

125
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"SELECCION DE SISTEMAS CURANTES PARA LA
VULCANIZACION DE HULE NATURAL"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
GERMAN VALENTIN REYES HERNANDEZ



MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE

	<u>PAG.</u>
1.-INTRODUCCION.....	1
2.-ANTECEDENTES.....	5
2.1.-HISTORIA DEL HULE NATURAL.....	6
2.2.-BOTANICA Y AGRICULTURA.....	10
2.3.-PROCESAMIENTO DEL LATEX.....	13
2.4.-CLASIFICACION DE HULES CONVENCIONALES.....	19
2.5.-PROPIEDADES DEL HULE NATURAL.....	32
2.6.-PROCESAMIENTO.....	34
2.7.-APLICACIONES.....	40
2.8.-VULCANIZACION.....	43
2.9.-PROPIEDADES FISICAS.....	47
2.10.-ACELERACION DE LA VULCANIZACION.....	49
2.11.-ESTRUCTURA QUIMICA DE LOS ACELERANTES.....	51
2.12.-PRUEBAS DE PROCESAMIENTO Y VULCANIZACION.....	66
2.13.-INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE CORTE.....	68
2.14.-PRUEBAS DE VULCANIZACION.....	75
3.-PARTE EXPERIMENTAL.....	90
3.1.-DISEÑO EXPERIMENTAL.....	91
3.1.1.-EQUIPO.....	92

	<u>PAG.</u>
3.2.-REACTIVOS Y MATERIALES.....	93
3.3.-PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACION DE MEZCLADO.....	94
4.-RESULTADOS Y DISCUSION.....	98
5.-CONCLUSIONES.....	112
6.-BIBLIOGRAFIA.....	115
ANEXO 1.....	118
ANEXO 2.....	139
ANEXO 3.....	186

1.- I N T R O D U C I O N

El hule natural que se produce se consume debido a que tiene propiedades satisfactorias y bien equilibradas:

Es muy resilente, su fuerza tensil y a la fatiga es muy alta, lo que es muy importante en las llantas. No se calienta demasiado cuando se le sujeta a repetida flexión. Tiene buena resistencia al desgaste. Tolera cambios de temperatura, lo que le permite servicio en todo clima. Su duración es extraordinaria cuando se le procesa adecuadamente. Es de fácil manejo. Se mezcla bien con otros hules. Se adhiere bien a los metales, tiene alta resistencia al desgarre estando caliente por lo que se facilita sacarlo de los moldes, etc.

La Castillioa elástica es autóctona de México, Centroamérica y el Caribe. Las primeras plantaciones de hule en México fueron hechas al principio la segunda decena de este siglo.

Se hizo una de Castillioa elástica en Zacualpa, cerca de Huixtla Chiapas. La compañía inglesa El Palmar Rubber Estates estableció otra en el valle de El Palmar, en Veracruz, con *Hevea brasiliensis* que trajo de Oriente. Durante ese decenio en que tuvo lugar la Primera Guerra Mundial también se explotó el guayule (*parthenium argentatum*).

La Castillioa y el guayule que no pueden competir por calidad y costo de producción con el *Hevea* dejaron de ser trabajados hasta que la Segunda Guerra Mundial y la falta de hule natural hicieron indispensable obtener hule de cualquier origen.

En México el área adecuada para el hule es una faja pegada a la Sierra Madre Oriental y paralela a la Costa del Golfo de México, que tiene la humedad, lluvia y profundidad de capa vegetal necesarias.

Un panorama de como ha sido el consumo de hule en México con el tiempo se muestra a continuación:

Se estima que en 1967 hubo una necesidad de 40,000 toneladas de hule. Según datos del International Rubber Study Group las necesidades de México en 1979 fueron de 150,000 toneladas y en 1980 de 155,000 toneladas.

El consumo nacional en 1987 se estima que fue como sigue:

Hule sintético	95,496 toneladas
Hule natural	57,670 toneladas
Hule natural Nal.	7,000 toneladas
	<hr/>
TOTAL	160,166 toneladas

O sea una proporción de 60% de sintético y 40% de natural.

Objetivos:

- 1) Dar un panorama general de la industria del hule.
- 2) Características de diferentes aceleradores para la vulcanización del hule natural.
- 3) Clasificación de los diferentes sistemas de curado de acuerdo a patrones previamente mencionados.
- 4) Obtener y comparar las características de los vulcanizados (propiedades mecánicas) de acuerdo al sistema de curado usado.
- 5) Relación costo/desempeño para la selección del sistema de curado adecuado.

2.- ANTECEDENTES

2.1.- HISTORIA DEL HULE NATURAL.

Cerca de 2000 especies de árboles, arbustos ó enredaderas de regiones tropicales y templadas producen látex del cual el hule natural ó una sustancia parecida pueden ser obtenidos. Desde luego, el látex de los árboles HEVEA BRASILIENSIS es la fuente comercial más importante de hule natural. El árbol es indígena del valle del Amazonas.

El hule natural ha sido conocido por los habitantes de Sudamérica por siglos. Cristóbal Colón es considerado el primer europeo en descubrirlo, ya que durante su segundo viaje en 1493-1496, él encontró a los nativos en Haití jugando con pelotas hechas de la savia de un árbol; llamado "cau-uchu" o "madero llorón".

El término "goma" fue inventado por John Priestly en 1770, cuando encontró que el material podía borrar marcas de lápiz.

El hule fue introducido al mundo occidental por Charles de la Condamine, quien envió muestras a Francia desde Perú en 1736 y publicó los resultados de sus observaciones en 1745. A fines del siglo XVIII, Europa y América estuvieron usando unas pocas toneladas de hule por año. Desde luego, los usuarios encontraron dificultad para trabajar con goma sólida. Además, los artículos hechos de goma natural se volvían pegajosos en medio caliente y se endurecían con el frío.

Dos importantes desarrollos en el siglo XIX permitieron resolver estos problemas e impusieron la fundación para la multibillonaria y moderna industria del hule. En 1820, Thomas Hancock inventó una máquina llamada "masticador" que permitía al hule sólido ser ablandado, mez---

clado y laminado. En 1839, Charles Goodyear descubrió el proceso de vulcanización, encontró que calentando una mezcla de hule y azufre obtenía productos que tenían muchas mejores propiedades que la goma cruda.

Pronto una variedad de artículos de hule inició la entrada al mercado y la demanda del hule creció rápidamente. Las exportaciones de goma cruda del Brasil se incrementó de unos pocos cientos de toneladas en 1846 a casi 10,000 toneladas para 1880.

Pronto fue aparente que Brasil no podía ser capaz de satisfacer la demanda futura.

Los británicos consideraron la posibilidad de cultivar hule en Asia.

En 1876, Henry Wickham colectó 70,000 semillas de hule en Brasil y las envió a los jardines Kew en Londres, para su germinación. De más de 2000 semillas que germinaron, muchas fueron enviadas a Ceylan (Sri Lanka) y algunas a Singapore y Malasia. Después varios embarques fueron hechos a las Indias Orientales (Indonesia).

Para 1880, las semillas HEVEA fueron grandemente distribuidas en Asia.

PLANTACIONES DE GOMA.

Diez años pasaron antes que las plantaciones de HEVEA llegaran a hacer su aparición, su explotación comercial empezó sólo a finales del siglo. El crecimiento de la industria se debió principalmente a los esfuerzos de un hombre: Henry N. Ridley. En la década de 1890, trabajando en Singapore, él inventó un método económico y efectivo para la obtención de látex de los árboles HEVEA por una hendidura en la cor-

teza. Este método llamado "sangrado", causaba menos daño al árbol y producía más látex que el practicado en Sudamérica, de cortar dentro de la corteza. El uso de ácido para coagular látex y producir hojas las cuales eran secadas en humo fue el descubrimiento de Jhon Perkins en 1899. La invención de la llanta neumática en 1888 por John Dunlop inició la demanda repentina de hule con el principio de la era motorizada en los inicios del siglo veinte.

La producción de las plantaciones de hule en Asia creció rápidamente y sobrepasó la producción de hule selvático del Brasil alrededor de 1913. Asia sudoriental ha mantenido la región productora y predominante de hule natural desde entonces.

INDUSTRIA MODERNA DE HULE.

La tierra bajo cultivo de hule y la producción de hule natural han crecido constantemente excepto durante la Segunda Guerra Mundial. En 1983, más de 7.5 millones de hectáreas de tierra en el mundo estuvieron bajo cultivo de hule y alrededor de 4 millones de toneladas (toneladas métricas) de hule fueron producidas. La región del Sureste de Asia acumuló alrededor del 80% de la producción total.

Malasia fue el productor más grande (39%), seguida por Indonesia y Tailandia, TABLA 1.

TABLA 1.-Producción Mundial de Hule Natural.

Ciudad	Toneladas (x 1000)	TSR como % del total de NR
Malasia	1562	46
Indonesia	997	71
Tailandia	587	13
India	168	1
China	159	-
Sri Lanka	140	4
Filipinas	75	-
Liberia	65	-
Otros	257	-
TOTAL	4010	

TSR=Hule Técnicamente Especificado.

2.2.- BOTANICA Y AGRICULTURA.

El árbol HEVEA crece mejor en regiones tropicales con una temperatura promedio de 25-30 C y lluvias de al menos 2m por año distribuidas a través del año. Sin embargo, China ha tenido éxito en recientes años cultivando hule en climas muy fríos. Los árboles crecen satisfactoriamente en muchos terrenos a una altitud abajo de 300m. Pueden crecer a una altura de más de 40m si se deja sin sangrar. La vida económica del árbol es de alrededor de 25-30 años, por lo cual su altura es abajo de 20m. Las hojas son trifoliadas y mudan una vez al año en el proceso llamado "invernación". El fruto es una vaina de tres semillas, cada una levemente más grande que las bellotas.

El látex es recolectado en los recipientes adecuados contenidos en la corteza, especialmente en la capa de 2 a 3mm de espesor cercana al cambio de capa.

Los árboles producen látex alrededor de todo el año, pero el rendimiento cae durante la estación invernal.

SANGRADO DE LATEX.

El látex es colectado en recipientes especiales sin dañar los árboles mediante el proceso llamado sangrado. Una hendidura en la corteza es efectuada con un cuchillo especial hasta una profundidad justamente donde ocurre el cambio de capa. El corte es hecho a un ángulo de 25-30 grados de la horizontal para separar el mayor número de recipientes de látex (FIG.1). El sangrado es hecho antes de la salida del

sol, cuando la presión en el árbol es máxima y el rendimiento de látex es más alto. El látex fluye a lo largo del corte hasta un conducto metálico y se recibe en una taza hecha de vidrio ó barro vidriado. El sangrado es continuo, reabriendo a intervalos regulares el corte del árbol. Muchas variaciones han sido usadas en el tamaño y forma de los cortes y en la frecuencia de sangrado.

CRIA DE HEVEA Y SU CULTIVO.

La cría de HEVEA es llevada a cabo por reproducción vegetativa de partes de árboles de alto rendimiento y por el uso de semillas seleccionadas de algunos árboles obtenidos por fertilización cruzada. La reproducción vegetativa es llevada a cabo por injerto de retoños. En esta técnica, un retoño de un árbol de alto rendimiento es removido e injertado bajo la corteza del tallo más bajo de un joven semillero. Después que el retoño ha agarrado, el tallo de la parte enraizada es removido alrededor del punto de cultivo. El retoño empieza a crecer y eventualmente llega a ser el tronco del árbol maduro. Todos los árboles que son derivados por reproducción vegetativa de un único árbol madre son conocidos como clones. Cada clón tiene sus propias características de crecimiento, rendimiento, resistencia a enfermedades, y así sucesivamente. Algunas de las propiedades del látex y hule son también características clonales. Las plantas jóvenes son dejadas crecer en un vivero en el primer año, después son transplantadas al campo. Una plantación madura puede tener una densidad de 250 a 400 árboles por hectárea. La fertilidad del te-

rreno es mantenida por el uso de fertilizantes y por cultivos de cosechas cubiertas, algunas como legumbres. Varias medidas son también tomadas para prevenir daño a los árboles por plagas y enfermedades. Las enfermedades comunes de HEVEA comprenden las raíces y hojas. Todas estas pueden ser controladas excepto la "American Leaf Blight", una enfermedad fungal para la cual no hay cura conocida. Esta enfermedad destruyó las plantaciones de HEVEA en Brasil a principios de siglo. Afortunadamente, Asia y Africa están libres de esta enfermedad. Los árboles están listos para el sangrado en 5-7 años. Las plantaciones originales de HEVEA rindieron solamente alrededor de 500 kg de hule por hectárea por año. A través de los programas de crianza y selección se ha llevado a cabo en institutos de investigación en Indonesia y especialmente en Malasia, la productividad del árbol ha sido incrementada tremendamente durante estos años. Los clones modernos de HEVEA son capaces de rendir sobre 2500 kg por hectárea por año. La vasta mayoría de plantaciones en Malasia han sido plantadas con clones de alto rendimiento. Algunos programas de replantación están siendo ahora implantados en los pequeños campos, también como en otras ciudades productoras. Adicionales desarrollos hortícolas y fisiológicos están siendo continuamente hechos. Por ejemplo, por injerto de retoños en otro clon en una etapa posterior, una "corona retoñada" ó un tercer árbol con buen rendimiento y características secundarias es producido. Ciertas propiedades de hule, algunas como viscosidad Mooney, de estos árboles compuestos son intermediarios en valor entre aquellas de los compues-

tos clónicos. Entonces por una adecuada selección de troncos y clones corona, es posible producir un árbol capaz de rendir hule con valores específicos de viscosidad.

