales aceleradores usados para la vulcanización se encuentran representados en el esquema V-3

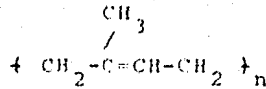
En muchos casos se recomienda el uso de mezclas de aceleradores. Típicamente se usan aceleradores del tipo tiazol combinados con cantidades más pequeñas de un ditiocarbamato o con aceleradores tipo amina. En dichas mezclas los dos tipos se activan uno al otro, originando una mayor rapidez de vulcanización. Si se usan aceleradores de la misma clase no se obtiene dicho aumento en la rapidez.

Mecanismos de la vulcanización con azufre acelerada

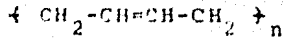
Este mecanismo de reacción se lleva a cabo mediante las siguientes etapas:

ESQUEMA V-1

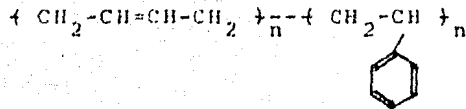
HULE NATURAL (NR) O ISOPRENO SINTETICO (IR)



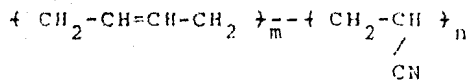
HULE POLIBUTADIENO (PBD)



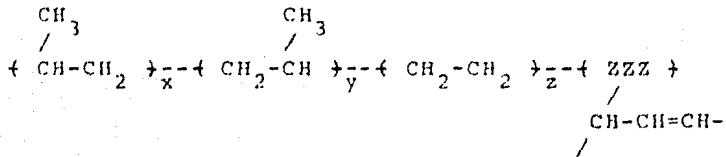
HULE ESTIRENO BUTADIENO (SBR)



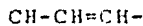
HULE NITRILO BUTADIENO (NBR)



HULE ETILENO PROPILENO DIENO MONOMERO



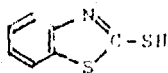
ESQUEMA V-2



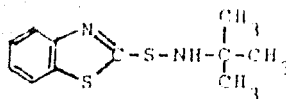
ESQUEMA V-3

ACELERADORES

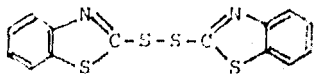
TIPO TIAZOL



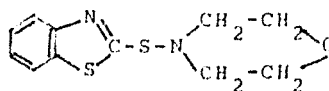
2-MERCAPTOTIAZOL (MBT)



N-BUTILBENZOTIAZOL-2-SULFENAMIDA
(BBS)

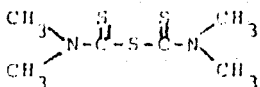


2,2'-DITIOBISBENZOTIAZOL (MBTS)

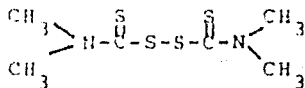


2-(MORFOLINO) BENZOTIAZOL (MTB)

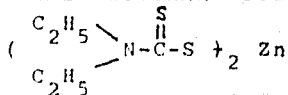
TIPOS DITIOCARBAMATO



TETRAMETILTURAM MONOSULFURO (TMTM)

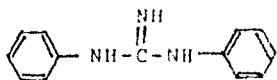


TETRAMETILTURAM DISULFURO (TMTD)

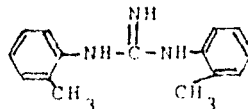


DIETILDITIOCARBAMATO DE ZINC (ZEDC)

TIPOS AMINA



DIFENILGUANIDINA (DPG)



DI-ORTO-TOLILGUANIDINA (DOTG)

a) El acelerador reacciona con el azufre para dar polisulfuros monoméricos del tipo $Ac-S_x-Ac$, donde Ac es un radical orgánico derivado del acelerador. Ciertos agentes iniciadores pueden ser necesarios para empezar la reacción, la cual aparenta entonces ser autocatalítica.

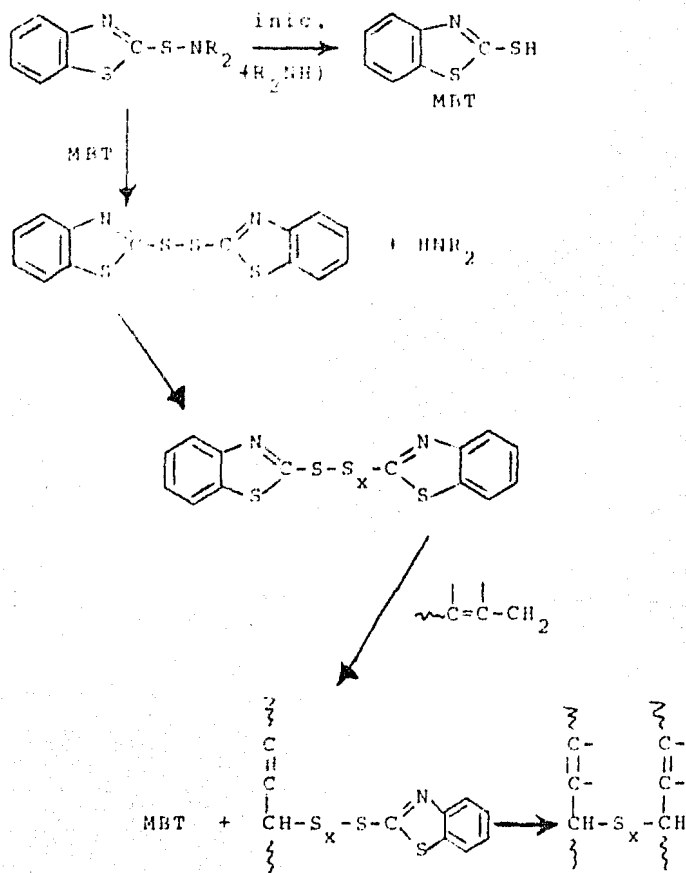
b) Los polisulfuros pueden interactuar con el hule para dar polisulfuros poliméricos del tipo $Hule-S_x-Ac$. Durante esta reacción la formación de mercaptobenzotiazol (MBT) fué observada al usar un acelerador derivado del MBT. Cuando el mismo MBT es usado al principio desaparece, pero después reaparece durante la formación de los polisulfuros de hule.

c) Los hule-polisulfuros reaccionan ya sea directamente o a través de un reactivo intermediario, para dar entrelazamientos hule-polisulfuros del tipo $Hule-S_x-Hule$. Si se usa un acelerador del tipo sulfenamida, la reacción puede ser representada como en el esquema V-4.

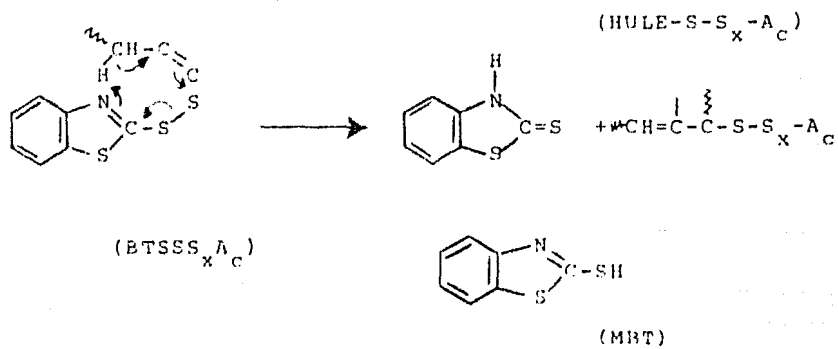
En esta reacción el azufre ataca a los hidrocarburos del hule casi exclusivamente en las posiciones alílicas. Si la reacción de vulcanización se lleva a cabo sin acelerador, la mayor parte de las susustituciones ocurre en otros átomos de carbono. Lo anterior sugiere que la efectividad de los aceleradores radica en la movilización de las posiciones alílicas. El mecanismo de lo anterior se representa en el esquema V-5.

La formación de redes o entrelazamientos puede ocurrir por la secuencia de reacciones representadas en los esquemas V-6 a V-8. La primera reacción (V-6) es en realidad el mismo mecanismo sugerido para la formación de polisulfuros poliméricos. Requiere que el MBT sea liberado simultáneamente con la formación del entrelazamiento. Esto sucede en el caso de la vulcanización acelerada con morfolinobenzotiazol, del hule natural en ausencia de -

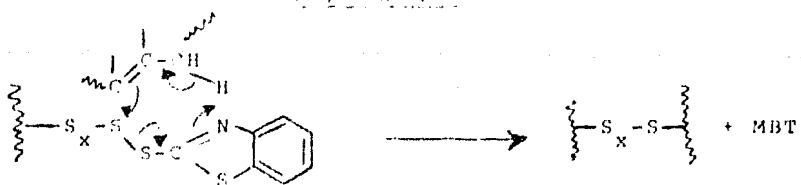
ESQUEMA V-4



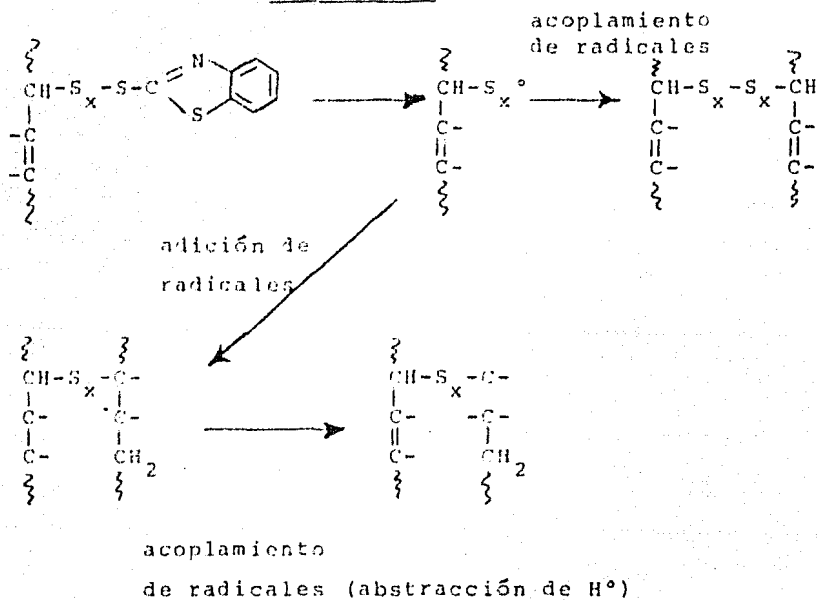
ESQUEMA V-5



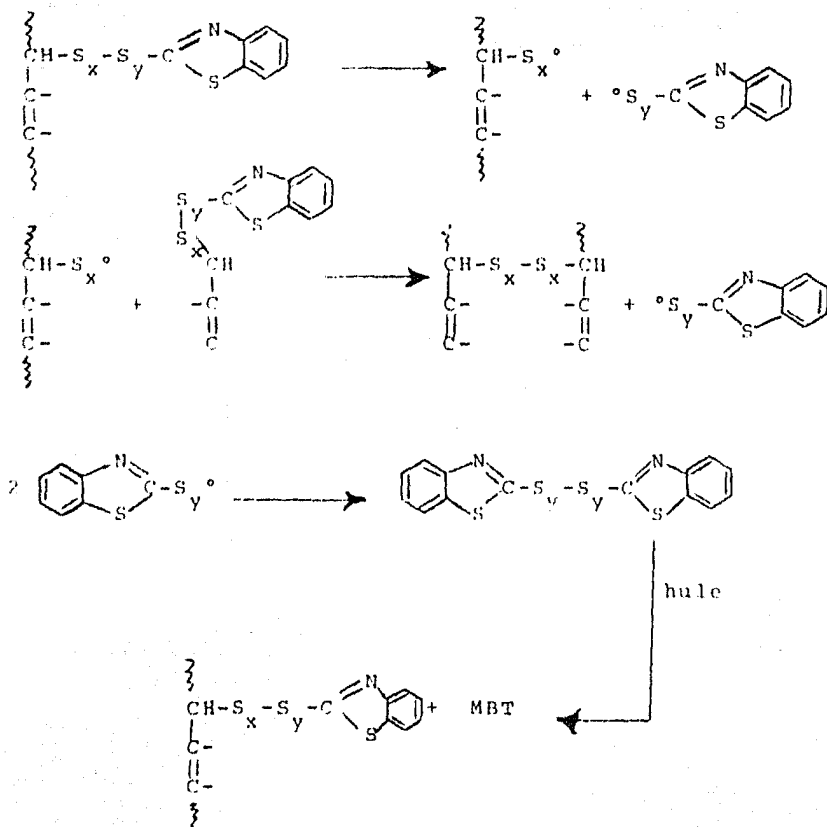
ESQUEMA V-6



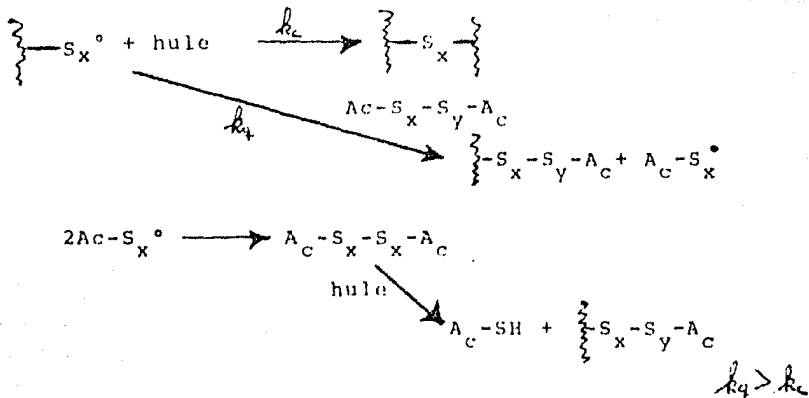
ESQUEMA V-7



ESQUEMA V-8



ESQUEMA V-9



iones de Zn^{++} . Sin embargo en el caso de la vulcanización acelerada con ditionisbenzotiazol de hule natural en presencia de iones de Zn^{++} , la liberación del MBT o de sus sales se detiene con la formación de entrelazamientos. Las reacciones siguientes ocurren por un mecanismo de radicales libres (V-7 y V-8). En el caso de la reacción del esquema V-8 el entrelazamiento es formado por un intercambio directo entre un radical del tipo Hule-Sx y un polisulfuro polimérico del tipo Hule-Sx-Ac.

Si la reacción ocurre por un mecanismo de radicales libres, la rapidez de vulcanización podría disminuir como resultado de una desactivación de los radicales Hule-Sx. Si éstos radicales poliméricos son rápidamente desactivados por una reacción de intercambio, antes de que sean capaces de formar entrelazamientos, la formación de éstos será retardada hasta el grado de disminuir considerablemente los polisulfuros monoméricos. Esto se ilustra en el esquema V-9.

A continuación se enumeran algunos sistemas de aceleración convencionales para diferentes polimeros:

	<u>NR</u>	<u>SBR</u>		<u>NBR</u>		<u>EPDM</u>
Azufre	2.5	1.8	1.5	0.5	0.25	1.5
DTDM	---	---	---	---	1.0	---
Oxido de Zinc	5.0	5.0	5.0	3.0	2.0	5.0
Acido esteárico	2.0	2.0	2.0	0.5	0.5	1.0
RBS	0.6	0.9	---	---	---	---
MBTS	---	---	1.2	---	2.0	---
MBT	---	---	---	---	---	0.5
DPG	---	---	0.4	---	---	---
TMTD	---	---	---	1.0	1.0	1.5

Vulcanización con resinas fenólicas

En general todos los hules del tipo dieno pueden vulcanizarse -- con compuestos de una estructura general, como la que se muestra en el esquema V-10. Estos compuestos son normalmente de naturaleza resinosa. El mecanismo de la vulcanización se ilustra en el - esquema V-11.

Los sistemas de vulcanización con resinas son ampliamente usados con hules butilo para aplicaciones a altas temperaturas. Este ti - po de vulcanización es más lento que los sistemas acelerados con azufre y requieren de una mayor temperatura de vulcanización. Sin embargo pueden ser activados ligeramente con óxido de zinc o áto - mos de halógeno en la posición X.

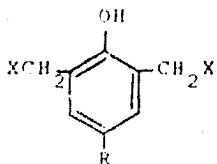
Vulcanización con derivados quinónicos

La benzoquinona y muchos de sus derivados pueden vulcanizar el as - tómeros. En la mayoría de los casos se requieren agentes oxidan - tes. En algunos sistemas se usan en paralelo con sistemas de vul - canización con azufre. El mecanismo involucra la formación de -- grupos nitroso por oxidación, los cuales dan origen al paradinitro - trosobenceno, el cual vulcaniza rápidamente al hule. (ver esquema V-12.

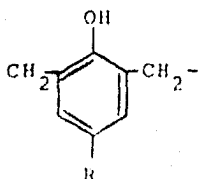
Algunos investigadores sugieren que los grupos nitroso que reac - cionan con el hule dan lugar a nitrones. Por ejemplo con el hule natural darían estructuras como las del esquema V-13. Otros más - afirman que el grupo nitroso reacciona con el hule como en el es - quema V14. Los radicales libres estables son indicados con la re - sonancia. La representación estructural de los radicales puede - ser representada por el esquema V15. Esto podría ser oxidado pa - ra formar un nitron. Sin embargo el mecanismo más probable es a - quél que se efectúa a través de una unión entre aminas, formada - por un mecanismo desconocido (ver esquema V-16).

Cuando se usa la dioxima como agente vulcanizante se requiere de

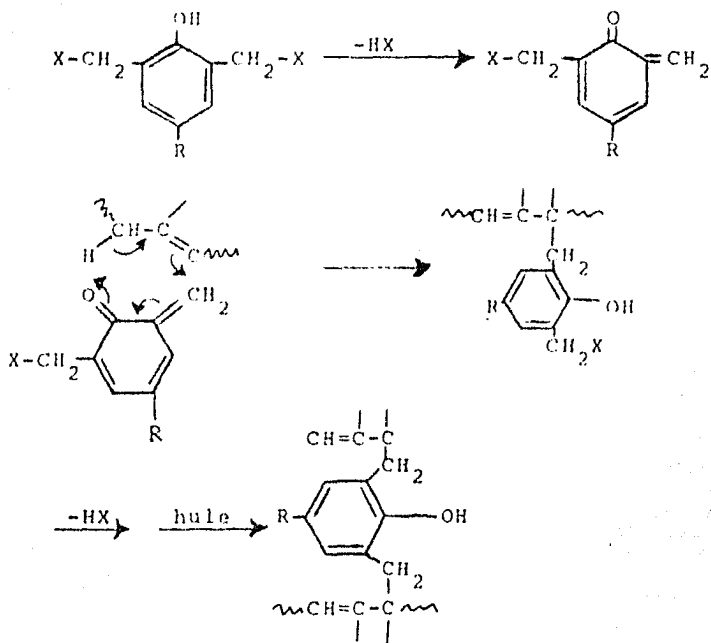
ESQUEMA V-10



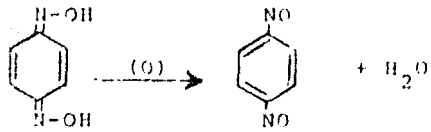
donde X es un -OH, un átomo de halógeno o:



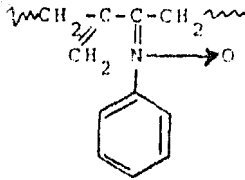
ESQUEMA V-11



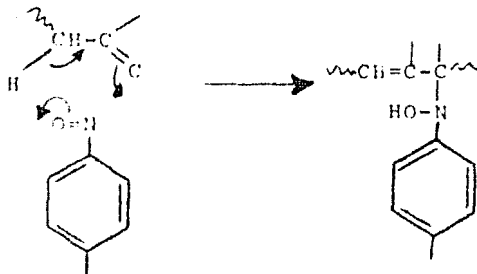
ESQUEMA V-12



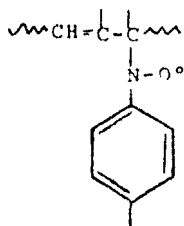
ESQUEMA v-13



ESQUEMA V-14



ESQUEMA V-15



se requiere de un agente oxidante como algún peróxido. La adición de óxido de zinc mejora las propiedades.

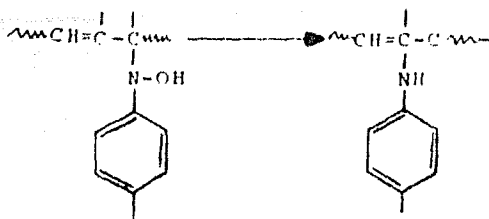
Vulcanización con derivados de la Maleimida

Los derivados de la maleimida son agentes de entrelazamiento para los hules. Probablemente el más conocido es la *m*-fenilenbismaleimida (esquema V-17.) Se requiere de una fuente de radicales libres como el peróxido de dicumilo, para iniciar la reacción. El mecanismo sugerido es el que se muestra en el esquema V-18. A pesar de que normalmente se usan peróxidos para activar esta reacción, otros agentes como el MBTS pueden catalizar la reacción.

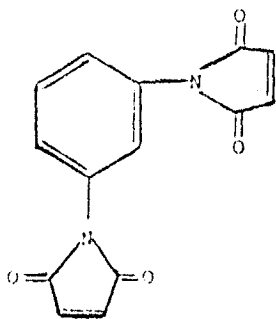
A continuación se ejemplifican algunas fórmulas típicas de vulcanización con resinas fenólicas, derivados quinónicos y derivados de la maleimida:

	<u>Butilo</u>		<u>SBR</u>		<u>Nitrilo</u>		<u>EPR</u>
Oxido de zinc	5.0	5.0	---	---	---	---	---
Oxido de Plomo (Pb O ₂)	---	2.0	---	---	---	---	---
Acido esteárico	1.0	---	---	---	---	---	---
Resina fenólica	12.0	---	---	---	---	---	---
Dioxima-benzoquinona	---	2.0	---	---	---	---	---
<i>m</i> -fenilenbismaleimida	---	---	0.85	0.85	3.0	3.0	---
MBTS	---	4.0	2.0	---	---	---	---
Peróxido de dicumilo	---	---	---	0.3	0.3	1.6	---

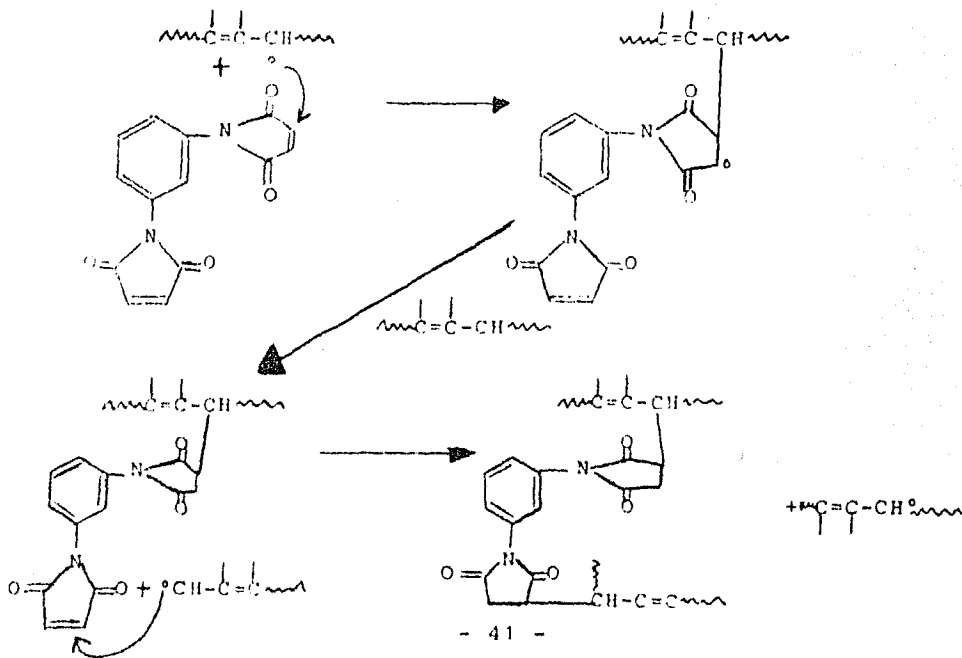
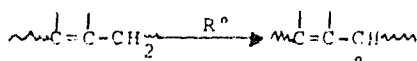
ESQUEMA V-16



ESQUEMA V-17



ESQUEMA V-18



Vulcanización con peróxidos

Después de los sistemas de vulcanización con azufre este es el segundo método más usado para vulcanizar hules. En general la mayoría de elastómeros pueden ser vulcanizados por la acción de peróxidos orgánicos. Los tipos que se han usado con éxito para la vulcanización son los peróxidos de diacilo, peróxidos de dialquilo y peresteres. De éstos los peróxidos de dialquilo y el terbutil perbenzoato dan vulcanizaciones eficientes; el peróxido de di-terbutilo y el peróxido de dicumilo dan buenos vulcanizados en compuestos que contienen negro de humo, pero el de di-terbutilo es un líquido volátil y su uso no es muy práctico, de tal forma que el peróxido de dicumilo resulta ser el que tiene mayor aplicación en la vulcanización de hules.

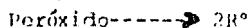
En el curso de la reacción, los peróxidos se descomponen para dar radicales libres en un tiempo razonable a cierta temperatura de vulcanización. Sin embargo debe hacerse notar que algunos ingredientes acídicos (como ácidos grasos, algunos negros de humo y sílicas acídicas) pueden catalizar una reacción que frene la formación de radicales libres y -- conduzca a la descomposición del peróxido. Otros ingredientes como los antioxidantes pueden reducir la eficiencia de la vulcanización por desactivación o alteración de los radicales libres antes de que puedan atacar el polímero.

Los peróxidos son de gran importancia por su habilidad de vulcanizar elastómeros que no contienen puntos de ataque para otros tipos de agentes vulcanizantes. Son muy útiles para la vulcanización de los hules etileno propileno, ciertos uretanos y algunos hules silicón. No son aplicables en hules butilo, por su tendencia producir muchos rompimientos de la cadena del polímero.

Los elastómeros derivados del isopreno y el butadieno pueden ser vulcanizados por peróxidos; sin embargo muchas de sus propiedades son inferiores a aquéllas vulcanizaciones de azufre con acelerador.

Vulcanización con peróxido de elastómeros de hidrocarburos no saturados

El primer paso de la reacción de vulcanización inducida con peróxido es la descomposición del peróxido para dar radicales libres:



donde R es un alcoxilo, un alquilo o un radical acilo dependiendo del tipo de peróxido usado. Por ejemplo el peróxido de benzoilo da radicales benzoiloxilos, pero el peróxido de dicumilo da cumiloxilos y radicales metilo.

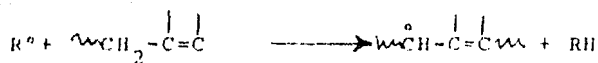
En el caso de elastómeros derivados del butadieno o isopreno, el siguiente paso puede ser ya sea la abstracción de un átomo de hidrógeno en la posición alílica de la molécula del elastómero o la adición de el radical derivado del peróxido a un doble enlace. Lo anterior se visualiza en el esquema V-19. En el caso del hule isopreno la ruta de abstracción predomina sobre la adición de radicales. Entonces 2 radicales libres poliméricos se unen para originar un entrelazamiento, según se ve en el esquema V-20.

Los entrelazamientos se forman por una reacción en cadena que involucra la adición de radicales libres poliméricos a los dobles enlaces. Aquí los entrelazamientos se forman sin pérdida de radicales libres, de tal forma que el proceso se repite hasta que sucede la terminación por acoplamiento de radicales (esquema V-21). Esta terminación puede suceder por la unión de 2 radicales poliméricos para formar un entrelazamiento o por un proceso improductivo, por ejemplo un radical polimérico se puede unir con un radical derivado del peróxido desperdiciando 2 radicales. Si el radical polimérico se descompone para dar grupos vinílicos y un nuevo radical polimérico el resultado neto es un corte o escisión de la cadena.

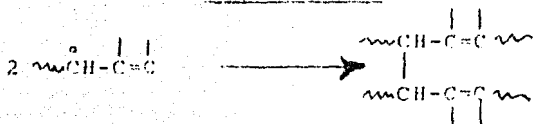
Vulcanización con peróxido de elastómeros de hidrocarburos saturados

Los peróxidos pueden también vulcanizar polímeros saturados, aunque la eficiencia es disminuida por la ramificación. Las reacciones son simila

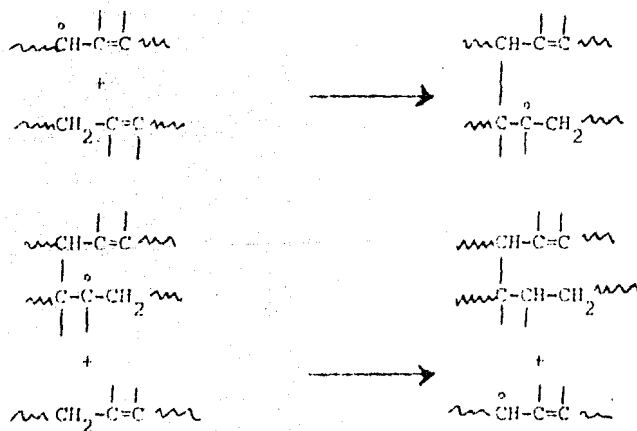
ESQUEMA V-19



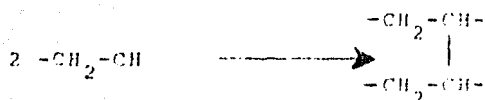
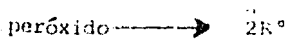
ESQUEMA V-20



Alternativamente, los entrelazamientos se pueden formar por una reacción en cadena que involucre la adición de radicales libres poliméricos a los dobles enlaces:



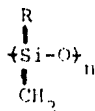
ESQUEMA V-21



res para el hule butadieno o isopreno, según esquema V-21. Sin embargo las reacciones son diferentes para polímeros ramificados como se observa en el esquema V-22. Aquí a pesar de que el peróxido ha reaccionado y se ha consumido no se han formado uniones entre cadenas de polímeros y el peso molecular promedio del polímero se ha reducido. Es de gran importancia, en este punto, el uso de azufre o algún coagente que pueda ser utilizado para suprimir las reacciones de escisión de cadenas. Muchos de éstos coagentes son agentes vulcanizantes para los hules dieno como la metilmetilbismaleimida, dioxima-benzoquinona, polibutadieno (conteniendo una gran cantidad de unidades 1,2-butadieno), triálil cianurato, ftalato de dialilo y dimetacrilato de etileno. Todos ellos son radicales fuertes con posicionesceptoras. El mecanismo anterior se describe en el esquema V-23.

Vulcanización con peróxido de hule silicón.

La estructura de los hules silicón puede ser representada por:



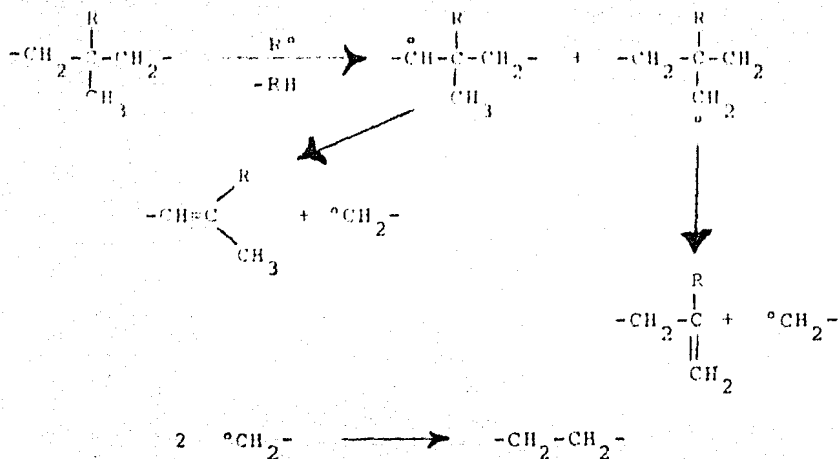
donde R puede ser metil, fenil, vinil, trifluoropropil o 2cianoetilo. Los hules de silicón que contienen grupos vinil-metil siloxano pueden ser vulcanizados por peróxidos de alquilo como el peróxido de dicumilo.

Otros como los del tipo dimetilsiloxano requieren peróxidos de diacilo tales como peróxido de 2,4 dlorobenzoilo.

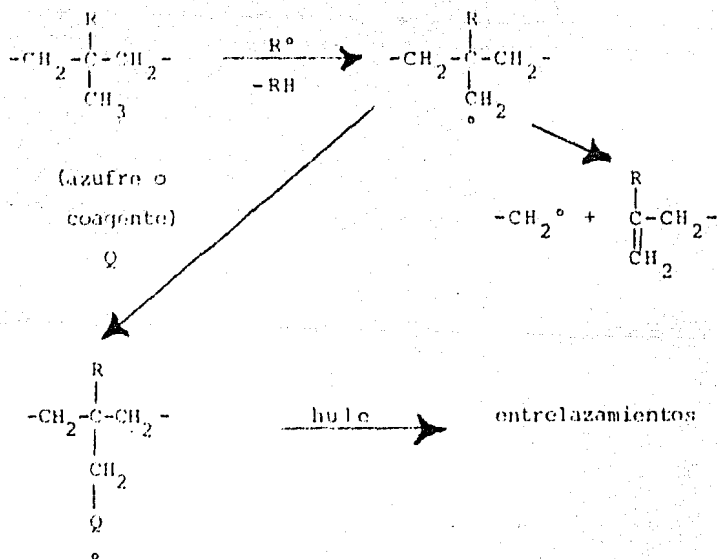
En el caso de siloxanos saturados el mecanismo es la abstracción de un átomo de hidrógeno por un radical derivado del peróxido, seguido por el acoplamiento de un radical polimérico para dar un entrelazamiento.

La vulcanización se efectúa en dos pasos: una vulcanización preliminar en un molde seguida por un postcurado en aire a alta temperatura (180°C) lo anterior se debe principalmente a dos razones: para remover materiales ácidos que perjudican la vulcanización y pueden catalizar la des

ESQUEMA V-22



ESQUEMA V-23



composición hidrolítica del vulcanizado y porque la alta temperatura en el aire causa la formación de uniones adicionales del siguiente tipo (ver esquema V-24).

Vulcanización con peróxido de hules uretanos.

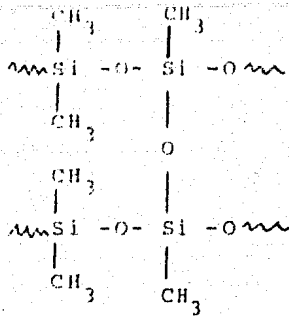
Los hules uretanos adecuados para la vulcanización con peróxidos -- son separados típicamente de una mezcla de adipato de etileno-propileno y 4,4' metileno difeniliscianato. Ver reacción en esquema V-25.

El peróxido puede vulcanizar abstrayendo átomos de hidrógeno de los grupos arílicos del metileno, aunque también los átomos de hidrógeno pueden ser abstraídos del grupo alfa-metileno del adipato. La eficiencia de la vulcanización puede incrementarse incorporando estructuras de urea en la cadena del polímero.

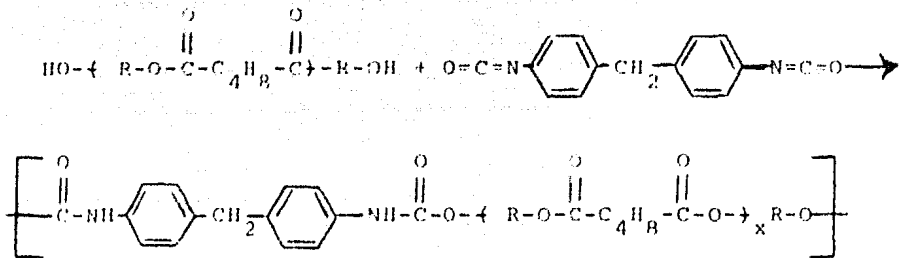
A continuación se citan algunas fórmulas típicas de vulcanización -- con peróxidos para diferentes polímeros. Estas fórmulas presentan -- grandes ventajas en las propiedades de deformación permanente y resistencia térmica. El hule butilo es quizás el único polímero que no se puede vulcanizar con peróxidos.

	<u>NR</u>	<u>SBR</u>	<u>EPR</u>	<u>SILICON</u>	<u>URETANO</u>	
Peróxido de dicumilo	1.9	1.5	2.7	2.7	---	1.6
Peróxido de bis-- (2,4 diclorobenzilo)	---	---	---	---	1.0	---
Polibutadieno 150 (alto 1,2 cis)	---	---	---	5.0	---	---
Azufre	---	0.3	0.32	---	---	---

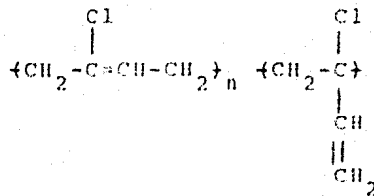
ESQUEMA V-24



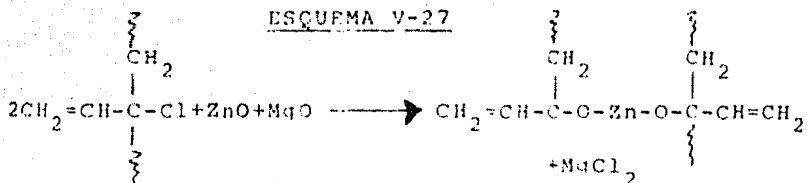
ESQUEMA V-25



ESQUEMA V-26



ESQUEMA V-27



Vulcanización con óxidos metálicos

Este tipo de vulcanización es específica para los hules clorobutadiénico (o cloropreno), mejor conocidos en el lenguaje hulero como neoprenos. La estructura de los hules clorobutadiénico (CR) se muestra en la figura V-26. El agente de vulcanización primario es el óxido de zinc, el cual siempre se usa en combinación con óxido de magnesio. En algunas ocasiones se suele usar óxido de plomo cuando se requiere una resistencia a la absorción de agua del compuesto de hule a vulcanizar. Se cree que la reacción involucra al grupo vinilo del elastómero, el cual es resultado de la polimerización 1,2.

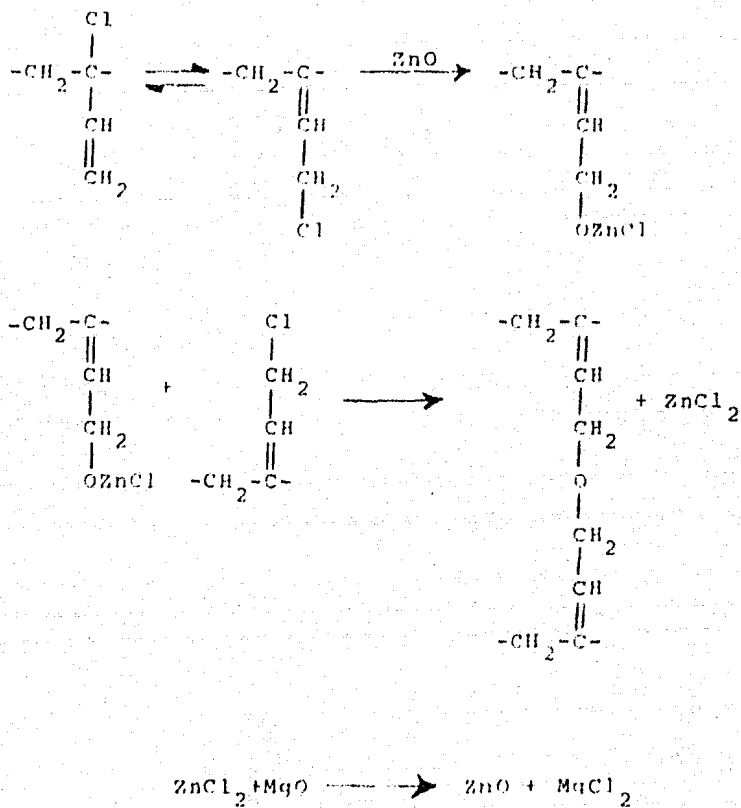
Se han propuesto dos mecanismos de reacción para este tipo de vulcanización. Uno requiere la incorporación de átomos de zinc para formar los entrelazamientos entre el polímero (ver esquema V-27). El otro propone la formación de uniones tipo éter entre las cadenas de polímero y se observa en la figura V-28.