Un incremento adicional en el rendimiento de látex es realizado por el uso de sustancias químicas llamados estimulantes de rendimiento. Estos estimulantes cuando son aplicados a la corteza prolongan el flujo de látex demorando el mecanismo de taponamiento. El más efectivo estimulante de rendimiento es el ácido 2-cloroetano fosfónico ("Ethrel" ó "Ethephon"). En algunos clones, los rendimientos pueden ser doblados por períodos cortos usando este estimulante. Por el uso de estimulantes de rendimiento junto con cortes pequeños de sangrado (1-2 mm de largo ó pinchando con alfileres) ó reduciendo la frecuencia de sangrado, algunos clones pueden rendir tanto látex como los árboles no estimulados con sangrado convencional. Algunos métodos modernos de sangrado y estimulación de rendimiento pueden dar buenos rendimientos con disminución de requerimientos de labor y consumo de corteza. Un cuchillo mecanizado de sangrado el cual mantiene más árboles para ser sangrados por hora esta también bajo investigación

FIG.1.

2.3.- PROCESAMIENTO DE LATEX.

Alrededor de 3 a 4 horas después del sangrado, el látex es recolectado de los árboles, y es tratado para prevenir coagulación prematura; y es llevado a una fábrica ó un centro de procesamiento de pequeños productores. El estabilizador más común añadido al látex es el amoníaco,



FIG.1.- RECOLECCION DE LATEX DEL HEVEA,USANDO:

ARRIBA,UN CUCHILLO CONVENCIONAL,

ABAJO,UN CUCHILLO MECANIZADO.

alrededor del 0.05%, aunque algunos otros como el sulfito de sodio y formaldehído son también usados.

Los estabilizadores mezclados, algunos como el ácido bórico-amoniaco e hidroxilamina-amoniaco son usados para hacer ciertos grados especiales de hule para exportación ó procesamiento local. Altas concentraciones de amoniaco son usadas donde el látex tiene que atravesar grandes distancias. En la recolección inicial (3 a 4 horas), alrededor del 80-85% del látex producido por el árbol es recolectado como látex (látex de campo). El látex se deja exudar muy lentamente por varias horas después de la recolección inicial. Este látex es mantenido para coagular espontáneamente en el recipiente para formar "coágulo de campo", una pequeña cantidad de látex también coagula como una delgada hoja sobre el corte de sangrado para formar "encaje de árbol". Estas son colectadas al siguiente día de sangrado y constituyen alrededor del 15-20% del rendimiento total.

Al llegar a la fábrica, el látex es tamizado y ablandado. El látex de campo es concentrado para remover parte del agua para dar látex concentrado ó es deliberadamente coagulado y procesado a hule sólido seco. Todo el coágulo de campo es procesado a hule seco.

Alrededor del 7-10% del hule natural del mundo es convertido a látex concentrado; más del 75% de este llega de Malasia. La concentración es realizada por centrifugación, la más común, por decantación, ó por evaporación. El látex centrifugado es embarcado como látex concentrado conteniendo 60% de hule seco. El resto del látex y coágulo de campo son procesados a tipos convencionales de hule, algunos como cintas de

hojas ahumadas (RSS), crepe pálido y crepe café, ó a nuevas formas de lotes de hule técnicamente especificado (TSR).

PRODUCCION DE HULE SECO.

Grados convencionales.

RIBBED SMOKE SHEETS (RSS).

La mayor parte del látex de campo es convertido a RSS. El látex ablandado es diluído con agua conteniendo alrededor del 15% de hule seco y coagulándolo con ácido fórmico. Antes de la coagulación, varias placas de aluminio son insertadas verticalmente en las ranuras del tanque de coagulación. Después es almacenado por 1 a 18 horas; las planchas suaves, delgadas y gelatinosas son comprimidas al pasar a través de cuatro a seis rodillos para remover agua y producir hojas de alrededor de 5mm de espesor.

El último par de rodillos son estriados produciendo las características rugosas de la tira. Esto incrementa el área de superficie y facilita el secado. Las hojas de hule son secadas por 4-7 días en tejadillos llamados "casas de humo", las cuales son calentadas alrededor de 60 C por el humo producido en la combustión de madera.

Las hojas secas son empaquetadas en pacas de 113 kg. (250 lb); las pacas son cubiertas con talco para prevenir la adhesión entre paca y paca.

AIR DRIED SHEETS (HOJAS SECAS EN AIRE).

Estas son producidas en una manera similar pero son secadas en una corriente de aire caliente sin el uso de humo. Las hojas secas en aire son de color ambar claro.

MICHELIN SHEETS (HOJAS MICHELIN).

Estas son preparadas y secadas como el RSS pero las hojas húmedas son dejadas secar a temperatura ambiente por 1-2 días antes que ellas sean puestas en los tejadillos de secado. Este proceso de "maduración" es realizada para causar cambios en las sustancias extrañas en el hule natural y obtener efectos beneficiosos durante la vulcanización.

PALE CREPE (CREPE PALIDO).

El color natural del hule crepé es amarillo pálido debido a la presencia de β -carotenos. El crepé pálido es un grado de hule altamente colorido del cual los pigmentos amarillos han sido removidos. Es usado en productos para los cuales la ligereza de color es importante.

Los crepés pálidos son hechos de látex selectos produciendo hule de alta viscosidad y con bajo contenido de pigmento y baja tendencia al oscurecimiento por reacciones enzimáticas. Algunos látex son primero diluidos, conteniendo alrededor de 20% de hule seco y los pigmentos amarillos son blanqueados con toli mercaptano al 0.05%.

Alternativamente los pigmentos son removidos por coagulación. Una pequeña cantidad de ácido es añadida al principio; después de 3 horas alrededor del 10% de hule coagula y este contiene la mayor parte de

los β -carotenos. En la práctica, una combinación de ambos métodos es usada. El látex tratado es entonces coagulado y convertido a planchas que son entonces pasadas ocho ó nueve veces a través de rodillos estriados. Los crepés delgados resultantes, alrededor de 1-2mm de espesor, son secados en aire caliente alrededor de 40 C por 2 semanas. El crepé pálido es empaquetado en pacas entalcadas de 102 kg (224 lb) ó enrollado en películas de polietileno y encerrado en bolsas de papel.

SOLE CREPE (CREPE PARA SUELAS).

Estos son usados por la industria zapatera y son hechos por laminación de pliegues de crepé pálido hasta el espesor requerido, y consolidado por enrollamiento manual y finalmente pasados a través de rodillos de alta velocidad.

BROWN AND BLANKET CREPES (CREPE CAPE Y EN MANTA).

Los crepés son hechos de coágulo de campo y encaje de árbol. Estos dos materiales son remojados en agua para remover basura superficial y ya completamente limpio es ablandado por molineo a través de una batería de rodillos. Un apropiado ablandamiento es llevado a cabo sobre los rodillos para obtener un color uniforme. Los crepés son secados y empaquetados como la producción de crepé pálido.

Los crepés enmantados son hechos de una mezcla de recortes de RSS, planchas mojadas de coágulo formado durante el manejo de látex, hojas sin ahumar, coágulo de campo, etc.

La materia prima usada para la producción de crepé café es también usada para fabricar TSR; estos grados están llegando a ser escasos.

2.4.- CLASIFICACION DE HULES CONVENCIONALES.

Las formas convencionales de hule natural son clasificadas de acuerdo al "LIBRO VERDE", el cual marca los estándares internacionales de calidad y empaquetamiento para grados naturales. La clasificación es por examinación visual y esta basada sobre la presencia ó ausencia de materiales extraños (impurezas), burbujas, uniformidad e intensidad de color, moldeo, etc. De este modo, las formas convencionales de hule natural son clasificados en 8 tipos, haciendo arriba de un total de 35 grados diferentes.

El contenido de impurezas de los grados de mayor calidad es usualmente bajo, y esto es generalmente reflejado en sus mejores propiedades técnicas. Desde luego, muchos de los otros criterios visuales no tienen bases técnicas.

HULES TECNICAMENTE ESPECIFICADOS (TSR).

Los hules técnicamente especificados fueron por primera vez introducidos al mercado por Malasia en 1965 como los hules malasianos estándar, STANDAR MALAYSIAN RUBBER (SMR). Esta adhesión a estándares ha sido seguida por otras ciudades productoras como Indonesia con el hule estándar de Indonesia, STANDAR INDONESIA RUBBER (SIR), y así sucesivamente.

El TSR no es graduado visualmente, sino de acuerdo a la fuente de hule

(látex ó coágulo de campo) y sobre sus propiedades. El tamaño de la paca es reducido a un peso más conveniente de 33 1/3 kg (75 lb). Las pacas son empacadas en hojas de polietileno para prevenir contaminación. El hule es embarcado en cajones de una tonelada hechas de madera ó plástico.

La introducción del TSR ha necesitado cambios revolucionarios en los métodos de procesamiento. El hule es preparado en forma granulada ó migajas en vez de hojas ó crepés; esto permite una limpieza más fácil, especialmente de los grados más bajos. El nuevo proceso es más automatizado y el uso incrementado de maquinaria requiere fábricas con gran capacidad, las cuales imparten mayor uniformidad al producto final. El secado es llevado a cabo a una temperatura de 100 C ó ligeramente más altas; esto reduce el tiempo de procesamiento de una semana a 2 días. El método también permite mejor control de las propiedades del hule para adecuados tratamientos químicos.

Hay dos procesos empleados en la reducción del hule coagulado a granulos:

El proceso HEVEA CRUMB esta basado sobre un método mecano-químico usando un aceite incompatible, por ejemplo aceite de ricino como agente granulante. Alrededor de 5% ó menos de aceite de ricino es añadido al látex antes de la coagulación ó es esparcido sobre el coágulo mojado como una emulsión durante la formulación del crepé. Pasándolo a través de rodillos, el hule se rompe a granulos finos.

El segundo proceso no usa aditivos. La reducción del tamaño a gránulos es por medios mecánicos algunos como: máquinas desmenuzadoras, cortado-

res rotatorios, granuladores, premoledores, molinos de martillos, extrusores, 6 equipo similar.

SMR L.

Este es un hule altamente colorido. El látex natural es preservado con amoniaco ó una mezcla de amoniaco y ácido bórico. El metabisulfito de sodio alrededor de 0.05% es añadido inmediatamente para prevenir oscurecimiento enzimático. El látex es coagulado sin dilución a un valor de pH de 5 usando ácido fórmico. El coágulo es dejado madurar por 6-12 horas y entonces convertido a forma granular. El secado de los gránulos es llevado a cabo en camas altas, circulando aire seco a 100 C por 4-5 horas. Las partículas secas son comprimidas a pacas de tamaño estandar (33 1/3 Kg), midiendo 66 X 33 X 18 cm, y después son envueltas en polietileno.

SMR CV.

Este es un hule de viscosidad estabilizada. Es fabricado por adición de sulfato de hidroxilamina neutro al 0.15% en peso, en amoniaco al látex natural preservado antes de realizar la coagulación con ácido. El hule es procesado y secado como el SMR L.

La hidroxilamina inhibe la reacción de endurecimiento al almacenar el hule natural que conduce al incremento en su viscosidad Mooney. Tres grados son evaluables en el rango de unidades Mooney, de: 44-55, 55-65 y 65-70. Un grado de viscosidad más bajo, el SMR LV, contiene 4% de aceite de proceso no manchante y es considerado en el rango de unidades

Mooney de 44-55.

SMR WF.

Este es similar al SMR L pero de un color más oscuro. Usualmente, el SMR L, que falla la prueba de color Lovibond es clasificado como SMR WF.

SMR GP.

Este es un grado de hule de uso general, viscosidad estabilizada, adecuado para su uso en llantas sin mezclar con otros grados. Es hecho de una mezcla de 60% de látex y 40% de coágulo natural. El 60% de látex contenido puede ser látex u hojas sin ahumar, ó una mezcla de los dos. La hidroxilamina es usualmente rociada durante la formación del crepe.

Excepto para el grado L, los hules anteriores, son clasificados bajo la etiqueta SMR.

Los siguientes hules son clasificados bajo el esquema general TSR.

TSR 5.

Este es hecho de látex como en el proceso de SMR L (sin el tratamiento con metabisulfito de sodio). Para el SMR 5, la fuente del material es restringida a hojas obtenidas de los procesos convencionales, por ejemplo, el RSS preparado por métodos convencionales puede también ser clasificado como SMR 5, si cumple las especificaciones.

TSR 10, TSR 20 Y TSR 50.

Estos son hechos de coágulo natural pero pueden también incluir recortes de RSS. En un proceso típico, los materiales crudos son remojados en agua y una reducción inicial de tamaño es llevada a cabo. Son remojados para ablandar y limpiar los materiales. La reducción final de tamaño es por medio de desmenuzadoras, molinos de martillos y extrusores. Los gránulos son secados a 100 C ó a una temperatura ligeramente más alta. Si se sabe que los hules contienen cantidades excesivas de pro-oxidantes (por ejemplo: iones cobre), los gránulos son sumergidos en solución de ácido fosfórico antes del secado. El grado final de los hules secos esta basado sobre los resultados de pruebas de acuerdo a las especificaciones.

ESPECIFICACIONES PARA LOS TSR.

Las especificaciones básicas para los SMR, son dadas en la TABLA 2. Las propiedades especificadas son impurezas, cenizas, contenido de nitrógeno, materia volátil, índice de retención de plasticidad (PRI) y plasticidad Wallace. En conclusión el color es especificado para el grado SMR L y la viscosidad Mooney para los grados SMR CV, LV y GP.

TABLA 2.-Especificaciones para SMR.

PARAMETROS	SMR L (a)	SMR WF(a)	SMR CV(a,d)	SMR LV(a,d)	SMR 5 (b)
Impurezas retenidas sobre malla 40 m (máx. % peso)	0.03				0.05
Contenido de cenizas (máx. % peso)	0.50				0.60
Contenido de nitrógeno (máx. % peso)	0.60				0.60
Materia volátil (máx. % peso)	0.80				0.80
Plasticidad rápida Wallace, Po (min)	30 (e)				30
PRI (min.%)	60				60
Color (Lovibond máx.)	6.0 (f)				--
Viscosidad Mooney (ML 1 + 4,100 C)	--(g)				--

NOTA: Explicación de letras entre paréntesis al final de la tabla.

TABLA 2. (CONT.)-Especificaciones para SMR.

PARAMETROS	SMR 10	SMR 20	SMR 50
	SMR GP (c,d)		
Impurezas retenidas sobre malla 40 m (máx. % peso)	0.10	0.20	0.50
Contenido de cenizas (máx. % peso)	0.75	1.00	1.5
Contenido de nitrógeno (máx. % peso)	0.60	0.60	0.60
Materia volátil (máx. % peso)	0.80	0.80	0.80
Plasticidad rápida Wallace Po (min)	30	30	30
PRI (min.%)	50	40	30
Color (Lovibond máx.)	6.0 (f)	--	--
Viscosidad Mooney (ML 1 + 4,100 C)	--(h)	--	--

(a) de látex (b) de hojas (c) de mezcla

(d) viscosidad estabilizada; el SMR LV contiene 4% de aceite de proceso.

(e) solamente para el SMR L y el SMR WF.

(f) solamente para el SMR L.

(g) para tres grados: SMR CV 50, CV 60, CV 70 con límites de viscosidad de 45-55, 55-65, 65-75, unidades Mooney; respectivamente, el SMR LV con límites de viscosidad de 45-55 unidades Mooney.

(h) para el SMR GP con límites de viscosidad de 58-72 unidades Mooney.

Un parámetro importante es el índice de retención de plasticidad (PRI). Este es medido por la relación $P(30)/P_0$, donde P_0 es la plasticidad Wallace inicial y $P(30)$ es la plasticidad Wallace después del envejecimiento por una media hora a 140 C. Esta relación es usualmente expresada como un porcentaje. Es una medida de la resistencia del hule crudo a la degradación por calentamiento.

En el mezclado a alta temperatura, el abatimiento del comportamiento del hule es influenciado por la viscosidad inicial y por el PRI. El látex usualmente tiene valores de PRI alrededor del 60%. Para valores de PRI abajo del 60%, el PRI es correlacionado con la generación de calor y envejecimiento de vulcanizados y con reversión durante el curado.

VENTAJAS DE LOS TSR SOBRE GRADOS CONVENCIONALES.

Los manufactureros han encontrado ventajas en tiempos totales de masticación/mezclado mediante el uso de los TSR, desde luego estos generalmente tienen viscosidades más bajas que los grados convencionales. Mediante el uso de los grados de viscosidad estabilizada, algunos como el SMR CV y el SMR GP, la premasticación puede ser dispensada en muchos casos, dando ahorro en costos de mezclado. Los TSR son también más uniformes en sus propiedades. Algunas veces se ha observado que algunas propiedades del vulcanizado, como la resistencia a la tensión a temperaturas elevadas, de los grados convencionales de los RSS; son mejores que aquellas de los grados equivalentes TSR. Las diferencias son usualmente marginales y no son significativas. La producción de los

TSR continúa incrementándose anualmente. En 1983, el 46% del hule de Malasia y el 71% del hule de Indonesia fueron vendidos como TSR.

OTRAS FORMAS DE HULE NATURAL.

Muchas otras formas y tipos de hule natural han sido producidos para satisfacer los requerimientos específicos de los consumidores. Estos usualmente han envuelto modificaciones químicas de las cadenas del polímero ó simples cambios en los procesos de producción. Algunos de los más importantes comercialmente son descritos enseguida.

HULES TECNICAMENTE CLASIFICADOS (TCR).

Estos son hules naturales que tienen rapidez de curado variables, dependiendo sobre todo de la técnica usada al convertir el látex a hule seco. Son disponibles tres tipos, clasificados por etiquetas: hules de círculo rojo, amarillo y azul, correspondiendo a hules de lento, medio y rápido curado, respectivamente.

HULE NATURAL EXTENDIDO EN ACEITE (OENR).

El OENR es un hule que contiene del 20 al 30 % de aceite de proceso aromático ó nafténico.

HULE PARA LLANTA.

Este es hecho de una mezcla de 30 partes de hule como látex, 30 partes como hojas ahumadas, 40 partes como coágulo de campo y 10 partes de un aceite aromático de proceso. Su viscosidad es estabilizada y no re----

quiere premasticación, es similar al SMR GP excepto por el aceite.

HULE NATURAL DESPROTEINIZADO (DPNR).

El DPNR es preparado diluyendo látex y reactivos con una enzima que remueve muchas de las proteínas del hule natural. Las propiedades del DPNR: disminución de la tensión y alta reproducibilidad del módulo, lo hacen adecuado para usar en compuestos de ingeniería.

HULE PEPTIZADO.

Este es un hule de baja viscosidad preparado por adición de un peptizante al látex antes de la coagulación ó al mismo hule seco.

HULE ESPUMA.

La espuma del látex es el subproducto de la centrifugación del mismo. Es coagulado (usualmente con ácido sulfúrico) y convertido a hojas, crepe delgado ó hule granulado. Contiene una proporción más alta de sustancias ajenas al hule, especialmente de proteínas, que los grados promedio y tiene un rápido curado.

HULES SUPERIORES DE PROCESAMIENTO (SP).

Estos son hechos por mezcla de látex normal y látex prevulcanizado, antes de la coagulación, y secado por los métodos convencionales. El látex prevulcanizado es hecho por la adición de una dispersión curante que contiene azufre, óxido de zinc y acelerante de látex natural y

calentando a 82-85 C por unas pocas horas. El PA 80 contiene 80% de hule prevulcanizado y 20% de hule sin vulcanizar. El PA 57 es similar al PA 80, pero también contiene 30% de aceite de proceso no manchante. Los hules SP confieren propiedades superiores de extrusión, mejor tersura de la superficie y un más bajo hinchamiento cuando se mezcla con hule natural y/ó sintético.

HULES HEVEAPLUS MG (MG).

Estos son fabricados polimerizando monómeros de metil metacrilato en la presencia de látex natural. Las cadenas de polimetilmetacrilato (PMMA) son así injertadas a las moléculas del hule. El látex resultante es coagulado y convertido a crepe. Dos productos son disponibles: el MG 30 y el MG 49, que contienen un 30% y 49%, respectivamente de PMMA. Son usados en adhesivos y moldeo rígido.

HULE NATURAL EPOXIDIZADO (ENR).

Este es quizá la modificación más importante que se ha hecho del hule natural. Es producido por la epoxidización del hule natural en la etapa de látex por reacción del ácido fórmico y peróxido de hidrógeno. El ENR 10, ENR 25 y el ENR 50 contienen 10%, 25% y 50% en mol, respectivamente, de grupos epóxido. La introducción progresiva de grupos epóxido incrementa la temperatura de transición de cristal del hule natural y cambia algunas de sus propiedades marcadamente. Por ejemplo, el ENR 50 tiene baja permeabilidad al aire, comparable al hule butilo y buena resistencia al aceite a temperatura ambiente, comparable al hule nitrilo medio.

HULES NATURALES TERMOPLASTICOS (TPNR).

Estos son mezclas físicas de hule natural y polipropileno,mezclado en diferentes proporciones para dar hules con diferentes propiedades de rigidez.El mezclado es hecho a 180 C ó más altas temperaturas.Los TPNR pueden tambien contener un tercer polímero,como el polietileno. Los TPNR pueden ser hechos fácilmente en las fábricas de los mismos consumidores.Son adecuados para productos elaborados por inyección para aplicaciones automotrices.

2.5.- PROPIEDADES DEL HULE NATURAL.

El látex del hule natural consiste de partículas de hidrocarburos y sustancias extrañas en una fase acuosa cerosa. El contenido promedio de hule seco en el látex esta comprendido entre el 30% y 45%. Una típica composición de látex fresco es mostrado en la TABLA 3.

TABLA 3.-Composición típica de látex fresco y hule seco.

	Látex %	Hule seco %
Hidrocarburos	36	93.7
Proteínas	1.4	2.2
Carbohidratos	1.6	0.4
Grasas neutras	1.0	2.4
Glicolípidos + fosfolípidos	0.6	1.0
Constituyentes inorgánicos	0.5	0.2
Otros	0.4	0.1
Agua	58.5	—

SUSTANCIAS EXTRAÑAS.

Durante la preparación de hule seco, muchas de las sustancias extrañas solubles en agua son perdidas, pero muchos de los lípidos son retenidos.

dos junto con más de la mitad de las proteínas y pequeñas cantidades de sales inorgánicas y otras sustancias. Cada una de estas clases de sustancias extrañas consisten de componentes individuales. Los lípidos por ejemplo, consisten de mono, di y triglicéridos, esteroides, tocotrienoles y sus ésteres, ácidos grasos libres, glicolípidos y fosfolípidos. El hule natural fácilmente contiene más de 100 compuestos químicos. Algunas de estas sustancias extrañas influyen grandemente en las propiedades del hule natural, en ambos estados, crudo y vulcanizado. Las propiedades afectadas por las sustancias extrañas son resumidas en la TABLA 4.

PROPIEDADES FISICAS.

El hule del látex de un sangrado fresco es casi completamente soluble (más del 95%) en solventes comunes como tolueno y tetrahidrofurano. Tiene una estructura química de casi 100% de unidades cis-1-4-polisopreno.

Endurecimiento al almacenar. La viscosidad Mooney (VR) del hule fresco va de 50 a 90 unidades (ML 1 + 4 a 100 C) dependiendo de la mezcla de látex clónicos usados en la preparación. Al almacenar, la dureza o la rigidez y viscosidad del hule, espontáneamente se incrementa.

La reacción de endurecimiento al almacenar se incrementa por condiciones de temperatura más alta y humedad más baja. Esta reacción se considera que se debe a grupos anormales, probablemente aldehídos, presentes en las moléculas de hule. Estos grupos reaccionan con los grupos amino, de los aminoácidos libres y proteínas para dar uniones químicas.

micas.

La concentración de estos grupos es solamente alrededor de $5-10 \times 10^{-6}$ moles por gramo de hule, equivalente solamente a 1 ó 2 grupos por molécula. Estos grupos pueden ser desactivados y la acción de endurecimiento al almacenar puede ser inhibida al reaccionar hule con 0.15% de sal de hidroxilamina. Algunos grados de viscosidad estabilizada CV muestran un incremento promedio en VR de solamente 4-8 unidades después de 4-5 años de almacenamiento a temperatura ambiente.

Contenido de gel. El hule natural fresco tiene un bajo contenido de gel, alrededor de 5-10%. Al almacenar, el contenido de gel se incrementa y puede enriquecerse hasta un 50%, ó aún más alto sobre un largo período de almacenamiento. El incremento en contenido de gel involucra al endurecimiento debido al almacenamiento, pero puede también deberse parcialmente a las reacciones de radicales libres. El contenido de gel depende del solvente usado, siendo más bajo en buenos solventes. El gel es una estructura libremente enlazada con valores muy altos de Mc. TABLA 5.

2.6.- PROCESAMIENTO DE HULE NATURAL.

El hule natural es usualmente considerado por tener buenas propiedades de procesamiento. Aunque es correoso y con alto nervio a temperaturas abajo de 100 C, es fácilmente abatible hasta una plasticidad deseada. Generalmente puede ser adaptado a cualquier técnica de manufactura en las fábricas de hule. Los grados de viscosidad estabili----

TABLA 4.-Propiedades del hule natural influenciadas por sustancias extrañas.

Propiedad	Influencia de las sustancias extrañas.
Estabilidad del látex	Los carbohidratos actuan como sustratos para crecimiento bacterial, incrementando la formación de ácidos volátiles y una estabilidad más baja.
Color	Amarillo, causado por los β -carotenos. Oscurecimiento debido a la reacción enzimática de polifenoles oxidados.
Curado	Los fosfolípidos y algunas proteínas son aceleradores naturales, los ácidos grasos son activadores.
Oxidantes	Los tocotrienoles son antioxidantes naturales. Los iones cobre, manganeso e hierro son oxidantes.
Endurecimiento al almacenar	Las proteínas y aminoácidos libres reaccionan como grupos anormales en el hule.
Cristalización	La rapidez de cristalización sin tensión se incrementa por el ácido esteárico, algunas sustancias solubles en agua retardan la rapidez.
Rugosidad y relajación de tensión	Altos contenidos de proteínas y cenizas incrementan la absorción de humedad, lo cual resulta en alta rugosidad y relajamiento de la tensión en los vulcanizados.
Módulo	Se incrementa por las proteínas.
Efecto de la carga	Las proteínas actuan como cargas. Una parte de proteínas equivale a 3 partes de negro H A F .

TABLA 4. (CONT.) - Propiedades de hule natural influenciadas por sustancias extrañas.

Propiedad	Influencia de las sustancias extrañas.
Generación de calor	La generación de calor en la prueba en el flexómetro Goodrich es disminuida por los ácidos grasos e incrementada por las proteínas.
Resistencia al desgarrar.	Es incrementada por las proteínas.
Ruptura dinámica	La resistencia es incrementada por las proteínas.

TABLA 5. - Relación de hinchamiento y valores de gel, Mc en hule natural.

Grado	Gel %	Relación de hinchamiento en tolueno.	Mc X E-6
RSS-1	11	84	2.6
SMR-CV	3	111	4.1
SMR 10	28	84	2.6

zada de hule natural generalmente no requieren premasticación antes de la incorporación de cargas y otros ingredientes de la formulación. Para los grados no estabilizados, un tiempo corto de masticación antes de preparar la formulación es una práctica común. La eficiencia de la masticación es más baja alrededor de los 100 C. La masticación es mejor llevada a cabo abajo de 80 C en molinos de rodillos abiertos o alrededor de 120 C en mezcladores internos. Los peptizantes químicos permiten llevar a cabo la masticación a temperaturas más bajas y son por lo tanto usados para incrementar la masticación continua. La viscosidad del hule masticado es fuertemente dependiente del tipo de hule usado. Hules con altas viscosidades iniciales tienden a abatirlas más rápido. Así generalmente encontramos que los hules grado látex como el RSS 1 y SMR L (con altos valores de PRI) abaten más lentamente que los grados de coágulo de campo como el SMR 20 (con bajos valores de PRI) y por lo tanto requieren mayor tiempo de masticación. Desde luego la procesabilidad del hule natural no puede ser predicha por algun parámetro, la viscosidad aún permanece como la medida más usada para la calidad del procesamiento. Durante el mezclado, un buen control de la viscosidad de los componentes es esencial para asegurar la operación de pulido durante procesos adicionales como la extrusión y moldeo por inyección. Para el hule natural existe una buena correlación relativa entre la viscosidad del batch mezclado y la viscosidad del hule crudo.