Debe notarse que tanto el óxido de zinc, como el óxido de magnesio vulcanizan a los hules cloropreno por si solos; sin embargo la combinación es mejor que cualquiera de los dos usados independientemente. En general se puede decir que el óxido de zinc tiende a dar vulcanizaciones más rápidas, mientras que el óxido de magnesio las da más lentas.

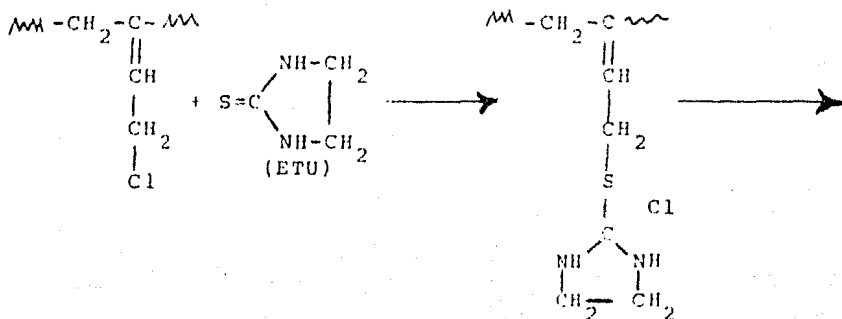
Los aceleradores usados para la vulcanización de azufre acelerada, generalmente no funcionan para la vulcanización de los cloroprenos con óxidos metálicos. Algunos de ellos son demasiado rápidos, algunos demasiado lentos y otros actúan inclusive como retardadores. Es interesante hacer notar que una vulcanización combinada de azufre con óxido metálico (por ejemplo TMTM+DOTG-S-ZnO) puede usarse para obtener estados de vulcanización altos, lo cual es útil para conseguir una alta resiliencia o estabilidad dimensional.

El acelerador más ampliamente usado para las vulcanizaciones con óxido metálico, es la etilen tiourea (ETU) o 2-mercaptoimidazolina. El-

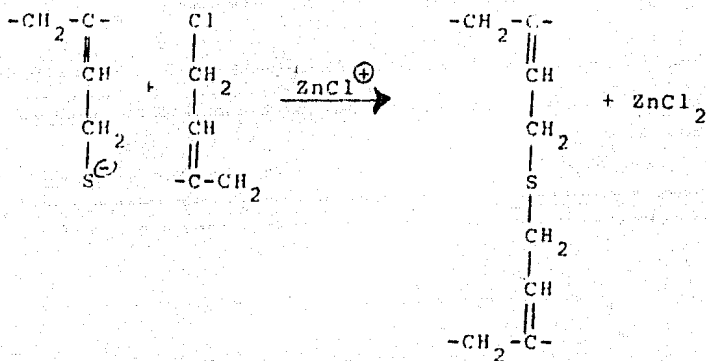
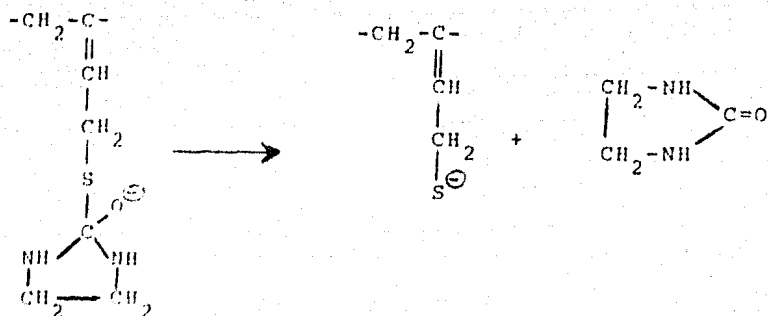
ESQUEMA V-28



ESQUEMA V-29



ESQUEMA V-29 (CONT.)



mecanismo de la vulcanización usando ETU como acelerador se ilustra-- en la figura V-29. Finalmente en la siguiente tabla se observan algunos ejemplos de aceleraciones típicas para hules cloroprenos, usando-- óxidos metálicos como agentes vulcanizantes:

Oxido de zinc	5.0	5.0	5.0
Oxido de magnesio	4.0	---	---
Estearato de Calcio	---	5.5	---
Acido esteárico	---	---	1.0
TMTM	---	---	1.0
DOTG	---	---	---
ETU	0.5	0.5	---
Azufre	---	---	1.0

En una de las fórmulas se usa estearato de calcio en lugar del óxido-- de magnesio, para conseguir mejores propiedades de envejecimiento. El-- Neopreno W es el grado de cloropreno que se usó para los tres ejemplos.

Una vez revisados los mecanismos químicos de la vulcanización, se revisan los procesos de vulcanización, los cuales se dividen en tres diferentes: vulcanización en autoclave, vulcanización en prensa hidráulica y vulcanización continua.

Vulcanización en Autoclave

Con este sistema suelen vulcanizarse los perfiles extruídos rígidos -- que ya hemos mencionado, tales como sellos de ventana. Consiste en someter las piezas a un tratamiento térmico a elevada temperatura (130°C - 170°C) y a una alta presión (4-7 Kg/cm²) con vapor sobrecalentado procedente de una caldera en un recipiente a presión o autoclave. En algunos casos adicional al vapor se usa aire a presión lo cual sirve para-- mejorar la textura de los perfiles.

Las piezas extruídas, requieren de un cierto período de enfriamiento y reposo, pasan después a un proceso de corte y preparación para final-- mente ser vulcanizadas. Algunas piezas son vulcanizadas en moldes o -- marcos idénticos a la forma de la ventana del auto en el cual se aplicarán con lo cual una vez habiendo salido del autoclave y haberse --

completado la vulcanización, las piezas tendrán ya su conformación definitiva, no requiriendo de posteriores procesos. Algunas otras se vulcanizan en tiras horizontales y éstas si requieren de ensambles posteriores a la vulcanización. En la figura 3-6 observamos un diagrama sencillo de un autoclave con sus alimentaciones y descargas de vapor y aire.

Vulcanización en Prensa Hidráulica

Este tipo de vulcanización es empleado para aquellas piezas que en la sección de preformado llamamos "moldeadas". Como se mencionaba en dicha sección las partes que se vulcanizan con este sistema son muy diversas y van desde pequeños empaques y sellos hasta complicados bujes y amortiguadores. Dependiendo del tipo de pieza de que se trate el sistema de vulcanización en prensa será diferente, existiendo tres tipos de proceso de moldeo:

Moldeo por Compresión

Moldeo por Transferencia

Moldeo por Inyección

En todos los casos de moldeo el objeto es llenar la cavidad de un molde que tiene la forma exacta de la pieza que se desea y dentro de ella vulcanizar.

Moldeo por Compresión

Este es el caso más común de moldeo y es usado para aquellas piezas de forma sencilla y regular, ya que si se usa este sistema para piezas de forma muy complicada e irregular se suelen presentar graves problemas de falta de material, flujo deficiente, burbujas por aire atrapado, etc.

Los moldes que se usan para este sistema son de costo relativamente bajo ya que por lo regular constan de solo dos piezas, que se pueden llamar base y tapa y pueden tener una o varias cavidades dependiendo del tamaño de la pieza. Cada cavidad es llenada con

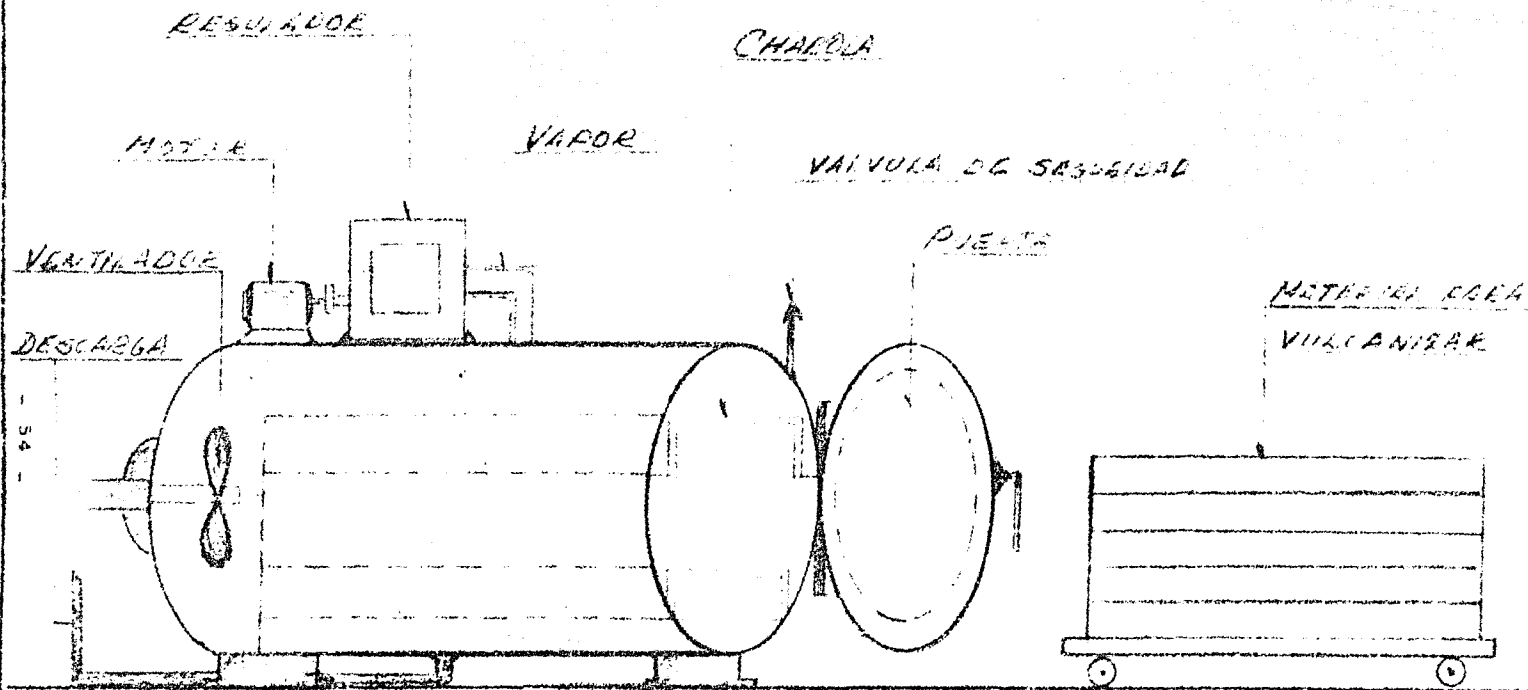


FIG. 3-6 AUTOCLAVE (VISTA LATERAL)

una preforma (Ver sección 3.2). Al ser cerrada la prensa el hule es forzado a llenar toda la cavidad y el exceso de material es forzado a pasar por unos canales de flujo previstos para ese propósito. En la figura 3.7 se esquematiza en forma muy simple un molde de este tipo.

Los ciclos de vulcanización en este tipo de moldes depende en gran medida del espesor de las paredes de la pieza ya que entre más voluminosa sea, la transferencia de calor desde las paredes del molde al centro de la pieza, será más lenta y por lo tanto el tiempo de vulcanización deberá ser más prolongado, para que todo el hule esté completamente vulcanizado. Por el contrario piezas de espesores muy pequeños requerirán de ciclos de vulcanización muy cortos ya que en ellas la transferencia de calor es casi inmediata.

Las temperaturas de vulcanización en este tipo de prensa van de los 140° a los 160°C y presiones hidráulicas casi siempre arriba de los 100 Kg/cm². Esta última dependerá de la resistencia del material con que se elaboró el molde ya que de ser muy alta se puede dañar irreversiblemente estos últimos. Por el contrario si la presión es muy baja las piezas pueden presentar faltas de flujo, rebaba muy gruesa y en algunas ocasiones porosidad.

Las prensas hidráulicas a las que se adaptan estos moldes son accionadas mediante bombeo de aceite y sus platos son calentados mediante vapor o resistencias eléctricas.

En la figura 3-8 se ejemplifica una prensa de este tipo.

Moldeo por Transferencia

En este tipo de moldeo también se busca llenar una cavidad, pero a diferencia del moldeo por compresión la preforma de hule no se coloca dentro de la cavidad sino que los moldes de este tipo tie-

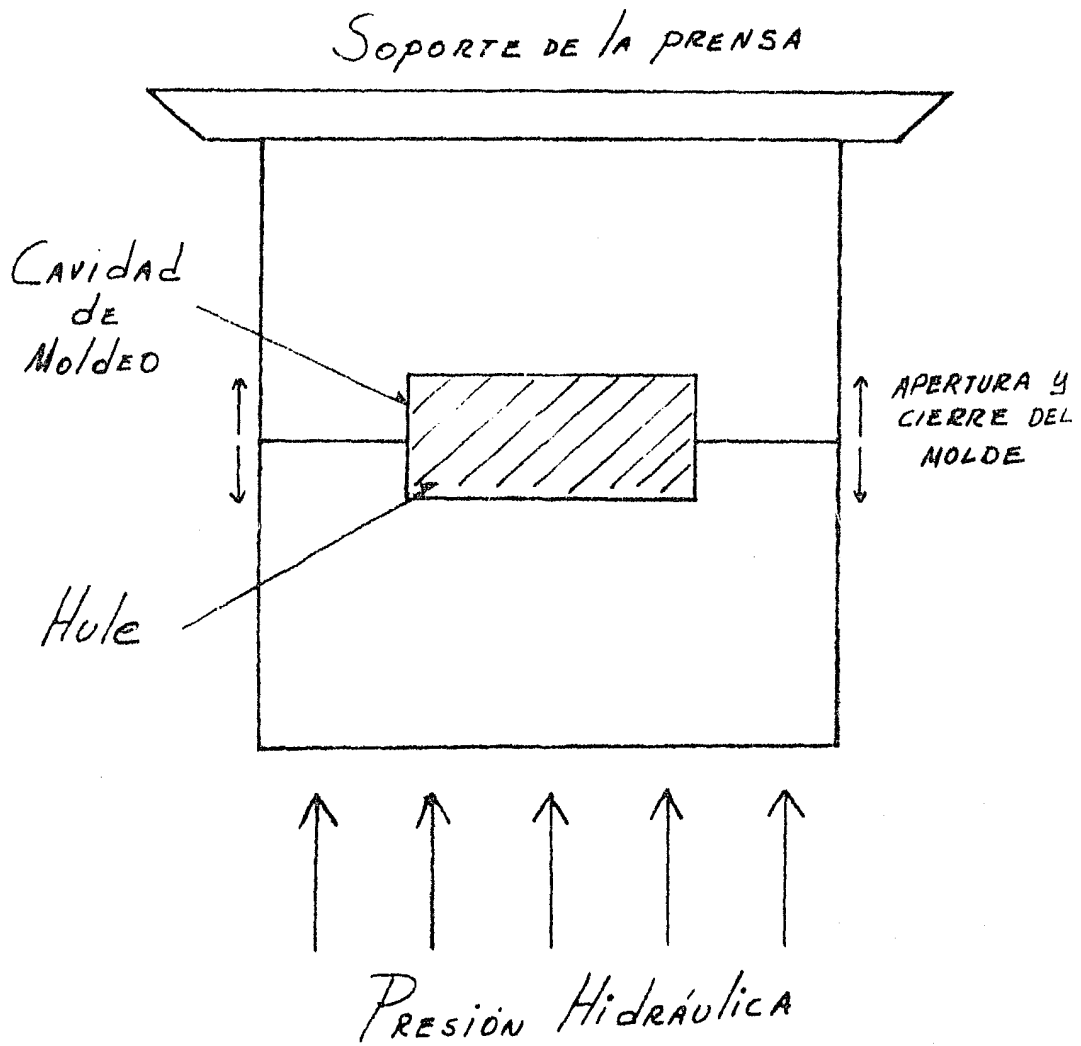


Fig. 3-7 Moldeo por COMPRESIÓN
(VISTA Y CORTE FRONTAL)

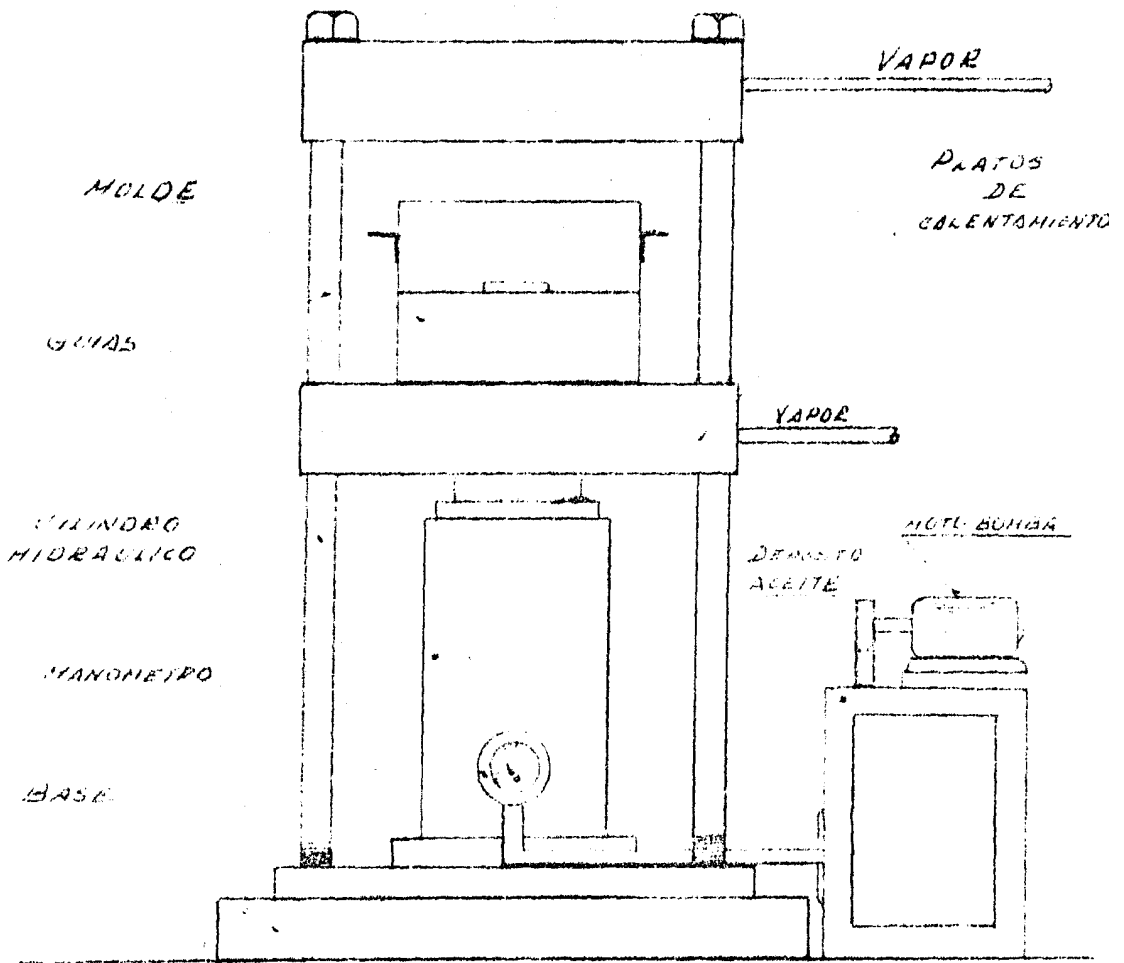


FIG. 3-8 PRENSA HIDRAULICA (VISTA FRONTAL)

nen una cámara previa donde el hule es colocado y después por efectos de la presión de la prensa es inyectado a la cavidad a través de venas de transferencia. Dicha cámara se conoce como cavidad de transferencia.

El diseño y la fabricación de estos moldes es más complicado que en el caso de los de compresión, por lo cual su costo es también más elevado, sin embargo es necesario fabricarlos cuando se desea elaborar piezas de formas complejas con zonas de acceso difícil. El moldeo por transferencia es también indispensable cuando la pieza tiene un inserto metálico, el cual permanece fijo en la cavidad vacía del molde y posteriormente al efectuarse la transferencia el flujo de hule lo adhiere perfectamente. La preforma de hule para este tipo de moldeo no debe tener una forma específica y solo se debe vigilar que el volumen de la pieza se complete sin ningún faltante. Al final de la vulcanización la pieza queda adherida a las venas de transferencia las cuales deben ser cortadas. Así mismo en la cavidad de transferencia quedará un remanente de hule vulcanizado ya inútil, lo cual es inevitable en este tipo de moldes.

Las condiciones de presión y temperatura son similares a las mencionadas en el moldeo por compresión, así como el tipo de prensa hidráulica. En la figura 3-9 podemos ver un molde de este tipo en forma simplificada.

Moldeo por Inyección.

Este tipo de moldeo es recomendado para las piezas más complejas en su diseño. El principio bajo el cual se efectúa es similar al moldeo por transferencia pero tiene algunas ventajas adicionales.

Los moldes para este tipo de moldeo son extremadamente complejos y su costo es muy elevado. La maquinaria para estos moldes es --

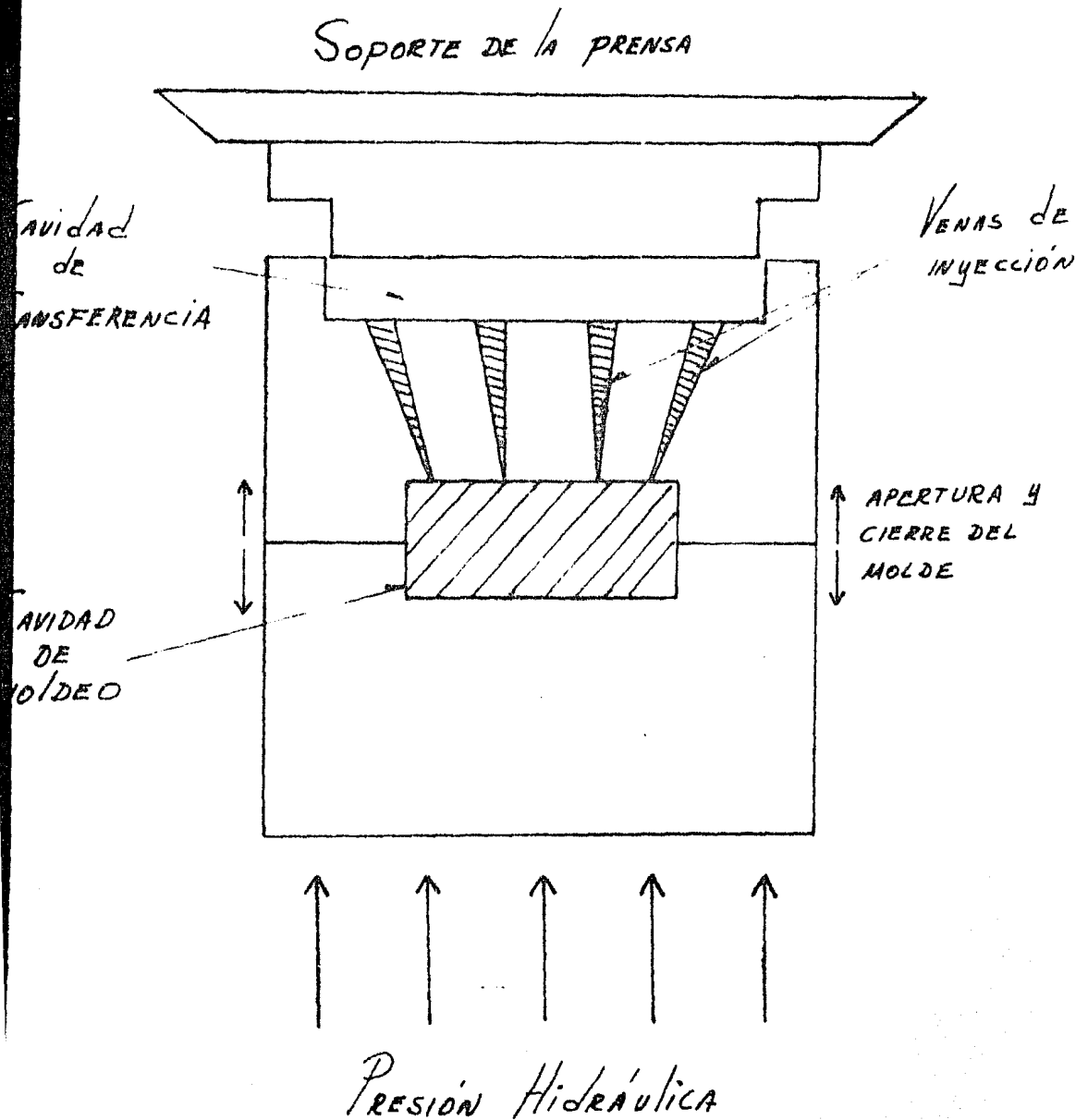


Fig. 3-9 MOLDEO POR TRANSFERENCIA
(VISTA Y CORTE FRONTAL)

específica (inyectores) y ambos deben estar perfectamente acoplados para un funcionamiento óptimo. Por otro lado la eficiencia y productividad de este tipo de máquinas es muy superior a los otros tipos de moldeo.

La forma de operación es la siguiente: A la máquina de inyección se alimenta una tira de hule crudo que es recibida por un tornillo sin fin, el cual precalienta el hule y lo transporta a una cámara de pre-inyección donde el hule que ya llega caliente es mantenido a una cierta temperatura. Posteriormente un pistón empuja el hule de esta cámara a través de unas venas hasta la cavidad del molde donde el hule será vulcanizado. Cada una de las operaciones: Alimentación del hule, la estancia del mismo en la cámara de pre-inyección y vulcanización se efectúan en forma simultánea dando como resultado ciclos de vulcanización que rara vez exceden los 4 ó 5 minutos siendo lo más común 2 a 3 minutos, esto se ve favorecido por las altas temperaturas de vulcanización a las que operan estas máquinas que oscilan entre los 160° 190°C.

La preforma para este tipo de moldeo es una tira continua de hule cuyas dimensiones no son críticas para el proceso ya que el alimentador toma automáticamente el volumen necesario. Cabe señalar que el porcentaje de rebaba para estos moldes es ciertamente superior a los otros tipos de moldeo ya revisado.

Actualmente la industria automotriz, en sus departamentos de diseño están generando un gran número de partes que caen en este sistema por su ingeniería tan complicada para cumplir requisitos muy específicos. En la figura 3-10 se muestra un diagrama de una prensa de inyección con un molde de este mismo tipo.

Vulcanización Continua

Por último tenemos dentro del área del proceso de vulcanización a éste sistema, el cual ha sido desarrollado durante los últimos

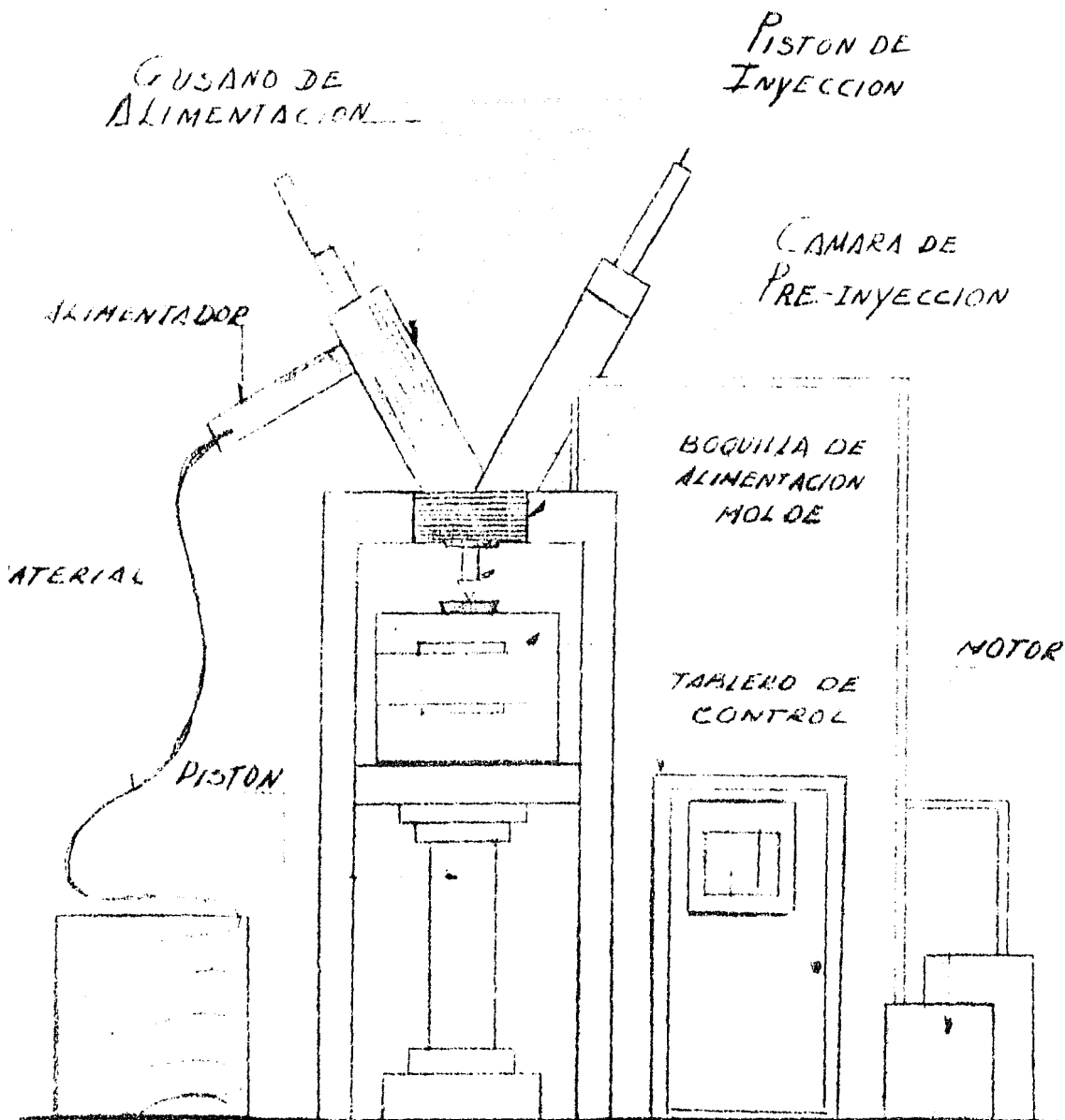


FIG. 3-19 INYECTOR DE H.O.E (VISTA FRONTAL)

años. En la sección de extruídos ya se había mencionado este método, debido a que todas las piezas que se vulcanizan con este sistema son extruídas, pudiendo ser de las de tipo ríjido o poroso.

La operación es similar a la que revisamos en la sección de preformado de partes extruídas ríjidas, pero a la salida de la tubuladora el hule crudo es inmediatamente vulcanizado, de tal manera que al final del tren de tubulación la pieza está completamente vulcanizada.

Las piezas elaboradas por este sistema son generalmente sellos de puerta o de cajuela de material ríjido o poroso, e inclusive pueden ir unidos con tiras de otros materiales plásticos como PVC o hasta insertos metálicos que se empalman en el momento de la tubulación.

Las extrusoras para este tipo de piezas son tan complicadas como materiales diversos se coextruyan. Un gran número de sellos de puerta y cajuela de la industria automotriz están siendo elaborados por estos métodos ya que la presencia de insertos de plástico y metálicos le dan gran versatilidad, así por ejemplo encontramos algunas piezas que con un buen diseño simplifican el montaje de las mismas ya que con los insertos mencionados pueden sustituir una operación de encementado, adhesión, ensamble, etc.

Existen actualmente tres (3) sistemas de vulcanización continua que se distinguen por la forma de efectuar el curado de hule:

Vulcanización continua sistema de sales.

Vulcanización continua sistema de glicol.

Vulcanización continua sistema UHF

(Ultra High Frequency)

Sistema de Sales.

En este proceso el perfil que sale de la extrusora pasa inmediatamente a un baño de sales fundidas a alta temperatura (220°C). El paso por ese baño permite la completa vulcanización del perfil. - Las sales que se usan son una mezcla de nitritos de sodio y de potasio y son, una vez que están fundidas, enviadas por un tubo con perforaciones que corre por la parte superior del baño. Después - de este baño y cuando las piezas ya están vulcanizadas pasan por - baños de aire para enfriamiento y otro de agua para eliminar las - sales superficiales. Las piezas quedan listas para algunos ensam- bles posteriores antes de ser enviadas a las armadoras.

Sistema de Glicoles.

Es idéntico al anterior pero el baño de vulcanización contiene un poliglicol.

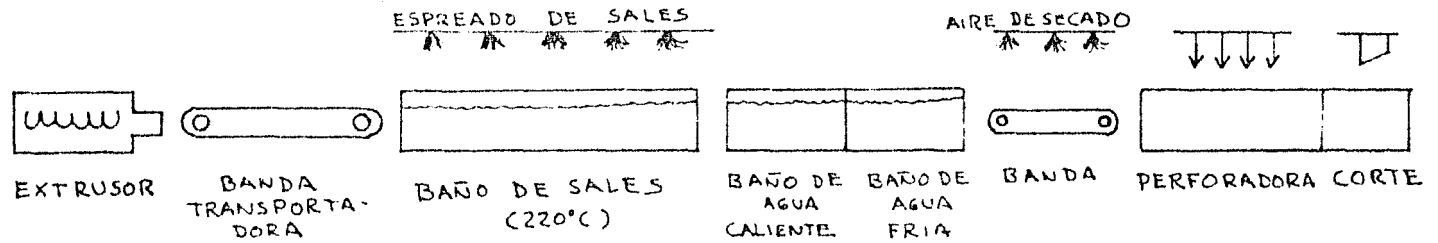
Sistema de OMF.

Este sistema es en la actualidad el más aceptado y el que ha demos- trado mayor versatilidad con la ventaja de que los perfiles no re- quieren del baño de agua ya que las piezas no se ensucian en lo - absoluto. Este sistema efectúa la vulcanización por un sistema do- ble. El primer paso consiste en elevar súbitamente la temperatura del hule hasta unos 180-200°C y esto se logra pasando al perfil -- por un túnel que emite ondas de alta frecuencia (microondas), pos- teriormente el perfil es pasado por un largo túnel (4-7 metros) -- donde se genera aire caliente (170°C) el cual es responsable de -- completar la vulcanización.

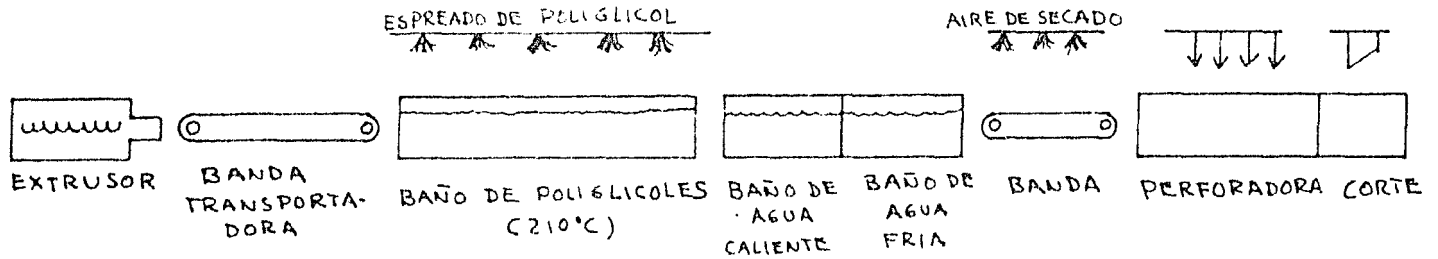
En la figura 3-11 se observan diagramas muy sencillos de estos --- tres procedimientos.

Con esto se contribuye a una breve descripción del proceso de ma- nufactura de las partes automotrices de hule a que este estudio se refiere. Quedan excluidas partes de seguridad como las mismas --

VULCANIZACION CONTINUA. SISTEMA DE SALES



VULCANIZACION CONTINUA. SISTEMA DE POLIGLICOL



VULCANIZACION CONTINUA. SISTEMA MICROONDAS

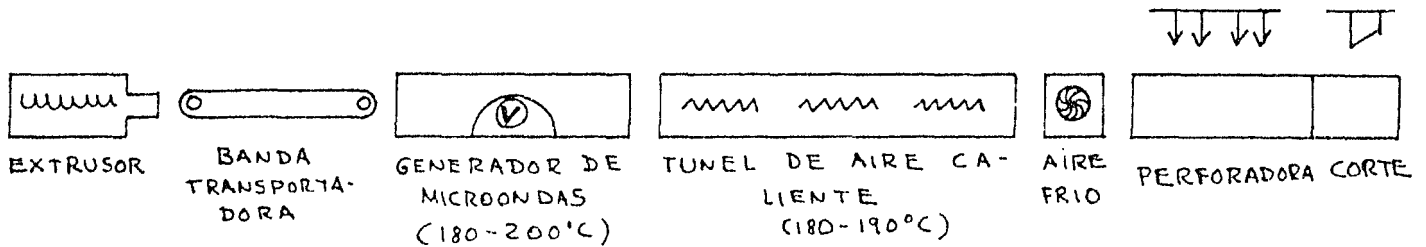


FIG. 3-11 SISTEMAS DE VULCANIZACION CONTINUA

Plantas u otras partes cuyos procesos pueden ser más complejos que los aquí tratados.

En los capítulos IV y V parte central de éste trabajo se analizará qué es el control o la aseguración de calidad de dichas partes. Se ha dividido en dos capítulos ya que en uno de ellos, el número IV revisaremos la verificación de la calidad de los materiales --- como tales de diferentes etapas, desde la materia prima hasta el - producto terminado y en el siguiente capítulo se analizarán los -- controles que se establecen en los procesos de manufactura para - asegurar la calidad de los productos. Esta separación facilita la comprensión del objetivo de este estudio.

CAPITULO IV

CONTROL DE MATERIALES

Se inicia en este punto el estudio de la aseguración de la calidad con el control de materiales. Una vez mas se establece la siguiente subdivisión:

- 4.1. Materias primas
- 4.2. Mezclas
- 4.3. Preformas
- 4.4. Producto terminado

Cabe aclarar que en este capítulo se analizarán etapas fijas, es decir el control de materiales que ya existen o que ya pasaron por un proceso productivo y que es necesario dictaminar si pueden continuar al siguiente -- paso o etapa. El análisis del control del proceso mediante el cual se -- llega a esos materiales se revisará en el capítulo 5.

4.1 MATERIAS PRIMAS

Si se quiere hablar desde el punto de vista del concepto moderno de Aseguración de Calidad, cualquiera que sea la manufactura, éste se deberá iniciar con garantizar que las materias primas que -- se usen durante el proceso cumplan con los requerimientos adecuados a su uso.

Esta aseguración de calidad de materias primas implica la necesidad de separar todos aquellos materiales que estén fuera de especificaciones, evitando así que puedan llegar a las líneas de producción. Implica también la necesidad de determinar el nivel de costo más adecuado para un control apropiado de los materiales. Por otro lado cabe señalar también la necesidad de mantener un -- contacto estrecho con los proveedores para un mejor control de -- sus productos.

En el caso de cualquier planta elaboradora de artículos automotrices de hule, este punto es vital para el plan general de control; una de las razones que justifican esta aseveración es que cada compuesto hule-ro está elaborado con una fórmula que lleva un promedio de 8 a 15 ingredientes diferentes en características y funciones, y cuyas variaciones en calidad influyen en el comportamiento de las piezas.

En la Tabla 4-1 se muestra una clasificación de los componentes de una fórmula hule-ra, divididos en grupos en base a su función.

El número de componentes es grande, y por lo tanto, el número de variables que afectan la calidad en cuanto a materias primas se refiere también.

La propuesta de Aseguración de Calidad de materias primas consta de las siguientes etapas:

- 4.1.1 Especificación de compra de materiales. Auditorías de calidad. Colocación de la orden de compra*.
- 4.1.2 Recibo de materiales.
- 4.1.3 Inspección de los materiales.
- 4.1.4 Disposición de materiales.
- 4.1.5 Registros y retroalimentación. Contacto permanente con el proveedor.