En la extrusión de un batch completamente mezclado, la viscosidad del batch es el factor que controla el hinchamiento y desarrollo de la

tensión. El grado del hule tiene una influencia mucho menor. Por lo tanto la viscosidad es usada como guía para el comportamiento del proceso para hules masticados con niveles intermedios de viscosidad. Desde luego esto no es para los grados de viscosidad estabilizada. Un hule masticado tiene mejor propiedades de extrusión que un hule no masticado con la misma viscosidad.

PROPIEDADES DEL VULCANIZADO.

Las propiedades de los vulcanizados de hule natural son dependientes, como en otros elastómeros, de algunas variables como la viscosidad del compuesto, tipo y cantidad de cargas, grado de dispersión de la carga, grado y tipo de enlace, etc.

RESISTENCIA.

El hule natural es bien conocido por las propiedades de resistencia de sus vulcanizados. La resistencia a la tensión de la goma vulcanizada va desde 17 a 24 MPa, mientras que la de los vulcanizados cargados con negro de humo van desde 24 a 32 MPa. La resistencia puede también ser caracterizada como resistencia al desgarre o como la resistencia al corte, en ambos casos el hule natural es excelente. Esta alta resistencia del hule natural es debida a su habilidad bajo tensión de inducir la cristalización. La resistencia cae rápidamente con el incremento de temperatura pero es aún mejor que en otros elastómeros.

ABRACION Y DESGASTE.

El hule natural tiene excelente resistencia a la abrasión, especialmente bajo condiciones de medio abrasivo. La resistencia de compuestos de hule natural es mejorada formando mezclas con pequeñas proporciones de polibutadieno. La resistencia al desgaste de llantas depende de la temperatura entre la llanta y la superficie. Abajo de 35 C, el hule natural muestra menor desgaste que el SBR, mientras que arriba de 35 C el SBR es mejor.

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (ANTIDERRAPANTE).

La resistencia al deslizamiento de compuestos de piso depende de sus propiedades viscoelásticas. Entonces los compuestos de hule natural de alta resiliencia muestran mas baja resistencia al deslizamiento que el SBR a temperaturas de alrededor de 0 C. La resistencia del hule natural a derrapar en seco a la temperatura antes mencionada puede ser mejorada por extensión con aceite durante el mezclado o por el uso de OENR. Los pisos de OENR son tan buenos como los de OESBR en caminos secos y son superiores sobre caminos congelados. Entonces el OENR mezclado con polibutadieno es adecuado para pisos de llantas de invierno.

PROPIEDADES DINAMICAS.

El hule tiene alta resiliencia, con valores que exceden el 90% en la goma vulcanizada. Desde luego los valores, excepto para el DPNR, son 1-2% más bajos que aquellos del cis-1,4-polisopreno sintético. En vul-

canizados cargados con negro de humo, las diferencias son más pequeñas.

A grandes esfuerzos, la fatiga del hule natural es superior a la del SBR, el caso contrario es verdadero con pequeños esfuerzos. La buena resistencia a la flexión y fatiga, junto con alta resiliencia hacen al hule natural adecuado para usar en aplicaciones donde este tipo de esfuerzos estén involucrados.

COMPRESION PERMANENTE.

La compresión permanente es más pobre en el hule natural que en el polisopreno sintético.

Esta ventaja de los últimos es debida al efecto de las sustancias extrañas del hule, y los DPNR muestran muchas propiedades mejoradas. La compresión permanente es reducida por un buen curado.

ENVEJECIMIENTO.

Los vulcanizados de hule natural pueden tener una adecuada resistencia al envejecimiento por calor, mediante una adecuada selección de sistemas de curantes y por el uso de antioxidantes del tipo amino o fenólicos. Similarmente, la pobre resistencia al ozono bajo condiciones estáticas ó dinámicas puede ser mejorada con ceras y antiozonantes del tipo de la p-fenilendiamina.

2.7.- APLICACIONES EN PRODUCTOS.

Con su gran rango de propiedades de uso, el hule natural puede ser

adecuado en una gran variedad de aplicaciones. A pesar de esto, la participación del hule natural en el mercado de los elastómeros ha disminuido progresivamente desde la Segunda Guerra Mundial, TABLA 6.

Esto es debido parcialmente a los precios más altos del hule natural relativos al SBR y debido parcialmente a materiales inadecuados. El ligero incremento en la participación del hule natural en los últimos años es debida al gran cambio a llantas radiales en los Estados Unidos y otras partes. Los usos aproximados del hule natural por productos es mostrada en la TABLA 7.

TABLA 6.-Consumo mundial de hule natural.

Año	NR (X 1000 Toneladas)	Participación total del elastómero (%)
1940	1130	100
1950	1750	75
1960	2100	52
1970	2990	35
1978	3730	29.8
1980	3760	31.2
1983	3970	32.5

TABLA 7.-Uso del hule natural en productos.

Producto	Porcentaje (%)
Llantas y productos llanteros	70-72
Piezas mecánicas industriales	9-10
Productos de látex	7-8
Suelas	4-5
Productos automotrices	3-4
Adhesivos	1-2
Otros	2-3

2.8.- VULCANIZACION DEL HULE NATURAL.

SISTEMAS DE VULCANIZACION PARA EL HULE NATURAL.

La vulcanización convierte al hule de un polímero lineal a un producto tridimensional, mediante enlaces de las cadenas poliméricas, la resiliencia y rigidez son incrementadas.

El hule natural es usualmente vulcanizado con azufre y aceleradores orgánicos, sin embargo, otros reactivos como los uretanos NOVOR y peróxidos orgánicos pueden ser usados.

VULCANIZACION CON AZUFRE.

La química de la vulcanización es compleja, y las propiedades físicas obtenidas dependen del tipo de enlace formado. Los enlaces pueden ser mono, di, tri ó polisulfurosos, la proporción de cada uno de ellos es determinada por el sistema de vulcanización, sin embargo el tiempo de curado y la temperatura también tienen un efecto importante.

Los activadores y aceleradores orgánicos son usados en sistemas de vulcanización con azufre. Los activadores, usualmente óxido de zinc y ácido esteárico, incrementan el número de enlaces y por lo tanto su rigidez; las cantidades usadas no son críticas si ciertos niveles mínimos no son excedidos. Los aceleradores incrementan la rapidez de curado y la eficiencia del azufre que es usado como agente enlazante.

La vulcanización con azufre es aún el método más usado en la formación de enlaces en el hule natural. En compuestos de hule natural,

excepto ebonita, la cantidad de azufre usado puede variar de 3.5 phr hasta solamente 0.25 phr. Los sistemas de vulcanización con azufre y acelerador pueden ser clasificados en tres tipos:

- a) Sistemas convencionales conteniendo altas relaciones azufre/acelerador.
- b) Sistemas eficientes (EV) conteniendo altas relaciones acelerador/azufre.
- c) Sistemas semi-EV, que son intermedios entre (a) y (b).

La relación azufre/acelerador es particularmente importante, determinando el tipo de enlace formado. Altos niveles de azufre, por ejemplo de 2.1 a 3.5 phr, y bajos niveles de acelerador, de 0.3 a 1 phr, son llamados sistemas convencionales. En el curado óptimo el vulcanizado contiene en su mayor parte enlaces polisulfurosos con un relativo alto nivel de cadenas modificadas. Bajos niveles de azufre, de 0.25 a 0.7 phr, con altos niveles de acelerador, de 2.5 a 5 phr, dará normalmente enlaces monosulfurosos y muchas menos cadenas modificadas, éstos son por lo tanto conocidos como sistemas de vulcanización eficiente (EV). Sistemas semi-EV, con niveles intermedios de azufre de 1 a 2 phr y de 1.0 a 2.5 a phr de acelerador son también frecuentemente usados. Una división arbitraria de éstos es dada en la TABLA 8.

TABLA 8.-Relación de azufre (S) y acelerador (A) de diferentes sistemas de vulcanización para el hule natural.

	S phr	A phr	A/S
Convencional	2.1-3.5	1.0-0.3	0.09-0.48
Semi-EV	1.0-2.0	2.5-1.0	0.5-2.5
EV	0.25-0.7	5.0-2.5	3.6-20.0

Estructuras de la vulcanización del hule natural con azufre y acelerador son mostradas en la FIG.2.

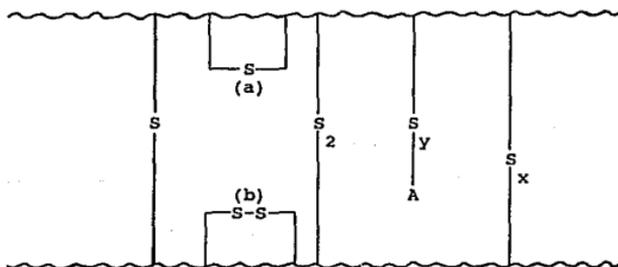


FIG.2

Típicas estructuras de vulcanizados a tiempos óptimos de curado y algunas propiedades son mostradas en la TABLA 9.

TABLA 9.-Estructuras de vulcanizados y propiedades.

	Convencional	Semi-EV	EV
Enlaces poli-y di sulfuros ‡	95	50	20
Enlaces monosulfurosos ‡	5	50	80
Concentración de sulfuros cíclicos	ALTA	MEDIA	BAJA
Resistencia a la cristalización a baja temperatura	ALTA	MEDIA	BAJA
Resistencia al envejecimiento por calor	BAJA	MEDIA	ALTA
Resistencia a la reversión	BAJA	MEDIA	ALTA

2.9.- PROPIEDADES FISICAS.

Los vulcanizados con enlaces polisulfurosos generalmente tienen buenas propiedades de tensión,desgarre,fatiga y excelente resistencia a la cristalización a baja temperatura.Sin embargo son suceptibles a reversión,pérdida de propiedades por sobrecurado,y envejecimiento oxidativo.Otras desventajas incluyen alta compresión permanente y la disminución de la tensión a temperaturas elevadas,debido en parte al intercambio de reacciones entre enlaces polisulfurosos.Debido a la mayor estabilidad térmica de los enlaces monosulfurosos,los sistemas EV dan vulcanizados los cuales son más resistentes a la reversión,envejecimiento oxidativo y alta compresión permanente a temperatura.Sin embargo,la resistencia al desgarre,fatiga,uso y en menor grado la resistencia a la tensión,son generalmente más bajos que para vulcanizados convencionales.

La resistencia a la cristalización a baja temperatura es pobre y la adhesión de hule a metal puede ser difícil.Los sistemas EV son usados para la vulcanización de artículos gruesos y aquellos usados a temperaturas de servicio elevadas.

Para mejor resistencia al envejecimiento oxidativo,los vulcanizados eficientes deben ser protegidos por la combinación de un hidroperóxido,como el mercaptobenzimidazol (MBI) o el zinc-2-mercaptobenzimidazol (ZMBI),y un poderoso antioxidante como el poli-2,2,4-trimetil-1,2-dihidroquinolina (TMQ).

Los sistemas solubles EV son diseñados para baja compresión permanente y una baja disminución de tensión al ser sometidos a temperatura. El ácido esteárico es reemplazado por el activador de hule, el 2 etilhexanoato de zinc (ZEH), y los aceleradores son usados con niveles normales de óxido de zinc. Los vulcanizados son particularmente adecuados para aplicaciones de ingeniería. El activador también mejora la disminución de la tensión en vulcanizados convencionales.

Los vulcanizados semi-EV tienen propiedades físicas intermedias entre los sistemas convencionales y los EV.

Dan algunas mejoras en la reversión, resistencia al envejecimiento y compresión permanente comparados con los vulcanizados convencionales, pero la resistencia a la fatiga y cristalización a baja temperatura es empeorada. El tiempo de quemado adecuado puede ser alto, particularmente con aceleradores del tipo de las sulfenamidas. Los tiempos de curado también tienen un importante efecto sobre la estructura de los enlaces y desde luego sobre las propiedades físicas. Los vulcanizados, particularmente los convencionales y semi-EV, tienen mayores niveles de enlaces polisulfurosos, acompañados por alguna pérdida de módulo y propiedades de tensión.

Un sistema semi-EV puede ser seleccionado en lugar de un sistema EV como un compromiso entre costo/desempeño.

Los sistemas EV pueden también ser vulcanizados a temperaturas más altas (180-200 C) y son menos propensos a la oxidación que los sistemas convencionales.

2.10.- ACELERACION DE LA VULCANIZACION.

HISTORIA DEL DESARROLLO DE LOS ACELERADORES.

Uno no puede discutir de aceleradores y vulcanización sin empezar con el descubrimiento de Goodyear en 1839 del proceso de vulcanización con azufre, el principio real de la industria hulera. Sin embargo, el uso de azufre sólo, es un proceso ineficiente, ya que largos tiempos para la vulcanización son requeridos. Goodyear al mismo tiempo describió el uso de carbonato básico de plomo para acelerar la reacción del azufre con hule. En los años que siguieron, un número de compuestos inorgánicos fueron descubiertos para acelerar la vulcanización, y el carbonato básico de plomo pronto fue reemplazado por litargirio como un acelerador primario. Los aceleradores inorgánicos, aún después de mejorar la vulcanización con azufre sólo, dejaron mucho que desear. A principios de siglo el efecto acelerador de compuestos orgánicos básicos fue descubierto. En 1906, Oenslager encontró que la anilina y otras aminas aceleraban la vulcanización del hule con azufre, y en Alemania, Hoffman y Gottlob en 1912 obtuvieron una patente para el uso de compuestos orgánicos e inorgánicos con una constante de ionización de 1×10^{-8} ó más grande. Subsecuentemente, la anilina llegó a ser usada tan extensivamente a pesar de su toxicidad. También se describió al mismo tiempo como las aminas eran producto de la condensación de las aldehído-aminas. Otros aceleradores básicos desarrollados durante este período fueron las aril guanidinas, por ejemplo la difenil guanidina (DPG).