- *4.1.1 ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE MATERIALES. AUDITORIAS DE CALIDAD. COLOCACION DE LA ORDEN DE COMPRA.

Una vez que el Departamento de Producción hace las requisiciones de materiales suficientes para cumplir con sus programas, proporciona al Departamento de Compras una "Especificación de Compras" para cada material, la cual será elaborada por el Departamento de Ingeniería del Producto con la colaboración del Departamento Técnico o bien el Laboratorio de Control.

I	BASE ELASTOMERICA	{ <ul style="list-style-type: none"> HULE NATURAL HULE SINTETICO HULE REGENERADO }
II	AGENTES REFORZANTES	{ <ul style="list-style-type: none"> NEGROS DE HUMO CARGAS NO NEGRAS }
III	AUXILIARES DE PROCESO	{ <ul style="list-style-type: none"> PLASTIFICANTES PEPTIZANTES FACTICIOS LUBRICANTES INTERNOS AGENTES DE ADHESION }
IV	ANTIDEGRADANTES	{ <ul style="list-style-type: none"> ANTIOXIDANTES ANTIOZONANTES CERAS PARAFINICAS }

Tabla 4-1. Ingredientes de una fórmula hulera

V SISTEMA DE VULCANIZACION	AGENTES VULCANIZANTES	AZUFRE DONADORES DE AZUFRE PEROXIDOS SELENIO O TELURIO
	ACELERADORES	ULTRA RAPIDOS RAPIDOS RAPIDEZ MEDIA ACCION RETARDADA
	ACTIVADORES	ORGANICOS INORGANICOS
	INHIBIDORES	RETARDADORES
VI INGREDIENTES VARIOS	ESPONJANTES COLORANTES ODORIZANTES INGREDIENTES PARA ACABADOS ESPECIALES	

Tabla 4-1 Continuación.

Esta especificación de compra debe contener la composición química del material y las propiedades físicas y químicas que debe satisfacer, anotando claramente cuáles son los niveles de calidad aceptables, así como los métodos de prueba que dan los valores de dichas propiedades.

A continuación se pueden ver los formatos de las especificaciones de compra de los principales grupos componentes de una fórmula hülera típica para un compuesto automotriz, no se incluyen los límites ya que éstos dependen de cada material en particular. (Ver Tablas 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7 y 4-8).

Una vez que se tiene perfectamente bien definidas las especificaciones, estas se ponen a disposición del Departamento de Compras, el cual deberá localizar a los proveedores que ofrezcan las mejores condiciones de precio, que cumplan con las especificaciones y que tengan la capacidad suficiente para satisfacer los volúmenes requeridos con mayor puntualidad. El Departamento de Compras debe proporcionar a los posibles proveedores una copia de la especificación con una leyenda adicional. A continuación tenemos un ejemplo:

"Cada lote de material debe cumplir con la presente especificación. El comprador puede inspeccionar los lotes y probarlos con los métodos establecidos en la especificación. Aquellos lotes que excedan los niveles de calidad aceptables serán rechazados y regresados al proveedor, o si fuera necesario mantenerlo en producción serán recompuestos o retrabajados, de ser esto posible, cargando estos costos al proveedor".

En lo que a precio se refiere, el Departamento de Compras puede actuar por sí solo, para la selección de proveedor, pero no en lo que a calidad se refiere. Para hacer una evaluación veraz y completa de los diferentes proveedores la sección -

ESPECIFICACION DE COMPRA DE HULES SBR

HULE: _____ TIPO: _____ PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Estireno reaccionado		ASTM D1416 (1)
2) Contenido de aceite		ASTM D-1416
3) Acido Orgánico		ASTM D-1416
4) Jabón		ASTM D-1416
5) Cenizas totales		ASTM D-1416
6) Cenizas solubles		ASTM D-1416
7) Extraíbles totales		ASTM D-1416
8) Materia volátil		ASTM D-1416

Pruebas B

1) Viscosidad Mooney		ASTM D-1646
2) Fórmula estandar		ASTM D-412
a) 25°, 35° y 50° a 145°C		
Tensión de ruptura		
Elongación final		
Módulo 300%		
Dureza Shore A		
b) Rheometría a 160°C		ASTM D-2048

(1) American Society for Testing and Materials

ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE NEGRO DE HUMO

NEGRO: _____

PROVEEDOR: _____

<u>Prueba A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1)	Índice de yodo	ASTM D-1510
2)	Absorción de aceite	"Colita de (1) rata"
3)	Cenizas	ASTM D-1506
4)	Pérdidas por calentamiento	ASTM D-1509
5)	Malleado	ASTM D-1514
	Residuo de (30 o 35 y 325)	ASTM D-1511
	Distribución de pellets	ASTM D-1508
	Contenido de finos (ensacados)	

Prueba B

1)	Fórmula estándar	ASTM D-15
a)	Pruebas físicas	
	Vulcanización 15' y 30'	
	145°C	ASTM D-412
	M/300%	
	Tensión de ruptura	
b)	Reómetro 160°C	ASTM D-2084

(1) Método empírico

Tabla 4-3. Especificación de compra para Negros de Humo

ESPECIFICACION DE COMPRA PARA CARGAS NO NEGRAS

CAOLIN: _____

PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Humedad		SIC 3.2.1.1. (1)
2) Peso específico		SIC 3.2.1.11.
3) ρ		SIC 3.2.1.4.
4) Pérdida por calcinación		SIC 3.2.2.12.
5) Absorción de aceite		SIC 3.2.1.10.
6) Índice de refracción		Método Fomento Minero
7) Malleado Humedo (100 y 325) Seco (100 y 200)		SIC 3.2.1.8. ASTM C-184

Pruebas B

1) Fórmula estandar		ASTM D-15
a) Pruebas físicas Vulcanización 15' y 30" 145°C M/300% Tensión de ruptura		ASTM D-412
b) Reómetro 160°C		

Pruebas C

1) Contenido de Si O ₂		SIC 3.2.2.1.
2) Contenido de Al ₂ O ₃		SIC 3.2.2.2.

(1) Métodos de la Secretaría de Industria y Comercio
Departamento de Normalización

Tabla 4-4. Especificación de compra para cargas no negras

ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE CARGAS NO NEGRAS

CAOLIN: _____

PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas C (Cont.)</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
3) Contenido de CaO		SIC 3.2.2.4.
4) Contenido de Fe_2O_3		SIC 3.2.2.2.
5) Contenido de K_2O y Na_2O		SIC 3.2.2.6.

Tabla 4-4. Continuación

ESPECIFICACION DE COMPRA DE ACEITES O PLASTIFICANTES

ACEITE: _____ TIPO: _____ PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Apariencia-color		ASTM D-1500
2) S.G. 60/60°F		ASTM D-1250
3) Viscosidad SUS		ASTM D-2161
a) 100°F		
b) 200°F		
4) Materia volátil		ASTM D-972
22 hrs. 225°F		
5) Índice de Neutra lización		ASTM D-974
6) Punto de anilina		ASTM D-611
7) Índice de refracción		ASTM D-1747
8) Refractivity intercept		ASTM D-2159
9) V G C		ASTM D-2501
<u>Pruebas B</u>		
1) Flash Point		ASTM D-92
2) Fire Point		ASTM D-92
3) Pour Point		ASTM D-97
<u>Pruebas C</u>		
1) Análisis Clay-Gel		ASTM D-2007
% Asfaltenos		
% Polares		
% Aromáticos		
% Saturados		

Tabla 4-5. Especificación de compra de plastificante

ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE ANTIOXIDANTES Y ANTIOZONANTES

ANTIOXIDANTE: _____ TIPO: _____ PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Estado físico color		visual
2) Peso específico		T 26 B (Vanderbilt) (1)
3) Punto de fusión o ebullición		T 3 B "
4) Malleado a) Residuo de (malleado)		T 14 "
5) Cenizas		T 4 "
6) Solubilidad		T 153 "
7) Viscosidad SUS (210°F)		ASTM D-2161

(1) Ver Bibliografía

Tabla 4-6. Especificación de compra de antioxidantes y antiozonantes

ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE CERAS

CERA: _____ TIPO: _____ PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Apariencia color		ASTM D-1500
2) Punto de fusión		ASTM D-127
3) Punto de congelación		ASTM D-938
4) Curva de enfriamiento		ASTM D-87
5) Peso específico		T 3 D (Vanderbilt)
6) Contenido de aceite		ASTM D-721
7) Número de peróxido		ASTM D-18

Tabla 4-7. Especificación de compra de ceras

ESPECIFICACION DE COMPRA DE ACELERADORES

ACELERADOR: _____ TIPO: _____ PROVEEDOR: _____

<u>Pruebas A</u>	<u>Especificación</u>	<u>Método</u>
1) Estado físico color		visual
2) Peso específico		T 26 B Vanderbilt
3) Rango del punto de fusión		T 3 D Vanderbilt
4) Malleado. Residuo de malla 100		T 14 Vanderbilt
5) Extracto de eter petroleo*		T 46 Vanderbilt
6) Cenizas		T 4 Vanderbilt
7) Humedad		T 1 Vanderbilt
8) Solubilidad		T 153 Vanderbilt
9) Insolubles en metanol**		T 307 Vanderbilt

* Del tipo Tiazol

** Del tipo Sulfenamidas

Tabla 4-8. Especificación de compra de aceleradores

de Aseguración de Calidad debe efectuar visitas a éstos -- (Auditorías de Calidad) en colaboración con algún miembro del Departamento Técnico o el Laboratorio y enviar los resultados de dicha evaluación a los Departamentos de Compras como ayuda para su selección.

Se propone para la evaluación un formato como el de la figura 4-9, el cual se llena al hacer la visita al proveedor. Con estos criterios finalmente se puede elegir al proveedor o a los proveedores más idóneos, siendo en este momento posible la colocación de la orden de compra.

4.1.2 RECIBO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL.

Una vez que la orden ha sido colocada, es conveniente exigir al proveedor el envío de un lote piloto de su materia prima para su aprobación definitiva antes de iniciar en un 100% los envíos de material.

Este pequeño lote deberá ser analizado cuidadosamente por el Departamento de Aseguración de Calidad, para verificar que -- cumpla en un 100% con las especificaciones. En base a los resultados de este análisis se deberá comunicar al Departamento de Compras que ya puede iniciar sus pedidos, o bien si existe algún problema con su producto deberá ser corregido inmediatamente. Si esto último fuera el caso, se pediría otro lote piloto del material nuevo, volviéndose a verificar hasta que sea aprobado.

La siguiente etapa será el recibo de los primeros lotes de la materia prima. A su llegada deberá ser identificada mediante tarjetas o etiquetas donde aparezca el nombre del material, -- el número y la fecha del lote, la clave interna del material y el nombre del proveedor. De preferencia esta tarjeta deberá -

PROVEEDOR: _____

FECHA DE LA VISITA: _____

PRODUCTO (S) _____

PUNTOS VERIFICADOS	SUPERIOR	SATISFACTORIO	NO SATISFACTORIO	OBSERVACIONES
Herramientas y Maquinaria				
Instalaciones				
Equipo de manejo de materiales				
Almacenaje de materiales				
Procedimiento de inspección				
Instalaciones de Laboratorio				
Programa de Control de Calidad				
Tipo de Empleados				
Otros				

CALIFICACION DEL PROVEEDOR

SUPERIOR ____

SATISFACTORIO ____

NO SATISFACTORIO ____

EFECTUADO POR: _____

FIRMA: _____

Tabla 4-9. Reporte de auditoría de proveedor

- 08 -

ser de color amarillo y con una leyenda de "Material Pendiente--
te. No usar hasta que apruebe el Laboratorio". Ver figura --
4-10.

Los materiales recibidos deberán colocarse de tal forma que --
sean accesibles y fácil de identificar para su inspección. -
Para esto es necesario que el local tenga un tamaño adecuado_
al volúmen que se maneja para evitar que haya sobreposición de
materiales diferentes, es decir cada tipo de materiales que -
por su constitución química y función sean semejantes deberán
tener una zona propia, aislados de materiales con los cuales__
se puedan contaminar.

Por ejemplo sería un error colocar todas las cargas reforzantes
en una misma zona porque los negros de humo contaminarían a --
las cargas blancas. Lo cierto es que el negro de humo puede -
contaminar a cualquier material, sea este blanco o de cualquier
otro color. Es por eso que diferentes compañías del ramo hule
ro tienen separado este producto en un compartimento aislado -
del resto de los materiales.

Por lo que respecta a los demás materiales se debe hacer una -
separación de ellos de acuerdo a la clasificación que aparece
en la Tabla 4-1. De esta forma se puede tener la zona de elas-
tómicos donde pueden colocarse los diferentes hules sintéticos,
naturales y regenerados. La zona de cargas donde se colocarán
las cargas no negras: Caolines, carbonatos de calcio, silices,
etc. , y la zona de negros de humo. Si físicamente estas dos
zonas no se pueden tener aisladas se recomienda tener al negro
de humo lo más alejado posible del resto de los materiales. -
Otra zona sería la de los auxiliares de proceso donde por lo -
general se tienen ingredientes líquidos como los aceites aromá-
ticos, nafténicos, parafínicos, alquitrán de pino, etc.

PENDIENTE

NO USAR HASTA QUE APRUEBE EL
LABORATORIO

MATERIAL: _____

PROVEEDOR: _____

CLAVE: _____

FECHA: _____

LOTE: _____

RECIBIO: _____

COLOR: AMARILLO

MATERIAL: PAPEL AHESIVO

El resto de los ingredientes que son antidegradantes, agentes de vulcanización y productos varios deben ocupar otra zona -- siempre y cuando haya demarcación entre cada grupo.

El local de almacenamiento deberá tener suficiente iluminación para evitar confusiones en el despacho de materiales. Deberá procurarse la limpieza constante y la ventilación así como una temperatura que se recomienda no sea mayor de 35°C.

La etapa siguiente, ya cumplidas estas condiciones será la inspección.

4.1.3 INSPECCION DE LOS MATERIALES.

El punto fundamental en esta etapa consiste en obtener una muestra representativa del material en cuestión, analizarlo con -- diferentes pruebas de laboratorio y comparar los resultados, -- contra su especificación de aceptación, para determinar si dicho material cumple los límites de aprobación.

En la industria huleira las materias primas que se manejan se en encuentran en diferentes presentaciones de sólidos y líquidos y los volúmenes que se manejan también son variados. Así se tie ne que los elastómeros, cargas y aceites de proceso por lo ge neral son los de mayor volumen en comparación con el resto de los componentes. En base a dichos volúmenes y a la función de cada ingrediente se determinará el nivel de muestreo para cada uno de ellos. Las secciones 34 y 35 del ASTM contienen proce dimientos de muestreo para la mayoría de los ingredientes hule ros.

Para proceder al análisis de cada material se recomienda usar el documento "Especificación de Materia Prima" el cual indica para cada material cuales son las pruebas que se le deben efeg

tuar y cuales son los límites de aceptación para que dicho material pueda ser aprobado. Este documento comprende además de las mencionadas pruebas de aceptación, las llamadas pruebas de referencia las cuales se efectúan con frecuencias de dos o tres meses y nos muestran las tendencias del material en formulaciones completas, o simplemente son pruebas de mayor complicación y análisis. Además se indica tanto para las pruebas de aceptación como para las de referencia la clave interna del método de prueba que debe usarse. Contiene también la clave interna del material, la clave que el proveedor le da a ese material o el nombre, la apariencia, la composición química y el nombre del proveedor. Por último este documento incluye la fecha de emisión, si cancela a una especificación anterior, indica de que fecha es la cancelada y finalmente la firma del que efectúa la especificación.

A continuación en las figuras 4-11 a 4-18 se enumeran los ejemplos de Especificación de Materia Prima para cada tipo de materia prima usado en una fórmula hulera.

El inspector o inspectores deberán proceder a efectuar los -- muestreos correspondientes de materiales y solicitar al laboratorio químico las pruebas señaladas en la especificación de materia prima, como pruebas de aceptación. El laboratorio por su parte efectuará los análisis correspondientes apeándose estrictamente a los métodos de prueba establecidos y entregará los resultados al inspector de calidad.

Con respecto a las pruebas de referencia es recomendable establecer calendario anual de pruebas con las frecuencias indicadas en la Especificación de Materia Prima. De esta forma en las fechas previstas el inspector entregará al laboratorio las muestras correspondientes, debiendo recabar posteriormente los resultados, los cuales si bien es cierto que no servirán como

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: SBR 038

CLAVE DEL PROVEEDOR: POLIMERO 38

APARIENCIA: PACAS DE COLOR CAFE CLARO

COMPOSICION QUIMICA: ESTIRENO-BUTADIENO (COPOLIMERO)

NOMBRE DEL PROVEEDOR: POLIMEROS NACIONALES

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. VISCOSIDAD MOONEY (ML1 + 4 A 100°C.)	10-40 UNIDADES MOONEY	ASTM D-1646
2. MATERIA VOLATIL	2% MAX.	ASTM D-1416
3. CENIZAS TOTALES	1% MAX	ASTM D-1416
4. ESPECTROFOTOMETRIA DE INFRAROJO	SEGUN CURVA PATRON	INTERNO 0011

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. ESTIRENO REACCIONADO	20% MIN.	ASTM D-1416
2. FORMULA ESTANDAR		ASTM D-412
TENSION DE RUPTURA	110 KG/CM ² MIN.	
ELONGACION FINAL	350 % MIN.	
DUREZA SHORE	60 ± 5 SHORE A	
MODULO 300%	50 KG/CM ² MIN.	

FECHA ESPEC.:

CANCELA A:

HECHA POR:

VO. BO.:

OBSERVACIONES:

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: PIGMENTO N-339

CLAVE DEL PROVEEDOR: N-339

APARIENCIA: POLVO DE COLOR NEGRO

COMPOSICION QUIMICA: CARBON

NOMBRE DEL PROVEEDOR: CARGAS REFORZANTES DEL PAIS

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. INDICE DE YODO	30-50	ASTM D-1510
2. PERDIDAS POR CALENTAMIENTO	2% MAX.	ASTM D-1509
3. CONTENIDO DE FINOS	15% MAX.	ASTM D-1508
4. CENIZAS	1% MAX.	ASTM D-1506

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. RESIDUO DE MALLAS 35 y 425	15% y 2% MAX.	ASTM D-1511
2. FORMULA ESTANDAR		ASTM D-412
TENSION DE RUPTURA	120 KG./CM ²	
ELONGACION FINAL	300% MIN.	
DUREZA SHORE	60 ± 3 °SHORE A	
MODULO 300%	40-60KG/CM ²	

FECHA ESPEC.:
CANCELA A:
HECHA POR:
VO. BO. :

OBSERVACIONES:

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: PIGMENTO 3-1000

CLAVE DEL PROVEEDOR: CAOLIN HULERO

APARIENCIA: POLVO BLANCO MUY FINO

COMPOSICION QUIMICA: SILICICALUMINATOS BASICAMENTE

NOMBRE DEL PROVEEDOR: MINERALES NACIONALES

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. HUMEDAD	5% MAX.	SIC 3.2.1.1.
2. pH	6.5-7.2	SIC 3.2.1.4.
3. PESO ESPECIFICO	1.2-1.6	SIC 3.2.1.11
4. MALLA 325	5% MAX.	SIC 3.2.1.8

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. INDICE DE REFRACCION	1.62-1.65	FOMENTO MINERO
2. ABSORCION DE ACEITE	8ml/10g MIN.	SIC 3.2.1.10
3. PERDIDA POR CALCINACION	2% MAX.	SIC 3.2.2.12
4. FORMULA ESTANDAR		ASTM D-412
TENSION DE RUPTURA	80KG/CM ²	
ELONGACION FINAL	500% MIN.	
DUREZA SHORE A	45 ± 5° SHORE A	
MODULO 300%	20-35KG/CM ²	

FECHA ESPEC:
CANCELA A:
HECHA POR:
VO. BO.:

OBSERVACIONES:

FIG. 4-13 ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA PARA CARGAS NO NEGRAS

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: ACEITE 602

CLAVE DEL PROVEEDOR: PLASTIFICANTE AROMATICO 602

APARIENCIA: LIQUIDO VISCOSO COLOR VERDE OSCURO

COMPOSICION QUIMICA: HIDROCARBUROS AROMATICOS (MEZCLAS)

NOMBRE DEL PROVEEDOR: PLASTIFICANTES INDUSTRIALES

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUNTO DE ABILINA	90-110	ASTM D-611
2. INDICE DE REFRACCION	1.52-1.54	ASTM D-1747
3. MATERIA VOLATIL	2% MAX.	ASTM D-972
4. VISCOSIDAD SUS-200°F	100-120 s	ASTM D-2161
5. PESO ESPECIFICO 60°F	.98-1.02	ASTM D-1250
6. FLASH POINT	240°C MIN.	ASTM D-92

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. COLOR	8-9	ASTM D-1500
2. VISCOSIDAD SUS 100°F	150-170s	ASTM D-2161
3. VGC		ASTM D-2501
4. ANALISIS CLAY GEL		ASTM D-2007

FECHA ESPEC:
CANCELA A:
HECHA POR:
VO. BO. :

OBSERVACIONES:

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: ANTIOXIDANTE 2240

CLAVE DEL PROVEEDOR: INOX 2240

APARIENCIA: POLVO GRUESO COLOR CAFE

COMPOSICION QUIMICA: 2,2,4, TRIMETIL QUINOLINA POLIMERIZADA

NOMBRE DEL PROVEEDOR: AUXILIARES HULEBOS

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUNTO DE FUSION	65-70°C	VANDERBILT T-3-B
2. COLOR	CAFE OSCURO	VISUAL
3. CENIZAS	.7 % MAX.	VANDERBILT T-4
4. ESPECTROFOTOMETRIA DE INFRAROJO	SEGUN CURVA PATRON	INTERNO 0011

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. RESIDUO MALLA 35	8% MAX.	VANDERBILT T-14
2. SOLUBILIDAD ACETONA	10g/25ml. MIN.	VANDERBILT T-153
3. VISCOSIDAD SUS 212°F	190-220 s	ASTM D-2161

FECHA ESPEC:
CANCELA A:
HECHA POR:
VO. BO. :

OBSERVACIONES:

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: CERA 55

CLAVE DEL PROVEEDOR: PURE WAX

APARIENCIA: HOJUELAS BLANCAS

COMPOSICION QUIMICA: MEZCLA DE HIDROCARBUROS PARAFINICOS

NOMBRE DEL PROVEEDOR: CERAS Y PARAFINAS NACIONALES

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUNTO DE FUSION	50-60°C	ASTM D-127
2. PESO ESPECIFICO	.96-1.02	VANDERBILT T-3-D
3. CURVA DE ENFRIAMIENTO	SEGUN CURVA PATRON	ASTM D-87
4. COLOR	BLANCO	VISUAL

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUNTO DE CONGELACION	26-40°C	ASTM D-938
2. CONTENIDO DE ACEITE	12% MAX.	ASTM D-271
3. ESPECTROFOTOMETRIA DE INFRAROJO	SEGUN CURVA PATRON	INTERNO 0011

FECHA ESPEC.:
CANCELA A:
HECHA POR:
VO. BO.:

OBSERVACIONES:

FIG. 4-16 ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA PARA CERAS.

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: ACELERADOR 145

CLAVE DEL PROVEEDOR: PROVULC 145

APARIENCIA: POLVO AMARILLO

COMPOSICION QUIMICA: MERCAPTO-BENZOTTAZOL

NOMBRE DEL PROVEEDOR: AUXILIARES HULEROS

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUNTO DE FUSION	60-70°C	VANDERBILT T-3-D
2. CENIZAS	2% MAX.	VANDERBILT T-4
3. COLOR	AMARILLO	VISUAL
4. RESIDUO MALLA 100	6% MAX	VANDERBILT T-14
5. ESPECTROFOTOMETRIA DE INFRAROJO	SEGUN CURVA PATRON	INTERNO 0011

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. HUMEDAD	1% MAX.	VANDERBILT T-1
2. INSOLUBLES EN METANOL	2.5% MAX.	VANDERBILT T-307
3. PESO ESPECIFICO	1.2-1.31	VANDERBILT T-3-D

FECHA ESPEC.:

CANCELA A:

HECHA POR:

VO. BO.:

OBSERVACIONES:

FIG. 4-17 ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA PARA ACELERADORES.

ESPECIFICACION DE MATERIA PRIMA

CLAVE INTERNA: ACTIVADOR 12

CLAVE DEL PROVEEDOR: OXIDO DE ZINC HULEBO

APARTECIA: POLVO COLOR BLANCO

COMPOSICION QUIMICA: OXIDO DE ZINC

NOMBRE DEL PROVEEDOR: MINERALES NACIONALES

PRUEBAS DE ACEPTACION

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. APARTECIA	POLVO COLOR BLANCO	VISUAL
2. HUMEDAD	1% MAX.	VANDERBIL T-1
3. pH	6-8	SIC 3.2.1.4.
4. CENIZAS	97.5% MIN.	VANDERBILT T-4

PRUEBAS DE REFERENCIA

<u>PRUEBAS</u>	<u>LIMITES</u>	<u>METODOS</u>
1. PUREZA		
CONTENIDO DE OXIDO DE ZINC	97.5% MIN.	INTERNO 0022

FECHA ESPEC.:

CANCELADA A:

HECHA POR:

VO. BO.:

OBSERVACIONES:

parámetro de aceptación y rechazo, si serán muy útiles a los departamentos técnicos o de ingeniería para tomar decisiones con respecto al material en cuestión. Estas mismas pruebas de referencia también son usadas cuando por alguna razón existe alguna duda con los resultados de las pruebas de aceptación y entonces se procede a efectuar una o varias de las mencionadas pruebas de referencia, lo cual generalmente es suficiente para determinar si el material es aprobado o no.

Es conveniente señalar en este punto, que este proceso que hemos descrito de muestreo y análisis de materiales deberá hacerse en forma expedita y sistemática, ya que los departamentos productivos estarán constantemente presionando a las secciones de Calidad y al laboratorio para que en cuanto los materiales lleguen a las bodegas de almacenamiento, sean liberados lo más pronto posible para poder incorporarlos al proceso productivo. Esta situación se complica en nuestros tiempos por la reducción de inventarios de material que suelen decretar los departamentos de compras en combinación o por instrucciones de las secciones de finanzas. Sin embargo, lo anterior no debe originar que los departamentos de calidad se dejen llevar por dichas presiones y caigan en errores u omisiones que al final de cuentas son más costosos, ya que el hecho de usar un material fuera de especificación causa pérdidas de tiempo, mano de obra y hasta de otros materiales en buen estado.

4.1.4 DISPOSICION DE MATERIALES.

La disposición de materiales es la culminación de la operación de inspección y consiste en decidir en base a los resultados del laboratorio y comparando con los límites que marca la especificación si el material está en condiciones de ser usado por el departamento de producción, ya que satisface todos los requisitos de calidad.

Una vez que se conoce la disposición del material ya sea rechazado o aprobado, se deberá proceder a identificar los lotes con tarjetas de aprobación o rechazo según sea el caso. Se recomiendan tarjetas verdes y rojas con un formato sugerido en la figura 4-19. Estas tarjetas deberán colocarse sobre las etiquetas de pendiente (figura 4-10) colocadas a la llegada de material o bien si es posible se deberán desprender para que la única parte visible sea la correspondiente a la aprobación o rechazo.

En la práctica se ha observado en muchas ocasiones que aunque se haya llevado a cabo un buen muestreo, análisis y disposición de materiales, al momento de surtir los materiales a producción se cometen errores cuando los lotes aprobados e identificados con tarjeta verde están mezclados con lotes rechazados identificados con tarjeta roja, ya sea porque dicha tarjeta no está visible, o se rompe, se despegó o simplemente alguien se la retiró. Por esta razón es una práctica oblicua que cuando un material es rechazado por estar fuera de especificaciones, al momento de identificarlo con la tarjeta roja deberá ser segregado del material o materiales aprobados y colocarse en una zona exclusiva de materiales rechazados, en la cual permanecerá hasta que sea devuelto al proveedor.

Las etiquetas de la figura 4-19 generalmente son etiquetas adhesivas que fácilmente se pueden adherir a los diferentes empaques del material, ya sea papel, polietileno, termoplástica etc. Se recomienda en el caso de materiales rechazados, colocar más de una tarjeta roja en el lote en cuestión con el objeto de que fácilmente pueda identificarse evitando así alguna confusión.

Una vez que los materiales tengan su correspondiente identificación todos aquellos que tengan etiqueta verde, pasan a dis-

APROBADO

MATERIAL: _____ PROVEEDOR: _____
CLAVE: _____ FECHA: _____
LOTE: _____ APROBO: _____

COLOR: VERDE
MATERIAL: PAPEL AHESIVO

RECHAZADO

MATERIAL: _____ PROVEEDOR: _____
CLAVE: _____ FECHA: _____
LOTE: _____ RECHAZO: _____

COLOR: ROJO
MATERIAL: PAPEL ADHESIVO

FIG. 4-19 ETIQUETAS DE APROBACION Y RECHAZO DE MATERIA PRIMA.

posición de los departamentos productivos, pero aquellos que tienen tarjeta roja y por ende rechazados deberán reportarse al proveedor para que éste los recoja a la brevedad posible. Solo en casos de extrema urgencia se pueden dar los casos siguientes:

- a. Que el material sea escogido en un 100% por el proveedor, retirando el defectuoso y sometiendo el resto a una nueva -- prueba en el laboratorio, para verificar que está dentro de especificación.
- b. Aceptar en casos de extrema urgencia un material fuera de especificación, comprobando que no causará daños mayores en la producción. Lo anterior solo deberá hacerse por decisión de una junta celebrada entre los departamentos de compras, producción, ingeniería o técnico y control de calidad, debiendo ser avalada por la dirección general, quien dará la autorización final.

Aquellos proveedores que frecuentemente originen estos casos, deberán ser sustituidos por otros más confiables, cuando esto sea posible. Cuando no lo sea se deberá enviar una comisión para tratar de evitar las fallas frecuentes en los envíos.

4.1.5 REGISTROS Y RETROALIMENTACION

De todos los materiales inspeccionados y con disposición se recomienda guardar un registro adecuado. Se puede tener para cada uno de ellos una tarjeta archivable en donde se asienten el nombre comercial del material, el nombre químico, la clave interna y el proveedor. Además en forma de columna se asentará la fecha de cada número de lote, la cantidad y el proveedor si es que hubiera varias opciones. En seguida se anotarán los resultados de las diferentes pruebas, indicando el método de prueba usado. Finalmente se anotará la disposición y las fir-

mas de aprobación. Este formato se ejemplifica claramente en la figura 4-20.

Estas tarjetas se pueden revisar periódicamente para observar las tendencias de calidad de los diferentes proveedores, poniendo esta información al servicio del Departamento de Compras -- para que lo considere en sus adquisiciones futuras y también a los departamentos de Ingeniería para que puedan hacer algunas modificaciones técnicas.

Estos registros también son útiles para retroalimentar información para la inspección. Por ejemplo suele suceder que algunos proveedores envían muestras iniciales para aprobación que cumplen con todos los requisitos de la especificación, aún -- los primeros lotes siguen esta línea. Con esto obtienen una -- cierta confianza del consumidor y este establece determinado -- nivel de muestreo para sus lotes. Con los registros mencionados se puede verificar si un proveedor mantiene la calidad de sus lotes iniciales o si se está desplazado hacia afuera de -- los límites de la especificación. Si esto último fuera el caso, se deberán aumentar los niveles de muestreo, haciéndole -- notar inmediatamente al proveedor, que su producto está marginal en su calidad. La experiencia demuestra que esta práctica es muy sana, ya que obliga al proveedor a tener un control más estricto de sus lotes.

Este contacto con el proveedor se hace generalmente con un intermediario que es el vendedor del producto. En esta industria como en otras dicho representante del proveedor visita periódicamente al cliente y es a él a quien se reporta cualquier anomalía en sus productos, o bien se le informa de cualquier lote rechazado y causas de los mismos. También el vendedor se convierte en el contacto entre el laboratorio del cliente y el -- del proveedor, en lo que se refiere a comparación de resultados, estandarización de métodos de prueba, información técnica

CONTROL DE MATERIA PRIMA

NOMBRE QUIMICO: _____
 NOMBRE COMERCIAL: _____
 CLAVE: _____

PROVEEDORES: A. _____
 B. _____
 C. _____

				METODOS DE PRUEBAS / LIMITES															
FECHA	LOTE	CANTIDAD	PROV.	1		2		3		4		5		6		DISPOSICION	PROBO	APROBO	AUTORIZO
				MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.				

FIG. 4-20 TARJETA DE CONTROL DE PRUEBAS DE MATERIA PRIMA.

ca, etc., lo cual es muy importante ya que en algunas ocasiones los resultados de las pruebas difieren de un laboratorio a otro dependiendo de las condiciones bajo las cuales se efectúan.

En resumen se puede decir que el contacto permanente con el proveedor es una práctica sana que redundará en beneficios mutuos para elevar la calidad de las materias primas, evitando los costosos rechazos que tanto dinero cuestan tanto a consumidores como a proveedores.

Aquí se concluye todo lo relativo a materias primas en cuanto a su control.

4.2 CONTROL DE MEZCLAS

Como mezcla se entiende el conjunto de materias primas de una fórmula ya incorporada en las proporciones correspondientes. Para el control de mezclas es necesario hacer una división resultado de una práctica muy común en todos los fabricantes de hule, que consiste en dividir al mezclado de toda fórmula hulera en dos partes: la primera contiene por lo general el elastómero, las cargas, los plastificantes, los antioxidantes y los activadores; a ésta se le da el nombre de mezcla maestra o masterbatch, la cual no es posible vulcanizar ya que no contiene los aceleradores, ni vulcanizadores correspondientes; estos últimos se agregan en la segunda parte, la cual es llamada compuesto final o mezcla acelerada. Lo anterior se analizó detalladamente en el capítulo de Procesos de Producción (Sección 3.1). Debido a esta división tendremos dos puntos de control correspondientes a cada una de esas etapas.

4.2.1 Mezcla Maestra o Masterbatch

La mezcla maestra contiene los ingredientes más importantes de la fórmula en cuanto a volúmen se refiere. Existen tres prue-

bas b́asicas para certificar la calidad en este punto que son:
El peso espećifico o densidad, la viscosidad y el grado de dis-
persi3n.

En cuanto al muestreo en esta etapa se recomienda hacerlo al -
100%, ya que el proceso de mezclado del hule es un proceso de
tipo batch o por lotes, de tal forma que de mezcla a mezcla -
pueden presentarse variaciones considerables dependiendo de la
estabilidad del proceso. Analizaremos en seguida cada una de
las pruebas y la frecuencia recomendable.

Peso Espećifico o Densidad. Esta prueba se efectúa para deter-
minar si existen errores gruesos en la pesada del polímero, -
las cargas o el plastificante. Existen diferentes ḿetodos para
efectuar esta prueba, pero el ḿas efectivo y usado es aquel en
el cual se elaboran soluciones de cloruro de zinc con un peso_
espećifico conocido, dentro de los rangos que se desean probar,
verificándolos con un densímetro. Una vez que se tienen los -
mencionados rangos de peso espećifico, se toma una pequeña can-
tidad de hule y se introduce en las diferentes soluciones, -
hasta encontrar aquella en la cual ni se hunde, ni se va a la
superficie, sino que flota hacia el centro de la soluci3n, asig-
nando a la muestra el peso espećifico de dicha soluci3n. Es re-
comendable verificar frecuentemente con el densímetro el valor
del peso espećifico de cada soluci3n, ya que con el frecuente_
uso se contaminan unas a otras variando sustancialmente sus va-
lores. Por la sencillez y utilidad de esta prueba se recomien-
da efectuarla al 100% de las mezclas. El departamento t́ecnico
deberá especificar los valores de densidad para cada uno de -
sus compuestos así como las tolerancias permisibles, las cua--
les varían normalmente en un $\pm 2\%$.

Viscosidad. Esta prueba nos determina la eficiencia del traba-
jo mecánico que ha recibido el compuesto al mezclarse y nos --

comprueba que las viscosidades de los polímeros usados en la mezcla haya sido la correcta. Es importante la verificación de esta propiedad ya que para los procesos posteriores, tales como preformado y vulcanización, generalmente se requiere de una viscosidad determinada para efectuarlos, de lo contrario se corre el riesgo de prevulcanizaciones, variaciones de peso en extruídos o preformas, etc.

El método de prueba para esta variable está normalizado por la ASTM con el método D-1646 y se usa un aparato llamado Viscosímetro Mooney, el cual nos registra con una gran precisión la viscosidad de una mezcla en unidades Mooney, a una determinada temperatura. Al igual que en el caso anterior la sección técnica debe determinar los límites para cada compuesto y sus tolerancias, las cuales normalmente oscilan en ± 5 unidades Mooney. La frecuencia de esta prueba es muy variable dependiendo de los procesos posteriores del compuesto. Es muy común correr la prueba en porcentajes del 20%, 33% o 40%, no siendo lo anterior una regla ya que en algunos compuestos críticos se puede especificar hasta un 100%. Es desde luego una prueba más laboriosa que la de peso específico.

Grado de Dispersión

Se puede decir que esta prueba mide el grado de homogeneidad de una mezcla, es decir determina qué tan eficientemente se incorporan entre sí todos los ingredientes de la mezcla. Se efectúa mediante un análisis visual al microscopio de una rebanada del hule en cuestión comparando dicha imagen con estándares fotográficos preestablecidos.

Desde luego para efectuar esta prueba es necesario contar con un microscopio de gran precisión (30-50 aumentos) y si fuera posible contar con el accesorio para fotografía, la prueba resulta mucho mejor. La compañía Philipps Petroleum Company, fa

bricante de negros de humo en los Estados Unidos cuenta con un método adecuado, el cual incluye los estándares fotográficos con calificaciones que van del 0 al 10. Este método es de los más utilizados en la industria hulera, pero si se cuenta con un microscopio y el accesorio para fotografías uno mismo puede elaborarse un método propio con los rangos de calificación deseados.

Esta prueba resulta aún más elaborada que las dos anteriores y por esta razón es imposible, en la mayoría de los casos, determinar frecuencias muy altas de prueba. Lo común es probar una muestra por lote, por día y en algunos casos frecuencias mayores de una semana o un mes, con lo cual esta prueba se puede considerar del tipo de pruebas de referencia y no de control. Sin embargo no debe descuidarse esta propiedad ya que se ha observado qué valores malos en el grado de dispersión originan pérdida y falta de uniformidad en las propiedades mecánicas de los compuestos. Para concluir en la figura 4-21 se ejemplifica un formato de una especificación de mezcla maestra o master batch.

El departamento de Control de Calidad exigirá al Laboratorio de resultados de todas las pruebas señaladas en la mencionada especificación, con las frecuencias establecidas y mediante una comparación con los límites fijados dará la disposición correspondiente a los lotes de material. Es recomendable en este punto el uso de tarjetas de aprobación y rechazo para la identificación de los diferentes lotes. Las tarjetas verdes de aprobación indicarán que el material que amparan puede usarse en los procesos posteriores, mientras que la tarjeta roja de rechazo, indicará que por ningún motivo dicho material puede proseguir su procesamiento, debiendo ser segregado hacia una zona de materiales Fuera de Especificación, donde permanecerá hasta que se le dé alguna disposición de recomposición o

ESPECIFICACION DE MEZCLA MAESTRA

CLAVE DE MEZCLA: _____	FECHA ESPEC. _____	MAQUINA: _____
USC: _____	CANCELA A: _____	TECNICO: _____

PROPIEDADES

PRUEBA	METODO	LIMITES		FRECUENCIA
		MINIMO	MAXIMO	

OBSERVACIONES:

FIG. 4-21 ESPECIFICACION DE MEZCLA MAESTRA.

de desperdicio. Las tarjetas mencionadas se observan en la --
figura 4-22. Como se puede observar estas tarjetas cuentan -
con un orificio en el extremo, por el cual se puede pasar una
hebra de hule con el cual se amarra y queda suspendida sobre -
el lote de material. Debe colocarse siempre al frente para -
que sea fácilmente visible.

Al igual que en casos anteriores se recomienda archivar siste-
máticamente los resultados de estas pruebas, ya que son valio-
sos auxiliares para análisis estadísticos, con el fin de esta-
blecer el comportamiento de los diferentes compuestos.

4.2.2 Compuesto Final o Mezcla Acelerada.

Antes de iniciar este paso la mezcla contiene ya perfectamen-
te bien incorporados todos los ingredientes que por su volúmen
son los más importantes: Elastómeros, cargas y ayudas de pro-
ceso. Además contiene los activadores, protectores atmosféri-
cos y algunos otros auxiliares de proceso. El objeto en este_
paso es incorporar los aceleradores, retardadores y agentes --
vulcanizantes del compuesto. (Ver Sección 3.1). Por su volú-
men estos componentes son relativamente de poca importancia -
comparados con los anteriores, pero su influencia en el com-
puesto final en cuanto a las características de vulcanización
es determinante para los siguientes procesos. Es por eso que -
se debe establecer en este punto un estricto control.

Como en este caso el proceso también es en lotes o batches, es
indispensable un muestreo al 100% de las mezclas hechas. El -
muestreo del compuesto final se puede incorporar como un paso
extra en la operación productiva, es decir que el operador al_
terminar el mezclado de un compuesto y antes de enviarlo a en-
friamiento debe tomar una muestra la cual debe ser representa-

MEZCLA MAESTRA

APROBADA

CLAVE: _____
CANT. MEZCLAS: _____ APROBO: _____
NO. DE C/MEZCLA: _____ FECHA: _____

COLOR: VERDE
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

MEZCLA MAESTRA

**RECHAZADA
NO USAR**

CLAVE: _____
CANT. MEZCLAS: _____ RECHAZO: _____
NO. DE C/MEZCLA: _____ FECHA: _____

COLOR: ROJO
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

FIG. 4-22 TARJETAS DE APROBACION Y RECHAZO DE MEZCLA MAESTRA

tiva de todo el batch, si se considera que existe una especificación de mezclado que se está cumpliendo y garantiza una buena homogeneidad. Para el análisis de esta etapa existen básicamente tres pruebas que nos garantizan la calidad de la mezcla final que son:

- a. Prueba de Tensión - elongación.
- b. Dureza Shore A.
- c. Curva Reométrica.

a. Prueba de Tensión - elongación. Esta primer prueba corresponde al método ASTM D-412 y consiste en vulcanizar una placa estandar de hule de la cual se troquea un espécimen que se somete a una prueba de fatiga a la tensión hasta que se rompe. El aparato que se usa para esto es un dinamómetro que nos registra la carga de ruptura en kilogramos o en libras. Esta carga se relaciona con el área de ruptura del espécimen y podemos calcular la fuerza de resistencia a la tensión en unidades de kg/cm^2 ó lb/in^2 . Durante el desarrollo de esta prueba también se mide como propiedad importante la elongación final del espécimen. Esto se hace colocando una marca con una longitud determinada sobre el espécimen y observando cuantas veces aumenta en porcentaje dicha longitud. También es muy común en la industria hulera determinar con esta misma prueba el módulo 300% que consiste en determinar la fuerza de tensión a una elongación fija del 300%.

En la actualidad existen instrumentos que grafican automáticamente estas tres propiedades de tal modo que el operador solo tiene que leerlas. Algunos aparatos más antiguos dan la medida de las tres propiedades aunque algunas de ellas, dependiendo del aparato, hay que captarlas visualmente.

b. Dureza Shore A. Esta prueba se encuentra normalizada en el

método ASTM D-2240, constituye un buen parámetro para el control del compuesto final o mezcla acelerada. Esta prueba se efectúa con un pequeño instrumento llamado durómetro que consta de una escala graduada generalmente de 1 a 100, una aguja indicadora en la escala y en su parte inferior una aguja o punta de metal que es la que se presiona contra el espécimen de hule vulcanizado, dándonos una lectura determinada. La dureza Shore es un buen auxiliar para la detección de fallas en el estado de vulcanización final del compuesto, es decir nos puede ayudar a saber si aquel es más alto o más bajo de lo normal, entre otras cosas. Sin embargo la dureza Shore es una prueba que no se caracteriza por una gran exactitud, ya que hay factores como la inclinación del aparato, la presión de la mano del operador, la superficie sobre la que se hace la prueba, etc., que originan pequeñas variaciones de una medición a otra. Pero aún con esta desventaja es una prueba que no se recomienda omitir para el control de mezclas aceleradas y también para el producto final. Es una prueba muy generalizada en la industria hulera desde las pequeñas compañías manufactureras de piezas de hule hasta las grandes fabricantes de llantas.

c. Curva Reométrica. Esta prueba se haya normalizada en el método ASTM D-2084. Las pruebas anteriores son efectuadas sobre especímenes de hule vulcanizado, por lo tanto nos representan el estado del compuesto en un punto determinado de su historia calorífica o curva de vulcanización. La prueba de reometría nos genera una curva isoterma que registra el comportamiento del hule antes, durante y después de la vulcanización. El proceso de vulcanización completo puede ser analizado interpretando varios segmentos de la curva, la cual se desarrolla en las coordenadas de torque (lb-in) vs. tiempo (min). Para propósitos de control de mezclas finales no pueden leer en dicha curva los siguientes parámetros:

- a. Torque o viscosidad inicial.
- b. Torque o viscosidad mínima.
- c. Torque o viscosidad máxima.
- d. Tiempo a dos unidades sobre la viscosidad mínima.
- e. Tiempo al 50% de vulcanización.
- f. Tiempo al 90% de vulcanización.

Es muy común actualmente para efectos de control, el uso de -- una gráfica patrón con los límites inferior y superior. Contra esta gráfica que puede ser transparente se compara cada curva de prueba y se tiene un método rápido de aprobación o rechazo (ver figura 4-23). Para la prueba se requiere un Reómetro. -- Hace algunos años se usaron aparatos más sencillos llamados -- curómetros y actualmente se han desarrollado los Reómetros capilares que son más sofisticados, así como sistemas computarizados que se adaptan al aparato principal y en los cuales se -- pueden memorizar los límites de diferentes compuestos y hacer cálculos estadísticos. Para efectuar la prueba se usan unos -- 40 g. , aproximadamente del compuesto sin vulcanizar y dependiendo de la temperatura de prueba, se determina la duración -- de la misma. Para pruebas de control se recomiendan temperatu-- ras altas del orden de 180-200°C con lo cual el tiempo de prue-- ba se reduce a 4-10 minutos.

En cuanto a la frecuencia de cada una de las pruebas se reco-- mienda que todas ellas se efectúen al 100% de las mezclas. Lo anterior es indispensable ya que las dos primeras que son la -- de tensión elongación y dureza Shore A, son siempre exigidas -- en las especificaciones de las partes automotrices (Ver figura 4-34) y deben por lo tanto ser checadas mezcla a mezcla, ya -- que en cada una de ellas puede haber variaciones por deficiencias en el mezclado, la pesada, etc., y es la única forma que-- podemos garantizar a nuestros clientes uniformidad en nuestros lotes aprobados. Por otro lado la tercera y no menos importan

RHEOMETRIA
PATRON

MOTOR: _____ COMPUESTO: _____ FECHA: _____
RANGO: _____ CLAVE: _____ SUSTIT. A: _____
ARCO: _____ TEMP. _____ °C Vo. Bo.: _____

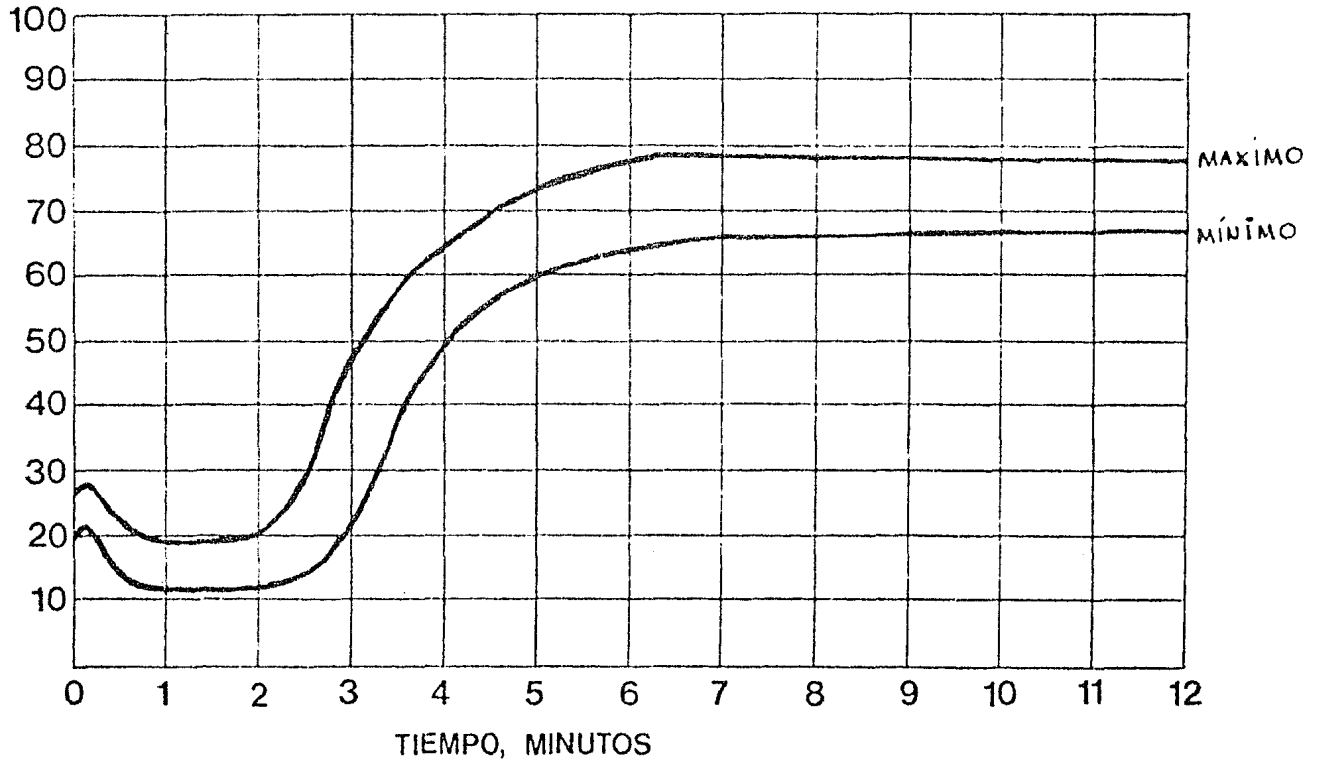


FIG. 4-23. CURVA PATRON PARA APROBACION Y RECHAZO DE RHEOMETRIAS.

te prueba de reometría es un valioso auxiliar de la homogeneidad de nuestro proceso y aún más sus resultados son fácilmente correlacionables con los resultados de las dos primeras pruebas, así mismo constituye un elemento muy útil para nuestro control interno del proceso y por ende de la calidad final.

Dependiendo de la disponibilidad de personal y aparatos lo anterior se deberá llevar a efecto y en todo caso los departamentos Técnico y de Aseguración de Calidad determinarán dichas frecuencias para cada tipo de formulación y emitirán una "Especificación de Compuesto Final". Se recomienda un formato como el de la figura 4-24, donde además del tipo de prueba, los límites de aceptación y las frecuencias de prueba se deberá indicar las referencias a los métodos de prueba.

Aseguración de Calidad de acuerdo a esa especificación, exigirá al Laboratorio se efectúen las pruebas correspondientes y en base a los resultados comparados frente a los límites de la especificación, dará su disposición de aprobación o rechazo.

Será también su responsabilidad identificar los lotes aprobados y segregar los lotes rechazados. Para lo anterior se recomiendan tarjetas como las de la figura 4-25.

Se deberá tener especial cuidado de que el material segregado como rechazado se le de una disposición rápida ya sea de recomposición, adición o desperdicio para evitar que por algún error llegue a las líneas de producción. Al igual que en el caso anterior es indispensable el llevar un registro sistemático de los resultados y disposiciones en esta etapa, ya que esto resulta una herramienta indispensable para el análisis estadístico de cada fórmula o compuesto, también constituye una valiosa fuente de información para resolver o explicar problemas posteriores de proceso y hasta de producto terminado.

ESPECIFICACION DE COMPUESTO FINAL

CLAVE COMPUESTO:	FECHA ESPEC.	MAQUINA:
USO:	TABLA A:	TECNICO:

CARACTERISTICAS DE VULCANIZACION

PRUEBA	METODO	LIMITES		FRECUENCIA
		MINIMO	MAXIMO	

PROPIEDADES FISICAS

PRUEBA	METODO	LIMITES		FRECUENCIA
		MINIMO	MAXIMO	

OBSERVACIONES:

FIG. 4-24 ESPECIFICACION DE COMPUESTO FINAL.

COMPUESTO FINAL

APROBADO

CLAVE: _____

CANT. MEZCLAS: _____ APROBO: _____

NO. DE C/MEZCLA: _____ FECHA: _____

COLOR: VERDE
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION.

COMPUESTO FINAL

RECHAZADO

NO USAR

CLAVE: _____

CANT. MEZCLAS: _____ FECHA: _____

NO. DE C/MEZCLA: _____ RECHAZO: _____

COLOR: ROJO
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

FIG. 4-25 TARJETAS DE APROBACION Y RECHAZO DE COMPUESTO FINAL.

4.3 CONTROL DE PREFORMAS.

La operación de preformado como se describe en el capítulo de procesos - (sección 3-2) es aquella en que al hule ya mezclado y acelerado, se le da una forma lo más similar posible a la que tendrá como producto final, con el objeto de facilitar el proceso de vulcanización, evitar grandes cantidades de desperdicio en forma de rebaba, problemas de flujo, etc..

Hasta este punto los procesos para todas las piezas automotrices son similares y es aquí en el preformado donde se diversifican dependiendo del tipo de que se traten, de tal modo que tenemos:

- A. Piezas moldeadas
 - a) por compresión
 - b) por transferencia
 - c) por inyección
- B. Piezas extruídas rígidas
- C. Piezas extruídas porosas

Preformas de piezas moldeadas.

a) Por compresión. Dentro de éste grupo de piezas tenemos partes como topes, parachoques, soportes, resortes de amortiguación, bujes, sellos, tapones, boquillas, pasacables, etc.

Estas piezas normalmente se moldean y vulcanizan en prensa hidráulica con moldes que contendrán el mayor número posible de cavidades. El preformado de éstas piezas se puede hacer de varias formas como se vió en la sección 3.2. La más común y rentable económicamente es el uso de la extrusora de pistón. El volúmen y peso de la preforma se obtiene en la máquina con el dado apropiado y la velocidad de corte.

Las variables que afectan el volúmen y el peso de la preforma son la densidad del material, las variaciones de temperatura del hule de alimentación, ya que éste se precalienta, la presión del pistón y desde luego la velocidad de corte.

La densidad de las mezclas se controla en el Laboratorio como vimos en el Inciso de control de mezclas maestras (sección 4.2), por lo cual a la máquina preformadora no debe llegar material que este fuera de la especificación de densidad, correspondiente al compuesto usado. En lo que toca a peso y volumen deberá existir una especificación de preforma para cada pieza, la cual deberá contener los límites en la variación de dichos parámetros. En la figura 4-26 se sugiere un formato para dicha especificación.

Dicho documento debe contener necesariamente la forma de la preforma con sus medidas y tolerancias. Por ejemplo: forma cilíndrica regular con una base de $4\text{cm} \pm 0.4\text{ cm}$. de diámetro y una altura de $6\text{cm} \pm 0.6\text{ cm}$. Lo anterior se puede complementar con un dibujo simplificado o bosquejo de la figura de la preforma. Esto en ocasiones se vuelve indispensable, ya que existen algunas preformas, que tienen formas muy irregulares, las cuales son más fácil de representar en un dibujo, que con descripciones numéricas exclusivamente. En aquéllos casos de preformas muy complicada solo se señalarán en el dibujo las medidas principales que sea necesario verificar, por ejemplo base principal, base menor, altura total, etc. En aquellas figuras que tengan radios normalmente no es necesario medirlos.

Los lotes se deben muestrear y entregar las muestras correspondientes al Laboratorio, para que se hagan las mediciones correspondientes. Para el peso se recomienda usar una balanza de precisión adecuada, acorde a los pesos que se van a verificar; lo mismo para la longitud se deberá usar un Vernier si es posible y si no una escala metálica o flexómetro con graduación adecuada a la medición a efectuar.

Las tolerancias para cada pieza se determinarán por experiencia ya que las piezas presentan diferentes grados de dificultad. Así por ejemplo aquéllas que tienen forma regular pueden tener mayor tolerancia en sus dimensiones, a diferencia de las de forma irregular que requieren de mayor precisión, ya que suelen presentar muchos problemas de flujo y de llenado de la cavidad de el molde. En ocasiones dichas tolerancias solo se pueden determinar por el método de ensayo y error. Es importante señalar por otro lado que la sección de Aseguración de la Calidad deberá identificar-

ESPECIFICACION DE PREFORMA

(MOLDEO POR COMPRESION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. DIMENSIONES

LA PREFORMA DEBE TENER UNA FORMA SIMILAR A LA DE UN CONO TRUNCADO CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

b (BASE MENOR) = 6 ± 1.8 cm

B (BASE MAYOR) = 7.5 ± 2.0 cm.

h (ALTURA) = 13 ± 2.5 cm.

(VER FIGURA ANEXA)

II. PESO

LA PREFORMA DEBE PESAR $125g \pm 2.0g$

III CARACTERISTICAS DE VULCANIZACION

VERIFICAR PROPIEDADES REOMETRICAS CONTRA CURVA PATRON EP-22.

OBSERVACIONES:

VIGILAR QUE LAS PREFORMAS NO TENGAN OCLUIDAS BURBUJAS DE AIRE ATRAPADO DURANTE EL PREFORMADO.

los lotes de preforma como "Pendientes No Usar", hasta que tenga en su poder los resultados del laboratorio y compare contra la especificación de la preforma.

Una vez hecha dicha comparación el departamento de Aseguración de Calidad deberá dar dispersión de los diferentes lotes. Al igual que en otros casos se recomienda el uso de tarjetas de aprobación y rechazo de colores - verde y rojo respectivamente, como las de la figura 4-27. Se debe guardar un registro de los resultados obtenidos para los diferentes lotes de preforma, lo cual es de gran utilidad para resolver diferentes problemas de producción, para mejorar eficiencias, ahorrar material, etc. Por ejemplo podemos relacionar el peso de la preforma con la generación de desperdicio en forma de rebaba y con éste tomar decisiones técnicas en la forma o peso de las preformas.

b) Por transferencia. Son típicas de este proceso muchas partes automotrices del tipo hule-metal. En este caso las dimensiones de la preforma no son tan críticas como en el caso de las preformas moldeadas. Sin embargo existen otras propiedades como el peso y la temperatura que si deben ser controladas. Este tipo de preformas normalmente se precalientan antes de ser vulcanizadas, para mejorar las propiedades de flujo. Por ésta razón, el control de esta preforma caerá dentro de la especificación de preformado en la sección de procesos (sección 5.4.1.2) en donde las verificaciones se hacen por medio de auditorías, ya que por lo general la preforma se prepara justo antes de efectuar la prensada, de tal manera que el inspector de calidad con cierta frecuencia deberá ir hasta la prensa y tomará la preforma que este lista para vulcanizarse y hará las mediciones indicadas en la especificación de preformado.

En este caso no se emitirá una tarjeta de aprobación y rechazo, sino que solamente se verificará la especificación completa con una lista de comprobación; si la especificación no se esta cumpliendo se dará aviso al supervisor de producción para que éste tome las medidas correctivas de inmediato, de no ser así el proceso no debe continuar. Ya sea que se este cumpliendo o no la especificación, se deberá guardar un registro adecuado de

PREFORMA

APROBADA

CLAVE: _____ APROBO: _____
LOTE: _____ FECHA: _____

COLOR: VERDE
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

PREFORMA

RECHAZADA

CLAVE: _____ RECHAZO: _____
LOTE: _____ FECHA: _____

COLOR: ROJO
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

FIG. 4-27 TARJETAS DE APROBACION Y RECHAZO DE PREFORMAS.

Las formas que se llenaron con todos los datos de la inspección.

c) Por inyección. En este renglón se incluyen todo tipo de piezas cuyas formas son demasiado irregulares, que contienen muchos radios, o bien -- piezas que en el moldeo por compresión no fluyen adecuadamente. Como ejemplos se pueden citar guardapolvos, ventanillas laterales fijas o alas, fuelles, pasacables, boquillas, tapones muy pequeños, etc. Este tipo de proceso tiene cada vez más aceptación en la industria hulera Mexicana de partes automotrices, por su gran productividad, siendo ya muy antiguo en Estados Unidos y más aún en Europa. La gran ventaja de este método es que generalmente se trabaja a muy altas temperaturas y adicionalmente a esto se usa una cámara de precalentamiento, lo cual da como resultado ciclos de vulcanización muy cortos.

El hecho de trabajar a condiciones de temperatura tan drásticas, trae consigo la necesidad de un estricto control de dos propiedades de la preforma: la viscosidad Mooney y el tiempo de quemado. Otras propiedades como el peso por metro de la preforma, el ancho y el espesor de la tira de alimentación, se verifican en menor grado ya que no representan variables críticas para el proceso y normalmente las tolerancias son más abiertas en éstas últimas que en las mencionadas inicialmente. Se sugiere un formato como el de la figura 4-28 para el control de este tipo de preforma. En algunos casos la parte correspondiente a dimensiones se omite ya que en algunas plantas el material se corta directamente de las láminas que salen de los mezcladores, justo antes de efectuar la operación de inyección. Lo anterior no quiere decir que dichas variables ya no se verifiquen sino -- que se convierten en una variable de proceso y quedarán incluidas en la especificación de proceso de moldeo por inyección.

Para la disposición de aprobación y rechazo se recomiendan tarjetas como las de la figura 4-27, idénticas a las de moldeo por compresión. Los registros de las pruebas efectuadas a éstas preformas deberán archivar -- sistemáticamente. Lo anterior es de gran importancia, ya que si bien es cierto que el moldeo por inyección es un proceso altamente productivo, -- también es cierto que con pequeñas variaciones en las condiciones del ma-

ESPECIFICACION DE PREFORMA

(MOLDEO POR INYECCION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PROPIEDADES DE QUEMAMIENTO Y VISCOSIDAD

- A. QUEMAMIENTO MOONEY A 138°C (ASTM D-1646) T+20: 8 ± 0.5 MINUTOS.
- B. VISCOSIDAD MOONEY MLI+ 4 A 100°C (ASTM D-1646): 35 ± 5 UNIDADES MOONEY

II. DIMENSIONES DE LA TIRA

- C. ANCHO DE TIRA: 6.0 ± 1.0 cm.
- D. ESPESOR DE TIRA: 1.5 ± 0.5 cm.
- E. PESO POR METRO DE LA TIRA: 210 ± 5.0 g/METRO

III. CONDICIONES DE ALMACENAJE

- F. LA TIRA YA ALMACENADA DEBE IR CUBIERTA CON SOLUCION ANTIADHERENTE, PARA EVITAR QUE SE PEGUE ENTRE SI E INTERRUMPA LA ALIMENTACION. COMO OTRA OPCION SE PUEDE USAR POLIETILENO LIMPIO ENTRE CAPA Y CAPA SI ES QUE LA TIRA SE CORTA DIRECTAMENTE DE LA MISMA ANTES DE LA INYECCION.

OBSERVACIONES:

terial, se generan muy diversos problemas en el proceso y producto terminado debido a las condiciones tan drásticas de presión y temperatura; por lo tanto el llevar los historiales de cada compuesto basta para resolver problemas que se presentan y que aparentemente son de difícil solución.

Preformas de piezas extruídas rígidas. En este renglón se incluyen piezas tales como perfiles para sellos de ventanillas, parabrisas y medallones, juntas, retenes, cajas, sellos de gran longitud, etc.

La mayoría de las piezas rígidas que se extruyen se vulcanizan en vapor -abierto y su perfil normalmente ya no cambia en éste último proceso, por lo cual los compuestos estan diseñados para tener una gran estabilidad dimensional en estado no vulcanizado. Lo anterior nos lleva a deducir que el principal punto de control en las preformas de piezas extruídas rígidas será la verificación de los diferentes perfiles de la pieza en estado no vulcanizado o crudo, antes de que puedan pasar al proceso de vulcanización.

La forma más comun de hacer esta verificación es rebanando una sección -- del perfil lo suficientemente delgada para proyectarla en un amplificador de imágenes, para después compararla contra un plano también amplificado, el cual además deberá incluir las tolerancias mínima y máxima a la deformación con respecto al nominal. Un ejemplo de dicha plantilla de pasa no-pasa se ejemplifica en la figura 4-29. En la mayoría de las ocasiones las mismas compañías armadoras proporcionan dichos planos y en algunas ocasiones hasta las tolerancias ya marcadas en ellos, las cuales se establecen en base a pruebas funcionales de montaje y deben ser estrictamente respetadas.

Dependiendo de la constancia del proceso de extrusión y las características del material, la forma de nuestros perfiles se mantendrá dentro de -- las tolerancias. Los tamaños de muestra que se tomarán para hacer la verificación de perfil dependerán en gran medida de dicha constancia.

La disposición que el departamento de Aseguración de Calidad emita en es-

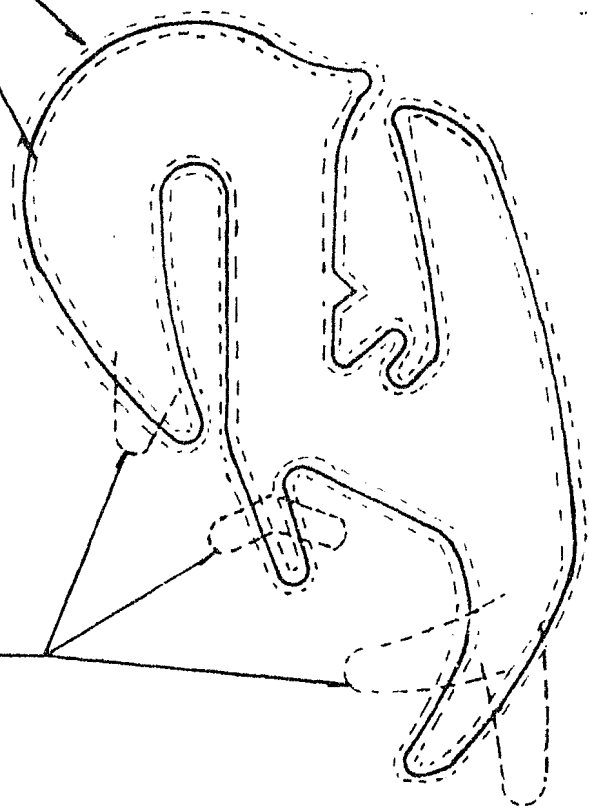
ITE MAXIMO

ITE MINIMO

DERIVACIONES

DE

DERIVACION



4-29 PLANTILLA PARA APROBACION O RECHAZO
DE PERFILES EXTRUIDOS

te punto es de gran importancia ya que los lotes que sean aprobados pueden ya pasar al proceso siguiente que es la vulcanización y los rechazados son enviados a reproceso. Una disposición inadecuada nos puede generar una gran cantidad de piezas vulcanizadas defectuosas, que en la inspección final se detectarán al verificar su perfil, no teniendo ya en ese momento la posibilidad de recuperación.

El uso de tarjetas de aprobación y rechazo en este punto se ha demostrado que no es muy útil o funcional, ya que debido al gran manejo que sufren los contenedores de las piezas, es muy fácil que se desprendan. Por esa razón se sugiere el uso de pinturas tipo spreado, la cual se rocía sobre cada contenedor y deja marcadas casi a todas las piezas con su color de aprobación y rechazo y en conjunto forma una raya que facilita mucho su identificación, de tal modo que los operarios de producción fácilmente pueden identificar un lote con una raya verde, como aquel que está listo para ser vulcanizado y todo aquel que presente una raya roja deberá enviarse de inmediato al reproceso, así mismo los que no tengan pintura, por ningún concepto se deberán usar ya que están en proceso de análisis.

Preformas de piezas extruídas porosas. En este caso el perfil extruido no tiene la forma definitiva que tendrá la pieza como producto terminado, ya que después del preformado pasa por un proceso de moldeo, durante el cual el material al esponjar adquiere la dimensión del molde que es su forma definitiva. En este caso las pruebas de control consisten a similitud del caso anterior en tomar una sección del perfil crudo y compararla contra un plano amplificado en un proyector de imágenes. Desde luego en este caso las tolerancias son mucho más amplias, ya que la única condición que se verifica es que la preforma se acomode correctamente dentro de la cavidad del molde y puede considerarse como un complemento de la verificación de peso del extruido, ya que una sección arriba o por abajo de las tolerancias puede indicarnos fallas en el control de peso durante la extrusión. Las formas correspondientes a la especificación y a las formas de aprobación son idénticas a las de los extruidos rígidos. A pesar de ser muy similares las formas de control de los extruidos rígidos y porosos se agrupan aparte porque los chequeos de cada uno tienen objetivos diferen-

tes: en el caso de los extruídos rígidos las tolerancias de los perfiles son mucho más estrictas porque en cierta medida se están verificando variables del producto terminado; en el caso de los porosos el perfil es menos crítico ya que solo se están controlando y previendo problemas de acomodamiento y de flujo en el molde.

El otro punto de control importante para los extruídos porosos es el peso por metro lineal del extruído, el cual se debe incluir en la especificación para cada tipo de compuesto. En la figura 4-30 se ejemplifica una especificación de extruídos que aplica para los rígidos y porosos. La identificación en el material para aprobación y rechazo también en este caso se puede hacer con pinturas tipo espray verde y rojo, dependiendo de -- los contenedores que se usen para almacenar el extruído poroso; en algunas ocasiones se usan recipientes cilíndricos tipo "olla" con asas de sujección en las cuales se pueden colocar también etiquetas amarradas con hilo, que fácilmente identifican cuando un material está aprobado o rechazado.

En este punto concluyen todas las etapas por las que pasa el material antes de ser vulcanizado y convertirse en producto final. El control del -- proceso de vulcanización se analiza detalladamente en el capítulo 5 y la última etapa que verificaremos en esta sección será el producto terminado.

4.4 CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO

Esta etapa constituye el último punto de control de nuestro producto antes de ser recibido por nuestro cliente. Por otro lado, como se menciona - en el capítulo 1; todas las compañías armadoras cuentan con sus propias - especificaciones de producto terminado, las cuales hacen llegar a sus proveedores, para puntualizar todos los requerimientos del producto que van a comprar. Estas especificaciones incluyen las dimensiones precisas en un - dibujo con todas sus tolerancias o características especiales. Incluyen - también todas las pruebas a que deben someterse las partes, indicando el método de prueba y las tolerancias en los resultados de dichas pruebas.

ESPECIFICACION DE PREFORMA

(EXTRUIDOS RIGIDOS Y POROSOS)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELADA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. DIMENSIONES DE LA TIRA EXTRUIDA

- A. CHECAR PERFIL SEGUN PLANTILLA EPEX-29 (VER FIGURA 4-29)
- B. PESO POR METRO DE LA TIRA EXTRUIDA: 125 ± 3 g/m.
- C. LONGITUD DE CADA TIRA: 2560 ± 11 mm.

II. PROPIEDADES DE VULCANIZACION (Y ESPONJAMIENTO EN EL CASO DE POROSOS)

- D. RHOMETRIA. EFECTUARLA A 160°C Y COMPARAR CONTRA CURVA PATRON EPEX-55 (VER FIGURA 4-23)
- E. (SOLO PARA EXTRUIDOS RIGIDOS) PROPIEDADES FISICAS
 - e1) DUREZA SHORE A (METODO ASTM D-2240): $57 \pm 3^{\circ}$ SHORE A.
 - e2) TENSION DE RUPTURA (METODO ASTM D-412): 90 ± 5 kg/cm²
 - e3) ELONGACION FINAL (METODO ASTM D-412): 300% MIN.
- F. (SOLO PARA EXTRUIDOS POROSOS) GRADO DE ESPONJAMIENTO
 - f1) EN MOLDE ESTANDAR CON UNA MUESTRA DE 3g. MEDIR GRADO DE ESPONJAMIENTO QUE DEBERA SER DE: 2cm. MIN.

III. CONDICIONES DE ALMACENAJE

- F. (SOLO PARA EXTRUIDOS RIGIDOS) VERIFICAR QUE TODO EL LOTE DE TIRAS ESTE BIEN ACOMODADO EN LAS CHAROLAS LIBRES DE DEFORMACIONES Y CURVATURAS. AL SEPARARLAS EL ANTIADHERENTE DEBERA SER SUFICIENTE PARA UNA SEPARACION FACIL SIN DEJAR MARCAS EN LAS TIRAS EXTRUIDAS.
- F. (SOLO PARA EXTRUIDOS POROSOS) VERIFICAR QUE LA TIRA CONTINUA NO SUFRA DEFORMACIONES CAUSADAS POR UN EXCESO DE PESO. LA "OLLA" DEBERA TENER UN MAXIMO DE 12 VUELTAS Y SUFICIENTE TALCO ENTRE CAPA Y CAPA PARA EVITAR LA ADHESION ENTRE TIRAS .

OBSERVACIONES:

El fabricante de dichas piezas tiene que asegurarse de que dicha especificación se cumpla, realizando en su laboratorio todas las pruebas requeridas antes de liberar el material para su embarque.

Es difícil hablar de una especificación común a todos los productos de hule automotrices, ya que cada compañía armadora tiene sus requisitos muy particulares y por la gran variedad de partes en un automóvil. Por lo tanto debemos establecer una especificación por cada parte que se entregue. En las figuras 4-31, 4-32 y 4-33 se ejemplifican algunos formatos típicos de especificaciones de producto terminado para los diferentes tipos de piezas que hemos analizado aquí. En general pensamos que la mayoría de partes automotrices de hule puede caer en alguno de estos grupos y el formato de su especificación podrá ser similar a uno de éstos. Sin embargo habrá excepciones de piezas de mayor complicación como aquéllas que incluyen insertos plásticos, metálicos, flock, etc. para los cuales el formato será diferente.

En la primera sección de cada especificación se analiza lo correspondiente a dimensiones, que pueden ser peso, longitud, ancho, espesor, radios, etc. Normalmente en ésta sección es necesario referirse a un dibujo el cual nos señalará todas las dimensiones con sus tolerancias. En algunos casos en lugar de un plano o adicional a el, se hace referencia a una muestra estandar autorizada por el armador de autos.

La segunda parte de la especificación hace referencia a la apariencia de la pieza y nos marca variables que van desde el color, aspecto, olor, textura, imperfecciones del acabado, burbujas, ampollas, contaminaciones, gránulos, hoquedades, etc. En muchos casos las especificaciones solo señalan estas características como atributos, es decir quedan sujetos a una apreciación visual y es difícil medirlos, o bien mandan a una comparación contra un estandar autorizado, como es el caso del color.

En la práctica se recomienda en estos casos el crear estandares fotográficos del tipo pasa-no-pasa de estas características, poniéndolos al alcance de los inspectores y auditores de Calidad para normar su criterio de a

ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO

(ARTICULOS MOLDEADOS)

CLAVE INTERNA: _____

FECHA ESPEC.: _____

CLAVE CLIENTE: _____

CANCELA: _____

NOMBRE DE LA PIEZA: _____

TECNICO: _____

I. DIMENSIONES

A. LAS DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DE ESTA PIEZA DEBEN CONFORMAR CON EL PLANO EPT-3)

B. PESO DE LA PIEZA TERMINADA: $62 \pm 4g$.

II. APARIENCIA

C. COLOR: NEGRO SEGUN MUESTRA ESTANDAR PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.

D. ACABADO: LA SUPERFICIE DEBERA SER TERSA, LIBRE DE BURBUJAS, AMPOLLAS, CONTAMINACIONES, GRANULOS, HOQUEDADES, ETC. (VER MUESTRARIO DE DEFECTOS APROBADO POR EL CLIENTE CON LOS GRADOS MAXIMOS DE ACEPTACION).

III. PRUEBAS FISICAS

E. DUREZA SHORE A (SEGUN METODO ASTM D-2240)

e1) EN ESTADO ORIGINAL: $60 \pm 5^{\circ}$ SHORE A

e2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: $+3^{\circ}$ SHORE A

F. TENSION DE RUPTURA (SEGUN METODO ASTM D-412)

f1) EN ESTADO ORIGINAL: $120kg./cm^2$ MIN.

f2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: -15% MAX. VARIACION

G. ELONGACION FINAL

g1) EN ESTADO ORIGINAL: $350 \pm 50\%$

g2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: -100% MAX. VARIACION

H. DEFORMACION PERMANENTE

h1) 22HS. A $100^{\circ}C$: 35% MAX.

I. PRUEBA DE DURABILIDAD

i1) DESPUES DE 20,000 CICLOS EN MAQUINA DE FATIGA SEGUN METODO PTM-33, NO DEBE ROMPERSE NI AGRIETARSE.

III. PRUEBAS QUIMICAS

J. MATERIAL: HULE CLOROPRENO Y SBR (MEZCLA) (VER ESPECTRO FOTOMETRIA PATRON APROBADA POR EL CLIENTE).

K. RESISTENCIA A SOLVENTES

k1) CAMBIO DE PESO EN GASOLINA NOVA 24HS A $20^{\circ}C$: $+3\%$ MAX.

k2) CAMBIO DE PESO EN ACEITE PARA MOTOR SAE-40, 24HS. A $70^{\circ}C$: $+5\%$ MAX.

L. RESISTENCIA A OZONO

l1) DESPUES DE SOMETER LA PIEZA A LA PRUEBA DE 48HS. A $23^{\circ}C$, CON 100PPHM DE OZONO Y 60% DE HUMEDAD RELATIVA NO DEBE PRESENTAR GRIETAS AL OBSERVAR LA PIEZA CON UN AUMENTO DE 2X. (LA PIEZA DEBERA INTRODUCIRSE FLEXIONADA EN UN RADIO DE 30mm.)

FIG. 4-31 ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO PARA ARTICULOS AUTOMOTRICES MOLDEADOS.

ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO

(ARTICULOS EXTRUIDOS RIGIDOS)

CLAVE INTERNA: _____
CLAVE CLIENTE: _____
NOMBRE DE LA PIEZA: _____

FECHA ESPEC.: _____
CANCELA: _____
TECNICO: _____

I. DIMENSIONES

- A. LAS DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DE ESTA PIEZA DEBEN CONFORMAR CON EL PLANO EPT-32. EL PERFIL SE --
CHECARA CONTRA PLANTILLA PATRON EPT-22. (VER FIGURA 4-23)
- B. PESO DE LA PIEZA TERMINADA: $860 \pm 6g$.

II. APARIENCIA

- C. COLOR: NEGRO SEGUN MUESTRA ESTANDAR PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.
- D. ACABADO: LA SUPERFICIE DEBE SER LISA LIBRE DE GRUMOS, CONTAMINACIONES, HOQUEDADES, MARCAS, DEFORMACIONES, ETC. (VER MUESTRARIO AUTORIZADO POR EL CLIENTE CON GRADOS MAXIMOS DE ACEPTACION Y CON DESCRIPCION DE ATRIBUTOS MODIFICADOS A VARIABLES)

III. PRUEBAS FISICAS

- E. DUREZA SHORE A (SEGUN METODO ASTM D-2240)
- e1) EN ESTADO ORIGINAL: $57 \pm 3^{\circ}$ SHORE A.
e2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: $+3^{\circ}$ SHORE A
- F) TENSION DE RUPTURA (SEGUN METODO ASTM D412)
- f1) EN ESTADO ORIGINAL: 90 kg/cm^2 MIN.

f2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: -15% MAX. VARIACION

G. ELONGACION FINAL

- g1) EN ESTADO ORIGINAL: $350 \pm 50\%$
g2) ENVEJECIDA 24HS. A $70^{\circ}C$: -50% MAX. VARIACION

H. RESISTENCIA DE LA UNION

- h1) EN UN DINAMOMETRO MEDIR LA CARGA NECESARIA PARA SEPARAR UNA UNION. DEBERA SER: 50kg. MIN.