Las guanidinas fueron usadas extensivamente como aceleradores durante la década de los veinte.

Los aceleradores ditiocarbamatos llegaron a ser usados alrededor de 1918. De ellos fueron desarrollados los sulfuros de tiuram. Este grupo de aceleradores es grandemente usado para rápida vulcanización a baja y alta temperatura.

Alrededor de 1920 fue descubierto que una combinación de óxido de zinc y ácido esteárico era efectiva como activador para la vulcanización con azufre, particularmente para la vulcanización con compuestos derivados del disulfuro de carbono, por ejemplo sulfuros de tiuram y ditiocarbamatos.

MERCAPTOBENZOTIAZOL Y SUS DERIVADOS.

A principios de siglo, la tiocarbanilida, también descubierta por Oenslager, había sido introducida como un acelerador de la vulcanización. En el curso de estudios dirigidos a determinar el mecanismo de reacción de la tiocarbanilida como un acelerador, Bedford, Sebrell, Bruni y Romani descubrieron en 1921, la efectividad del benzotiazol-2-tiol o mercaptobenzotiazol (MBT) como un acelerador. Y así los derivados de este compuesto que tenían tiempos de quemado lentos, fueron desarrollados. Varios de estos compuestos importantes fueron:

el 2,2'-disulfuro de dibenzotiacilo (MBTS) y el 2-benzotiacil-tiolbenzoato (UREKA C).

Durante el desarrollo de los derivados del MBT, Zaucker y Bogemann descubrieron en 1934 la efectividad de las sulfenamidas como acele-

radores de la vulcanización de acción lenta. Harman en 1937 descubrió el uso del N-ciclohexil-benzotiazol-2-sulfenamida (CBS) como un acelerador. Los trabajos sobre aceleradores desde ese tiempo han sido concentrados principalmente en el desarrollo de sulfenamidas con tiempos de quemado mas lentos. El desarrollo, seguido inmediatamente de la Segunda Guerra Mundial, de los negros de horno alcalinos, requirió el desarrollo de aceleradores, específicamente sulfenamidas con características como las ya mencionadas. Bajos niveles de tiuramios o ditiocarbamatos son usados como aceleradores secundarios en sistemas convencionales para tiempos de curado cortos, sin embargo el tiempo de quemado adecuado es reducido. Las sulfenamidas son grandemente usadas en sistemas semi-EV y EV, en combinación con disulfuros de tiuram y otros donadores de azufre.

Ejemplos típicos en orden ascendente de tiempo de quemado adecuado son: el N, ciclohexil-benzotiazol-2-sulfenamida (CBS), el N-t-butyl-benzotiazol-2-sulfenamida (TBBS) y el morfolinilbenzotiazol-2-sulfenamida (MBS).

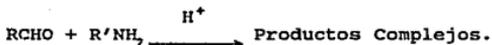
2.11.- ESTRUCTURA QUIMICA DE LOS ACELERADORES.

Hoy los principales aceleradores disponibles comercialmente son las aril guanidinas sustituidas, los productos de condensación de las aldedido-aminas, los ditiocarbamatos y sulfuros de tiuram, los tiazoles; principalmente el 2-mercaptobenzotiazol ó MBT y los derivados de éste, algunos como el 2,2'-disulfuro de dibenzotiacilo (MBTS), el benzotiazol-2-sulfenamida, el 1,3-di(benzotiazol-2-il-tiometil)urea, y la sal de zinc del MBT.

ALDEHIDO-AMINAS.

Los aceleradores de aldehído-aminas, como el nombre lo sugiere, son preparados por la condensación de un aldehído con una amina. Uno de los primeros productos de la condensación es probablemente la aldimina.

Sin embargo este compuesto reacciona posteriormente para dar una mezcla compleja:



Los aldehídos comerciales usados para la preparación de estos aceleradores incluyen, el formaldehído, acetaldehído, butiraldehído, heptaldehído y α -etil- β -acroleína. Las aminas incluyen la anilina, p-toluidina, butilamina y el amoniaco.

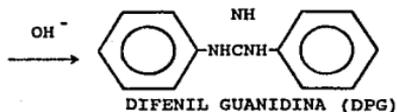
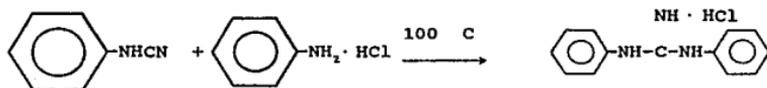
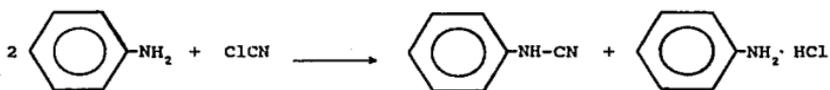
ARIL GUANIDINAS.

Estos son aceleradores muy lentos e ineficientes. Son usados con altos niveles de azufre (>3 phr), para artículos gruesos, por ejemplo cubiertas de rodillos, además los vulcanizados pueden decolorarse por exposición a la luz.

Los únicos aceleradores a base de guanidinas, disponibles comercialmente son la difenilguanidina (DPG), di-o-tolilguanidina (DOTG), y la trifenilguanidina (TPG). Estos compuestos son preparados por la reacción de la anilina ó o-toluidina con cloruro de cianógeno. La fenilcianamida funciona como intermediario y al ser calentada con hidrocloreuro de anilina reacciona para formar el correspondiente hidroclo-

ruro de guanidina. La neutralización de esta sal da la correspondiente guanidina.

Estas guanidinas son principalmente usadas como aceleradores secundarios para tiazoles y sulfenamidas.



DITIOCARBAMATOS.

Son ultraceleradores pues producen una vulcanización muy rápida, usados principalmente como acelerantes secundarios, particularmente los ditiocarbamatos de zinc. El dibutilditiocarbamato de zinc es particularmente adecuado para la producción de vulcanizados transparentes

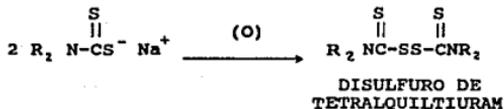
debido a su mayor solubilidad en el hule. Otros ditiocarbamatos afloran en la superficie del hule aún a bajos niveles. Los ditiocarbamatos son poderosos antioxidantes en vulcanizados EV, resistentes al calor o vulcanizados mediante peróxidos, pero pueden actuar como prooxidantes en vulcanizados convencionales. Estos compuestos son preparados por la reacción de aminas secundarias con disulfuro de carbono y una base, ya sea orgánica ó inorgánica.



Los ditiocarbamatos disponibles en el mercado son preparados a partir de piperidina, dietilamina, dimetilamina, dibencilamina y dibutilamina. Los cationes tanto orgánicos como inorgánicos incluyen Zn, Bi, Ni, Cu, Pb, Se, Te y N, N-dimetil ciclohexil amonio. Ejemplos típicos son el dimetilditiocarbamato de zinc (ZDMC), el dietilditiocarbamato de zinc (ZDEC), el dibutilditiocarbamato de zinc (ZDBC), el dimetilditiocarbamato de bismuto (BiDMC) y el dietilditiocarbamato de cadmio (CdDEC).

SULFUROS DE TIURAM.

Estos son también ultraceleradores, además los disulfuros y polisulfuros actúan como donadores de azufre. Los compuestos formulados con sulfuros de tiuram en ausencia de azufre muestran propiedades de envejecimiento excepcionales. Son generalmente más lentos que los ditiocarbamatos y dan un mayor tiempo de quemado adecuado. Los sulfuros de tiuram se obtienen a partir de la oxidación de los ditiocarbamatos.



Comercialmente los compuestos disponibles incluyen los disulfuros de tetrametiltiuram (TMTD), tetraetiltiuram (TETD), tetrabutiltiuram (TBDT). Los derivados del monosulfuro de tiuram también son disponibles. Estos compuestos se preparan por la reacción del correspondiente disulfuro con cianuro de potasio.

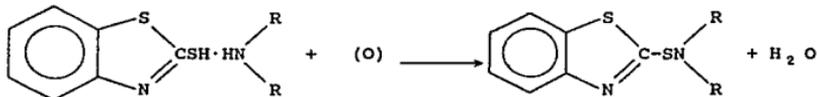


Uno de los átomos de azufre se extrae del enlace del disulfuro y se forma tiocianato de potasio. Un ejemplo es el monosulfuro de tetrametiltiuram (TMTM).

Los tiuramios pueden ser usados como aceleradores primarios con altos niveles de azufre para dar curados muy rápidos, particularmente para vulcanizados coloridos. Lo anterior trae como consecuencia una pobre resistencia al envejecimiento. El TBDT es usado en sistemas solubles EV y en los cuales se aprovecha la formación del dibutilditiocarbamato de zinc durante la vulcanización, actuando como antioxidante. El TMTD es usado alrededor de 3 phr en vulcanizados con bajo azufre, resistentes al calor.

2-MERCAPTOBENZOTIAZOL (MBT) Y SUS DERIVADOS.

Los aceleradores de la clase de los tiazoles, son los más importantes en la industria hulera hoy en día, ya que ofrecen sobresalientes propiedades, sobre todo tiempos de quemado lentos. En el mercado podemos encontrar el 2,2'-ditiobis(benzotiazol), la sal de zinc del benzotiazol-2-tiol, el 1,3-bis-(benzotiazol-2-il-tiometil)urea, y un número de derivados de sulfenamidas. Estas son preparadas comercialmente mediante la oxidación de la apropiada sal del 2-mercaptobenzotiazol-amina ó por la reacción del 2-mercaptobenzotiazol con una N-cloroamina.



OTROS ACELERADORES.

Algunos nuevos tipos de aceleradores han llegado a estar disponibles en la última década. Estos incluyen los dialquil-ditiofosfatos de zinc, las triazinas y un tiocarbamil sulfenamida. Los últimos dos tipos de aceleradores dan mejor tiempo de quemado en sistemas convenciona-

les de rápido curado y semi-EV.

Donadores de azufre.-Estos son usados para reemplazar parte o en su totalidad el azufre elemental en sistemas semi-EV y EV. Ejemplos típicos son la ditiomorfolina (DTDM), 4-morfolinil-2-disulfuro de benzo---tiacilo (MBD), disulfuros de tiuram, disulfuro de caprolactama y los dialquil-fenil-disulfuro.

MBT Y SUS DERIVADOS.

La clase de los aceleradores a base de tiazol, comercialmente hablando, es por mucho la más importante. La gran popularidad de los aceleradores de tiazol, particularmente de las sulfenamidas, proviene de su habilidad para proveer tiempos de quemado lentos y excelentes propiedades de tensión-esfuerzo.

Si uno inspeccionara las curvas de curado y los datos de vulcanización de varias sulfenamidas, se volvería obvio que la estructura química del acelerador tiene una fuerte influencia en la razón de aceleración así como en la de quemado.

En un esfuerzo por ganar una mejor visión de la química de los aceleradores, se han estudiado varias sulfenamidas de benzotiazol. Los aspectos estructurales de la molécula que se piensa juegan un papel más importante son (ver FIG.3):

- 1) La fuerza de la base e influencia estérica de la porción de la molécula que corresponde a la amina.
- 2) La fuerza del enlace azufre-nitrógeno.
- 3) Y el radical mercaptobenzotiazol.

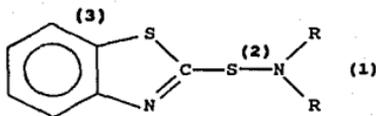


FIG. 3

ESTRUCTURA DE LA AMINA.

FUERZA DE LA BASE:

Un factor que afecta la actividad parece ser la fuerza de la amina de la cual se prepara la sulfenamida. En general, las sulfenamidas derivadas de aminas básicas producen una mayor rapidez de vulcanización.

EFEECTO ESTERICO:

Otro factor que influye en el comportamiento del acelerador es el efecto estérico del radical alquilo ó arilo de la amina de la cual la sulfenamida es preparada. Como aumenta el efecto estérico, el tiempo de quemado aumenta. Las sulfenamidas derivadas de las aminas más voluminosas dan una rapidez de enlace más lenta (una rapidez de curado más lenta). Mientras que un tiempo de quemado Mooney más alto es una característica deseable, una menor rapidez de curado es indeseable.

FUERZA DEL ENLACE SULFENAMIDA:

Se cree que el enlace más débil en las sulfenamidas es el enlace azufre-nitrógeno y que la amina y los fragmentos del mercaptobenzotiazol actúan en realidad como los aceleradores de la vulcanización.

COMBINACIONES DE ACELERADORES.

Muchas combinaciones de aceleradores muestran sinergismo en la rapidez de vulcanización y grado de curado. Este sinergismo puede ser explotado para obtener una rigidez más alta y una mayor rapidez de curado, o para reducir el total de las cargas de aceleradores en sistemas EV. Sin embargo, el tiempo de quemado adecuado debe también ser considerado.

Existe también considerable sinergismo entre los uretanos y los sistemas curantes convencionales de azufre. Los mayores efectos sinérgicos son obtenidos con mezclas de aceleradores diferentes, comercialmente muchas mezclas sinérgicas son disponibles, algunos ejemplos son mostrados en la TABLA 10.

TABLA 10.-Mezclas sinérgicas.

Par. acelerador	Relación aproximada para máximo módulo.
Convencional y semi-EV	
MBTS/DPG	50/50
MBT/TMTD	60/40
MBT/DPG	50/50
Sistemas de bajo azufre	
TMTD/MBTS	80/20
TMTD/MBS	50/50
ZDMC/DPG	40/60
CBS/ZDMC	50/50

EFFECTOS DE OTROS INGREDIENTES DE LA MEZCLA.