III. PRUEBAS QUIMICAS

- I. MATERIAL: HULE NATURAL Y/O SBR (VER ESPECTROFOTOMETRIA PATRON APROBADA POR EL CLIENTE)
- J. RESISTENCIA AL OZONO
- j1) DESPUES DE SOMETER LA PIEZA A LA PRUEBA DE 48HS. A $23^{\circ}C$, CON 100 PPHM DE OZONO Y 60% DE HUMEDAD RELATIVA, NO DEBE PRESENTAR GRIETAS AL OBSERVAR LA PIEZA CON UN AUMENTO DE 2X (LA PIEZA DEBERA INTRODUCIRSE FLEXIONADA EN UN RADIO DE 30mm)
- K. RESISTENCIA AL MANCHADO DE PINTURA
- k1) EN UNA PLACA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE COLOCAR UNA SECCION DE 2mm DE ESPESOR, BAJO UN PESO DE 30g/cm² DURANTE 48HS. A $70^{\circ}C$: NO DEBE MANCHAR LA PLACA.

ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO

(ARTICULOS EXTRUIDOS POROSOS)

CLAVE INTERNA: _____

FECHA ESPEC.: _____

CLAVE CLIENTE: _____

CANCELA: _____

NOMBRE DE LA PIEZA: _____

TECNICO: _____

I. DIMENSIONES

- A. LAS DIMENSIONES Y TOLERANCIAS DE ESTA PIEZA DEBEN CONFORMAR CON EL PLANO EPT-33
- B. PESO: 300 \pm 9 g.

II. APARIENCIA

- C. COLOR: SEGUN MUESTRA ESTANDAR APROBADA POR EL CLIENTE. LA PIEZA DEBE PRESENTAR EN SU EXTERIOR UNA CAPA DE TALCO IMPREGNADA EN SU SUPERFICIE.
- D. ACABADO: LA SUPERFICIE DE LA PIEZA DEBERA FORMAR UNA "PIEL" LISA, LIBRE DE POROS. NO DEBE PRESENTAR AMPOLLAS DE GAS ATRAFADO, ARRUGAS, DOBLECES, MARCAS DE FLUJO, HOQUEDADES, GRIETAS, ETC. (VER MUESTRARIO A PROBADO POR EL CLIENTE CON LOS GRADOS MAXIMOS ACEPTABLES PARA ESTOS DEFECTOS).

III. PRUEBAS FISICAS

- E. RESISTENCIA A LA DEFORMACION POR COMPRESION
- e1) CARGA DE DEFORMACION A 3mm : 1.5kg. MAX.
- F. DEFORMACION PERMANENTE (METODO ASTM 9-395)
- f1) DESPUES DE 22HS. A 70°C.: 30% MAX.

f2) DESPUES DE 24HS A 100°C.: 45% MAX.

G. RESISTENCIA DE UNION

- g1) EN UN DINAMOMETRO MEDIR LA CARGA NECESARIA PARA SEPARAR UNA UNION. DEBERA SER: 7kg. MIN.

III. PRUEBAS QUIMICAS

- H) MATERIAL: HULE ETILENO PROPILENO (EPDM). SEGUN ESPECTROFOTOMETRIA PATRON APROBADA POR EL CLIENTE.
- I) RESISTENCIA AL OZONO
- i1) DESPUES DE SOMETER A LA PIEZA A LA PRUEBA DE 48HS. A 23°C, CON 100PPHM DE OZONO y 60% DE HUMEDAD RELATIVA, NO DEBE PRESENTAR GRIETAS AL OBSERVAR LA PIEZA CON UN AUMENTO DE 2X. (LA PIEZA DEBERA INTRODUCIRSE FLEXIONADA EN UN RADIO DE 30 mm.)
- J) RESISTENCIA AL MANCHADO DE PINTURA
- j1) EN UNA PLACA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE COLOCAR UNA SECCION DE 2mm DE ESPESOR, BAJO UN PESO DE 30g/m DURANTE 48HS. A 70°C. NO DEBE MANCHAR LA PLACA.

ceptación y rechazo. Otra práctica recomendable es convertir dichos atributos en variables. De esto se citan algunos ejemplos a continuación:

Si la especificación dice:

Se puede especificar internamente así:

No se permiten gránulos notorios en la pieza.

Sólo se permiten 2 gránulos de 1mm de diámetro en una superficie de 4cm².

Solo se permiten pequeñas-hoquedades en la pieza.

No se permiten hoquedades de más de -- 0.5 mm de diámetro en la pieza. Si se presentan de diámetros menores, solo se permiten 4 hoquedades distribuidas en la pieza en forma regular.

No se aceptan burbujas que puedan afectar la funcionalidad de la pieza.

Se aceptan hasta 3 burbujas de 1.6mm - de diámetro, siempre y cuando una pieza con este defecto, pase la prueba de fatiga o durabilidad X.

Estas variables deberán ser acordadas con el armador y se convierten en herramientas excelentes para la labor de inspección, eliminando en gran medida las discrepancias de apreciación que se suelen presentar entre los departamentos de Producción y de Aseguración de Calidad y aún con el cliente mismo. Así mismo se eliminan algunas vaguedades que suelen presentar las especificaciones automotrices.

Esta sección de la especificación puede en algunos casos reforzarse con una inspección al 100%, anexándola a una función productiva, de tal forma que el último operario por el cual pasan todas las piezas, puede emprender una labor de selección auxiliándose de estándares fotográficos o muestras tipo de cada defecto. Este operario puede ser el desvirador, empacador, cuenta piezas, ensamblador final, etc. Una retroalimentación adecuada de esta actividad se puede convertir en una herramienta muy efectiva del Auditor de Aseguración de Calidad.

La tercera parte de la especificación esta constituida por las pruebas fi

sicas en las cuales casi el 100% de las armadoras especifican: dureza Sho re A, tensión de ruptura, elongación final, todas éstas en especímenes eg tandar originales y envejecidos en aire por varios períodos de tiempo a - determinada temperatura. Dependiendo del tipo de pieza dichas pruebas se- pedrán correr también en especímenes sacados de las mismas. Para otro ti- po de piezas se puede además solicitar pruebas de desgarre, deformación - permanente, abrasión, etc. También se incluyen las llamadas pruebas de du rabilidad, de fatiga o de vida, en las cuales se pretende en un corto pe- ríodo de tiempo y mediante una prueba acelerada simular o tratar de pre- determinar la duración que tendrá una pieza en servicio.

Todas estas pruebas deberán efectuarse necesariamente en el Laboratorio - con los métodos estándar de prueba que señalan las normas. Si esto no fue ra posible se debe establecer una correlación muy precisa entre los méto- dos de prueba o aparatos propios y los del cliente armador. Si no se pue- den llevar a cabo o no se cuenta con los aparatos se debe acudir a un La- boratorio externo. Por último vale la pena señalar que dentro de ésta sec- ción de pruebas físicas se incluyen normalmente las pruebas de montaje, - de servicio o de funcionalidad que normalmente se llevan a cabo en las -- instalaciones del proveedor, ya que es difícil contar con unidades o auto móviles o secciones de ellos a nuestra disposición, aunque en algunos ca- sos las armadoras suelen proveer de partes de sus unidades tales como vi- drios o ventanerías, puertas, perfiles metálicos y en algunos casos hasta carrocerías, para que el mismo fabricante de la parte hulera pueda hacer pruebas en su propia fábrica. Por ningún motivo se deben dejar de efectuar dichas pruebas como rutina, ya que son uno de los mejores parámetros de - la calidad de nuestras partes.

Por último la sección de pruebas químicas y especiales que incluye ensa- yos como los de resistencia a fluidos, aceites de motor, de transmisión, - gasolinas, líquidos anticongelantes, etc. También incluye pruebas de re- sistencia al envejecimiento por ozono, resistencia a la decoloración, al manchado de pinturas automotivas, o de sustratos de vinilo, PVC, o texti- les. Resistencia a ácidos, bases o agentes químicos específicos. Lo ante- rior solo por citar algunos ejemplos, ya que en este renglón se incluye -

una amplísima variedad de pruebas y ensayos que sería difícil ejemplificar a todos.

Como se observa cada parte automotriz incluye una gran lista de pruebas y verificaciones que el auditor de aseguramiento de calidad deberá comprobar antes de dar su liberación o rechazo. En la tabla 4-34 se ejemplifica en forma muy general los diferentes tipos de partes automotrices que hemos tratado contra las diferentes pruebas, también en forma muy general que deben cumplir.

Por lo común cada que se audita un lote no se corren normalmente todas -- las pruebas que señala la especificación, existen algunas pruebas que sí deberán efectuarse de rutina para su liberación y otras que se efectúan con diferente periodicidad. Es deseable que la frecuencia de cada prueba se mencione de ser posible en las especificaciones de producto terminado 4-31, 4-32 y 4-33. Dicha frecuencia se puede fijar de acuerdo con el departamento de Aseguración de Calidad del armador ya que ellos tienen la experiencia e información acumulada y conocen sus necesidades de verificación para cada tipo de prueba. Queda en forma opcional como fabricantes el cerrar dichas frecuencias, para asegurar más nuestro proceso de liberación y además de acuerdo a la presencia de problemas intermitentes también se pueden aumentar dichas frecuencias temporalmente, hasta que el -- problema se tiene completamente controlado. Por ejemplo supongamos que -- debido a problemas de escasez de materia prima una pieza presenta constantes problemas de manchado a la pintura automotiva y la especificación señala que dicha prueba se debe efectuar una vez por mes; ante esto podemos reducir la frecuencia de la prueba hasta una vez por lote hasta que el -- problema desaparezca y regresemos a su frecuencia normal.

El mecanismo de liberación o rechazo de lotes se inicia cuando los departamentos productivos entregan sus lotes ya habiendo pasado por una selección al 100% de los defectos más obvios de apariencia. En este punto el auditor de calidad tomará una muestra de dicho lote y de acuerdo a su especificación para dicha parte, iniciará sus verificaciones. El tamaño de

PARTES	PRUEBAS																				
	Dureza Shore A	Fuerza de Tensión	Elongación	Desgare	Abrasión	Envejecimiento a 70°C	Envejecimiento a 120°C	Resistencia a la luz	Resistencia a Ozono	Manchada a pintura	Manchada a textiles	Manchada a PVC	Resistencia a gasolina	Resistencia a aceites y grasas	Deformación permanente	Resistencia al frío	Resistencia	Deformación	Propiedades dieléctricas	Intemperismo	Decoloración con agua
Sellos de ventana ó cañuelas	X	X	X	-	-	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X
Sellos porosos para puerta y cajuela	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	-
Pasacables	X	X	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Soportes de suspensión	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-
Guarda polvos de juntas	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
Empaques circulares	X	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Retenes interiores	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	X	X	-	-	-
Remates de defensa	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	X
Topes y vivos de defensa	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X
Mangueras para aceite	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Mangueras para gasolina	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Cejas para limpiaparabrisas	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	X
Tapete ó cubrepisos	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapones de tambor de llanta	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-
Mangueras de aire caliente	X	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-

FIG. 4-34. LOS ARTICULOS AUTOMOTRICES Y SUS PRUEBAS MAS COMUNES

de muestra y los niveles de aceptación pueden ser tomados de los mismos métodos de muestreo de los armadores o bien se pueden usar los métodos reportados por "Militar Standar".

El auditor efectuará todas las pruebas que estén a su alcance y solicitará al Laboratorio aquellas que le correspondan. En el transcurso de tiempo entre el muestreo y la disposición final, el lote deberá identificarse con una etiqueta de pendiente en color amarillo como la que se ilustra en la figura 4-35. Una vez que se tienen todos los resultados el auditor comparará dichos valores contra la especificación y dará su decisión final. Para ésto colocará al lote etiquetas de color verde si está aprobado o rojas si está rechazado. En ocasiones y con algún tipo de piezas también se puede usar para el caso de rechazo un listón rojo adhesivo con la leyenda continua de "rechazado" el cual se adhiere en todas direcciones alrededor del lote. Dichas formas de disposición se ejemplifican en las figuras 4-36 y 4-36-A. No debe olvidarse que estas etiquetas a diferencia de las que se han venido usando son las que llegarán hasta el cliente armador, por lo tanto se puede incluir en ellas la razón social del fabricante, asimismo se deberán fabricar con material muy resistente ya que el manejo será mayor, finalmente la forma de sujeción también deberá ser lo suficientemente firme para evitar que se desprenda en el trayecto a la planta armadora.

Cuando la etiqueta de aprobado es colocada el paso siguiente es la entrega al armador sin mayor trámite. Cuando la disposición del lote es "rechazado" se pueden dar los siguientes casos:

a. Rechazo definitivo. El material se debe enviar a destrucción, lo cual debe verificar y registrar Aseguramiento de Calidad. Por ejemplo: Un sello de ventana que fué fabricado con un material equivocado y no cumple ningún requisito físico, ni químico aunque dimensionalmente está correcto.

b. Selección 100%. Consiste en seleccionar todo el lote separando aquellas piezas que presenten un defecto de apariencia o dimensional fácilmente de

PRODUCTO TERMINADO

PENDIENTE

CLAVE: _____

NO. LOTE: _____

CANT. PZAS.: _____ FECHA: _____

COLOR: AMARILLO
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

FIG. 4-35 TARJETA DE PENDIENTE PARA PRODUCTO TERMINADO.

CIA. ELABORADORA DE PARTES DE HULE



APROBADO

CLAVE: _____

NO. PZAS.: _____

NO. LOTE: _____

APROBO: _____

FECHA: _____

COLOR: VERDE
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION.

CIA. ELABORADORA DE PARTES DE HULE



**PRODUCTO
RECHAZADO**

CLAVE: _____

NO. PZAS.: _____

NO. LOTE: _____

RECHAZO: _____

FECHA: _____

COLOR: ROJO
MATERIAL: CARTON CON ORIFICIO
DE FIJACION

FIG. 4-36 TARJETAS DE APROBACION Y RECHAZO PARA PRODUCTO TERMINADO.

COLOR: Rojo con leyendas negras
de "RECHAZADO"

MATERIAL: Cinta Adhesiva

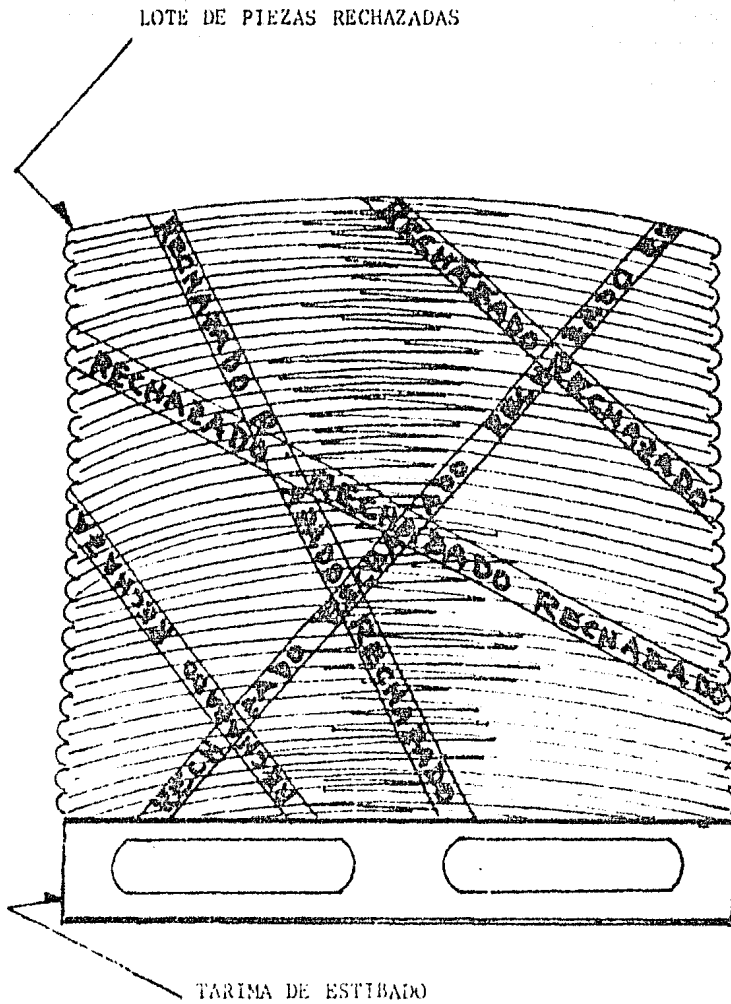


FIG. 4-36A LISTON DE RECHAZO PARA PIEZAS ESTIBADAS

tectable. Por ejemplo: Se medirán todas las juntas de puerta para eliminar aquellas que estén por arriba del valor máximo tolerable. O bien se revisarán todos los empaques que presenten ampollas. Los lotes ya seleccionados deberán presentarse nuevamente al auditor de Calidad para su -- aprobación, tanto el escogido como bueno, así como el defectuoso para verificar su destrucción y registro.

c. Retrabajo. Esta disposición implica la eliminación o reparación de un defecto, de un cierto porcentaje de piezas o de el lote completo. Por ejemplo un lote de partes moldeadas que fué rechazado por un desvirado -- inadecuado se puede reacondicionar efectuando la eliminación de rebabas -- adecuadamente. Al igual que en el caso anterior el material retrabajado deberá presentarse al auditor de Calidad para su aprobación si procede.

Cabe señalar aquí que en cualquiera de los tres casos el material deberá ser segregado de inmediato y colocado en una zona lejana a la de disposición final para evitar posibles confusiones en los envíos al cliente.

Es de vital importancia en este punto llevar los registros de los resultados de las pruebas efectuadas ya que son los únicos documentos que en -- caso de auditorías o reclamaciones del cliente armador, darán una constancia de que las pruebas fueron efectuadas, por lo cual todos los resultados recabados deberán ampararse por una firma del analista, jefe de Laboratorio, jefe de Aseguramiento de Calidad, etc.

Se sugiere el uso de tarjetas con un formato similar al de las figuras -- 4-37 y 4-38 para llevar dichos registros los cuales deberán archivar de 3 a 5 años. Este período de tiempo también está previsto por la armadora y se llega a un acuerdo con ellos del tiempo que se requieran guardar.

Desviaciones

En aquellos casos en que los resultados de la auditoría indican que una o más variables salen de los valores especificados y dependiendo de la -- gravedad de dichas diferencias y del tipo de prueba que violan, así como

EXTRUIDOS

CLAVE INTERNA: _____

CLIENTE: _____

NO. DE PLANO: _____

FECHA	NOTA	VALOR	PRUEBAS DE LABORATORIO				PERFIL	LONGITUD	PESO	OBSERVAC.	DISPOSIC.
			GRUPO	TEXTURA	PH	HEMEDA					

FIG. 4-37. REGISTRO PARA PRODUCTO TERMINADO. EXTRUIDOS.

- 30 -

su posible afectación al producto terminado, se puede intentar la aprobación del lote mediante una "Desviación". El mecanismo sugerido para dicha desviación podría ser el siguiente:

1. El departamento de Aseguramiento de Calidad rechaza el lote por estar una o más variables fuera de especificación.

2. Un departamento de la Compañía que puede ser el departamento Técnico, de Ingeniería o de Ventas (nunca Aseguramiento de Calidad) convocará a -- una reunión en la cual se fijarán algunas condicionantes o pruebas adicionales o complementarias para determinar si el lote es sujeto de desviación. Los argumentos para la desviación pueden ser: El defecto se presenta en un porcentaje mínimo, el defecto no afecta funcionalidad, el defecto es exclusivamente de apariencia, la especificación es inalcanzable, aunque esta fuerza de especificaciones la propiedad excedida mejora el material, etc.

3. Una vez cumplidas estas condiciones o pruebas en consenso se determina que el lote puede ser sujeto de desviación.

4. Se presenta al armador una Solicitud de Desviación en la que se señala claramente la cantidad afectada, el defecto y los argumentos o pruebas que respaldan la solicitud. (Ver formato sugerido figura 4-39).

5. Si el armador acepta la desviación, se aprueba el lote identificando perfectamente que va amparado por una desviación de la cual se anota un número consecutivo.

6. Si la armadora no acepta la desviación el lote se rechaza definitivamente.

Con esto termina el proceso por etapas de Aseguración en Planta y solo -- restan recomendaciones de Aseguración externas tales como:

SOLICITUD DE DESVIACION

CIA. ELABORADORA DE PARTES DE HULE

NO. DE SOLICITUD DE DESVIACION: _____

1. CLAVE DE LA PIEZA: _____

2. NOMBRE DE LA PIEZA: _____

3. LOTE NO.: _____

4. CANTIDAD DE PIEZAS APECTADAS: _____

5. LAS PIEZAS DE ESTE LOTE NO CUMPLEN LA ESPECIFICACION CORRESPONDIENTE EN LOS SI _____
CIENTES PUNTOS (DAR DETALLES, PORCENTAJES Y VALORES NUMERICOS EXACTOS): _____

6. RAZON Y JUSTIFICACION POR LA CUAL SE SOLICITA LA DESVIACION: _____

7. RESULTADOS DE PRUEBAS ADICIONALES O COMPLEMENTARIAS: _____

8. MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EVITAR ESTE DEFECTO: _____

9. DISPOSICION (MARQUE CON UNA X): APROBADA _____ RECHAZADA _____
APROBACION CONDICIONAL _____ (VER ABAJO)

APROBACION CONDICIONADA A: _____

FIRMA PROVEEDOR

FIRMA CONSUMIDOR

l. Establecer un estrecho contacto entre los departamentos de Aseguramiento de Calidad y Laboratorio con los correspondientes de la armadora con los siguientes objetivos.

- a. Estandarizar métodos de prueba.
- b. Efectuar chequeos cruzados de Laboratorio.
- c. Si no se cuenta con equipo de Laboratorio idéntico al de ellos, efectuar correlaciones de los resultados contra los de ellos.
- d. Efectuar en sus instalaciones pruebas muy complicadas o especializadas.
- e. Conseguir materiales de prueba tales como láminas recién pintadas, tramos de vinilo, de PVC, textiles, etc.
- f. Proporcionar muestras de productos para pruebas especiales o adicionales.
- g. Aclaraciones por rechazos.
- h. Seguimiento de desviaciones.
- i. Conocer la aplicación o el funcionamiento real de las partes.
- j. Efectuar pruebas de montaje en la línea de ensamble o funcionales.
- k. Obtener documentos traducidos del idioma de origen del armador.
- l. Actualización de especificaciones.
- m. Labor de relaciones públicas ya que finalmente ellos son los clientes y de los debe dar un buen servicio.

Con este punto finaliza el capítulo correspondiente al Control de Materiales, que como ya se ha dicho es el control de cada estación del proceso, es decir es la verificación en puntos predeterminados, de que el proceso se va cumpliendo conforme a las especificaciones de diseño. Como se ob-servó cada etapa debe ser controlada estrechamente para llegar a la culminación que es el producto terminado, en donde mediante una auditoría se comprobará que todas las etapas se han cumplido adecuadamente, o bien se detectarán fallas en algunas de ellas.

Pero para llegar con éxito a cada una de esas etapas, es necesario pasar por un proceso previo a cada una de ellas, el cual tiene diferentes varia

bles. Si logramos controlar las variables de dicho proceso en ciertos lí
mites tolerables, las diferentes etapas arrojarán en el "Control de Mate-
riales" resultados positivos.

El control de dichas variables del proceso será motivo de análisis del _
Capítulo V, denominado Control de Procesos.

CAPITULO V

CONTROL DE PROCESOS

En capítulos anteriores se han revisado los controles necesarios para los materiales propiamente dichos que son: Materia prima, mezclas maestras, compuestos finales, preformas y producto terminado. En todos estos casos el control consiste en un muestreo, un análisis y un resultado que comparado contra un estandar proporcionará información de si el lote es aceptable o bien si está defectuoso. Se puede decir que el control de materiales es simplemente un mecanismo de detección en las diferentes etapas del proceso productivo que señalará si dicho proceso se está cumpliendo de acuerdo a lo planeado o por el contrario si se presentó una falla en el mismo. Sin embargo este control por si solo no garantiza la constancia del proceso. Por lo tanto en este capítulo se analizarán algunos mecanismos para "producir la calidad", es decir verificar en cada punto del proceso que éste se está llevando a cabo adecuadamente.

Los puntos ó etapas de control que se revisarán, se han dividido en:

- 5.1 Pesadas del material
- 5.2 Mezclado de maestras
- 5.3 Mezclado de compuesto final
- 5.4 Preformado
- 5.5 Vulcanización

Antes de entrar en materia en este capítulo es necesario aclarar que en todos los procesos productivos que se van a analizar, es indispensable contar con la colaboración del Departamento de Producción ya que mediante una eficiente supervisión enfocada no sólo a la cantidad, sino a la calidad se podrá ayudar a tener materiales dentro de especificaciones en las diferentes etapas de proceso.

Esto es de vital importancia, ya que el departamento de Aseguración de Calidad solo es un instrumento de detección, el cual señalará fallas, errores; problemas que se presenten a lo largo del proceso y en algunas ocasiones en colaboración con los departamentos de ingeniería o técnicos podrá señalar medidas correctivas y en este punto sus funciones terminan. Posteriormente intervienen los departamentos de producción quienes llevarán a cabo las medidas o acciones correctivas, buscando que las anomalías que se presenten no se repitan o su frecuencia baje en la medida de lo posible.

Si no se cuenta con esta concientización y colaboración del departamento de producción el departamento de aseguración de calidad por excelente que sea, solo se convertirá en un almacén de estadísticas de datos de fallas, problemas, errores, lo cual no ayudará a resolver los problemas de la calidad final del producto. Dichas fallas originarán un aumento en el costo del proceso ya que la cantidad de materiales para reproceso se elevará considerablemente.

Para contar con la colaboración y lograr la concientización, se sugiere que el departamento de Aseguración de Calidad promueva algunas pláticas o conferencias o simplemente juntas dirigidas a la supervisión general, a los jefes de sección e inclusive a los operadores, mediante las cuales se les haga sentir la importancia de sus funciones en el proceso.

Estas reuniones no deben ser tan frecuentes que cansen a los participantes, ni tan poco frecuentes que los mismos pierdan la sensación de su participación en la calidad de los productos. Como recomendación y dependiendo de las necesidades de cada planta se pueden hacer mensual o bimestralmente. En dichas pláticas es importante que el departamento de aseguración de calidad incluya en el temario los siguientes puntos:

- a. Estadísticas históricas y actuales de fallas de los procesos y materiales. Con dichos datos se podrá hacer notar si dichos errores tienden a aumentar o a disminuir.

e. En base a lo anterior se deben fijar objetivos de porcentajes de error o falla en el proceso, revisando en cada sesión el cumplimiento o incumplimiento de dichos objetivos, así como posibles causas y soluciones de los mismos.

c. Importancia del proceso para obtener materiales de calidad y productos de calidad.

d. Importancia de la calidad de los productos que elabora la compañía ante los clientes y estadísticas de rechazo de los mismos

Si se logra la conciencia y la colaboración del departamento de producción, el departamento de Aseguración de la Calidad será visto como un aliado y no como un enemigo, se habrá logrado ganar una buena parte del objetivo.

5.1 PESADAS DEL MATERIAL

Para este punto del proceso se sugiere establecer un sistema de -- control de patrullaje, mediante auditorías, efectuadas por inspectores del departamento de Aseguración de la Calidad, los cuales -- acudirán sin previo aviso y bajo un programa de chequeos hecho al azar, al departamento de pesadas. Los puntos que más se deben verificar en esta etapa son:

- 5.1.1 Identificación de Materiales
- 5.1.2 Iluminación del Area
- 5.1.3 Básculas Adecuadas
- 5.1.4 Calibración de Básculas
- 5.1.5 Manejo de Sobrantes
- 5.1.6 Peso de Materiales

5.1.1 Identificación de Materiales

Este punto es vital en el éxito de pesadas adecuadas. -- Existen en esta industria una gran gama de materiales - como indicamos en el capítulo de Materia Prima, en presen- taciones muy variadas tales como líquidos, pastas, pol- vos, sólidos, emulsiones, soluciones, etc. Desde luego - dentro de dichos materiales pueden existir grandes simi- litudes. Así por ejemplo dentro del grupo de los elastó- meros sintéticos tenemos que todos ellos son vendidos en pacas de forma similar y muchos son fáciles de confundir entre sí, una vez que se ha retirado la envoltura que - traen consigo. Los negros de humo son a los ojos de -- cualquier persona común idénticos. Así podemos enumerar al resto de los componentes de una fórmula hulera. Las confusiones pueden suceder fácilmente si el departamen- to de pesadas no tiene una identificación adecuada en -- todas las materias primas que llegan a este departamento.

En general podemos decir que para los materiales de gran volumen tales como hules, negro de humo y aceites se - pueden destinar áreas perfectamente delimitadas y de ser posible con letreros claros visibles colgando sobre de ellos. En general se pueden seguir los mismos lineamien- tos que en el inciso correspondiente a materia prima del capítulo de Control de Materiales. Para los ingredien- tes de menor volumen se recomienda el uso de tambores - perfectamente identificados y con una tapa apropiada - para evitar contaminaciones. La auditoría de pesadas ca- lificará todas estas condiciones.

5.1.2 Iluminación

Para este tipo de trabajo los manuales de producción re-

omendan una iluminación de 100 bujías (una bujía es la intensidad de luz que produce una vela estandar a un pie de distancia). Un foco de filamento incandescente de -- 100 Watts produce una iluminación de 5 bujías.

Como se vé la cantidad de luz requerida es grande y ésto es debido a que generalmente en la industria hulera siem pre hay en el ambiente una buena cantidad de polvos a pe sar de los equipos colectores. Esta atmósfera produce dos efectos: Uno de ellos es que la visibilidad de los letreros de identificación de los materiales sea difícil a distancias grandes; también se dificulta ver las esca las de las balanzas (Ver inciso d) así como de las cará tulas de las mismas. Por todo lo anterior el auditor - deberá verificar que la iluminación sea suficiente para ver con claridad y sin titubeos los letreros de identifi cación y las balanzas. Así por ejemplo será su obliga ción reportar si la atmósfera está demasiado contaminada a un grado tal que impida una buena visibilidad, si falta alguna lámpara o bien, si tiene baja intensidad o está - centellando etc; cualquiera de estas condiciones será -- calificada como inaceptable.

5.1.3 Básculas Adecuadas

Este punto se refiere a la sensibilidad de los instru - mentos de medición. Es decir se deberán tener básculas de un rango apropiado al tipo de pesadas que se están -- efectuando. Por ejemplo para efectuar una pesada de - 0.100 Kg. no se deberá usar una báscula de 50.00 Kg. cuya división mínima es de 0.500 Kg. Por el contrario tampoco se deberá hacer una pesada de 10.00 Kg. en una báscula - cuyo peso máximo es justamente 10.00 Kg.

En general podemos decir que para elegir la balanza adecuadamente hay que considerar dos factores que son: La capacidad máxima de la balanza y la división mínima. La capacidad máxima se debe escoger en base al monto de las pesadas que se harán en ella, buscando que dichos valores caigan en la región central del instrumento, evitando en lo posible que las pesadas correspondan a los extremos. Por ejemplo si las pesadas caen en valores entre 2.00 a 8.00 Kg. una balanza de capacidad máxima de 10.00 Kg. será la ideal. O bien si las pesadas a efectuar van de los 10.00 a los 90.00 kg. una báscula de 100.00 Kg. es la más apropiada.

El otro factor a considerar es la división mínima la cual está relacionada con el valor de las pesadas y las tolerancias que se tienen en las pesadas. Por ejemplo si la pesada que se va a efectuar es de 7.500 Kg. con una tolerancia de 0.100 Kg. se requiere de una báscula con división mínima de 0.100 Kg. o menos. Si las pesadas a efectuar son de 57.00 Kg. \pm 0.500 Kg. la división mínima deberá ser de 0.500 Kg. o menos.

En la auditoría de pesadas se considerará como punto inaceptable el que no se esté usando la báscula de sensibilidad adecuada de acuerdo a los criterios anteriores.

5.1.4 Calibración de Básculas

La auditoría en este punto consiste en verificar la veracidad de los instrumentos con pesos patrón. Es decir el auditor deberá contar con una serie de pesos muertos de valor certificado y conocido para proceder a esta verificación. Así por ejemplo si va a verificar una báscula

de 10.00 Kg. se deberá checar con pesos de 3.00, 5.00 y 8.00 Kg. (las dos primeras juntas dan el tercer chequeo). Es muy importante verificar también que cuando la balanza está libre marque exactamente cero, ya que esto es una fuente de error muy común. Así con la balanza marcando cero, se colocan los pesos muertos los cuales deberán -- dar el valor esperado con una cierta tolerancia que puede ir de un 1% a un 2% máximo.

Cualquier valor diferente a la tolerancia será señalado_ como un punto no aceptable en la auditoría.

5.1.5 Manejo de Sobrantes

Este inciso está relacionado con el 5.1.1 ya que el punto fundamental es una buena identificación. Se señala por separado para darle mayor énfasis ya que por experiencia se sabe que las confusiones de sobrantes no identificados son una de las más frecuentes fuentes de error en el área de pesadas.

Siempre se encontrará en una zona de pesadas sobrantes - que ayudarán a revisar este punto de la auditoría, la - cual consistirá en preguntar al encargado del área que muestre algunos de ellos y éstos deberán encontrarse perfectamente bien identificados y "empacados" o sea que -- deben encontrarse en un recipiente que evite su fuga, ya sean botes, bolsas, sacos o costales, los cuales deberán identificarse apropiadamente. El hecho de estar bien -- cerrados tiene como objeto adicional la posible contaminación a otros ingredientes.

Vale la pena aquí, mencionar una condición completamen-- te inaceptable, que es muy común hallar en una zona de -

pesadas y que es la de colocar un sobrante en el empaque vacío de otro ingrediente, el cual tenga la identificación original del proveedor.

Por otro lado se recomienda colocar los sobrantes cerca o junto a la misma fuente que le dió origen de ser esto posible.

5.1.6 Pesada del Material

El último punto a verificar de la auditoría de pesadas y no por ello de menor importancia, sino por el contrario la culminación de la misma, es propiamente la comprobación del peso de los ingredientes.

Se dice que es la culminación ya que es indispensable haber pasado por los cinco puntos anteriores para que este sea exitoso. Como un ejemplo de lo anterior se puede decir que no podrá hacerse una comprobación del peso con una balanza sucia, con la carátula cubierta de polvo y que una vez descubierta observamos que estando vacía, la aguja indicadora no marca exactamente el cero. Es preciso corregir lo anterior antes de proceder a este sexto punto.

Una vez que la báscula esta en condiciones adecuadas, se procede a esta verificación, que consistirá en tomar un grupo de ingredientes ya pesados que estén listos para ser mezclados y sean separados para su auditoría. El chequeo se hace comparando el peso que marca la fórmula para dicho ingrediente contra el real que determinamos en la balanza. También aquí se tendrá una cierta tolerancia que normalmente va de un 1.5 a 2%.

Si se tiene un auditor con suficiente experiencia además del peso se puede y se debe comprobar que el ingrediente es exactamente el que marca la fórmula, lo anterior se advierte ya que se han detectado en algunas ocasiones un grupo de pesadas hechas con una precisión sorprendente, pero que corresponden a otro ingrediente que no es el especificado en la fórmula.

En este punto se presentan dos diferentes técnicas en cuanto al pesado de ingredientes. Una es aquella en la que ingredientes del mismo orden o volumen de pesado y que se añaden en la misma etapa de mezclado se pesan --- juntos en un mismo recipiente acumulando los pesos de to dos ellos. Por ejemplo es muy común pesar juntos el óxi do de zinc, ácido esteárico y antioxidantes y/o antiozo- nantes en un solo recipiente, ya que al momento de mez- clar se adicionan al mezclador en un solo paso en vez de tres, lo cual además ahorra tiempo.

La otra técnica es aquella en que absolutamente todos los indredientes se pesan por separado en recipientes indivi- duales. En el primer caso la verificación de pesadas se hará con el peso acumulado de los diferentes ingredien- tes y con la inspección visual de que todos ellos estén__ presentes. Lo anterior implica un ligero riesgo ya que por ejemplo si tenemos un grupo de cinco ingredientes - acumulados y uno de ellos tiene un peso bajo fuera de es pecificación este puede ser compensado por los demás. La segunda técnica no presenta ningún problema, ni ries- go y por el contrario facilita la auditoría.

Finalmente resta en este punto la verificación del docu- mento que dicta las pesadas, el cual debe ser la fórmula. Se recomienda el uso de tarjetas grandes tamaño carta en

donde se debe anotar la mencionada fórmula con letras -- y números grandes en forma manual, ya que el uso de fórmulas más pequeñas aunque llenadas a máquina quizá tengan una mejor presentación, pero provocan errores frecuentes por lo pequeño de las letras y números. El auditor debe calificar como inaceptable el uso de papeles -- diferentes a la fórmula. Esto último es muy frecuente -- ya que en ocasiones los supervisores entregan un "papelito" al pesador de hules con las pesadas correspondientes a esos materiales, otro "papelito" al pesador de negros, otro al de aceites y así sucesivamente. Como podrá preverse esto finalmente conduce necesariamente a error -- cuando los "papelitos" se revuelven, pierden, ensucian o confunden con los de otra fórmula. Es por eso que cada pesador deberá tener una copia completa de la fórmula y es recomendable que esté enmicada para que facilite su limpieza, la cual también deberá auditarse.

Se recomienda para la auditoría de pesadas un formato -- como el de la figura 5-1 y para la fórmula en la zona de pesadas se da un ejemplo en la figura 5-2.

5.2 MEZCLADO DE MAESTRAS

Respecto a la auditoría del proceso de mezclado de maestras se revisarán los siguientes puntos:

- 5.2.1 Verificación de Pesadas
- 5.2.2 Orden de Adición de Ingredientes
- 5.2.3 Ciclo de Mezclado
- 5.2.4 Presión de Aire del Pistón
- 5.2.5 Temperatura del Agua de Enfriamiento
- 5.2.6 Temperatura de Descarga

AUDITORIA DE PESADAS

FECHA DE AUDITORIA:

SUPERVISOR:

TURNO:

AUDITOR:

	<u>ACCEPTABLE</u>	<u>REGULAR</u>	<u>INACCEPTABLE</u>
1. IDENTIFICACION	_____	_____	_____
2. ILUMINACION	_____	_____	_____
3. BASCULAS ADECUADAS	_____	_____	_____
4. CALIBRACION	_____	_____	_____
5. MANEJO DE SOBRANTES	_____	_____	_____
6. PESADAS ADECUADAS	_____	_____	_____
7. FORMULA LEGIBLE	_____	_____	_____

*TOTAL DE ACCEPTABLES: _____

TOTAL DE REGULARES: _____

TOTAL DE INACCEPTABLES: _____

***FORMA DE CALIFICACION:**

ACCEPTABLE. CALIFIQUE CON ESTE GRADO AQUELLAS CONDICIONES QUE NO REQUIERAN NINGUNA ACCION CORRECTIVA POR ESTAR COMPLETAMENTE DENTRO DE ESPECIFICACION.

REGULAR. CALIFIQUE CON ESTE GRADO AQUELLAS CONDICIONES QUE REQUIERAN UNA ACCION CORRECTIVA A CORTO PLAZO, PERO NO IMPLICAN LA DETENCION DE LA OPERACION.

INACCEPTABLE. CALIFIQUE CON ESTE GRADO AQUELLAS CONDICIONES QUE REQUIERAN DE UNA ACCION CORRECTIVA INMEDIATA E IMPLICAN LA DETENCION DE LA OPERACION.

OBSERVACIONES ADICIONALES:

FIG. 5-1 AUDITORIA DE PESADAS

FORMULA BASE

CLAVE DEL COMPUESTO:

FECHA:

SERIE VIGENTE:

VO. BO. TECNICO:

<u>INGREDIENTES</u>	<u>PESO KG.</u>	<u>ACUMULADO KG.</u>
SBR-1502	15.680	
PBD-270	2.430	
HULE NAT 20	6.950	<u>TOTAL HULES</u> 25.060
NEGRO HAF	20.640	
CAOLIN DURO	4.170	<u>TOTAL CARGAS</u> 24.810
ACEITE AROMATICO	9.610	
PLASTIFICANTE 22	0.220	
RESINA ABIETICA	1.790	<u>TOTAL PLASTIF.</u> 11.620
OXIDO DE ZINC	1.960	
ACIDO ESTEARICO	1.680	<u>TOTAL ACTUADORES</u> 3.640
ANTIOXIDANTE PBN	0.730	
ANTIOXIDANTE PED	0.590	
INOX 221	0.120	<u>TOTAL ANTIOX.</u> 1.440
TOTALES	<u>66.570</u>	<u>66.570</u>

FIG. 5-2. FORMULA EN ZONA DE PESADAS.

- 5.2.7 Tratamiento en el Molino de Recepción
- 5.2.8 Espesor, Ancho, Longitud Final e Identificación
- 5.2.9 Tipo de Antiadherente y Enfriamiento.
- 5.2.10 Temperatura Máxima y Estilado Después de Enfriamiento

Toda la información anterior debe existir para cada compuesto -- que se desea mezclar, resumiéndola en forma clara y concisa en un documento llamado "Especificación de Mezclado", la cual debe ser emitida por los departamentos Técnico o de Ingeniería.

La forma de desarrollar esta especificación sería motivo de todo otro estudio, por lo cual solo se considerará únicamente que -- ya existe y que el auditor la verificará. Un ejemplo del formato de la especificación de mezclado se describe en la figura 5-3.

5.2.1 Verificación de Pesadas

Como punto inicial el auditor habrá de verificar las pesadas que ya se encuentren listas para ser mezcladas, en lo que se refiera al uso del componente que marca -- la fórmula y a su peso correspondiente. El auditor debe verificar los pesos de todos los elementos de la fórmula y reportar en sus formas aquellas que se encuentren fuera de especificación, así como cualquier observación que juzgue oportuna respecto a identificación, acomodo -- de recipientes usados, contaminación, etc.

5.2.2 Adición de Ingredientes

La especificación de mezclado señala claramente cuál es el orden en que los ingredientes deben adicionarse al -- mezclador. Los parámetros de referencia para la adición pueden ser la temperatura o el tiempo. Si se está especificando una temperatura para la adición de ingredientes

ESPECIFICACION DE MEZCLADO

(MEZCLA MAESTRA)

CLAVE DEL COMPUERTO:

FECHA ESPEC.:

MAQUINA:

CANCELA A:

USO:

TECNICO:

I. CONDICIONES DEL MEZCLADOR

- A. PRESION DE AIRE DEL PISTON: $6-7 \text{ kg/cm}^2$.
B. TEMPERATURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO: $50 \pm 5^\circ\text{C}$.

II. ITINERARIO DE MEZCLADO

C. EFECTUE EL MEZCLADO DE ACUERDO AL SIGUIENTE PROGRAMA DE EVENTOS:

<u>TIEMPO</u>	<u>OPERACION</u>	<u>TEMPERATURA</u>
0 ⁰⁰	INICIE LA OPERACION AGREGANDO TODOS LOS HULES, EL OXIDO DE ZINC Y EL NEGRO DE HUMO. BAJE PISTON.	60°C MAXIMA
1 ¹⁵	AGREGUE EL ACEITE, ACIDO ESTEARICO, RESINA, ANTI--OXIDANTES Y CERAS. PAJE PISTON.	110 \pm 3°C
2 ³⁰	SUBA Y BAJE EL PISTON.	130 \pm 5°C
3 ⁰⁰	DESCARGUE LA MEZCLA.	160 \pm 5°C.

- D. CICLO DE CARGA Y DESCARGA: $0.5 \pm 0.1 \text{ min}$.
E. CICLO TOTAL: $3.5 \pm 0.1 \text{ min}$.

III. RECEPCION EN EL MOLINO

- F. RECIBA LA MEZCLA A UNA ABERTURA DE RODILLOS DE: $6 \pm 2 \text{ mm}$.
G. PASELA UNA VEZ POR EL MOLINO (BAJANDOLA) Y DELE 3 ROLLOS.
H. SAQUE LA MEZCLA DEL MOLINO EN LAMINAS DE:
LARGO DE LAMINA: $1.5 \pm 0.2 \text{ m}$
ANCHO DE LAMINA: $0.6 \pm 0.1 \text{ m}$

IV. ENFRIAMIENTO

- I. CADA LAMINA DEBE PASARSE A TRAVES DE SOLUCION ANTIADHERENTE SEGUN FORMULA EM-03
J. SOMETE LAS LAMINAS A ENFRIAMIENTO MEDIANTE AIRE FORZADO.
K. ESTIBE LA MEZCLA EN TARIMA A UNA TEMPERATURA DE: 35°C MAXIMO.

el mezclador deberá contar con un termopar en la cámara de mezclado y dicho termopar deberá ir conectado a un -- indicador en el tablero principal a la vista del operador y el auditor. Si el parámetro para la adición es el tiempo, simplemente se usará un cronómetro. El auditor debe comprobar que los ingredientes correspondientes se están agregando en el orden establecido y en los momentos adecuados. Cualquier desviación con respecto a la especificación debe ser señalada.

5.2.3 Ciclo de Mezclado

El ciclo de mezclado está formado por el tiempo real de mezclado del compuesto más el tiempo de manejo. Ambos se encuentran señalados en la "Especificación de Proceso". El auditor con un cronómetro deberá verificarlos. Es este uno de los puntos más importantes en todo el proceso de fabricación de una parte de automotriz, ya que deficiencias en el ciclo de mezclado suelen traducirse en pérdida de propiedades.

5.2.4 Presión del Pistón de Aire

Este punto se refiere a la verificación en un indicador de presión, en el tablero en el cual el pistón está ejerciendo una acción sobre la presión señalada en la especificación. Normalmente se tiene una pequeña tolerancia. El auditor reportará el valor observado en el indicador comprobando que es el indicado en la especificación. -- Esta variable es determinante para la calidad del mezclado, ya que presiones inferiores o superiores a la especificada arrojan compuestos de pésima dispersión.

5.2.5 Temperatura del Agua de Enfriamiento

Esta variable se refiere a la verificación de la temperatura del agua usada como refrigerante en los rodillos de mezclado. La temperatura que se especifica normalmente es la de salida. Dependiendo de la sofisticación del equipo mezclador podemos comprobar la temperatura de una o varias zonas de mezclado. En equipos sencillos solo se controla el agua de los rodillos, pero en otros más completos, además de dicha zona se controla la temperatura de los lados o extremos de la cámara de mezclado y de la compuerta de descarga. La verificación dependiendo de la condición del equipo se puede medir con un termómetro de mercurio, cuando el agua de salida descargue en forma abierta y si la descarga es a través de una tubería completamente cerrada, ésta deberá contener un termopar que conecte a un indicador de temperatura confiable.

Muchas anomalías del mezclado y en ocasiones hasta errores de pasada pueden ser detectadas a través de esta variable ya que la generación de calor del proceso de mezclado, debe ser dentro de cierta tolerancia una constante.

5.2.6 Temperatura de Descarga

Esta es una variable tan importante dentro del proceso que además de verificarse a través de un termopar que se encuentra dentro de la cámara de mezclado y que está conectado a un indicador del tablero, debe chequearse directamente sobre el hule cuando se deposite al molino de recepción mediante un pirómetro que cuente con una extensión que pueda introducirse en la masa de hule caliente. Esta operación requiere de cierta destreza ya que por el tipo de maquinaria es peligrosa y debe hacerse con rapi-

debe para evitar que el hule se enfríe y registre una temperatura falsa. Normalmente se chequean dos o tres mezclas para determinar con cierta confianza la temperatura de -- mezclado.

Esta variable es el parámetro que marca el punto óptimo de mezclado, por lo cual su verificación es de vital importancia en el proceso.

5.2.7 Tratamiento en el Molino de Recepción

La especificación de mezclado proporciona los detalles de qué es lo que debe hacerse con la mezcla en los molinos de recepción. Todo este tratamiento deberá verificarlo el auditor de proceso.

Básicamente el chequeo consiste en observar las condiciones del molino de recepción antes de la llegada de la -- mezcla, la abertura de los rodillos, el número de pasadas por el molino (rollos) y si la especificación lo indica, comprobar que el operador toma una muestra representativa de la mezcla y la identifica. El tiempo que transcurre durante esta operación debe ser congruente con el -- ciclo total del compuesto en cuestión.

5.2.8 Espesor, Ancho Final e Identificación

En este punto la especificación indica las dimensiones de las láminas previas al enfriamiento. Estas comprobaciones puede hacerlas fácilmente el auditor con un flexómetro de bolsillo ya que las tolerancias normalmente son amplias. El siguiente punto corresponde a la -- identificación que debe incluir la clave del compuesto, el número de carga, fecha, turno y número consecutivo.

Es opcional y dependiendo del tipo de compuesto se deberá anotar todos los datos en cada lámina de la mezcla o hacerlo en forma alterna. Si la laminación no es intermitente, sino continua se recomienda anotar la identificación al principio y al final.

Se recomienda que el auditor de un vistazo a las muestras previas, para comprobar que el consecutivo de cargas no tiene errores.

5.2.9. Tipo de antiadherente y enfriamiento

La especificación debe señalar si el compuesto debe o no empaparse o pasarse a través de solución antiadherente, señalando el tipo del mismo, pudiendo ser jabón de potasio, estearato de zinc u otras soluciones especiales. El auditor además de verificar todo lo anterior debe juzgar si la cantidad que queda impregnada en la lámina, es suficiente para evitar la adherencia entre las mismas al ser estibadas. El siguiente punto a comprobar es si el enfriamiento es a base de agua o de aire o de una combinación de ambos.

5.2.10 Temperatura máxima y estibado después del enfriamiento

Finaliza en este punto el proceso de mezclado de muestras y resta por verificar la temperatura máxima que el hule debe tener después del enfriamiento y antes de almacenarse, la cual oscila con ciertas tolerancias alrededor de los 38°C . Esta temperatura debe medirse con un pirómetro directamente sobre el hule. La otra parte a comprobar son las instrucciones de estibado tales como número máximo de cargas por tarima, uso de sustancias antiadherentes como talcos u otros, identificación,

etc. El formato sugerido para la auditoría del proceso de "Mezclado de Maestras" se muestra en la figura 5-4. En los formatos de esta sección se presupone el uso de un Bambury o Mezclador Interno para el mezclado; sin embargo también puede hacerse en un molino abierto en cuyo caso las formas se simplifican, ya que por ser este último un equipo más rudimentario cuenta con menor instrumentación, siendo menos las variables a controlar. Otra aclaración pertinente es que en el punto 5.2.2 no se menciona a la integración de potencia como parámetro indicativo de la adición de ingredientes ni como señalamiento del punto óptimo final de mezclado. Esta es una variable que ya se encuentra incluida en los equipos modernos y al decir de algunos investigadores es más confiable que la temperatura y el tiempo como parámetro de mezclado.

5.3 MEZCLADO DE COMPUESTO FINAL.

El control del proceso de mezclas maestras es muy similar al del compuesto final, ya que como se describió en el capítulo IV, estos dos constituyen de hecho en un solo proceso, que por conveniencia de inventarios, seguridad y algunas otras ventajas de índole técnica se divide en dos partes. En una de ellas se mezclan los ingredientes que por su volumen son los más importantes en la fórmula y que no tienen nada que ver con la vulcanización del hule y en la segunda que corresponde al compuesto final, que es el que revisamos en este punto, se agregan ingredientes de muy poco volumen pero que son determinantes en los procesos siguientes y las características finales de la parte automotriz.

De hecho todas las variables analizadas en los incisos 5.2.1 a 5.2.10 son las mismas que se deben verificar en este caso. Si bien es cierto, que algunas de ellas como la temperatura de descarga y las condiciones de enfriamiento son más críticas, lo cual se

AUDITORIA DE MEZCLADO

(MEZCLA MAESTRA)

CLAVE DEL COMPUESTO:

FECHA:

MAQUINA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. VERIFICACION DE PESADAS		
a) PESO INGREDIENTES	SEGUN FORMULA AM-04	
2. CONDICIONES DEL MEZCLADOR		
a) PRESION DE AIRE PISTON:	6-7 kg/cm ²	
b) TEMPERATURA AGUA DE ENFRIAMIENTO:	50± 5°C.	
3. ITINERARIO DE MEZCLADO:		
	<u>TIEMPO</u>	<u>TEMPERATURA</u>
a) ADICION DE HULES, OXIDO DE ZINC Y NEGRO DE HUMO	0'00''	60°C MAXIMO
b) ADICION DE AVEITE, ACIDO ES TEARICO, RESINA, ANTIOXIDANTES Y CERAS	1'15''	110±3°C
c) SUBIDA Y BAJADA PISTON	2'30''	130±3°C
d) DESCARGA DE MEZCLA	3'00''	160± 3°C.
4. COMPLEMENTO AL CICLO DE MEZCLADO		
a) CICLO DE CARGA Y DESCARGA:	0.5± 0.1 min.	
b) CICLO TOTAL:	3.5± 0.1 min.	
5. RECEPCION EN EL MOLINO		
a) ABERTURA RODILLOS:	6± 2 mm.	
b) TRABAJO MEZCLA:	1 BAJADA y 2 ROLLOS	
c) DIMENSIONES LAMINA	LARGO: 1.5±0.2 m ANCHO: 0.6± 0.1m	
6. ENFRIAMIENTO		
a) SOLIDOS SOLUCION:	8% MAXIMO	
b) ENFRIAMIENTO:	AIRE FORZADO	
c) TEMPERATURA ESTIBADO:	35°C. MAXIMA	

FIG. 5-4. AUDITORIA DE MEZCLADO. MEZCLA MAESTRA.

controlará con tolerancias muy estrictas en las mismas.

Por esta razón para cubrir este inciso solo se ejemplifica una Especificación de Mezclado de Compuesto Final y una Forma de Auditoría de Mezclado de Compuesto Final en las figuras 5-5 y 5-6 respectivamente. Solo resta decir que en ocasiones las auditorías de --mezclado ya sea de mezcla maestra o compuesto final son valiosos -auxiliares para explicar algunos resultados anormales de las pruebas de laboratorio descritas en el capítulo IV correspondiente a -estas etapas del proceso.

5.4 PREFORMADO .

Los controles de proceso y las formas de auditoría que se han revisado en los tres incisos anteriores, son comunes para cualquier parte automotriz de hule y en general se podría decir que hasta para cualquier parte no automotriz siempre y cuando sea de hule. A partir del preformado los procesos empiezan a ser más particulares y características dependiendo del tipo de parte automotriz de que se trate. Se consideran dos puntos fundamentales:

5.4.1 Preformado de Partes Moldeadas

5.4.2 Preformado de Partes Extruídas

5.4.1 Preformado de Partes Moldeadas

Como se revisó en los Capítulos III y IV existen dentro del moldeo tres diferentes modalidades para vulcanizar partes automotrices de hule y cada una de ellas tiene un proceso diferente de preformado y por lo tanto un control diferente:

5.4.1.1 Preformado de Partes Moldeadas por Compresión

5.4.1.2 Preformado de Partes Moldeadas por Transferencia.

ESPECIFICACION DE MEZCLADO

(COMPUESTO FINAL)

CLAVE DEL COMPUESTO:

FECHA ESPEC.:

MÁQUINA:

CANCELA A:

USO:

TÉCNICO:

I. CONDICIONES DEL MEZCLADOR

- A. PRESIÓN DE AIRE DEL PISTÓN: $6-7 \text{ kg./cm}^2$.
B. TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO: $45 \pm 5^\circ\text{C}$

II. ITINERARIO DE MEZCLADO

- C. EFECTÚE EL MEZCLADO DE ACUERDO AL SIGUIENTE PROGRAMA DE EVENTOS:

<u>TIEMPO</u>	<u>OPERACIÓN</u>	<u>TEMPERATURA</u>
0 ⁰⁰	CARGUE AL MEZCLADOR TODA LAS LAMINAS DE LA MEZCLA MAESTRA Y EN SEGUIDA LOS ACELERADORES Y EL AZÚCAR. BAJE EL PISTÓN.	45°C. MÁXIMA
1 ³⁰	DESCARGUE LA MEZCLA	100 \pm 3°C.

- D. CICLO DE CARGA Y DESCARGA: $0.5 \pm 0.1 \text{ min.}$
E. CICLO TOTAL: $2.0 \pm 0.2 \text{ min.}$

III. RECEPCIÓN EN EL MOLINO

- F. RECIBA LA MEZCLA A UNA ABERTURA ENTRE RODILLOS DE: $5 \pm 2 \text{ mm.}$
G. PASELA UNA VEZ POR EL MOLINO (BAJÁNDOLA) Y DELE DOS ROLLOS.
H. SAQUE LA MEZCLA DEL MOLINO EN LAMINAS DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:
h1) LARGO DE LA LAMINA: $1.5 \pm 0.2 \text{ m}$
h2) ANCHO DE LA LAMINA: $0.6 \pm 0.1 \text{ m}$

IV. ENFRIAMIENTO

- I. CADA LAMINA DEBE PASARSE A TRAVÉS DE SOLUCIÓN ANTIADHERENTE SEGUN FORMULA: EM-05.
J. BOMETA LAS LAMINAS A ENFRIAMIENTO POR AIRE FORZADO.
K. ENTIBE LA MEZCLA EN TARIMA A UNA TEMPERATURA DE: 35°C MÁXIMO.

AUDITORIA DE MEZCLADO

(COMPUESTO FINAL)

CLAVE DEL COMPUESTO:

FECHA:

MAQUINA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. VERIFICACION DE PESADAS		
a) PESO INGREDIENTES	SEGUN FORMULA AM-06	
2. CONDICIONES DEL MEZCLADOR		
a) PRESION DE AIRE PISTON	6-7 kg/cm ²	
b) TEMPERATURA AGUA DE ENFRIAMIENTO:	45± 5°C.	
3. ITINERARIO DE MEZCLADO	<u>TIEMPO</u> <u>TEMPERATURA</u>	<u>TIEMPO</u> <u>TEMPERATURA</u>
a) ADICION DE MEZCLA MAESTRA ACELERADORES Y AZUFRE	0'00'' 45°C MAXIMA	
b) DESCARGA DE MEZCLA	1'30'' 100± 3°C.	
4. COMPLEMENTO AL CICLO:		
a) CICLO DE CARGA Y DESCARGA	0.5± 0.1 min.	
b) CICLO TOTAL	2.0± 0.2 min.	
5. RECEPCION EN EL MOLINO		
a) ABERTURA RODILLOS:	5± 2mm.	
b) TRABAJO MEZCLA:	1 BAJADA y 2 ROLLOS	
c) DIMENSIONES LAMINA:	LARGO: 1.5± 0.2 m ANCHO: 0.6± 0.1 m	
6. ENFRIAMIENTO		
a) % SOLIDOS SOLUCION:	8% MAXIMO	
b) ENFRIAMIENTO:	AIRE FORZADO	
c) TEMPERATURA ESTIBADO:	35°C. MAXIMO	

FIG. 5-6. AUDITORIA DE MEZCLADO. COMPUESTO FINAL.

5.4.1.3 Preformado de Partes Moldeadas por Inyección.

5.4.1.1 Preformado de Partes Moldeadas por Compresión

Como ejemplo de este proceso se utilizará el caso de las partes automotrices que son preformadas en una máquina - automática como la descrita en la Fig. 3-5 correspondiente a los equipos más usados en la actualidad por su gran eficiencia y precisión.

Al igual que en casos anteriores para efectuar este proceso el Departamento Técnico o de Ingeniería debe emitir una especificación que señale con todos sus detalles el procedimiento para efectuar el preformado. Contra esa especificación, Aseguración de Calidad emitirá su forma -- de control de proceso que incluye las siguientes variables.

a. Calentamiento de Material.

El hule ya aprobado como compuesto final, debe someterse a un proceso de calentamiento previo en un molino abierto (fig. 3-1). En este punto es necesario verificar la -- abertura del molino y el tiempo de calentamiento durante el cual el operador someterá al hule antes de pasarlo a la máquina preformadora.

b. Condiciones del Preformado

Ya en la preformadora el auditor de calidad debe verificar la presión del pistón, la velocidad de la cortadora, presión de vacío en la cámara y control de volúmen. Las formas correspondientes de Especificación de Preformado y Auditoría de Preformado se sugieren en las figuras 5-7 y 5-8.

ESPECIFICACION DE PREFORMADO

(MOLDEO POR COMPRESION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A :

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREFABRICACION DEL MATERIAL

A. USE MATERIAL APROBADO POR EL LABORATORIO

B. CALENTAMIENTO EN EL MOLINO. EFECTUOLO DE ACUERDO A LAS SOGUIENTES CONDICIONES:

b1) ABERTURA DEL MOLINO: 6 ± 2 mm.

b2) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 8 ± 0.5 min.

b3) DURANTE DICHO TIEMPO HAGA ROLLOS COMPLETOS Y PASELOS EN FORMA TRANSVERSAL POR EL MOLINO. (1)

II. PREFORMADO

C. UNA VEZ CALENTADO EL MATERIAL PASE LOS ROLLOS CALIENTES A LA MAQUINA Y PREFORMELOS DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

c1) PRESION DEL PISTON: 60 ± 5 kg/cm²

c2) VELOCIDAD DE LA CORTADORA: 140 ± 5 R.P.M.

c3) PRESION DE VACIO: 60 ± 5 mm DE Hg.

c4) CONTROL DE VOLUMEN: 142 ± 3 cm³

D. ENFRIAMIENTO

d1) EL MATERIAL PREFORMADO DEBE PASARSE A UNA TINA CON AGUA FRIA (40°C MAX.) ESTA TINA DE ENFRIAMIENTO NO DEBE CONTENER NINGUN TIPO DE ANTIADHERENTE. UNA VEZ FRIO EL MATERIAL ESCURRA EL AGUA HASTA SECADO COMPLETO.

OBSERVACIONES:

(1) NO PREPARE MAS DE DOS CARGAS PARA LA PREFORMADORA A LA VEZ, PARA EVITAR QUE SE ENFRIEN.

AUDITORIA DE PREFORMADO

(MOLEDO POR COMPRESION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. MATERIAL		
a) CLAVE	AP-8	
b) DISPOSICION	APROBADO POR LAB.	
2. PREPARACION DEL MATERIAL		
a) ABERTURA DEL MOLINO	6 ± 2 mm	
b) TIEMPO DE CALENTAMIENTO	8 ± 0.5 min.	
c) FORMA DE CALENTAMIENTO	SEGUN (b3) DE ESPEC.	
3. CONDICIONES DE PREFORMADO		
a) PRESION DEL PISTON	60 ± 5 kg/cm ²	
b) VELOCIDAD CORTADORA	140 ± 5 R.P.M.	
c) PRESION DE VACIO	60 ± 5 mm DE Hg.	
d) CONTROL DE VOLUMEN	142 ± 3 cm ³	
e) TEMPERATURA DE ENPRIAMIENTO	40°C MAX.	

OBSERVACIONES:

5.4.1.2 Preformado de Partes Moldeadas por Transferencia.

Según lo analizado en el Capítulo III este proceso normalmente es muy rudimentario, ya que solo se efectúa un calentamiento del hule en el molino abierto y generalmente el corte de la preforma es manual. Además del calentamiento la otra variable a controlar de este proceso es el peso de la preforma. Cabe señalar que a diferencia del anterior este proceso de preformado se hace justo antes de la vulcanización y por lo cual la aprobación de la preforma es inmediata. En las figuras 5-9 y 5-10 se muestra un ejemplo de lo que debe ser la especificación de preformado y la forma para Auditoría de este proceso.

5.4.1.3 Preformado de Partes Moldeadas por Inyección

Al igual que en el caso anterior este es un proceso relativamente sencillo que también reduce al calentamiento del material y en este caso se puede preformar en el mismo molino o bien se puede hacer en otro para hacer el proceso continuo.

Difiere del anterior en que la preforma si tiene reposo antes de ser vulcanizada. Las variables a controlar son el calentamiento del material, ancho de la tira de preformado, espesor de la tira de preformado, temperatura máxima de almacenaje y tipo de antiadherente permitido.

Las variables dimensionales están relacionadas con la boca de alimentación del inyector, mientras que la temperatura es controlada para proteger las características de vulcanización del hule. Es importante señalar el tipo de antiadherente para evitar que la tira almacenada se

ESPECIFICACION DE PREFORMADO

(MOLDEO POR TRANSFERENCIA)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREPARACION DEL MATERIAL

A. USE MATERIAL APROBADO POR EL LABORATORIO

B. CALENTAMIENTO EN EL MOLINO. EFECTUELO DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

b1) ABERTURA INICIAL DEL MOLINO: 3 ± 1 mm.

b2) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 8 ± 0.5 min.

b3) ABERTURA FINAL EN EL MOLINO: 12 ± 3 mm.

b4) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 2 ± 0.5 min.

LOS PUNTOS b3 y b4 LE DAN A LA PREFORMA EL ESPESOR DEFINITIVO. (1)

II. CONDICIONES DE PREFORMADO

C. UNA VEZ CALENTADO EL MATERIAL EN EL MOLINO PROCEDA A PREPARAR PORCIONES PARA CADA PRENSADA, ADECUANDOLAS A LA FORMA DE LA CAVIDAD DE TRANSFERENCIA.

c1) PESO: 550 ± 20 g.

c2) COLOQUE LA PREFORMA CALIENTE EN LA CAVIDAD DE TRANSFERENCIA. (2)

OBSERVACIONES:

- (1) PREPARE MATERIAL SUFICIENTE PARA 2 PREFORMAS COMO MAXIMO, PARA EVITAR QUE SE ENFRIEN. SI EL CICLO DE VULCANIZACION ES DE MAS DE 20 min. ,SOLO PREPARE UNA PREFORMA A LA VEZ.
- (2) RECUERDE QUE ESTE PROCEDIMIENTO DE PREFORMADO SIEMPRE SE LLEVA A CABO JUSTO ANTES DE EFECTUAR LA VULCANIZACION.

AUDITORIA DE PREFORMADO

(MOLDEO POR TRANSFERENCIA)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
----------	----------------	------

1. MATERIAL

- | | | |
|----------------|-------------------|--|
| a) CLAVE | AP-9 | |
| b) DISPOSICION | APROBADO POR LAB. | |

2. PREPARACION DEL

MATERIAL

- | | | |
|-----------------------------------|-------------|--|
| a) ABERTURA INICIAL DEL
MOLINO | 3+ 1mm | |
| b) TIEMPO DE CALENTAMIENTO | 8+ 0.5 min. | |
| c) ABERTURA FINAL DEL
MOLINO | 12+ 3 mm. | |
| d) TIEMPO DE CALENTAMIENTO | 2+ 0.5 min. | |

3. CONDICIONES DE LA

PREFORMA

- | | | |
|--|--|--|
| a) PESO DE LA PREFORMA | 550+ 20 g. | |
| b) FORMA | ADECUADA A LA CAVIDAD
DE TRANSFERENCIA. | |
| c) NUMERO DE PREFORMAS
HECHAS A LA VEZ: | 2 MAXIMO (1) | |

OBSERVACIONES:

- (1) SI EL CICLO DE VULCANIZACION ES MAYOR DE 20 min. SOLO SE DEBERA PREPARAR UNA PREFORMA A LA VEZ.

peque entre sí.

En las figuras 5-11 y 5-12 se dan ejemplos de formatos para la especificación y auditoría de este preformado.

5.4.2 Preformado de Partes Extruídas

En el preformado de extruídos contempla los siguientes puntos:

5.4.2.1 Preformado de Partes Extruídas Rígidas .

5.4.2.2 Preformado de Partes Extruídas Porosas.

5.4.2.1 Preformado de Partes Extruídas Rígidas.

En este punto se ha llegado a uno de los procesos de la industria de partes automotrices de hule, más típicos, ya que en éste están incluídos todos los sellos de ventana; por lo cual en cada cabina de automóvil, o camión tenemos por lo menos dos gomas fabricadas con este procedimiento. En algunos casos como los autobuses de pasajeros se usan grandes metrajes de este tipo de perfiles, que se conocen en el medio como cañuelas. Mencionamos los sellos de ventana por ser los más conocidos y visibles en el auto, pero también están incluídos un gran número de perfiles -- como sellos de cajuela, vivos de defensa, cejas, etc.

En el Capítulo IV se señala que en este proceso la pieza adquirirá casi el perfil definitivo que tendrá como producto terminado debido a lo cual su control es muy estricto ya que de él depende que las piezas enviadas a vulcanización tengan la sección adecuada. Durante el -- proceso de vulcanizado dicho perfil tendrá una ligerísi-

ESPECIFICACION DE PREFORMADO

(MOLDEO POR INYECCION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREPARACION DEL MATERIAL

A. USE MATERIAL APROBADO POR EL LABORATORIO.

B. CALENTAMIENTO EN EL MOLINO. EFECTUO DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

b1) ABERTURA DEL MOLINO: 6 ± 2 mm.

b2) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 8 ± 0.5 min.

b3) DURANTE DICHO TIEMPO HAGA ROLLOS COMPLETOS Y PASELOS EN FORMA TRANSVERSAL POR EL MOLINO.

II. PREFORMADO

C. UNA VEZ CALENTADO EL MATERIAL PASELO EN ROLLOS AL MOLINO PREFORMADOR Y MEDIANTE GUIAS FIJAS METALICAS. SAQUE UNA TIRA DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

c1) ESPESOR: 6 ± 2 mm.

c2) ANCHO: 7.5 ± 1.0 cm.

D. PASE ESTA TIRA POR UNA SOLUCION DE JABON DE POTASIO (10% MAXIMO DE SOLIDOS) y POSTERIORMENTE PASELO A UN ENPRIADOR DE AIRE. ESTIBE LA TIRA CONTINUA A UNA TEMPERATURA MAXIMA DE 35°C. (1)

OBSERVACIONES:

(1) PARA EL ALMACENAJE EXISTE LA OPCION DE ESTIBAR EN TARIMAS O EN CAJAS.

AUDITORIA DE PREFORMADO

(MOLDEO POR INYECCION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
----------	----------------	------

I. MATERIAL

- | | | |
|-----------------|-------------------|--|
| a) CLAVE: | AP-12 | |
| b) DISPOSICION: | APROBADO POR LAB. | |

II. PREPARACION DEL MATERIAL

- | | | |
|----------------------------|-------------------|--|
| a) ABERTURA DEL MOLINO | 6 ± 2 mm. | |
| b) TIEMPO DE CALENTAMIENTO | 8 ± 0.5 min. | |
| c) FORMA DE CALENTAMIENTO | SEGUN (b3) ESPEC. | |

III. CONDICIONES DE PREFORMADO

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--|
| a) ESPESOR: | 6 ± 2 mm. | |
| b) ANCHO DE LA TIRA: | 7.5 ± 1.0 cm. | |
| c) TIPO ANTIADHERENTE | JABON DE POTASIO (SOL) | |
| d) % SOLIDOS SOLUCION ANTIADHERENTE | 10% MAX. | |
| e) TEMPERATURA DE ESTIBADO | 35°C MAX. (1) | |

OBSERVACIONES:

- (1) SI EL ESTIBADO SE HACE EN CAJAS VERIFICAR QUE LA TIRA ALMACENADA ESTE COM--
PLETAMENTE SECA. DE ESTARSE ESTIBANDO CON AGUA, SUSPENDA LA OPERACION Y RE--
PROCESE EL MATERIAL.

ma contracción, por lo cual debemos controlar estrechamente los factores que nos producirán una conformación constante y que son:

- a. Preparación del material, calentamiento inicial.
- b. Alimentación a la extrusora.
- c. Temperatura del cuerpo de extrusor.
- d. Velocidad del gusano extrusor.
- e. Tipo de solución antiadherente.
- f. Velocidad del transportador de salida.
- g. Peso por metro de la tira extruída de hule.
- h. Perfil de la tira extruída de hule.
- i. Longitud de corte de la tira extruída.
- j. Almacenaje y reposo.

Todas estas variables deberán estar especificadas por el Departamento Técnico o de Ingeniería, para lo cual se emitirá una "Especificación de Extruídos Rígidos". Un formato sugerido para dicho documento se presenta en la figura 5-13.

Descripción de Factores:

a. Preparación del material, calentamiento inicial.
Antes de iniciar el calentamiento se recomienda verificar que el hule a usar esté aprobado por el laboratorio. En seguida se procederá a calentar el hule ya que para entrar a la extrusora requiere de cierta viscosidad para poder ser desplazado por el gusano. Aquí se debe especificar las aberturas del molino y el tiempo de calentamiento

b. Alimentación a la extrusora.

El molino en que se efectúa el proceso anterior se denomina molino calentador, posteriormente se pasa a otro --

ESPECIFICACION DE EXTRUIDOS RIGIDOS

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREPARACION DEL MATERIAL

A. USE MATERIAL APROBADO POR EL LABORATORIO

B. CALENTAMIENTO DEL MATERIAL. EFECTUÉLO DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

b1) ABERTURA DEL MOLINO: 6 ± 2 mm.

b2) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 8 ± 0.5 min.

b3) DURANTE DICHO TIEMPO HAGA ROLLOS COMPLETOS Y PASELOS EN FORMA TRANSVERSAL A TRAVES DEL MOLINO.

II. CONDICIONES DE EXTRUSION

C. ALIMENTACION. UNA VEZ CALIENTE EL MATERIAL PASELO AL MOLINO ALIMENTADOR Y SAQUE DE EL UNA TIRA DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

c1) ANCHO DE LA TIRA DE ALIMENTACION: 4 ± 1.0 cm.

c2) ESPESOR DE LA TIRA DE ALIMENTACION: 6 ± 2 mm

D. CONDICIONES DEL EXTRUSOR

d1) TEMPERATURA DEL CUERPO DEL EXTRUSOR: $70 \pm 5^{\circ}\text{C}$

d2) TEMPERATURA DE LA CABEZA DEL EXTRUSOR: $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

d3) VELOCIDAD DEL GUSANO DEL EXTRUSOR: 50 ± 5 R.P.M.

d4) USAR SOLUCION ANTIADHERENTE SEGUN FORMULA EER-13. %SOLIDOS: 10-14%

E. CONDICIONES DEL TRANSPORTADOR DE SALIDA

e1) VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA: 8 ± 1 m/min.

e2) PESO POR METRO LINEAL DE LA TIRA EXTRUIDA: 245 ± 5 g/m.

e3) VERIFICAR EN FRIO PERFIL CONTRA PLANTILLA EER-13A

e4) LONGITUD DE CORTE DE LA TIRA EXTRUIDA: 2550 ± 5 mm.

III. CONDICIONES DE ALMACENAJE Y REPOSO

F. ALMACENAJE

f1) ALAMACENE EN CHAROLAS DE ALUMINIO CON LA ZONA DEL VIDRIO HACIA LA PARTE INFERIOR DE LA CHAROLA

f2) IDENTIFIQUE LA CHAROLA Y DEJE REPOSAR DURANTE: 8HS. MINIMO.

llamado alimentador donde una vez caliente el hule se --
envía en forma de una tira continua al extrusor. El an-
cho y espesor de esta tira deben ser especificados y ve-
rificados. Estas dimensiones dependen del volúmen del -
perfil a extruír y de la velocidad de la extrusora.

Así por ejemplo para un mismo perfil si queremos extruír
lo a una velocidad mayor deberemos incrementar el ancho
y espesor de la tira ya que la extrusora demandará más -
kilogramos por minuto.

c. Temperatura del cuerpo del extrusor.

Una vez que el hule es alimentado al cuerpo del extrusor
y el gusano empieza a girar, se origina una gran fricción
del hule contra las paredes, generando un proceso exotér-
mico. El calor liberado en este proceso puede aumentar
la temperatura a niveles que comprometan las caracterís-
ticas de vulcanización del hule, pudiendo inclusive pre-
sentarse una prevulcanización prematura dentro de la cá-
mara de extruído, lo cual nos originará pérdida de mate-
rial, y mano de obra por atascamientos en la maquinaria.
Se han dado casos que el hule vulcanizado en esta forma
rompe los dados de extrusión. Por esta razón se requie-
re de un enfriamiento eficiente que debe ser controlado
a través de la temperatura de salida del agua que circu-
la por el cuerpo. Desde luego existe un óptimo para di-
cha variable ya que una temperatura excesivamente baja -
puede también provocar una extrusión defectuosa por fal-
ta de fluidéz en el hule. Básicamente se controlan dos -
áreas del extrusor que son el cuerpo y la llamada cabeza
que es la salida.

Ambas zonas deberán contar con termopares conectados a -
indicadores de temperatura para verificar estas variables.

d. Velocidad del gusano extrusor.

En el momento de accionar el gusano debemos fijar su velocidad mediante un controlador indicador de revoluciones por minuto. Esta variable, está relacionada con la eficiencia del proceso, pero debe ser controlada dentro de ciertos límites óptimos especificados para cada pieza.

e. Tipo de solución antiadherente.

A la salida del extrusor la tira de hule requiere de una solución antiadherente para evitar el pegado entre tiras y el estibado y el pegado de los labios del mismo perfil. Esta variable debe controlarse haciendo mención a una fórmula de preparación de esta solución y además verificando el porcentaje de sólidos de la misma, ya que como el hule sale caliente, el agua se evapora y la concentración de la solución debe ser ajustada continuamente. Por esta razón en este punto se debe tomar una muestra de solución que se enviará al laboratorio para la determinación de su concentración.

f. Velocidad del transportador de salida.

Un transportador de salida recibe al hule una vez que pasó por la solución antiadherente. Este transportador -- debe ser fijado a una velocidad tal que el perfil no sufra un encogimiento ni por el contrario un estiramiento mayor a lo normal.

Esta variable es determinante para la conformación final del perfil, por las deformaciones mencionadas que puede originar.

Por lo cual su control es indispensable. Esta velocidad se puede medir fácilmente sobre la misma banda auxiliado de un cronómetro y determinando los metros por minuto a

los cuales es fijada.

g. Peso por metro de la tira extruída de hule.

Una vez en este punto del proceso, la tira de hule debe cumplir con una especificación de peso por metro lineal, lo cual está directamente relacionado con el tamaño de su sección transversal y por lo tanto con las dimensiones que nos fija el plano para la pieza.

Se debe verificar cortando un metro del material y pesándo en una báscula de sensibilidad adecuada.

Este chequeo es tan efectivo que no se reduce a ser efectuado por el auditor, sino que los mismos operarios hacen uso de el para mantener su perfil dentro de especificaciones, para lo cual se instala una báscula al final del -- transportador, donde se harán cuantos chequeos se deseen.

h. Perfil de la tira extruída del hule.

Este es un chequeo redundante del anterior ya que verificaremos o comprobaremos que el perfil estando dentro de su peso adecuado cumple con las dimensiones que marca el plano.

Este chequeo se hace tomando un tramo de la tira de unos 10 cm., y poniéndola a enfriar. Una vez frío se rebana una sección de unos 2mm y se verifica contra el plano en un comparador óptico, que amplifique 5, 10 o 15 veces la sección. La plantilla amplificada debe incluir las to--lerancias para cada sección. (Ver figura 4-29).

i. Longitud de corte de la tira extruída.

Esta dimensión está relacionada ya, con la longitud fi--nal del producto terminado o múltiplos de la misma. Así

por ejemplo para un hule parabrisas se dará una longitud ligeramente superior a la real del auto para contrarrestar los efectos de encogimiento del material en la vulcanización.