Los ácidos orgánicos y ciertos compuestos nitrosos, llamados retardadores, proporcionan tiempos de quemado más lentos. Algunos retardadores como: la N-nitrosodifenilamina (NDPA), anhídrido ftálico y ácido salicílico y benzoico incrementan el tiempo de quemado adecuado, pero también incrementan el tiempo de curado. No son muy efectivos con tiuramios ó ditiocarbamatos. La NDPA mancha fuertemente y es normalmente usada sólo en vulcanizados con negro de humo. Otras sustancia la N-ciclohexiltioftalimida (CTP). Es muy efectiva incrementando el tiempo de quemado adecuado en sistemas curados con sulfenamidas, y a bajos niveles no tiene efecto sobre la rapidez de curado o el módulo.

Las mezclas activadas con una combinación de óxido de zinc y ácido esteárico producen vulcanizados con mejores propiedades físicas. Los aceleradores los cuales tienen un buen tiempo de quemado lento pero exhiben una rapidez lenta de curado, pueden ser activados con una pequeña cantidad de un acelerador más quemante, llamado acelerador secundario o activador. Los antioxidantes comerciales presentan también efectos sobre el quemado, dependiendo de su estructura. Algunos subproductos de la vulcanización, los cuales permanecen en el hule son conocidos como excelentes antioxidantes.

OTRAS FORMAS DE VULCANIZACION.

NOVOR es el nombre comercial de los agentes vulcanizantes de uretano, desarrollados por la MRPRA y ahora son usados en gran cantidad en una variedad de aplicaciones, en particular en aquellos que demandan vul-

canización a alta temperatura o un servicio a alta temperatura. Los principales beneficios de los nuevos sistemas son la sobresaliente resistencia a la reversión y buena resistencia al envejecimiento unida con buenas propiedades iniciales del vulcanizado; una combinación que no se puede lograr mediante los sistemas establecidos de vulcanización con azufre. Otra característica es que los uretanos pueden ser mezclados con sistemas vulcanizantes de azufre para dar una familia de sistemas diseñados para variar en costo, características de curado y otras propiedades.

SISTEMAS VULCANIZANTES NOVOR.

La sobresaliente característica del sistema vulcanizante NOVOR 924 es su habilidad para dar vulcanizados que presentan excepcional resistencia a la reversión. Una formulación típica es mostrada en la TABLA 11.

TABLA 11.-Sistema NOVOR 924.

INGREDIENTE	PARTES phr	FUNCION
NOVOR 924	6.7	AGENTE ENLAZANTE
ZDMC	2	ACTIVADOR/CATALIZADOR
OXIDO DE CALCIO	3	AGENTE DESHIDRATANTE

La mejor resistencia al envejecimiento por calor es dado por la incorporación de una mezcla de TMQ y el zinc-2-mercaptobenzimidazol (ZMBI), cada uno en 2 phr. La mejor resistencia a la fatiga es obtenida

con un antidegradante del tipo p-fenilendiamina sin un agente deshidratante. La resistencia al envejecimiento será inferior a aquella obtenida con el sistema TMQ/ZMBI, aunque es aún mejor que aquella obtenida de un vulcanizado con alto azufre, bien protegido.

MEZCLA DE SISTEMAS, NOVOR/AZUFRE.

Añadiendo un sistema vulcanizante convencional con azufre al NOVOR 924 reduce costo y da una más alta rapidez de curado, el cual retiene muchas de las características deseables del sistema de los uretanos. Los dos sistemas pueden ser mezclados en cualquier proporción, pero las formulaciones que tienen menos del 50% de NOVOR generalmente no son recomendadas, ya que no ofrecen alguna ventaja sobre los sistemas semi-EV.

La resistencia a la reversión disminuye tanto como la relación NOVOR/AZUFRE es reducida, sin embargo sistemas 90/10 y 80/20 de NOVOR 924/AZUFRE son aún hábiles para manejarse como sistemas EV. Con ciertas mezclas las mismas propiedades como módulo, tensión, y resiliencia son obtenidas si los curados son realizados a 140 C ó 200 C. En mezclas de sistemas, como el sistema NOVOR, da vulcanizados cuya resistencia a la fatiga puede mejorar en el envejecimiento.

Mezcla de sistemas de NOVOR/AZUFRE son particularmente usados en curados a alta temperatura, por ejemplo en la vulcanización continua y moldeo por inyección, donde la ventaja puede ser tomada de la combinación de la alta resistencia a la reversión, mayor rapidez de curado e insensibilidad de las propiedades del vulcanizado a la temperatura de curado. Han sido obtenidos curados óptimos de 2-4 minutos a 180 C, 1-3

minutos a 190 C y 0.5-1 minuto a 200 C en moldeo por inyección con un sistema 80/20. Son también usados en los curados a alta temperatura de bandas transportadoras y, debido a su resistencia a la reversión, da vulcanización más uniforme en el recubrimiento de rodillos.

VULCANIZACION CON PEROXIDOS.

Los vulcanizados con peróxidos tienen la mejor resistencia al calor cuando son usados antioxidantes adecuados. Sin embargo, las rapidezces de curado son lentas y el tiempo de quemado adecuado es lento. Tiempos largos de curado, por ejemplo alrededor de 6 veces la vida media del peróxido, son necesarios para realizar su completa descomposición mientras que su resistencia al envejecimiento oxidativo no es reducida. Muchos antioxidantes, particularmente las p-fenilendiaminas, interfieren con la vulcanización mediante peróxidos. Para mayor resistencia a la degradación oxidativa y menor interferencia con la vulcanización, una combinación de MBI o ZMBI con TMQ y ZDMC es recomendada. El ZDMC es un antioxidante muy efectivo para vulcanizados con peróxidos. La adición de hidróxido de calcio es recomendada, pero no siempre es esencial.

El peróxido más comunmente usado es el dicumil peróxido, pero los vulcanizados poseen un olor distintivo. Una alternativa es el di-(t-butilperóxi-isopropilbenceno), el cual es un agente curante más lento. Ejemplos típicos y sus vidas medias son mostrados en la TABLA 12. Sustancias llamadas coagentes incrementan la eficiencia de los peróxidos orgánicos, pero no afectan la rapidez de curado. Son usados para obtener más altos módulos ó para reducir el nivel de peróxido requere-

rido. Los coagentes incluyen metacrilatos (SARET ó ATM), trialilcianurato (AKTIVADOR OC) y una bismaleimida (HV A2).

El tiempo de quemado de los peróxidos puede ser mejorado mediante la adición de captadores de radicales libres, pero el nivel del peróxido o del coagente debe ser incrementado para compensar una pérdida de enlaces. Bajos niveles de p-fenilendiaminas son utilizados para este fin, y coagentes que contienen un captador son disponibles tales como el SARET 500 o el ATM 16.

Los vulcanizados mediante peróxidos tienen una pobre resistencia a la cristalización a baja temperatura e inferiores propiedades de resistencia comparadas con los vulcanizados con azufre, sin embargo la disminución de la tensión y compresión permanente son buenas.

La protección contra el ataque de ozono, especialmente bajo condiciones dinámicas, no es posible realizarla debido a que los antiozonantes químicos interfieren con la vulcanización. Sin embargo, la vulcanización con peróxidos, de mezclas de hule natural con elastómeros resistentes al ozono, algunos como el EPDM, son usadas para la resistencia al ataque de ozono.

Los peróxidos no son adecuados agentes curantes en aire caliente o en vapor, ya que los radicales del peróxido pueden iniciar la oxidación. Problemas de pegajosidad pueden presentarse en el hule en la vulcanización por compresión, esto puede minimizarse mediante la adición de antioxidantes.

TABLA 12.-Peróxidos comerciales.

Nombre químico	Nombre comercial	Vida media (min.) a	
		160 C	180 C
Peróxido de dicumilo.	Dicup Luperco 500 Perkadox BC	8.7	1.3
di-(t-butilperóxi- isopropilbenceno)	Perkadox 14 Retilox Vul Cup	12.0	2.0

2.12.- PRUEBAS DE PROCESAMIENTO Y VULCANIZACION.

Después que la mezcla ha sido procesada a la forma deseada, el compuesto necesita ser convertido a un material fuerte y elástico para un uso final específico. Esto es acompañado por el proceso de curado, más comúnmente referido como vulcanización, la cual consiste en el enlace químico de las cadenas de hule, generalmente mediante la acción de azufre y acelerador bajo presión a una temperatura elevada. Durante este proceso, la pieza cambia esencialmente de un intermediario plástico a un producto final predominantemente elástico. Como un resultado su resistencia a la deformación se incrementa como lo hace su tensión, resiliencia y rigidez. Las pruebas de vulcanización son usadas para medir el desempeño de un compuesto durante este proceso. Desde luego el curado es básicamente una reacción química, en la cual la temperatura es la variable más importante en el muestreo del comportamiento de la vulcanización.

Algunos otros términos que se necesitan especificar son los siguientes:

QUEMADO.

El "quemado" es la vulcanización prematura, es decir cuando se llegan a formar enlaces durante el procesamiento. Lo que reduce las propiedades plásticas del compuesto, interfiriendo con la operación de moldeado arruinando el producto final. El quemado es el resultado de los efectos combinados de tiempo y temperatura (historia de calor) sobre

una mezcla. El tiempo de quemado generalmente define el tiempo al cual arranca la vulcanización a una temperatura particular, representando así el tiempo disponible para el procesamiento.

RAPIDEZ DE CURADO.

La rapidez de curado (rapidez de enlace) es la rapidez a la cual la rigidez (módulo) se desarrolla después del punto de quemado. Durante este período, el compuesto cambia de un plástico suave a un material elástico duro para un uso específico. Este efecto resulta de la introducción de los enlaces que conectan las largas cadenas del polímero. Como más enlaces son introducidos, la eficiencia llega a ser más estrecha y la rigidez o módulo del compuesto se incrementa.

TIEMPO DE CURADO.

Es el tiempo requerido durante la etapa de vulcanización para que la cantidad de enlaces requerida ocurra, obteniendo el nivel deseado de propiedades. Sus dos componentes son el tiempo de quemado y el tiempo de formación de enlaces, el último es controlado por la rapidez de curado.

ESTADO DE CURADO.

En general, el estado de curado es un término usado para indicar el nivel de una propiedad particular del hule con respecto al último valor de esa propiedad en la mezcla completamente vulcanizada. Por ejemplo, en el proceso de formación de enlaces, el módulo de un compuesto

se incrementa indicando el estado de curado más alto. El así llamado estado óptimo de curado es la cantidad de enlaces que resultan en el máximo módulo. Sin embargo, uno debe mantener en mente que todas las propiedades impartidas por la vulcanización no alcanzan sus valores óptimos al mismo nivel de curado.

SOBRECURADO.

Un tiempo de curado el cual es más largo que el óptimo resulta en un "sobrecurado". Hay generalmente dos posibles resultados de sobrecurado dependiendo del tipo de hule y del sistema curante. La pieza puede continuar endureciendo con una pérdida en la resistencia a la tensión y elongación, o puede ablandarse con una pérdida en módulo, tensión y elongación. El último efecto es comúnmente llamado "reversión" y es más común en los compuestos de hule natural.

2.13.- INSTRUMENTOS ROTATORIOS DE CORTE.

Varios plastómetros fueron desarrollados durante el rápido crecimiento de la industria del hule en el período de 1920-1940. Sin embargo, el viscosímetro de disco cortante desarrollado por Melvin Mooney ha llegado a ser el estándar de la industria hulera. En este instrumento un pequeño disco gira en una masa de hule, contenida en una cavidad ranurada, bajo presión, como se muestra en la FIG. 4. El torque requerido para girar el disco a 2 rpm a una temperatura determinada (usualmente 100 C) es definida como la viscosidad Mooney.

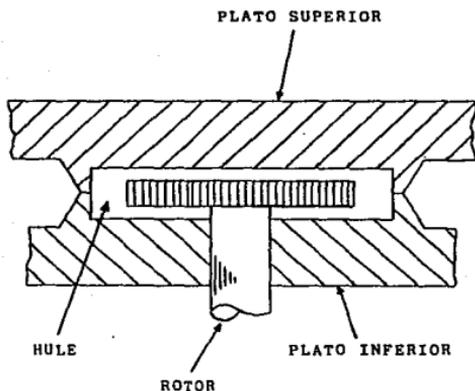


FIG. 4

El viscosímetro Mooney, el cual es usado extensivamente como un instrumento de control en el laboratorio, opera a una rapidez de corte promedio de 2 s^{-1} . El procedimiento de trabajo consiste en colocar una porción de muestra sobre cada lado del rotor y llenar la cavidad bajando, mediante mecanismos neumáticos, el plato superior. Los platos son calentados eléctricamente y controlados a una temperatura seleccionada. Un transductor de torque mide la fuerza requerida para mover el rotor a 2 rpm. La muestra es calentada por un minuto después que los

platos son cerrados. El motor es entonces arrancado y el torque es graficado simultáneamente durante el período de tiempo elegido. Hay dos tipos de rotores estandar para la prueba de viscosidad Mooney, uno largo para uso general y uno más pequeño para materiales muy duros. La relación de los resultados de viscosidad con los dos rotores (L/S) es alrededor de 1.8, sin embargo esto es algunas veces dependiente del tipo de hule.

El viscosímetro Mooney es bastante usado para determinar las características de quemado de los compuestos de hule.

Otros instrumentos como los reómetros capilares fueron usados por algunos años para medir propiedades reológicas básicas de líquidos y polímeros fundidos, pero poco fue el trabajo hecho sobre sistemas elastoméricos hasta la década de los 60's. No fue sino hasta los 70's que la reología capilar fue comúnmente usada para modelos de procesos de extrusión de compuestos de hule.

QUEMADO.

Es obvio que la viscosidad de una mezcla de hule, mantenida a una temperatura elevada, se incrementará con el tiempo, como un resultado de los enlaces formados. Entonces, mediciones continuas de viscosidad a temperaturas de trabajo, indicarán el tiempo disponible para un mayor procesamiento.

De la carta de unidades Mooney contra tiempo, como se muestra en la FIG. 5, es determinado el tiempo requerido del compuesto para quemar. La medición más común de quemado es el tiempo a unos 5 puntos arriba

del mínimo como se muestra en la figura. Normalmente la prueba corre a temperaturas encontradas durante el procesamiento, por ejemplo entre 120 y 135 C.

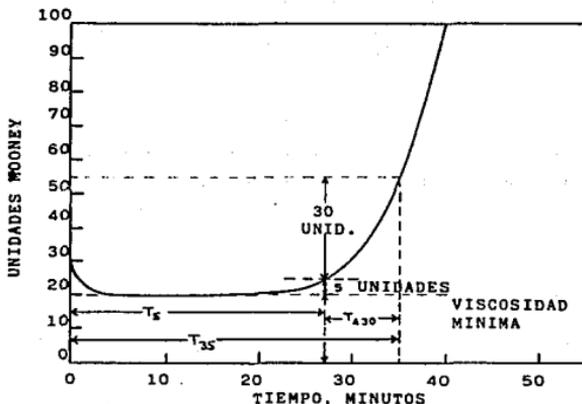


FIG. 5

Los valores normalmente tomados de la curva de curado Mooney son:

MV = viscosidad mínima

t_5 = tiempo de quemado a MV + 5 unidades

t_{35} = tiempo de curado a MV + 35 unidades

Δt_t = índice de curado = $t_{35} - t_5$

El quemado, o vulcanización prematura, puede ocurrir durante el procesamiento de un compuesto, debido a los efectos acumulados de calor y tiempo.

Por lo tanto el tiempo requerido para que el compuesto se quemé, disminuirá tanto como se mueva a través de cada etapa del proceso. Entonces, muestras tomadas del mismo batch a diferentes etapas del proceso tendrán progresivamente tiempos más cortos de quemado. El valor para un batch en un punto particular en el proceso es llamado su "tiempo de quemado residual". La FIG.6 ilustra este efecto de la historia de calor sobre el tiempo de quemado. Cualquier pieza bien fabricada tendrá un tiempo de quemado mucho más largo que el equivalente de la máxima historia de calor que puede acumular durante el procesamiento.

VULCANIZACION.

Como ya se estableció, este proceso involucra la formación de enlaces químicos entre las cadenas poliméricas para obtener una eficiencia elástica que exhibirá la propiedad deseada del hule. El desempeño de la pieza en esta fase del proceso es asegurada con pruebas de la vulcanización. Sin embargo el proceso es básicamente de naturaleza química, pero las pruebas realizadas son basadas sobre los cambios físicos que ocurren en el hule. Estos cambios generalmente ocurren en tres etapas:

- (1) un período de inducción
- (2) un curado ó etapa de enlaces, y
- (3) una etapa de reversión ó sobrecurado.

La localización de estas tres etapas en el ciclo de vulcanización son mostradas en la FIG.7.

LB/IN
dN/m

Monsanto.

RHEOMETER
 MOONEY

AC 052

CHART MOTOR: 12 min.

RANGE SEL.: 100

PREHEAT: _____ sec.

STOCK: _____

ARC ± 3 °

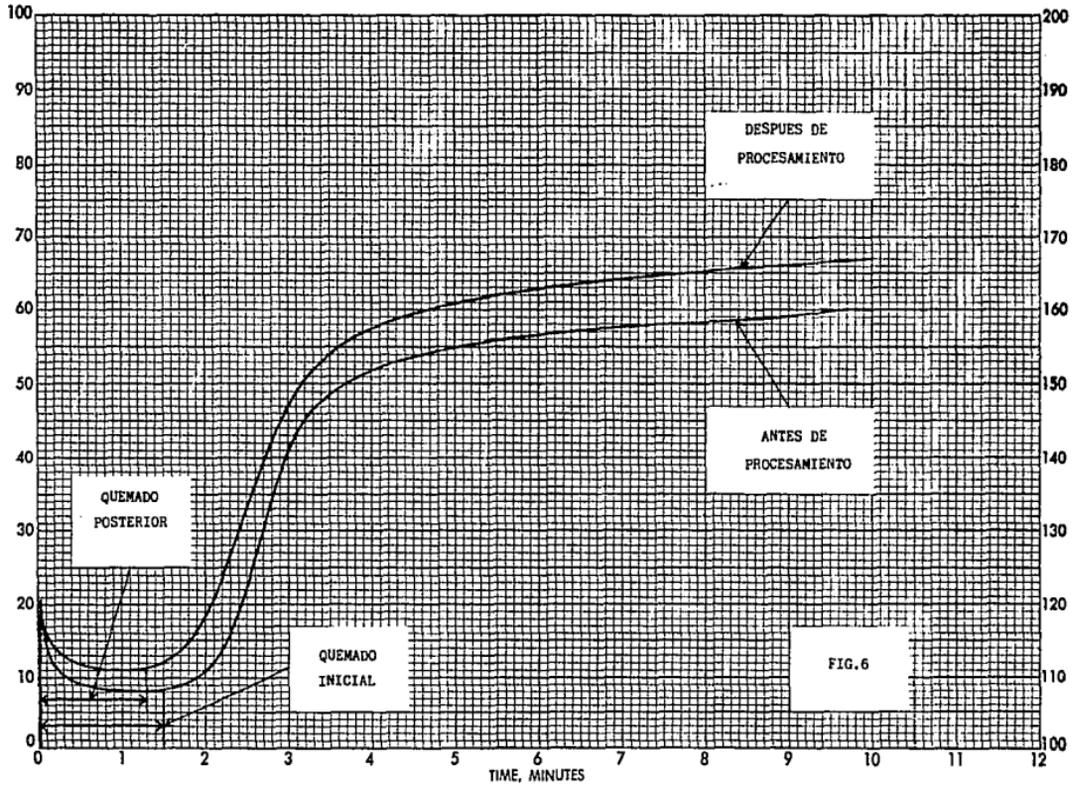
TEMP.: 160 °C

DATE: _____

OPER.: _____

PROJ. NO.: _____

TEMPERATURE °C



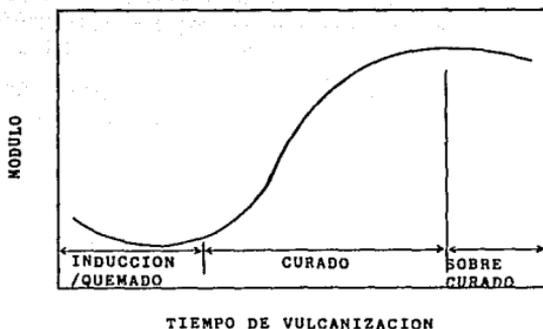


FIG.7

El período de inducción representa el tiempo a la temperatura de vulcanización durante la cual ningún enlace ocurre. Esto es burdamente análogo al Mooney ⁵ mencionado anteriormente. Siguiendo el período de inducción, los enlaces se forman a una rapidez dependiente de la temperatura, el tipo de hule, y el sistema curante. Como los agentes curantes y sitios de enlace llegan a ser agotados, los enlaces reaccionan lentamente hasta que una rigidez ó módulo óptimo son alcanzados. Esto representa el curado completo. Un calentamiento posterior puede resultar en un lentísimo incremento en la rigidez (módulo posterior) ó ablandamiento de la pieza (reversión), dependiendo del tipo de hule. Estos cambios son referidos generalmente como sobrecurado. En el desarrollo ó producción de un compuesto de hule, el técnico debe

balancear estas tres etapas. Por ejemplo, un tiempo suficiente de quemado es imperativo para llevar la mezcla a través del proceso sin problemas de prevulcanización, sin más tiempo residual de quemado que el tiempo de curado que sería excesivamente más largo, lo que incrementaría el costo del vulcanizado. Una mayor rapidez de curado sería deseable para disminuir dicho costo, sin embargo no puede ser tan rápida que acarree un flujo insuficiente durante el moldeo.

Finalmente, uno requiere realizar una máxima utilización del sistema curante, removiendo el producto del molde a un tiempo óptimo, el cual evitaría los efectos adversos del sobrecurado. Estos balances pueden ser mejor realizados a través de cuidadosas pruebas de vulcanización.

2.14.- PRUEBAS DE VULCANIZACION.

METODO DE ETAPAS DE CURADO.

El método clásico para perfiles de vulcanización consiste en vulcanizar una serie de placas a diferentes intervalos de tiempo y medir las propiedades de tensión de cada muestra, graficando los resultados como una función del tiempo de vulcanización. Típicamente, las placas son curadas a la temperatura deseada, incrementando los periodos de tiempo (en intervalos de 5 a 10 minutos), especímenes de prueba son cortados de cada hoja, y se determinan propiedades físicas como el módulo a 300% y resistencia a la tensión a la ruptura, de acuerdo a la norma ASTM D-412. La FIG. 8 muestra datos típicos de dos fórmulas de hule natural usando diferentes acelerantes.

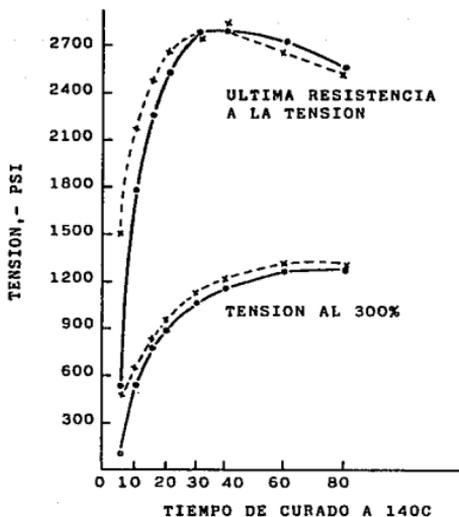


FIG. 8.

FORMULACION	*A	°B
SMR-5L	100	100
H A F	60	60
N-8	10	10
OXIDO DE ZINC	5	5
AC.ESTEARICO	1	1
NOVAZONE HP	1	1
AZUFRE	2	2
MBT	1	-
MBTS	-	1

TEMP.DE VULC.: 140 C

Este método es satisfactorio para discernir grandes diferencias, pero los errores de muestreo inherentes limitan su aplicabilidad para detectar pequeñas variaciones en el comportamiento del curado. Desde luego, la prueba es inadecuada para obtener datos durante el período de inducción, ya que el uso de especímenes antes de formar los enlaces no puede ser realizado. Una ventaja del método de "etapas de curado" es que mantiene una flexibilidad en seleccionar el tiempo óptimo de

vulcanización dependiendo sobre todo de las propiedades de tensil de mayor interés. Se observa que en la FIG. 8 la resistencia a la tensión máxima ocurre a un tiempo de vulcanización mucho más corto que el realizado en el máximo módulo.

Esta flexibilidad en seleccionar es significativa debido a que el tiempo requerido de vulcanización frecuentemente depende sobre todo de cual de las propiedades del hule es la más crítica para la aplicación deseada.

Sin embargo en muchas situaciones reales el formulista debe seleccionar un tiempo de curado que dará valores satisfactorios para las propiedades de más crítico desempeño, sin reducir otras propiedades abajo de los límites aceptables. Por ejemplo, la resistencia al agrietamiento disminuye cuando el curado llega a ser más cerrado al mejorar la resiliencia (habilidad del hule para liberar energía almacenada). Entonces el estado óptimo de curado en este caso hipotético depende del tipo de producto que se está elaborando como una bota de hule ó una pelota. En el análisis final, el estado óptimo de curado es frecuentemente un compromiso. Si nos referimos al "curado técnico" desde luego da el mejor balance de propiedades que pueden ser técnicamente obtenidas.

Una modificación de esta prueba, generalmente referida como prueba rápida de módulo, es bastante usada en la industria para el control de la producción. Una muestra sencilla tomada de un batch de producción es vulcanizada a alta temperatura y su módulo de tensión medido.

Temperaturas tan altas como 190 C son usadas para una rápida vulca--

nización, reduciendo el tiempo de prueba. Cualquier valor de módulo fuera de los límites de aceptación indica que el batch está fuera de especificaciones.

MÉTODOS DE MEDICIÓN CONTINUA.

En un trabajo publicado en 1957, Peter y Heidemann describían un instrumento para obtener mediciones continuas de la rigidez durante el curado. Este instrumento, y una adaptación posterior, fue referido como el vulcámetro Bayer-Frank. Involucraba mediciones continuas de módulos de corte a baja frecuencia de un espécimen de prueba calentado a través del ciclo de vulcanización. El arreglo de la muestra es mostrado esquemáticamente en la FIG. 9.

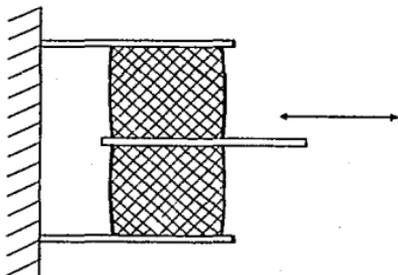


FIG. 9

Una barra colocada entre las dos piezas de prueba, sostenidas por placas calientes, oscilaba a una frecuencia y amplitud determinadas. La fuerza requerida para mover la barra fue medida como una función del

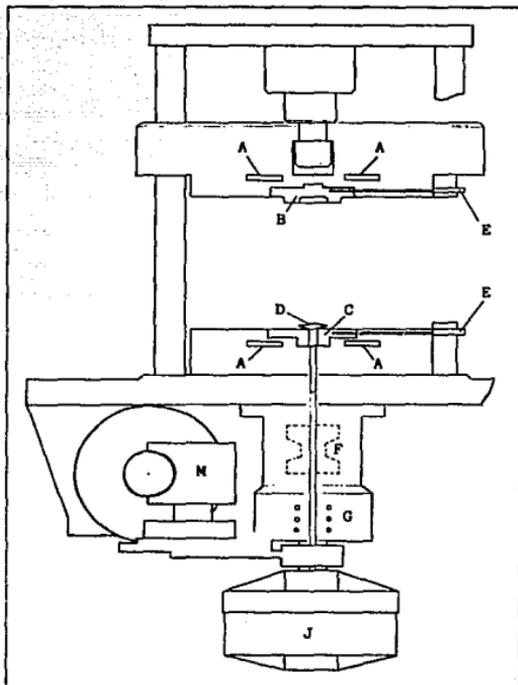
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

tiempo. Usando este instrumento, Peter y Heidemann obtuvieron curvas de vulcanización para un número de compuestos de hule que concordaron bien con los datos obtenidos por el método de las etapas de curado. Mostraron también que la primera parte de la curva tiene una forma similar a la curva de quemado Mooney cuando se corre a la misma temperatura.