En todo caso deberá especificarse esta variable con sus tolerancias y es fácilmente medible con una cinta metálica graduada en cm.

j. Almacenaje y reposo.

Finalmente se debe especificar y verificar el tipo de recipiente donde se depositarán las piezas para su reposo y la forma de acomodo que es muy importante ya que estando aún el hule caliente éste es sujeto de deformación. Aunque parezca difícil de creer, este acomodo, en ocasiones origina, si se hace en forma indebida, grandes cantidades de material con perfil deformado.

Así mismo para terminar el proceso deberá establecerse el tiempo de enfriamiento o reposo que debe tener el material antes de ser vulcanizado. Para la auditoría de este proceso se sugiere un formato como el de la figura 5-14.

5.4.2.2. Preformado de Partes Extruidas Porosas.

Aunque este proceso tiene muchas similitudes con el anterior también presenta algunas particularidades que vale la pena mencionar.

Las variables que hemos de controlar en este caso son:

- a. Preparación del material y alimentación.
- b. Temperatura de extrusor.

AUDITORIA DE EXTRUIDOS RIGIDOS

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
----------	----------------	------

1. MATERIAL

- | | | |
|----------------|-------------------|--|
| a) CLAVE: | AER-14 | |
| b) DISPOSICION | APROBADO POR LAB. | |

2. CALENTAMIENTO DEL MATERIAL

- | | | |
|-----------------------------|------------------|--|
| a) ABERTURA DEL MOLINO: | 6 ± 2 mm. | |
| b) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: | 8 ± 0.5 min. | |

3. CONDICIONES DE EXTRUSION

- | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--|
| a) ANCHO TIRA DE ALIMENTACION | 4 ± 1.0 cm. | |
| b) ESPESOR TIRA ALIMENTACION | 6 ± 2.0 mm. | |
| c) TEMPERATURA CUERPO EXTRUSOR: | $70 \pm 5^\circ\text{C}$ | |
| d) TEMPERATURA CABEZA EXTRUSOR: | $80 \pm 5^\circ\text{C}$. | |
| e) VELOCIDAD DEL CUSANO: | 50 ± 5 R.P.M. | |
| f) SOLIDON SOLUCION ANTIADHERENTE: | 10-14% | |
| g) VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA: | 8 ± 1 m/min. | |
| h) PESO DE LA TIRA EXTRUIDA: | 245 ± 5 g/m | |
| i) PERFIL EN FRIO: | SEGUN PLANTILLA EER-13A | |
| j) LONGITUD DE CORTE DE TIRA: | 2550 ± 5 mm. | |

4. CONDICIONES DE ALMACENAJE

- | | | |
|-------------------------|--|--|
| a) ACOMODO EN CHAROLAS: | CON LA PARTE DEL VIDRIO
HACIA LA PARTE INFERIOR
DE LA CHAROLA. | |
| b) TIEMPO DE REPOSO: | 8HS. MINIMO. | |

OBSERVACIONES:

- c. Velocidad del gusano.
- d. Antiadherente.
- e. Velocidad del transportador de salida.
- f. Peso por metro de la tira extruída.
- g. Perfil.
- h. Almacenaje y reposo.

a. Preparación del material y alimentación.

Debido a lo suave de este tipo de compuestos es común aunque no una regla que se pueden alimentar en frío, sobre todo si se cuenta con un extrusor de gusano suficientemente largo.

Si éste fuera el caso el hule se puede alimentar por una tira obtenida directamente de las láminas de hule del compuesto final, eliminando los procesos de calentamiento y alimentación en molino. De tal modo que solo debemos controlar el ancho de dicha tira o bien los kilogramos por minuto que se alimentan a la máquina.

b. Temperatura del extrusor.

Este control es similar al que se analizó en los extruídos rígidos. Quizás se puede decir que como regla general los hules porosos requieren de menor enfriamiento por su baja fricción dentro del extrusor.

c. Velocidad del gusano.

Idéntico al de los extruídos rígidos.

d. Antiadherente.

En este punto hay una diferencia esencial con respecto a los extruídos rígidos, ya que el antiadherente que normalmente se usa en los artículos porosos, no es una solución sino que se usa un talco fino. Es imposible -

usar una solución acuosa porque la humedad provoca esponjamientos anormales.

Aquí debemos controlar que el dispositivo "talqueador" cubra toda la pieza para evitar que se pegue entre sí.

e. Velocidad del transportador de salida.

f. Peso por metro de la tira extruída.

Las mismas consideraciones que hicimos en los extruídos rígidos se hacen en los puntos e y f.

g. Perfil.

También en este caso es necesario checar el perfil de la tira extruída. A diferencia de los extruídos rígidos la tira porosa no tiene el perfil que tendrá en forma definitiva, ya que durante la vulcanización y con el esponjamiento tomará la forma del molde. Esto significa que el control de perfil no es tan estricto y la plantilla de comparación tendrá más tolerancias que lo normal en una tira rígida.

h. Almacenaje y reposo .

Existen diferentes técnicas en el almacenaje de las tiras porosas, una de ellas es el corte por tiras similar al que se mencionó en el inciso "i" del proceso de extruídos rígidos.

Otra más típica de los extruídos porosos es almacenar la tira en forma continua y de espiral dentro de recipientes cilíndricos de una altura máxima de 20 a 30 cm. y un diámetro de 80 - 100 cm.

Dicha tira se irá cortando en el proceso de vulcaniza--

zación de acuerdo al tamaño del molde.

Se debe verificar que este almacenaje se haga adecuadamente para evitar deformaciones. Por ejemplo si se almacenan demasiadas tiras en una de las ollas cilíndricas, las tiras inferiores se aplastarán.

Finalmente se debe especificar el tiempo de enfriamiento o reposo, que deberá tener el hule antes de su vulcanización.

Para la especificación del proceso de extruídos porosos se recomienda un formato como el de la figura, 5-15. - Para la auditoría correspondiente se ejemplifica una forma en la figura 5-16.

5.5 VULCANIZACION.

Este es el último proceso de toda parte automotriz previa al producto terminado. Es también el único proceso químico, ya que todos los anteriores involucran procesos físicos y en éste se lleva a cabo la reacción de cruzamiento de cadenas poliméricas con azufre que es lo que se conoce como vulcanización.

Los componentes necesarios para esta reacción ya se encuentran presentes en el perfil preformado (polímero y azufre) por lo cual en esta fase aceleraremos la reacción de vulcanización con temperatura y presión.

Para las diferentes partes moldeadas, extruídas porosas y rígidas se tienen las siguientes posibilidades de procesos de vulcanización:

5.5.1 Vulcanización en prensa hidráulica.

ESPECIFICACION DE EXTRUIDOS POROSOS

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREPARACION DEL MATERIAL

A. USE MATERIAL APROBADO POR EL LABORATORIO

B. ALIMENTACION DE LAS LAMINAS DE COMPUESTO FINAL, CORTE TIRAS DE LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

b1) ESPESOR DE LA TIRA: 6 ± 1.0 mm.

b2) ANCHO DE LA TIRA: 8 ± 1 cm.

II. CONDICIONES DE EXTRUSION

C. CONDICIONES DEL EXTRUSOR

c1) TEMPERATURA DEL CUERPO DEL EXTRUSOR: $60 \pm 5^\circ\text{C}$.

c2) TEMPERATURA DE LA CABEZA DEL EXTRUSOR: $70 \pm 5^\circ\text{C}$.

c3) VELOCIDAD DEL GUSANO DEL EXTRUSOR: 55 ± 5 R.P.M.

D. ANTIALIBERENTE

d1) USE TALCO FINO APROBADO POR EL LABORATORIO, PARA CUBRIR TODA LA SUPERFICIE DE LA TIRA EXTRUIDA, MEDIANTE DISPOSITIVO DE TALQUEADO.

E. TRANSPORTADOR DE SALIDA

e1) VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA: 5 ± 0.5 m/min

e2) PESO DE LA TIRA EXTRUIDA: 110 ± 5 g/m.

e3) VERIFICAR EN FRIO EL PERFIL CONTRA PLANTILLA EEP-15

e4) LONGITUD DE CORTE DE LA TIRA EXTRUIDA: 210 ± 5 mm.

III. CONDICIONES DE ALMACENAJE Y REPOSO

F) ALMACENAJE

f1) ALMACENAR EN CHAROLAS DE ALUMINIO CON LA BASE MAYOR HACIA ABAJO. (1)

f2) IDENTIFICAR LAS CHAROLAS Y DAR UN REPOSO DE: 12HS. MINIMO

OBSERVACIONES

- (1) EXISTE LA OPCION DE ALMACENAR EN OLLAS, LO CUAL RESULTA MAS PRACTICO PARA CIERTO TIPO DE PIEZAS. SI ESTE ES EL CASO ALMACENE LA TIRA EN LAS OLLAS EN FORMA DE ESPIRAL, COLOCANDO UN MAXIMO DE 12 VUELTAS EN CADA UNA.

AUDITORIA DE EXTRUIDOS POROSOS

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. MATERIAL		
a) CLAVE:	AEP-16	
b) DISPOSICION:	APROBADO POR EL LAB.	
2. CONDICIONES DE EXTRUSION		
a) ESPESOR TIRA ALIMENTACION:	6 ± 1 mm.	
b) ANCHO TIRA ALIMENTACION:	8 ± 1 cm.	
c) TEMPERATURA CUERPO EXTRUSOR:	60 ± 5 °C.	
d) TEMPERATURA CABEZA EXTRUSOR:	70 ± 5 °C.	
e) VELOCIDAD DEL GUCANO EXTRUSOR:	55 ± 5 R.P.M.	
f) DISPOSICION TALCO:	APROBADO POR EL LAB.	
g) VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA:	5 ± 0.5 m/min	
h) PESO DE LA TIRA EXTRUIDA:	110 ± 5 g/m.	
i) PERFIL:	SEGUN PLANTILLA AEP-16A	
j) LONGITUD DE CORTE DE TIRA:	210 ± 5 mm	
3. CONDICIONES DE ALMACENAJE		
a) POSICION EN CHAROLAS:	BASE INFERIOR HACIA ABAJO. (2)	
b) TIEMPO DE REPOSO	12HS. MINIMO	

OBSERVACIONES:

(1) SI SE ALMACENA EN OLLAS, NO ACUMULE MAS DE 12 VUELTAS EN CADA UNA.

5.5.2 Vulcanización en autoclave.

5.5.3 Vulcanización continua.

5.5.1 Vulcanización en prensa hidráulica.

Siguiendo la secuencia del inciso anterior relativo al preformado, en esta sección se incluirán las preformas que se vulcanizan en prensa hidráulica y que son:

5.5.1.1 Vulcanización de moldeados por compresión y --
transferencia.

5.5.1.2 Vulcanización de moldeados por inyección.

5.5.1.3 Vulcanización de extruídos porosos.

5.5.1.1 Vulcanización de moldeados por compresión y --
transferencia.

En este inciso se agrupan dos de los correspondientes al preformado debido a que su proceso de vulcanización es idéntico una vez lista la preforma y se parte de que ésta ya ha sido aprobada.

Los parámetros a especificar y verificar en este punto son:

- a. Estado de la preforma y acomodo.
- b. Temperatura de vulcanización.
- c. Presión hidráulica.
- d. Aplicación de desmoldante.
- e. Ciclo desgasadas.
- f. Ciclo de vulcanización.
- g. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.
- h. Desvirado y enfriamiento.

a. Estado de la preforma y acomodo.

Es necesario verificar que la preforma usada corresponde a la pieza que se desea vulcanizar y además que está - aprobada por el laboratorio. También el técnico o ingeniero de la sección debe especificar la disposición - de las preformas en la cavidad o cavidades del molde, - ya que en ocasiones un acomodo inadecuado puede generar piezas incompletas, exceso de rebaba en una zona u otros defectos.

b. Temperatura de vulcanización.

Independientemente de cual sea la fuente energética (vapor, resistencias eléctricas, fluidos calientes, etc.) la temperatura deberá especificarse y verificarse con - un pirómetro directamente sobre el molde de vulcanización. Esta variable es tan crítica que aún teniendo - indicadores de temperatura o presión de vapor en el tablero de instrumentación de la prensa, se debe comprobar en forma directa. Lo anterior también es necesario porque dependiendo del tamaño del molde hay cierta disipación de calor, por lo cual a veces la temperatura que registra el termopar en los platos de calentamiento es diferente a la real en los moldes.

La labor de verificar ésta temperatura, no deberá dejarse exclusivamente a las auditorías de Aseguramiento de Calidad, sino que se debería exigir a la sección de producción, verificación periódica con registros a lo -- largo del turno de producción.

c. Presión hidráulica.

Otra variable importante para la vulcanización de moldeados, es la presión hidráulica, que está relacionada con las características dimensionales del molde y de la -

pieza final, así como del espesor de las rebabas, buscando que sea el mínimo. Presiones bajas pueden causar malformaciones en la pieza, flujo deficiente, exceso de rebaba, etc. y por el contrario una presión alta puede dañar el molde irremisiblemente, siendo en la actualidad muy costoso las reparaciones o reposiciones de los mismos. La prensa debe contar con un indicador de presión adecuado para verificar esta variable.

d. Aplicación de desmoldante.

Es necesario asentar en la especificación el tipo de desmoldante que se debe usar, la fórmula para prepararlo o diluirlo si no se usa concentrado y la cantidad del mismo que debe aplicarse sobre el molde antes de colocar las preformas.

Aseguración de calidad, verificará este punto tomando una muestra del desmoldante y solicitando al laboratorio la determinación del porcentaje de sólidos, así como una identificación por lo menos por apariencia del mencionado desmoldante. La aplicación en cuanto a cantidad deberá juzgarse en forma visual.

No debe menospreciarse la importancia de este punto, ya que la ausencia de desmoldante en un proceso de vulcanización provoca que la operación de descarga, sea muy complicada, llegando en ocasiones a provocar el rompimiento de las piezas y una gran pérdida de tiempo en la mano de obra. Por el contrario un exceso puede provocar que el desmoldante sea arrastrado por el hule y forme grietas en el producto terminado, de ahí la importancia de controlar, no solo su presencia sino su concentración y cantidad aplicada.

En la práctica se ha observado que las secciones de producción descuidan mucho la dilución del desmoldante, ya sea que lo usan muy concentrado o bien lo diluyen excesivamente. El silicón es uno de los desmoldantes más frecuentemente usados.

e. Ciclo de desgasados.

Cuando el molde de vulcanización es cerrado, conteniendo ya las preformas, en el interior de las cavidades, persiste una pequeña cantidad de aire atrapado que es necesario eliminar de lo contrario, dicho gas formará parte del producto terminado en forma de ampollas o burbujas. Por esta razón es necesario especificar en el proceso de vulcanización un "ciclo de desgasadas" de la prensa que consiste en cerrarla hasta cierta presión y en seguida abrirla para que elimine los gases, operación que se repetirá varias veces.

La sección de Aseguración de calidad verificará el número de desgasadas y la presión a la cual deben hacerse; información que proporcionará la especificación de vulcanización.

f. Ciclo de vulcanización.

Aunque todas las variables juegan un papel importante en la calidad de producto terminado, podemos decir que este y la temperatura son las más críticas del proceso de vulcanización y dependientes una de otra en forma inversa. Es decir temperaturas altas permiten ciclos bajos de vulcanización y viceversa.

Algunas prensas están dotadas de cronizadores en los cuales es posible fijar el ciclo de vulcanización y al final del mismo la prensa abre automáticamente. Si no

se cuenta con este aditamento el operador debe contar con un reloj dotado de una chicharra potente, que le señale el final del ciclo. Este tiempo desde luego será especificado por el técnico del área en la especificación.

Aseguración de calidad deberá hacer su verificación con un cronómetro con lo cual no solo auditará el ciclo de vulcanización, sino la precisión de los cronizadores -- usados por los operarios. Una condición que deberá señalarse como inaceptable en las observaciones de una -- auditoría es el uso de relojes de pulso para medir ese ciclo, ya que el operador por estar haciendo otras operaciones puede perder el momento preciso en que terminó el ciclo y normalmente le da más tiempo del especificado. Otra práctica también común pero inaceptable, de -- medir el ciclo de vulcanización, es en la que el operador ayudado inicialmente con un reloj, fija una rutina de trabajo que coincide con su ciclo y después se olvida del reloj y considera que su rutina es la medida -- exacta del período de vulcanización, lo cual es falso ya que por la naturaleza humana de fatiga, distracción o descuido, después de unos cuantos ciclos el tiempo, -- ya es completamente diferente al real requerido por la especificación.

g. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.

Una vez terminado el ciclo de vulcanización el operador empleará un cierto tiempo en retirar las piezas -- del molde de vulcanización, eliminar residuos o rebabas de las mimsas y entonces procederá a colocar las nuevas preformas para iniciar un nuevo ciclo de vulcanización.

El tiempo que tarda en efectuar las operaciones descri-

tas es lo que se conoce como ciclo de carga y descarga. Desde luego se desea que este tiempo sea lo más corto - posible ya que la eficiencia y la productividad aumentarán sensiblemente con ello.

Desde el punto de vista de Aseguración de Calidad dicho ciclo se verificará con un cronómetro, de acuerdo a la especificación de vulcanización. Los ciclos de carga y descarga cortos son deseables también para el Auditor de Calidad, ya que ayudan a mantener más estable la temperatura de vulcanización, debido a que estas operaciones se efectúan con el molde abierto, el cual disipa calor a lo largo de ese ciclo.

La suma del ciclo de carga y descarga, más el ciclo de vulcanización y más el ciclo de desgastadas da la medida del ciclo total, el cual es especificado por el técnico de área y es vital a las secciones productivas -- para la determinación de sus programaciones, productividades, eficiencias, etc.

Aseguración de Calidad verificará el ciclo total con un cronómetro y se puede hacer escogiendo cualquier punto de la operación, en el cual se inicia la medición y deteniendo el cronómetro cuando el punto seleccionado -- vuelve a suceder.

h. Desvirado y enfriamiento.

Finalmente la especificación de vulcanización debe señalar si justo después de que la pieza sale del molde debe ser desvirada o no. Lo anterior no es con el objeto único de aprovechar el tiempo muerto del operador durante el ciclo de vulcanización, sino que en ocasiones el desvirado en caliente es más sencillo y eficiente que -

si se hiciera en frío. Lo anterior es válido solo para cierto tipo de piezas. En seguida debe especificar si la pieza será sometida a un enfriamiento con agua, aire o simplemente a temperatura ambiente. Ambos puntos deberán comprobarse por el auditor.

En las figuras 5-17 y 5-18 se ejemplifican la Especificación y Auditoría del Proceso de Vulcanización de Moldeados en prensa hidráulica.

5.5.1.2 Vulcanización de moldeados por inyección.

Este proceso es muy similar al anterior, pero no se puede incluir dentro del mismo punto, ya que tiene ciertas particularidades que vale la pena especificar por separado.

Las variables a revisar son:

- a. Presión hidráulica del pistón de inyección.
- b. Temperatura en la cavidad de preinyección.
- c. Temperatura en el molde de inyección.
- d. Presión hidráulica de la prensa de inyección.
- e. Aplicación de desmoldante.
- f. Ciclo de desgasadas.
- g. Ciclo de vulcanización.
- h. Ciclo de reinyección.
- i. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.
- j. Desvirado, purgado y enfriamiento.

- a. Presión hidráulica del pistón de inyección.

Para toda esta sección se puede hacer referencia a la figura 3-18, donde se ve que toda máquina de inyección cuenta con un pistón que envía el hule hacia el molde -

ESPECIFICACION DE VULCANIZACION

(MOLDEADOS EN PRENSA HIDRAULICA)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREFORMA Y CONDICIONES DE LA PRENSA

- A. USE PREFORMA APROBADA POR EL LABORATORIO
- B. COLOQUE UNA PREFORMA POR CADA CAVIDAD.
- C. APLIQUE DESMOLDANTE SEGUN FORMULA EV-17. DE UNA SOLA APLICACION CON PISTOLA DE --
ESPREADO A TODAS LAS CAVIDADES. (1)
- D. TEMPERATURA DEL MOLDE DE VULCANIZACION: $160 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- E. PRESION HIDRAULICA: $175 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$

II. VULCANIZACION

F. CICLOS

- f1) CICLO DE DESGASADAS Y PRESION: 3min. DE DESGASADAS A 50 kg/cm^2 DE PRESION.
- f2) CICLO DE VULCANIZACION: $14 \pm 0.5 \text{ min}$.
- f3) CICLO DE CARGA Y DESCARGA: $1 \pm 0.2 \text{ minutos}$.
- f4) CICLO TOTAL: $18 \pm 1 \text{ min}$

III. DESVIRADO Y ENFRIAMIENTO

- G. DESVIRE LAS PIEZAS JUSTO DESPUES DE SALIR DEL MOLDE.
- H. ENFRIE LAS PIEZAS CON AIRE FORZADO.

OBSERVACIONES:

- (1) CON UNA HERRAMIENTA DE COBRE LIMPIE TODAS LAS REBARBAS DE LA PRENSADA ANTERIOR ANTES DE APLICAR EL DESMOLDANTE.

AUDITORIA DE VULCANIZACION

(MOLDEADOS EN PRENSA HIDRAULICA)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. PREFORMAS Y VARIABLES DE LA PRENSA.		
a) CLAVE DE LA PREFORMA:	AV-18	
b) DISPOSICION DE PREFORMA:	APROBADA POR LAB.	
c) CULMINACION DE PREFORMA:	UNA POR CAVIDAD	
d) PERCENTAJES DE DESMOLDANTE:	7% MAXIMO	
e) TEMPERATURA DEL MOLDE:	160± 5°C.	
f) PRESION HIDRAULICA:	175± 5 kg/cm ²	
2. CICLOS PARA VULCANIZACION		
a) CICLO Y PRESION DE DESGASADAS:	3min. DE DESGASADAS A 50 kg./cm ²	
b) CICLO DE VULCANIZACION:	14± 0.5 min.	
c) CICLO DE CARGA Y DESCARGA:	1± 0.5 min.	
d) CICLO TOTAL:	18± 1 min.	
3. DESMOLDO Y ENFRIAMIENTO		
a) DESMOLDO:	JUSTO DESPUES DE SALIR DEL MOLDE.	
b) ENFRIAMIENTO:	CON AIRE FORZADO	

OBSERVACIONES:

de vulcanización a través de las venas de inyección. La presión dependerá de la consistencia del hule, del número y espesor de las venas de inyección y del volúmen de hule inyectado.

b. Temperatura en la cavidad de pre-inyección.

Una de las características de este proceso de vulcanización es su gran eficiencia. Una de las razones de esta gran rapidez de vulcanización es la existencia de una cavidad de pre-inyección, donde el hule, debido a la fricción provocada por el gusano de inyección y por la presencia de resistencias eléctricas en dicha cavidad, empieza su proceso de calentamiento con lo cual contribuye a reducir el ciclo de vulcanización.

La especificación de vulcanización debe mencionar esta variable y Aseguración de calidad auditarla. En ocasiones es difícil o imposible hacerlo directamente con un pirómetro, por lo cual se habrá de confiar en un indicador de temperatura.

c. Temperatura de molde de inyección.

Se ha mencionado en la sección 5.5.1.1, la importancia de esta variable y la forma de verificarla. Solo vale la pena añadir que en este caso las temperaturas usadas son muy elevadas y pueden llegar hasta los 200°C, lo cual origina ciclos de vulcanización muy cortos. - Lo anterior acentúa la importancia de esta verificación ya que si se tiene un ciclo muy corto no se pueden permitir tolerancias muy amplias en la variación de temperatura. En la práctica se ha observado que con frecuencia que una baja de temperatura, origina grandes cantidades de piezas semi-vulcanizadas o completamente crudas. Por lo contrario un leve aumento en la misma pro-

voca piezas revenidas o duras por exceso de vulcanización.

d. Presión hidráulica de la prensa de inyección.

Este punto al igual que el inciso c. de la sección -- 5.5.1.1 se refiere a la presión de cierre de la prensa hidráulica. En las máquinas inyectoras se cuenta con indicadores confiables de esta variable.

e. Aplicación de Desmoldante.

En este caso las consideraciones son idénticas a las -- del inciso d. de la sección 5.5.1.1.

f. Ciclo de Desgasadas.

También vale la pena referirse al mismo inciso e. de la sección 5.5.1.1 y solo cabe aclarar aquí, que de acuerdo a los ciclos de vulcanización tan cortos, las desgasadas en este caso son casi instantáneas, pero no debe omitirse.

El auditor de calidad se enfrenta el problema de la medición de esta variable ya que no es suficiente un -- cronómetro para hacerlo. Sin embargo se ha observado que las máquinas de inyección que son normalmente modernas en México cuentan con cronizadores confiables.

g. Ciclo de vulcanización.

Las mismas consideraciones referidas en el inciso f. de la sección 5.5.1.1. se harán en este punto y al igual -- que en el inciso anterior solo hay que agregar que los ciclos son breves.

En este caso es posible verificar con un cronómetro de sensibilidad adecuada al ciclo de vulcanización.

h. Ciclo de re-inyección.

Esta es una particularidad del proceso de vulcanización por inyección. Es una variable que tiene importancia y está relacionada con el tiempo de residencia del hule - en la cavidad de pre-inyección.

La forma de determinarlo es la siguiente; se debe partir del tiempo de ciclo total, de ese tiempo el técnico, de acuerdo con las características de quemado, vulcanización y viscosidad del hule debe decidir cuanto tiempo permanecerá en la cavidad de pre-inyección. De acuerdo con la anterior el ciclo de re-inyección puede calcularse con la siguiente expresión:

$$\text{Ciclo de re-inyección (seg)} = \text{Ciclo total (seg)} - \text{Tiempo de residencia en cámara de pre-inyección (seg)}.$$

Esto quiere decir que al arrancar el cronizador de ciclo total, habrá un período de tiempo, que es justamente el ciclo de re-inyección, que habrá de transcurrir antes de que el gusano de inyección vuelva a accionar para llenar nuevamente la cavidad de pre-inyección.

Así por ejemplo si se tiene un hule viscoso con suficiente protección de retardador se puede establecer un ciclo de re-inyección muy breve para que dicho hule permanezca en la cámara de pre-inyección el mayor tiempo posible. Si por el contrario se tiene un hule muy suave y propenso a vulcanizarse el tiempo de re-inyección deberá ser mayor para evitar que dicho material permanezca mucho tiempo en la cavidad de pre-inyección, con el riesgo de una plastificación excesiva o lo que es peor una pre-vulcanización. Esta variable se puede verificar con un cronómetro o en un indicador en el inyector.

i. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.

Aplican en este inciso las consideraciones del inciso g. de la sección 5.5.1.1. Solo basta aclarar que el ciclo de reinyección no se considera en la obtención del ciclo total, ya que es simultáneo al ciclo de vulcanización.

j. Desvirado purgado y enfriamiento.

También en este caso el técnico debe especificar si el desvirado debe ser inmediato. Así mismo debe indicar - qué longitud deberá tener la tira de purgado, lo cual es importante para evitar piezas defectuosas por vulcanización prematura. Finalmente deberá establecerse y verificarse la forma de enfriamiento que podrá ser en - agua, con ventilación forzada o simplemente a temperatura ambiente. En las figuras 5-19 y 5-20 se dan ejemplos de especificación y auditoría para este proceso.

5.5.1.3 Vulcanización de extruídos porosos.

Aunque este tipo de preformas también se vulcanizan en prensas hidráulicas, su proceso difiere de las anteriores en algunos puntos. Al igual que el caso anterior el técnico del área deberá especificar las siguientes variables:

- a. Condiciones de la preforma.
- b. Preparación de la superficie del molde.
- c. Colocación de la preforma.
- d. Presión hidráulica.
- e. Ciclo y temperatura de esponjamiento.
- f. Ciclo y temperatura de vulcanización.
- g. Temperatura final para descarga.
- h. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.
- i. Desvirado y calandreo.

ESPECIFICACION DE VULCANIZACION

(MOLDEO POR INYECCION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREFORMA Y CONDICIONES DE LA PRENSA DE INYECCION.

A. USE PREFORMA APROBADA POR EL LABORATORIO

B. PRESION DEL PISTON DE INYECCION: $57 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$

C. TEMPERATURA DE LA CAVIDAD DE PRE-INYECCION: $60 \pm 5^\circ\text{C}$.

D. PRESION DE LA PRENSA DE INYECCION: $193 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$

E. TEMPERATURA DEL MOLDE DE INYECCION: $195 \pm 3^\circ\text{C}$.

F. APLIQUE DESMOLDANTE SEGUN FORMULA EV-19. DE UNA SOLA APLICACION CON PISTOLA DE ESPREADO A TODAS LAS CAVIDADES, EN FORMA ALTERNADA (UN CICLO SI Y UN CICLO NO).

II. VULCANIZACION

G. CICLOS

g1) CICLO Y PRESION DE DESGASADAS: $3 \pm 0.1 \text{ min. A } 50 \text{ kg/cm}^2$

g2) CICLO DE RE-INYECCION: $1.5 \pm 0.5 \text{ min.}$

g3) CICLO DE VULCANIZACION: $2.0 \pm 0.1 \text{ min.}$

g4) CICLO DE CARGA Y DESCARGA: $0.5 \pm 0.1 \text{ min. (1)}$

g5) CICLO TOTAL: $2.8 \pm 0.3 \text{ min.}$

III. DESVIRADO Y ENFRIAMIENTO

H. DESVIRE LAS PIEZAS JUSTO DESPUES DE SALIR DEL MOLDE.

I. PURGUE LA MAQUINA SACANDO UNA TIRA DE HULE CRUDO DE: 16 cm. MINIMO

J. ENFRIE A LAS PIEZAS CON AIRE FORZADO.

OBSERVACIONES:

- (1) PARA ALGUNAS PIEZAS ES NECESARI USAR UNA ESPATULA DE COBRE PARA RETIRAR LAS REBABAS DE LA PRENSADA ANTERIOR.

AUDITORIA DE VULCANIZACION

(MOLDEO POR INYECCION)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. PREFORMA Y VARIABLES DE LA PRENSA DE INYECCION.		
a) CLAVE DE LA PREFORMA:	AV-20	
b) DISPOSICION DE PREFORMA:	APROBADO POR LAB.	
c) PRESTON DEL PISTON DE INYECCION:	$57 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$	
d) TEMPERATURA DE LA CAVIDAD DE PRE-INYECCION:	$60 \pm 5^\circ\text{C}$	
e) PRESION DE LA PRENSA DE INYECCION:	$103 \pm 3 \text{ kg/cm}^2$	
f) TEMPERATURA DEL MOLDE DE INYECCION:	$195 \pm 3^\circ\text{C}$.	
g) % SOLIDOS DESMOLDANTE:	7% MAXIMO	
h) APLICACION DEL DESMOLDANTE:	UNA APLICACION A TODAS LAS CAVIDADES, CON PISTOLA DE ESPREADO, EN FORMA ALTERNADA (UN CICLO SI Y UN CICLO NO).	
2. CICLOS PARA VULCANIZACION		
a) CICLO Y PRESTON DE DESGASADAS:	$0.3 \pm 0.1 \text{ min}$ A 50 kg/cm^2	
b) CICLO DE RE-INYECCION:	$1.5 \pm 0.5 \text{ min}$.	
c) CICLO DE VULCANIZACION:	$2.0 \pm 0.1 \text{ min}$	
d) CICLO DE CARGA Y DESCARGA:	$0.5 \pm 0.1 \text{ min}$	
e) CICLO TOTAL:	$2.8 \pm 0.3 \text{ min}$.	
3. DESVIRADO Y ENFRIAMIENTO		
a) DESVIRADO:	JUSTO AL SALIR DEL MOLDE	
b) TIRA DE PURGADO:	16 cm. MINIMO	
c) ENFRIADO:	CON AIRE FORZADO	

a. Condiciones de la preforma.

Desde luego deberá verificarse que la preforma de extru-
dos porosos cuente con la disposición de aprobado del
laboratorio. Pero también deberá verificar el estado -
actual de la misma ya que debido a su consistencia tan
suave puede sufrir algunas deformaciones que afectan el
peso por metro y con ello al producto terminado. Aquel-
las "ollas" con tiras en mal estado deberán segregarse
para su re-preformado.

b. Preparación de la superficie del molde.

Este punto constituye una diferencia esencial con res-
pecto a los procesos anteriores, en los cuales el des-
moldante usado era una capa leve de silicón. En este -
caso se usa una mezcla de agua con talco y otros desmol-
dantes como auxiliares, que es aplicada por aspersión -
sobre el molde hasta formar una película homogénea, lo
cual servirá como desmoldante y contribuirá a la forma-
ción de una "piel" en la parte externa de la pieza, evi-
tando poros en su superficie.

Por lo tanto en este punto debe especificarse la solu-
ción con una fórmula determinada y la forma de hacer la
aplicación de la misma. Así mismo se debe incluir la -
limpieza de los residuos de la prensada anterior, median-
te la aplicación de un cepillo de cerdas o instrumento
similar.

c. Colocación de la preforma.

Por la naturaleza de esta preforma es necesario indicar
claramente en la especificación, cómo debe ponerse en
posición cada tira y si hubiera esquinas o uniones qué
cantidad adicional es necesario colocar.

El auditor de calidad debe comprobar la posición de las preformas y el peso de la secciones adicionales.

d. Presión hidráulica.

Aquí se hacen las mismas consideraciones que en el inciso c. de la sección 5.5.1.1. Basta agregar que normalmente en este proceso no se requiere de presiones muy altas. Se puede verificar por indicadores colocados en la instrumentación de la prensa.

e. Ciclo y temperatura de esponjamiento.

Es exclusivo de las máquinas que cuentan con un sistema muy eficiente de calentamiento y enfriamiento en las platinas de la prensa tal que se puedan especificar en el curso del ciclo diferentes temperaturas y variarlas a lo largo de el.

Si este fuera el caso, el técnico del área deberá especificar el ciclo inicial y la temperatura deseada a la cual se permitirá que las tiras extruídas porosas alcancen su máximo esponjamiento. La razón de separar este ciclo respecto al de vulcanización es que a temperaturas más bajas se permite que los agentes vulcanizantes actúen antes de que se inicie la vulcanización.

El auditor de calidad medirá este ciclo de esponjamiento con un cronómetro y verificará (en el indicador de temperatura la cantidad especificada.

f. Ciclo y temperatura de vulcanización.

Una vez cumplido el ciclo de esponjamiento, y desde luego sin abrir la prensa se procede al ciclo de vulcanización en el cual la temperatura es elevada para que las tiras extruídas alcancen su estado final de vulcaniza--

ción. El auditor verificará dicho tiempo y además que la temperatura sea alcanzada en el tiempo señalado en la especificación. Lo anterior conviene puntualizarlo ya que en ocasiones se especifica una alza de temperatura y en algunas ocasiones dicho valor de temperatura nunca se alcanza o se alcanza al final del ciclo.

g. Temperatura final para descarga.

Si la máquina cuenta con un sistema de enfriamiento -- eficiente se puede especificar una temperatura final -- baja antes de la descarga la cual tiene como objeto el evitar que al relevar la presión del molde algún esponjante pueda seguir actuando y deforme la pieza por rotura de poros.

Con una temperatura baja se evita lo anterior y se obtiene una gran calidad en el acabado de las partes automotrices porosas. El auditor verificará que la descarga se haga a la temperatura especificada, ya sea con un pirómetro o en la instrumentación de la prensa.

h. Ciclo de carga y descarga. Ciclo total.

En este caso, este ciclo incluye las maniobras de colocar las tiras dentro del molde, la descarga de las mismas al obtener la temperatura final y todo el proceso -- de preparación del molde mencionado en el inciso b.

El ciclo total incluirá el ciclo de carga y descarga, -- el ciclo de esponjamiento, el ciclo de vulcanización y finalmente debe incluir el tiempo que tarda el molde en alcanzar la temperatura final de descarga.

Como se observa a diferencia de los ciclos de moldeo por inyección, la vulcanización de artículos extruídos poro

Los genera ciclos totales muy largos. El auditor de --
calidad puede verificar lo señalado en la especificación
con un cronómetro. Al igual que en los casos anterior -
res debe indicarse si se efectúa un desvirado o no.

En este caso no se tiene la ventaja de que la parte está
caliente sino que está fría y entonces el técnico puede
ordenar al desvirado para aprovechar los períodos de -
tiempo muerto que tiene el operador debido a los ciclos
tan altos que se presentan. En este caso no hay orden -
de enfriamiento porque la pieza ya está fría. En cam- -
bio para ciertas piezas en este punto se puede especificar
un proceso adicional de calandreo que consiste en -
romper el poro interno formado por los esponjantes, pa--
sando las piezas por un molino a una abertura especifi--
cada una o varias veces.

Lo anterior es recomendable porque sin ese proceso las -
piezas pueden presentar un efecto de muelleo deficiente
o "dureza" excesiva. Para completar este proceso de --
vulcanización de extruídos porosos, se establece que en
él no se incluye un ciclo de desgasadas por razones --
obvias. Es decir en este caso no se quiere eliminar --
ningún tipo de gases ya que por el contrario el proceso
involucra la presencia de muchos gases que son los que -
generan el poro y desde luego no se desea eliminarlos.
Formatos de especificación y auditoría se dan en las --
Figuras 5-21 y 5-22.

5.5.2 Vulcanización en Autoclave.

Resta en este proceso la vulcanización de todas aque- -
llas piezas que se incluyeron en el preformado de - -

ESPECIFICACION DE VULCANIZACION

(EXTRUIDOS POROSOS)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. PREFORMA Y CONDICIONES DEL MOLDE

A. USE PREFORMA APROBADA POR EL LABORATORIO

B. CON UNA PISTOLA DE ESPREADO APLIQUE SOLUCION AL MOLDE, SEGUN FORMULA EV-21, EN FORMA UNIFORME A TODAS LAS CAVIDADES, HASTA OBTENER UNA PELICULA HOMOGENEA.

C. COLOQUE PREFORMAS DE EXTRUIDO POROSO EXCEDIENDO UN MINIMO DE 2cm. LOS EXTREMOS DE CADA CAVIDAD. NO COLOQUE PREFORMAS CORTAS NI HAGA ARADIDOS. EN LAS ESQUINAS COLOQUE UN REFUERZO DE $30 \pm 3q$ MINIMO.

D. TEMPERATURA DEL MOLDE. INICIAL: 40°C MAXIMO

E. PRESSION HIDRAULICA: $90 \pm 5.0 \text{ kg/cm}^2$

II. VULCANIZACION

F. CICLOS

(1) CICLO Y TEMPERATURA DE ESPONJAMIENTO: $14 \pm 1 \text{ min.}$ A $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

(2) CICLO Y TEMPERATURA DE VULCANIZACION: $16 \pm 1 \text{ min.}$ A $160 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

(3) TEMPERATURA FINAL DE DESCARGA: $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ MAXIMO

(4) LAS TEMPERATURAS SEÑALADAS EN LOS INCISOS f1, f2 y f3, DEBERAN ALCANZARSE EN LOS SIGUIENTES TIEMPOS RESPECTIVAMENTE: f1 $1.5 \pm 0.5 \text{ min.}$, f2 $1.0 \pm 0.5 \text{ min}$ y f3 $2.5 \pm 0.5 \text{ min.}$ (1)

(5) CICLO DE CARGA Y DESCARGA: $20 \pm 2 \text{ min}$

(6) CICLO TOTAL: $50 \pm 4 \text{ min.}$

III. DESVIRADO Y CALANDREO

I. DESVIRE CADA PIEZA CON TIJERA ELIMINANDO TODO EXCESO DE MATERIAL. HAGA ESTA OPERACION DURANTE EL CICLO DE VULCANIZACION.

II. CALANDREE LAS PIEZAS PASANDOLAS DOS VECES POR UN MOLINO CON UNA ABERTURA ENTRE RODILLOS DE: $3 \pm 1 \text{ mm.}$

OBSERVACIONES:

(1) ESTOS TIEMPOS FORMAN PARTE DE LOS CICLOS DE ESPONJAMIENTO Y VULCANIZACION CORRESPONDIENTES.

AUDITORIA DE VULCANIZACION

(EXTRUIDOS POROSOS)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. PREFORMA Y CONDICIONES DEL MOLDE Y PRENSA DE VULCANIZACION.		
a) CLAVE DE LA PREFORMA:	AV-22	
b) DISPOSICION DE LA PREFORMA:	APROBADA POR LAB.	
c) % SOLIDOS SOLUCION:	16% MAXIMO.	
d) APLICACION:	PELICULA UNIFORME A CADA CAVIDAD.	
e) EXCESO DE LAS TIRAS EN LA CAVIDAD:	2cm. MINIMO	
f) REFUERZOS:	30+ 3g	
g) TEMPERATURA INICIAL DEL MOLDE:	40°C MAXIMO	
h) PRESTION HIDRAULICA:	90+ 5 KG/cm ²	
2. CICLOS PARA VULCANIZACION		
a) CICLO Y TEMPERATURA DE ESPONJAMIENTO:	14+ 1 min. A 110+ 5°C.	
b) CICLO Y TEMPERATURA DE VULCANIZACION:	16+ 1min. A 160+ 5°C.	
c) TEMPERATURA FINAL:	40+ 3°C	
d) TIEMPO DE ALCANCE DE TEMPERATURAS:	INCISO 2a): 1.5+ 0.5 min INCISO 2b): 1.0+ 0.5 min INCISO 2c): 2.5+ 0.5 min	
e) CICLO DE CARGA Y DESCARGA:	20+ 2 min.	
f) CICLO TOTAL:	50+ 4 min.	
3. DESVIRADO Y CALANDREO		
a) CALANDREO:	DOS PASADAS POR MOLINO A 3+ 1.0 mm DE ABERTURA.	

FIG. 5-22. ESPECIFICACION DE VULCANIZACION. EXTRUIDOS POROSOS.

extruídos rígidos. Antes de proceder a la revisión de -
las variables de este proceso se hará una aclaración con
respecto a las variaciones que se presentan en las téc-
nicas empleadas en este tipo de vulcanización.

Se ha seleccionado en este caso, como representativos de
este proceso a los sellos de ventana de automóvil que en
su gran mayoría se vulcanizan en esta forma, aunque exis-
ten otras piezas que también se vulcanizan así.

De acuerdo a los requerimientos de cada casa armadora de
autos, se tienen básicamente tres técnicas para vulcani-
zar este tipo de gomas que son:

1. Aquellas que exigen que sus piezas se coloquen en un
marco que tiene exactamente la forma de la ventana con -
una pequeña corrección por encojimientos.
2. Aquellas que solicitan que sus piezas independien-
temente de la forma de la ventana se unan y vulcanicen en
forma circular, adaptándose a los diferentes contornos y
3. Aquellas que solicitan que sus piezas se vulcanicen
en forma de tiras en un autoclave y posteriormente se -
unan las esquinas por un proceso de moldeo.

En los casos 1 y 2 existe un proceso intermedio entre el
preformado y la vulcanización, denominado "ensamble" y
que consiste en cortar las piezas a la dimensión final -
requerida y a la unión de los extremos mediante un corte
apropiado y una solución de hule adhesivo o cemento de -
unión.

El caso 3, en realidad, se convertirá en un proceso com-
binado, primero de vulcanización en autoclave y poste-
rior a éste un proceso de vulcanización de partes mol-
deadas por transferencia, el cual ya se revisó en la -

sección 5.5.1.1, que es el procedimiento por el cual se ensamblan las esquinas de estos tramos extruídos rígidos.

5.5.2.1 Ensamble de extruídos rígidos

Ya se ha mencionado brevemente en que consiste este proceso; se procederá a revisar cuales son las variables que deben especificarse y controlarse en él para un resultado óptimo:

- a. Angulo de corte de las tiras.
- b. Longitud de la tira.
- c. Limpieza de las tiras y preparación de la superficie de unión.
- d. Aplicación de cemento y tiempo de secado.
- e. Montaje en marcos.

- a. Angulo de corte de las tiras.

Dependiendo de la especificación de la casa armadora existen diferentes ángulos de corte, que tienen como objeto el de tener una mayor superficie de contacto en la unión. Así podemos tener cortes a 60° , 30° , 45° , etc.

- b. Longitud de la tira.

Simplemente se refiere a la longitud de la pieza. Es importante ya que un exceso puede causar torcimientos y un faltante puede causar estiramientos al momento de colocar las piezas en los marcos y por consiguiente la pieza final.

- c. Limpieza de las tiras y preparación de la superficie de unión.

Es necesario especificar una limpieza para eliminar -

todo el antiadherente de las tiras sobre todo en la zona de unión. Normalmente se recomienda hacerla con agua en toda la tira y adicionalmente con un solvente en la zona de unión.

d. Aplicación de cemento y tiempo de secado.

Se debe especificar el uso de un cemento de hule preparado con fórmula. También debe especificarse la cantidad a aplicar en cada unión y el tiempo de secado antes de pegar la pieza.

e. Montaje en marcos.

Finalmente se debe especificar las instrucciones de acomodo en los marcos de vulcanización. En este punto se debe indicar sobre qué parte de la pieza caerá el peso de la misma, lo cual es importante para la forma final. En las figuras 5-23 y 5-24 se sugiere el formato de especificación y auditoría de este proceso.

Una vez aclarado este proceso se continúa con la vulcanización en autoclave, que involucra las siguientes variables:

- a. Colocación y cantidad de piezas por carga.
- b. Ciclo y presión de aire.
- c. Ciclo y presión de vapor.
- d. Temperatura.
- e. Descarga y ciclo total.

- a. Colocación y cantidad de piezas por carga.

Las piezas ya montadas en los marcos según el inciso -- 5.5.2.1 deben colocarse en cierta disposición y en cierta cantidad según especificación, con el objeto de maximizar

la eficiencia y garantizar que las piezas siempre se acomodan en la misma forma.

b. Ciclo y presión de aire.

Este proceso involucra en su fase inicial el uso de aire a presión en el autoclave, ya con las piezas en su interior, el cual tiene como objeto dar un mejor acabado a las piezas. El auditor debe verificar a través de la instrumentación la presión y el tiempo que se aplica dicho aire.

c. Presión de vapor.

Después del ciclo de aire aplicado, se procede al ciclo de vapor sobrecalentado. También se especificará la presión y duración de este ciclo. El objetivo de este ciclo es propiamente la vulcanización.

d. Temperatura.

Adicional al punto anterior se debe especificar y comprobar que la presión de vapor indicada dará la temperatura deseada de vulcanización. Esto también mediante la instrumentación del autoclave.

e. Descarga y ciclo total.

Cuando el ciclo de vulcanización se ha cumplido se suspende la entrada de aire y vapor y la temperatura descenderá. Debe especificarse en que temperatura podrá abrirse el autoclave sin peligro de explosión o colapso de las piezas. El ciclo total está constituido por la suma del ciclo de aire, el ciclo de vapor y la operación de carga y descarga.

f. Enfriamiento.

Finalmente al salir la carga del autoclave debe especificarse

ESPECIFICACION DE ENSAMBLE

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. INSTRUCCIONES DE CORTE

- A. USE PREFORMA APROBADA POR EL LABORATORIO
- B. ANGULO DE CORTE: $60 \pm 3^\circ$
- C. LONGITUD DE CORTE DE LA TIRA EXTRUIDA: 2555 ± 5 mm.

II. PREPARACION DE LA SUPERFICIE Y UNION

- D. LIMPIE LOS EXTREMOS DE LA TIRA CON AGUA CALIENTE Y SEQUE CON AIRE. POSTERIORMENTE LIMPIE LOS EXTREMOS DE UNION CON HEXANO.
- E. USE CEMENTO PREPARADO SEGUN FORMULA EE-23 Y APLIQUE CON BROCHA UNA SOLA CAPA HOMOGENEA.
- F. DE UN TIEMPO DE SECADO DEL CEMENTO DE: 12-15 min. (1).

III. MONTAJE EN MARCOS

- G. UNA VEZ SECA LA UNION UNA FIRMEMENTE LOS EXTREMOS CON AMBAS MANOS Y RETOQUE AUXILIANDOSE DE UNA HERRAMIENTA DE MADERA O PLASTICO TODOS AQUELLOS PUNTOS QUE POR DELGADOS SON DIFICILES DE UNIR MANUALMENTE.
- H. HAGA UNA LEVE FLEXION SOBRE LA UNION Y DETECTE PUNTOS DEBILES. UNA DICHOS PUNTOS Y SI PERSISTEN, DESHECHE LA PIEZA.
- I. COLOQUE LA PIEZA YA UNIDA EN SU CORRESPONDIENTE MARCO CUIDANDO QUE LA ZONA DEL VIDRIO, SEA LA BASE DE DESCANSO DE LA PIEZA.

OBSERVACIONES:

- (1) EN ALGUNAS OCASIONES ESTE TIEMPO DE SECADO PUEDE VARIAR DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE HUMEDAD DEL AMBIENTE. EN DICHOS CASOS REPORTE LA SITUACION AL TECNICO DEL AREA. NUNCA MODIFIQUE ESTE TIEMPO DE SECADO. NUNCA VARIE LA CONCENTRACION DEL CEMENTO DE UNION POR DILUCION O EVAPORACION.

AUDITORIA DE ENSAMBLE

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE

ESPECIFICACION

REAL

1. PREFORMA

- a) CLAVE DE LA PREFORMA: AE-24
- b) DISPOSICION DE PREFORMA: APROBADA POR LAB.

2. INSTRUCCIONES DE CORTE

- a) LONGITUD DE CORTE: 2555 \pm 5 mm.
- b) ANGULO DE CORTE: 60 \pm 3°

**3. CONDICIONES DE LA SUPERFICIE
Y UNION DE LA TIRA.**

- a) LIMPIEZA DE LOS EXTREMOS: CON AGUA CALIENTE Y
SECADO CON AIRE.
LIMPIEZA FINAL CON-
HEXANO.
- b) ZOLIDOS CEMENTO: 16-21Z
- c) TIEMPO DE SECADO: 12-15 min.

4. MONTAJE EN MARCOS

- a) ESTADO DE LA UNION: NO DEBE PRESENTAR PO
ROS CON UNA LEVE FLE
XION.
- b) MONTAJE EN MARCOS: CON LA ZONA DEL VI--
DRIO COMO BASE.

OBSERVACIONES:

cara la forma de enfiarla que normalmente es por aspersión. Los formatos de especificación y auditoría se -- ejemplifican en las figuras 5-25 y 5-26.

5.5.3 Vulcanización Continua.

Este es un proceso que en nuestro país es reciente, pero que cada día tiene más auge por su versatilidad y eficiencia según se anota en el capítulo 3. Se mencionan tres procesos existentes, de los cuales dos están casi en desuso y el tercero, que es el de microondas, es el que más se ha desarrollado y el cual se ha seleccionado para tratar de ejemplificar este proceso.

Si siguiendo la tónica de análisis se revisarán y comentarán brevemente las variables de este proceso, que en realidad será una combinación del proceso de preformado y vulcanización ya que ambos se hacen en forma simultánea:

- a. Condiciones de extrusión.
- b. Voltaje en la fuente de microondas.
- c. Temperatura en el generador de microondas.
- d. Temperatura en zonas 1,2 y 3 del túnel de vulcanización.
- e. Perfil de la tira extruída.
- f. Peso por metro de la tira extruída.
- g. Corte, performación y almacenaje.

- a. Condiciones de extrusión.

En este inciso se debe especificar las condiciones mencionadas en el inciso 5.4.2.1 párrafos a, b, c, d y e por lo cual no tiene sentido repetir las.

Estos párrafos corresponden a las condiciones de alimenta

ESPECIFICACION DE VULCANIZACION

(AUTOCLAVE)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

I. ACOMODO Y DISPOSICION DE LOS MARCOS EN AUTOCLAVE

- A. USE PREFORMAS EN MARCOS APROBADAS POR EL LABORATORIO
- B. COLOQUE CUATRO HILERAS EN FORMA TRANSVERSAL AL CARRO DE VULCANIZACION, CON 26 A 30 PIEZAS POR CADA HILERA.

II. VULCANIZACION

C. UNA VEZ CON LOS MARCOS EN EL INTERIOR, CIERRE EL AUTOCLAVE Y PROCEDA A LA INYECCION DE AIRE Y VAPOR DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

- c1) CICLO DE AIRE: 12 ± 0.5 min.
- c2) PRESION DE AIRE: 2 ± 0.5 kg/cm²
- c3) CICLO DE VAPOR: 22 ± 1 min.
- c4) PRESION DE VAPOR: 6 ± 0.5 kg/cm²
- c5) TEMPERATURA FINAL: 160 ± 6 °C.

III. DESCARGA Y CICLO TOTAL

- D. UNA VEZ COMPLETADO EL CICLO CIERRE LAS VALVULAS DE AIRE Y VAPOR Y ABRA LA VÁLVULA DE ALIVIO HASTA QUE TODO EL VAPOR SE HAYA LIBERADO.
- E. TEMPERATURA ANTES DE DESCARGA: 65 ± 5 °C
- F. CICLO DE CARGA Y DESCARGA: 16 ± 2 min.
- G. CICLO TOTAL: 50 ± 3 min.
- H. AL SALIR EL CARRO DEL AUTOCLAVE ROCIE LAS PIEZAS CON AGUA FRIA DURANTE 5min.

OBSERVACIONES:

AUDITORIA DE VULCANIZACION

(AUTOCLAVE)

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

VARIABLE	ESPECIFICACION	REAL
1. PREFORMA Y ACOMODO EN AUTOCLAVE.		
a) CLAVE DE PREFORMA	AV-26	
b) DISPOSICION DE PREFORMA	APROBADA POR LAB.	
c) NUMERO DE HILERAS	4	
d) NUMERO DE PIEZAS POR HILERA	30 MAXIMO	
2. CONDICIONES DE VULCANIZACION		
a) CICLO DE AIRE:	$12 \pm 0,5$ min.	
b) PRESTION DE AIRE:	$2 \pm 0,5$ kg/cm ²	
c) CICLO DE VAPOR:	22 ± 1 min	
d) PRESTION DE VAPOR:	$6 \pm 0,5$ kg/cm ²	
e) TEMPERATURA FINAL:	160 ± 6 °C	
3. CONDICIONES DE DESCARGA		
a) TEMPERATURA DE DESCARGA:	65 ± 5 °C	
b) CICLO DE CARGA Y DESCARGA:	16 ± 2 min.	
c) CICLO TOTAL:	50 ± 3 min.	
d) ROCIO DE PIEZAS	CON AGUA DURANTE 5min.	

OBSERVACIONES:

ción y variables del extrusor, inclusive la velocidad de la banda transportadora de salida. Hasta ese punto el proceso de vulcanización continua es idéntico a la extrusión de tiras rígidas pero a partir de ese momento, el proceso difiere porque la tira es inmediatamente vulcanizada.

El auditor verificará las condiciones de extrusión como se revisó anteriormente.

b. Voltaje en la fuente de microondas.

El técnico del área debe especificar a través de su especificación, cual debe ser el voltaje de la fuente para que ésta cause la elevación súbita de la temperatura de la tira extruída e iniciar rápidamente el proceso de vulcanización.

El auditor verificará esto mediante la instrumentación de la cual debe estar dotada la máquina.

c. Temperatura en generador de microondas.

Se debe comprobar la temperatura en el punto de generación de microondas. A cierto voltaje debe corresponder cierta temperatura, si el equipo generador está funcionando correctamente. El auditor verificará esto a través de instrumentación.

d. Temperaturas en zonas 1, 2 y 3 del túnel de vulcanización.

La siguiente sección de este equipo consiste en un túnel donde se genera aire caliente con la temperatura suficiente para completar la vulcanización. Previendo las posibles variaciones dentro de este túnel dependiendo de lo largo del mismo, se deben verificar por lo menos tres -

zonas de temperatura.

Desde luego entre más largo sea el túnel y elevada la temperatura la velocidad de la banda transportadora puede ser aumentada para mejorar la eficiencia. Pero las tres variables deben quedar fijas y no deben moverse arbitrariamente.

e. Perfil de la tira extruída.

Es una de las variables que no solo deben dearse a la verificación por parte del auditor sino que el departamento de producción deberá establecer una rutina continua de comprobación so pena de generar grandes cantidades de desperdicio, es decir material ya vulcanizado e irreprocesable.

Algunas compañías para lograr esto colocan un comparador óptico junto a la línea de vulcanización para hacer este chequeo contra las plantillas de aprobación de cada perfil.

f. Peso por metro de la tira extruída.

Es una verificación del punto anterior, ya que es una comprobación de las características dimensionales de la tira extruída vulcanizada. También se recomienda no solo dejar que el auditor lo cheque en forma periódica sino que también forme parte de la rutina de producción.

g. Corte, perforación y almacenaje.

Corresponde a procesos posteriores a la vulcanización, que pueden o no existir.

Se deberá especificar la longitud de corte, si lleva una o varias perforaciones, deberá especificarse las dimensio

nes del orificio y la periodicidad. Finalmente la forma de almacenaje, que en ocasiones ya será la forma del producto final.

En las figuras 5-27 y 5-28 se da un ejemplo de especificación de vulcanización continua y auditoría del mismo - proceso.

En cada fase se trata de analizar las variables que afectan sensiblemente la calidad de los productos, se ejemplifica lo que podría ser la especificación del proceso correspondiente y la forma de auditoría de calidad para cada uno de ellos.

En el Capítulo IV correspondiente al Control de Materiales quedó bien definido en cada etapa la cantidad de verificaciones que deberían hacerse. Se simplifica diciendo que todos los lotes de material ya terminado ya sea - materia prima, mezcla final, preforma o producto, deben muestrearse, inspeccionarse y dar disposición.

En el caso del Control de Procesos no es posible decir -- que se haga lo mismo ya que cada proceso requeriría de -- un inspector o auditor que las 8 horas, de un turno estuviera verificando las variables del mismo.

Las auditorías de proceso deben hacerse en forma intermitente. Es obvio decir que entre más auditorías se hagan el control será más eficiente, pero desde luego el costo de incrementar cada vez el nivel de inspección es alto. Por lo cual deberá buscarse un balance óptimo de calidad-costo.

ESPECIFICACION DE VULCANIZACION CONTINUA

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA ESPEC.:

NOMBRE DE LA PIEZA:

CANCELA A:

CLAVE DEL MATERIAL:

TECNICO:

PREFORMADO

VULCANIZACION

I. CONDICIONES DE EXTRUSION

II. CONDICIONES DE VULCANIZACION

A. SOLO USE COMPUESTO FINAL APROBADO POR EL LABORATORIO.

E. VOLTAJE PUENTE DE MICROONDAS: 90-120 VOLTS

B. CALENTAMIENTO DEL MATERIAL, EFECTUELO DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

F. TEMPERATURA EN GENERADOR DE MICROONDAS: $200 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

b1) ABERTURA DEL MOLINO: 6 ± 2 mm.

G. TEMPERATURA DEL AIRE EN TUNEL: $155 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

b2) TIEMPO DE CALENTAMIENTO: 8 ± 1 min.

H. VERIFICAR PERFIL DE LA TIRA EXTRUIDA CONTRA PLANTILLA EVC-27, CADA 15 MINUTOS, EN EL COMPARADOR OPTICO.

b3) EFECTUE EL CALENTAMIENTO, HACIENDO ROLLOS COMPLETOS Y PASANDOLOS POR EL MOLINO EN FORMA TRANSVERSAL.

I. PESO POR METRO LINEAL DE LA TIRA: 350 ± 8 g.

b4) UNA VEZ CALIENTE EL MATERIAL PASELO AL MOLINO ALIMENTADOR.

J. LONGITUD DE CORTE: 2925 ± 7 mm.

C. ALIMENTACION. EFECTUELA DE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

K. PERFORACIONES: EFECTUE UNA PERFORACION CADA 50 ± 5 mm EN LA TIRA, CON UN DIAMETRO DE 5 ± 1 mm.

c1) ANCHO DE LA TIRA DE ALIMENTACION: 5 ± 1 cm.

c2) ESPESOR DE LA TIRA DE ALIMENTACION: 4-6mm.

L. ALMACENAJE: DEJE ENFRIAR LAS PIEZAS A TEMPERATURA AMBIENTE. UNA VEZ FRIAS EMPAQUE 24 PIEZAS EN CAJAS DE CARTON. DESHECHE TODAS AQUELLAS QUE MUESTREN DEFORMACIONES O TORCEDURAS.

D. CONDICIONES DEL EXTRUSOR

d1) TEMPERATURA DEL CUERPO DEL EXTRUSOR: $70 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

d2) TEMPERATURA DE LA CABEZA DEL EXTRUSOR: $85 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

d3) VELOCIDAD DEL GUSANO EXTRUSOR: 55 ± 5 R.P.M.

d4) VELOCIDAD DEL TRANSPORTADOR DE SALIDA: 5.5 ± 0.5 m/min

OBSERVACIONES:

FIG. 5-27. ESPECIFICACION DE VULCANIZACION CONTINUA.

AUDITORIA DE VULCANIZACION CONTINUA

CLAVE DE LA PIEZA:

FECHA:

NOMBRE DE LA PIEZA:

AUDITOR:

PREFORMADO

VULCANIZACION

VARIABLE	ESPECIFIC.	REAL	VARIABLE	ESPECIFIC.	REAL
<p>1. EXTRUSION</p> <p>a) CLAVE PREFORMA: AVC-26</p> <p>b) DISPOSICION: APROBADA POR LAB.</p> <p>2. CALENTAMIENTO</p> <p>a) ABERTURA MOLINO: 6+ 2mm</p> <p>b) TIEMPO CALENTAMIENTO: 8+ 1 min.</p> <p>c) FORMA CALENTAMIENTO: ROLLOS TRANSVERSALES</p> <p>3. ALIMENTACION</p> <p>a) ANCHO TIRA: 5+1 cm.</p> <p>b) ESPESOR TIRA: 4-6 mm</p> <p>4. CONDICIONES DE EXTRUSION:</p> <p>a) TEMPERATURA CUERPO: 70+ 5°C</p> <p>b) TEMPERATURA CABEZA: 85+ 5°C.</p> <p>c) VELOCIDAD GUSANO: 55+ 5 R.P.M.</p> <p>d) VEL. TRANSPORTADOR: 5.5+ 0.5 m/min.</p>			<p>5. VULCANIZACION</p> <p>a) VOLTAJE FUENTE</p> <p style="padding-left: 20px;">MICROONDAS: 90-120 VOLTS</p> <p>b) TEMPERATURA</p> <p style="padding-left: 20px;">GENERADOR MICROONDAS: 200+5°C.</p> <p>c) TEMPERATURA AIRE</p> <p style="padding-left: 20px;">TUNEL: 155+5°C</p> <p>d) PERFIL: SEGUN PLANTILLA</p> <p style="padding-left: 20px;">EVC-27 CADA 15min.</p> <p>e) PESO TIRA: 350+8g/m</p> <p>f) LONGITUD DE</p> <p style="padding-left: 20px;">CORTE: 2925+7 mm.</p> <p>g) FRECUENCIA</p> <p style="padding-left: 20px;">PERFORACIONES: 50+ 5mm</p> <p>h) DIAMETRO</p> <p style="padding-left: 20px;">PERFORACIONES: 5+ 1mm.</p> <p>i) EMPAQUE: EN CAJAS DE</p> <p style="padding-left: 20px;">24 PZAS.</p>		

FIG. 5-28. AUDITORIA DE VULCANIZACION CONTINUA.

En general se puede decir por experiencia que el aumento de los niveles de inspección de la calidad resulta -- inicialmente una inversión que si bien es costosa también es cierto que a mediano y largo plazo se compensa y se paga sola al reducir los muestreos en producto terminado, eliminación del rechazo interno, reducción de los rechazos del cliente y conservación de un prestigio de alta calidad en el mercado.

Se sugiere que una copia de las auditorías efectuadas sea proporcionada a producción, para que se entere y corrija los puntos fuera de especificación detectados. Además se deberá hacer un resumen o reunión mensual del resultado de las auditorías en el que se destaquen las áreas más conflictivas, tipo de desviaciones más comunes, soluciones a problemas, peticiones de reparación a los departamentos de mantenimiento consecución y fijación de metas u objetivos a alcanzar, etc.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En esta forma se ha presentado el Proyecto de un Sistema de Aseguramiento de Calidad para una Planta de Artículos Automotrices de Hule. Este estudio se trató de hacer lo más general posible, con el objeto de cubrir la mayor cantidad de procesos posibles de la fabricación de partes automotrices de hule y dar para cada uno de ellos la pauta a seguir para la puesta en marcha del sistema de Calidad.

Algunos fabricantes podrán tomar solo alguna sección de este estudio -- por especializarse en un solo tipo de partes de hule; otros más seguramente no encontrarán específicamente algo idéntico a lo que están fabricando, pero podrán encontrar un formato muy similar a su caso y podrán complementarlo fácilmente.

La filosofía del sistema consiste en cada caso en partir de la existencia de una especificación que contempla los parámetros de un determinado material, producto o proceso. El sistema trata de explicar el control y la auditoría de esos parámetros mediante la inspección. El análisis de éstos resultados, no solo sirve para la decisión de aceptación y rechazo, sino que sirve como retroalimentación para la adecuación de las especificaciones o bien para efectuar cambios en las materias primas usadas, maquinaria o procesos.

Quizás alguien podría opinar y con justa razón que en el papel se ve fácil y sencillo el contar con todos estos controles; pero en la realidad la operatividad, el costo, el personal capacitado, el apoyo de la dirección general o de los dueños, el mantenimiento del sistema y el equipo de Laboratorio entre otros, representan serios escollos para llevarlo a la práctica. Sin embargo la industria de autopartes en México requiere cumplir los estándares de calidad de las compañías transnacionales que

aquí operan y para sobrevivir en este medio es necesario vencer todos esos obstáculos.

Con respecto al aspecto económico se incluye al final de este estudio el Apéndice I, en el que se dan a conocer las perspectivas de la industria automotriz y de autopartes en México, ya que en la actualidad todas las secciones que componen una empresa incluyendo el departamento responsable de la Calidad, se ven fuertemente influenciados por la Economía del ramo en cuestión y en general del país.

APENDICE I

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Características administrativas de las Armadoras de Automóviles en México

En nuestro país normalmente los fabricantes de partes automotrices de hule son empresas medianas o pequeñas, que se enfrentan a monstruos administrativos y bien organizados. Dentro de esta organización se cuentan a los departamentos de Compras que con grandes recursos económicos y humanos rastrean a sus proveedores y los enfrentan haciéndolos concurrir en competencia. Pero si bien lo anterior es cierto, también se puede afirmar que dichos departamentos "pagan la buena calidad"; es decir nunca enfrentarán en competencia a un proveedor que ofrezca buena calidad, contra otro que ofrezca precios bajos a costa de una mala calidad, sino que siempre existirá honestidad ya que solo entran en negociaciones con proveedores que han satisfecho todos los requisitos que marcan sus especificaciones

También se ha observado como regla general en las transnacionales automotrices, la existencia de un Departamento de Aseguramiento de Calidad Exterior, que tiene como misión el de colaborar con su departamento interno de Calidad en la resolución de los problemas provenientes de sus múltiples proveedores a quienes consideran parte de su proceso. Su trabajo lo llevan a cabo visitando a aquéllos proveedores que tienen algún rechazo de material o bien estan desarrollando una nueva pieza. Estos departamentos se convierten en una excelente ayuda para el fabricante de autopartes ya que constituyen un enlace entre proveedor y cliente, proporcionando información complementaria, planos, traducciones y en ocasiones llegan a involucrarse en los problemas no solo a nivel escritorio, sino a nivel de la misma máquina de proceso.

Disposiciones gubernamentales

En cuanto a la actitud del Estado frente a la industria Automotriz y de Autopartes, el gobierno de México ha tratado de fomentar, mantener y sostener el crecimiento de esta industria por considerarla una fuente de empleos importante y en el Diario Oficial del día 15 de septiembre

1983 se publicó el "Decreto para la Racionalización de la Industria Automotriz" que tiene como objeto según texto del mismo "Iniciar una política de fomento al desarrollo e integración de la Industria Automotriz terminal y de autopartes, que permita estructurar una importante planta industrial que constituya una fuente significativa de empleo"

Del mencionado Decreto se han extractado algunos puntos que parecen importantes para este estudio:

"Artículo 3° Para el modelo de 1984, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, previa opinión de la Comisión Intersecretarial de la Industria Automotriz, solo podrá autorizar a las empresas de la industria terminal la fabricación de tres líneas de automóviles sin que la producción total de modelos sea superior a siete"

"Para los años 1985 y 1986 dichas empresas solo podrán producir dos líneas de automóviles, sin que la producción total de modelos sea superior a cinco".

"A partir del año modelo 1987, las empresas de la industria terminal tendrán derecho a producir una línea de automóvil hasta con cinco modelos".

"Artículo 5° Los grados mínimos de integración nacional que deberán tener los vehículos, serán los siguientes:

<u>VEHICULOS</u>	<u>GRADO DE INTEGRACION</u>			
	<u>AÑO MODELO</u>			
	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987 en adelante</u>
Automóviles	50%	50%	55%	60%
Camiones Comerciales y ligeros	65%	70%	70%	70%
Camiones Medianos y Pesados	65%	70%	75%	80%
Tracto Camiones	70%	90%	90%	90%
Autobuses Integrales	70%	90%	90%	90%

Grado de Integración de Vehículos Automotrices.

"Artículo 11" Salvo los que ya producen o tengan autorizadas por la -- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para producir, las empresas de la Industria terminal no podrán fabricar componentes que produzca la - industria de autopartes. En caso de que esta última no pueda cumplir con los requerimientos de la demanda, la Secretaría, previa opinión de la Comisión podrá autorizar a empresas de la industria terminal a la fabrica-- ción de componentes automotrices, adicionales a los que ya producen o ten gan aprobados para producir, cuando sea benéfico para la economía del - - país y para el desarrollo de la industria nacional, siempre que se compro metan a lograr escalas internacionales de producción, a destinar la mayor parte de la producción autorizada a la exportación y a cumplir los otros requisitos que fije la secretaría.

"Artículo 20° Las empresas de la industria de autopartes deberán mantener, para cada línea de producto un grado de integración nacional mínimo en los términos siguientes:"

<u>AÑO</u>	<u>MODELO</u>	<u>GRADO DE INTEGRACION</u>
1984		50%
1985		50%
1986		55%
1987	en adelante	60%

Grado de Integración de la Industria de Autopartes.

Para las compañías de autopartes y entre ellas las de hule estos cuatro - artículos encierran beneficios y obligaciones de vital importancia.

Así se ve que en el Artículo 3° se exige a las armadoras una reducción de líneas y modelos, lo que es de gran utilidad para las empresas de -- autopartes, las cuales pueden hacer de un mismo grupo de piezas grandes __ tirajes de producción que abatan sus costos.

Esto viene a resolver el mal que sufren las proveedoras de partes automotrices, las cuales se enfrentan al problema de hacer grandes inversiones en moldes herramentales, desarrollos, entrenamiento del personal etc., -- para una gran diversidad de piezas y producciones de las mismas muy cortas, debido a la existencia de infinidad de modelos y variantes, ante lo cual muchas de ellas deciden no fabricar, por no ser costeable y dejan abiertas las puertas a la importación con la consecuente fuga de divisas.

El Artículo 5º, por su parte señala los porcentajes obligatorios de integración nacional, lo cual obliga a las armadoras a reducir sus importaciones y aumentar el consumo de partes nacionales.

Esto desde luego beneficia a los fabricantes de partes nacionales incluyendo los de partes de hule, quienes pueden desplazar a los proveedores extranjeros, lo cual es de gran ayuda al país para evitar la salida de divisas. Desde luego en este punto queda implicada el sentido de responsabilidad del fabricante de partes automotrices quien debe esforzarse en proveer la cantidad y calidad equivalente a la del proveedor extranjero y no debe aprovechar el respaldo gubernamental para entregar una menor cantidad o condiciones de precio inaccesibles.

El Artículo 11º, también protege a las empresas de Autopartes, ya que -- prohíbe que las terminales fabriquen componentes que existen en el mercado de manufactureros de partes automotrices, a menos de que aquellos no las puedan fabricar por falta de capacidad, maquinaria, calidad o tecnología.

Finalmente el artículo 20º , implica la obligación de las empresas de autopartes para incrementar su grado de integración nacional.

En el caso del tipo de partes de hule que se incluyen en este estudio, dichos niveles de integración son perfectamente alcanzables en la mayoría de las piezas automotrices. Existe un pequeño grupo de piezas que requiere de elastómeros muy específicos que solo se fabrican en el extranjero,

pero dicha proporción se puede compensar con una integración en otras partes superior al 60% que es el máximo que fija la ley para el año de 1987.

Datos de las ventas de la Industria Automotriz en los últimos años

Se recabó esta información en la AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz), quienes señalan en su boletín de Enero de 1984 textualmente: " El año de 1983 que acaba de concluir es considerado como la continuidad de un período de crisis económica, crisis que se inició en 1982 y que se agudizó todavía más durante 1983, es en este último año cuando después de que el P.I.B. manifestó una tasa del -0.5% un año antes, cerrará ahora según diversas fuentes especializadas con una baja que oscilará entre el 3.9% y el 4.7%"

"La inflación durante el año recientemente transcurrido según el Banco de México, alcanzó el 80.8%, lo que significa una reducción de la misma de 18 puntos a la presentada el año anterior (1982). No obstante este logro la opinión generalizada es que la inflación sigue siendo demasiado alta, constituyéndose de esta forma en uno de los fenómenos económicos negativos más difíciles de superar; mientras no se logre controlarla se constituirá en el obstáculo más alto para que la economía logre su saneamiento e inicie su etapa de recuperación"

"Enmarcada en toda esta situación que conllevó entre otras cosas a que la población sufriera una grave pérdida en su poder adquisitivo, lo --incidió en la demanda de bienes duraderos. La industria terminal al finalizar 1983, en ventas totales tuvo el siguiente balance: A lo largo de los doce meses recientemente transcurridos y a excepción de diciembre no hubo otro mes que rebasara en volúmen a las cifras registradas durante el año de 1982. Por consiguiente, las ventas arrojan una disminución del 41.5% con el año de comparación (1982), los descensos más fuertes se registran en los segmentos de camiones, tractocamiones y autobuses integrales. En la venta de tractores agrícolas se presentó el mismo fenómeno, para 1983 el volúmen representa el 59% del total vendido un año antes"

"Los volúmenes de ventas de vehículos en los últimos años se sintetiza en la siguiente tabla:

<u>AÑO</u>	<u>VOLUMEN DE VENTAS</u>	<u>VARIACION EN %</u>
1977	289,240	----
1978	361,028	+24.82
1979	425,231	+17.78
1980	464,411	+ 9.21
1981	571,013	+22.95
1982	466,663	-18.97
1983	272,815	-41.54

Como se observa en los datos proporcionados por la AMIA, el panorama no es muy prometedor para la industria Automotriz y por consiguiente para la de Autopartes entre ellas la de piezas de hule. No hay datos en la AMIA de las proyecciones a futuro de esta situación, debido al comportamiento tan errático de las ventas; sin embargo se observó en el mes de diciembre de 1983 un incremento del 11.83% con respecto al mes de noviembre del mismo año, pero además se observó que este volumen de diciembre representa también un incremento con respecto al mismo mes del año de 1982, lo cual constituye una esperanza de una pronta recuperación para el año de 1984.

Finalmente cabe señalar que la industria de Autopartes de Hule se ve afectada seriamente por esta situación por la que pasa la industria Automotriz; sin embargo existen otras opciones como las partes automotrices de hule para el mercado de refacciones, el cual lejos de estar decreciendo muestra un fuerte crecimiento, ya que los consumidores se han visto obligados a conservar sus coches de modelos antiguos antes que comprar uno nuevo. La otra opción es la exportación la cual se analiza en el siguiente párrafo.

Posibilidades de exportación

Existen dos caminos para exportar partes automotrices de hule. Uno de ellos es aquél en que las piezas van integradas al automóvil y se hace a través de las armadoras, las cuales exportan sus unidades completas al extranjero. El otro camino es la exportación directa a distribuidores o armadores en el extranjero.

En lo que se refiere al primer caso, el volumen de partes depende de las unidades que la industria terminal de vehículos en México exporta. A este respecto también se recabaron datos en la AMIA, la cual informa textualmente en su boletín de enero: " Por lo que toca a la exportación de todo el año de 1983 se acumularon 22,426 unidades en total, este volumen significa un incremento del 41.8% con respecto al volumen exportado en 1982, e inclusive supera a 1981, ya que el incremento con respecto a dicho año fué del 55.0%."

En este caso y a diferencia de las ventas para consumo nacional, el panorama se presenta más prometedor. La otra forma de exportación es la forma directa a las armadoras o distribuidoras en el extranjero. En este caso el mercado de Estados Unidos es el destino lógico ya que constituye el mercado más portentoso de automóviles y partes automotrices de todo el mundo con la ventaja adicional de ser el más cercano.

Aunque debido a la situación mundial el mercado americano de automóviles también tuvo un decremento en años pasados a la fecha de octubre de 1983 mostraba ya signos de recuperación e inclusive pequeños incrementos. Solo con el objeto de ilustrar lo dicho en los párrafos anteriores se presentan algunos datos de los volúmenes de automóviles fabricados en Estados Unidos (datos de la Revista Time de octubre 24 de 1983):

	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>
Automóviles Vendidos en Estados Unidos de Norteamérica (Millones de Unidades)	8.5	6.5	6.2	5.7	6.8

Estos volúmenes no incluyen la venta de camiones que en 1983 fué de -- 2.6 millones. Cabe aclarar también que el año automotriz en Estados Unidos termina en octubre.

Resulta, por consecuencia de lo anterior ridículo el hablar de una disminución del volúmen de partes automotrices en Estados Unidos, con respecto a los volúmenes nacionales, ya que aún cuando la situación era - difícil para la industria Automotriz Americana sus niveles de fabrica- ción resultan gigantescos comparados con los nuestros. Ante esto es po- sible explorar pequeños sectores de ese formidable mercado y atacarlos en primer lugar con una calidad excepcional y en segundo lugar con pre cios competitivos, lo cual es posible debido a la paridad de nuestra - moneda con el dólar.

Dichos mercados podrían, como una opción localizarse cerca de la fron- tera, para reducir al máximo el alto costo de los fletes en la Unión A- mericana. Hay que hacer hincapié para estos propósitos en la calidad - de las partes ya que por naturaleza, existe en el mercado americano -- una gran desconfianza hacia nuestros productos, por considerarnos un - país subdesarrollado. Si se logra presentar ante ellos un estándar de- Calidad adecuado a un precio ventajoso, es seguro que se pueden conse- guir volúmenes muy interesantes para exportación con los consiguien- tes beneficios para la empresa fabricante de autopartes y para el país por el ingreso de divisas.

B I B L I O G R A F I A

1. A.V. FEIGEMBAUM
Control Total de la Calidad
Compañía Editorial Continental
México, 1978
2. TECNOLOGIA EN ELASTOMEROS
Conferencia Grupo Hulero Mexicano
México, 1975
3. ED. GEORGE G. WINSPEAR R.T.
The Vanderbilt Rubber Handbook
Vanderbilt Company
New York, 1980
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
Partes 23,24,34 y 35.
5. MORTOM M.
Introduction to Rubber Technology
USA 1969
6. EIRICH F.R.
Science and Technology of Rubber
Academic Press Inc.
London LTD. 1978
7. J.M. JUPAN, FRANK M. GRINA JR., R.S. BINGHAM JR.
Quality Control Handbook
Mc. Graw Hill 1979
8. C. COVINO, A. MEGHRI
Quality Assurance Manual
Industrial Press Inc. 1967
9. BOLETIN # 217 A.M.I.A.
Asociación Mexicana de la Industria Automotriz