El curómetro Wallace-Shawbury, reportado en 1958 se basaba en principios similares. Tanto en el vulcámetro como el curómetro, el espécimen de prueba era curado a presión atmosférica. Como un resultado, la porosidad de la muestra ó cambios dimensionales (flujo) frecuentemente ocurren durante la prueba y los datos no concuerdan con curados bajo presión. En un intento para resolver este problema, el reómetro de disco oscilante (ODR) fue introducido en 1962. Este instrumento, el cual tuvo su inspiración en el viscosímetro Mooney, es descrito esquemáticamente en la FIG. 10. La muestra es mantenida bajo presión entre las placas calientes alrededor de un rotor bicónico, el rotor oscila con un pequeño arco mediante un motor excéntrico. Como se muestra en el esquema, el mecanismo incluye un transductor para medir simultáneamente el desplazamiento y el correspondiente torque requerido para vulcanizar el espécimen de hule, a la frecuencia seleccionada.

Este instrumento fue originalmente diseñado para operar tanto a baja frecuencia (1 cpm) para monitorear curados simples ó a una mayor frecuencia (15 cpm) para mediciones continuas de propiedades dinámicas, durante el curado completo del proceso. Esta versión se vendió como el

FIG. 10



- A: CALENTADOR
- B: PLATO SUPERIOR
- C: PLATO INFERIOR
- D: ROTOR
- E: Sonda DE TEMPERATURA
- F: TRANSDUCTOR DE PAR DE TORSION
- G: COJINETES
- M: MOTOR & CAJA DE CAMBIOS
- J: AJUSTE PNEUMATICO
- F: TRANSDUCTOR DE PAR DE TORSION

reómetro LHS, estos aparatos fueron aceptados sobre todo para muestras de rutina en control de calidad.

Un gran número de curómetros fueron desarrollados durante la década de los 70's para corregir deficiencias en el ODR.

El curómetro JSR reportado en 1966, era un instrumento sin rotor, de cámara semicerrada que eliminaba algunos problemas asociados con el rotor del ODR (torque friccional, baja respuesta térmica, y dificultad en remover la muestra). La versión de 1980 de este instrumento se conoció como el curómetro JSR III, pero no tuvo gran aceptación.

Un segundo reómetro sin rotor, descrito por Gottfert en 1976 conocido como el elastógrafo Gottfert, usa dos placas bicónicas y opuestas, y calentadas mediante resistencias, directamente diseñadas para mantener un gradiente constante de corte sobre la muestra, FIG.11.

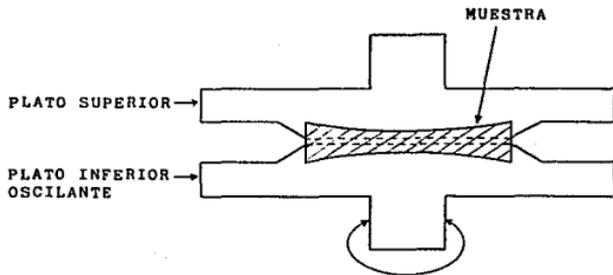


FIG.11

El disco inferior oscila y el torque es transmitido sobre el plato superior sensibilizando la fuerza que esta siendo transmitida a través del hule. Este arreglo mantiene una rápida respuesta térmica, también un gradiente constante de corte sobre el área completa de la

cámara, sin embargo altas presiones en la cavidad no son aseguradas. Este instrumento es usado solamente en Alemania.

La rapidez y exactitud con la cual las características de quemado y vulcanización de un compuesto deberían ser determinadas fue establecido por la ASTM, quien adoptó un estandar tentativo para el reómetro de disco oscilante en 1968 y un estandar aprobado en 1975. Las FIG. 12, 13 y 14 muestran tres diferentes tipos de curvas de curado, obtenidas en el ODR con los parámetros ASTM anotados. Las definiciones ASTM de los valores indicados son como sigue:

M = torque mínimo
L

M = torque máximo donde la curva se aplanas
HF

M = torque máximo donde la curva presenta reversión
HR

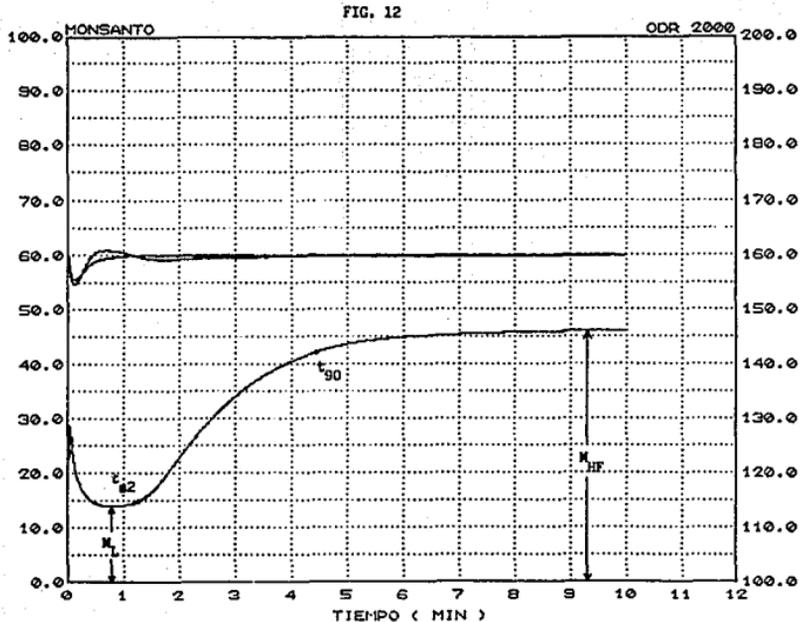
M = torque más alto obtenido en curvas que siguen
H aumentando sin presentar una planicie

t = minutos a 2 unidades arriba del M
s2 L

t = minutos a x% del torque máximo.
x

Estas figuras ilustran el tipo de curvas de curado que son obtenidas con diferentes tipos de hule. Por ejemplo, algunos compuestos de hule sintético mantienen un nivel de torque constante ó de equilibrio (M_{HF}) al mismo tiempo que muchas piezas de hule natural exhiben reversión (M_{HR}). La característica de un módulo acentuado observado en la curva de la derecha es observada con algunos sistemas curantes. Entonces la curva de curado da una interpretación de las caracteris--

MINI BL S ZNOISRIOT



COMED. PRODUCTIVEMENT

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

ML: 14.01 lb-in

MH: 46.19 lb-in

tSI: 1:17 min

tS2: 1:27 min

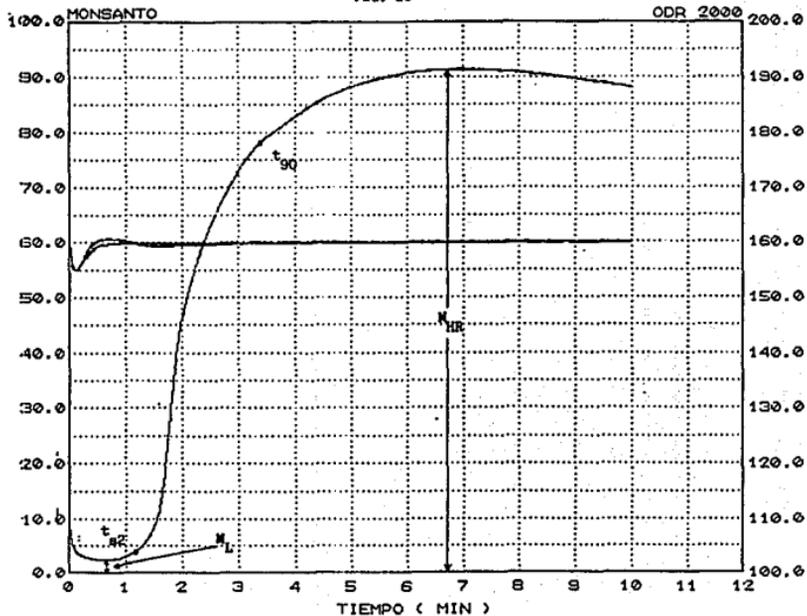
t10: 1:35 min

t50: 2:36 min

t90: 4:41 min

S' I Z I B L N O I Z I O R R I S I O T

FIG. 13



C O M P E T I T I V E P A R A M E T E R S

↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.0 C

ML: 2.40 lb-in
 MH: 91.54 lb-in

tS1: 1:06 m/s
 tS2: 1:15 m/s
 t50: 2:02 m/s

t70: 3:57 m/s

t10: 1:36 m/s

ticas de quemado y vulcanización del compuesto y, como un resultado, es muy usada para categorizar las formulaciones de hule.

Los ejemplos citados muestran como grandes cambios en la composición de la muestra de hule son reflejados en la curva reométrica. Sin embargo en la práctica de desarrollo de compuestos de hule, el formulista esta más frecuentemente interesado en los cambios sutiles que ocurren con los ajustes de la composición. Las pruebas del curómetro son adecuadas para este trabajo. El efecto de los cambios del compuesto en viscosidad y quemado pueden ser determinados de la primera porción de la curva, mientras que el efecto de la rapidez de curado y módulo relativo es visto en la región de enlaces y aplanamiento de la curva. En FIG.15 observamos como pequeños ajustes en la concentración de un ingrediente pueden ser detectados.

La habilidad del curómetro para detectar rápidamente pequeños cambios en la composición, es usada para el control de la producción. Por ejemplo, operando a temperaturas de prueba en un rango de 175 a 200 C, una prueba puede ser completada en aproximadamente 5 minutos, lo cual coincide muy cercanamente con un típico ciclo de mezclado de Banbury. El procedimiento usualmente seguido es establecer límites de especificación a varios puntos a lo largo de la curva de curado, como se muestra en la FIG.16. Entonces, una curva de curado es obtenida en cada batch de producción antes de fabricar el producto final, y esta curva es comparada contra los límites de especificación. Lotes que dan curvas que caen fuera de estos límites son rechazados, minimizando los procesos improductivos.

Los curómetros son también usados para ayudar en seleccionar el tiem-

L.B. IN
DIN. IN**Monsanto.** RHEOMETER
 MOONEY AC 052

CHART MOTOR: 12 min.

RANGE SEL.: 100

PREHEAT: sec.

STOCK: _____

ARC ±: 3 °

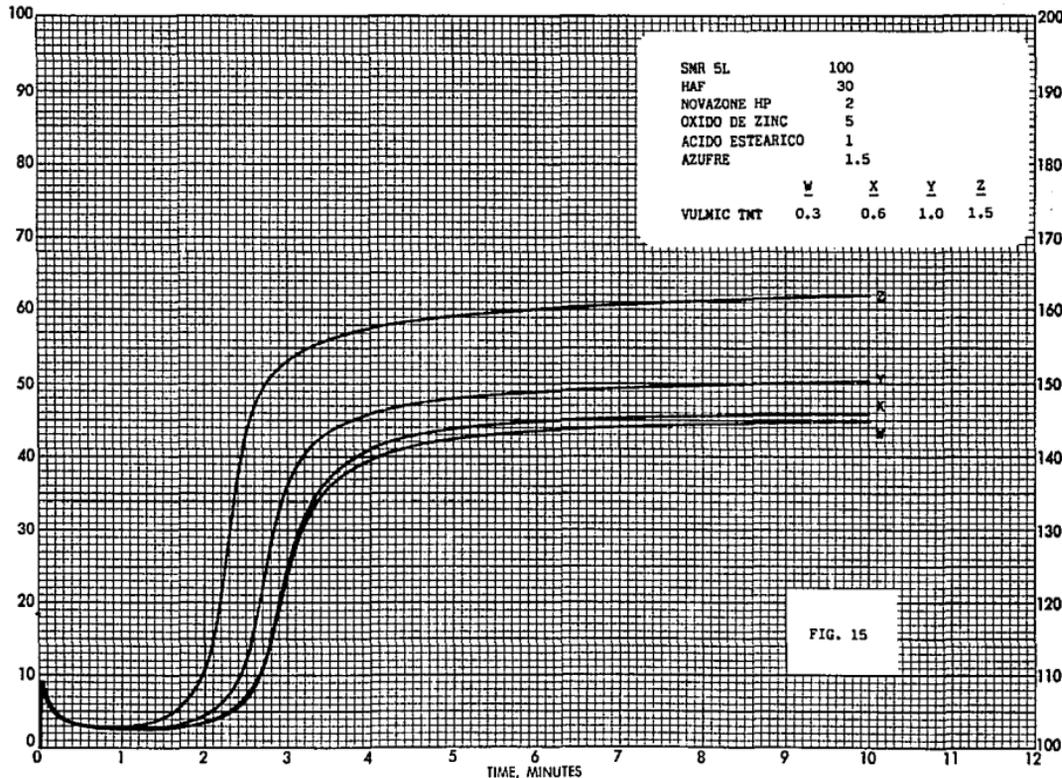
TEMP.: 160 °C

DATE: _____

OPER.: _____

PROJ. NO.: _____

TEMPERATURE C



18 IN
diameter

Monsanto.

RHEOMETER
 MOONEY

AC 052

CHART MOTOR: 12 min.

RANGE SEL.: 100

PREHEAT: _____ sec.

STOCK: _____

ARC ±: 3 °

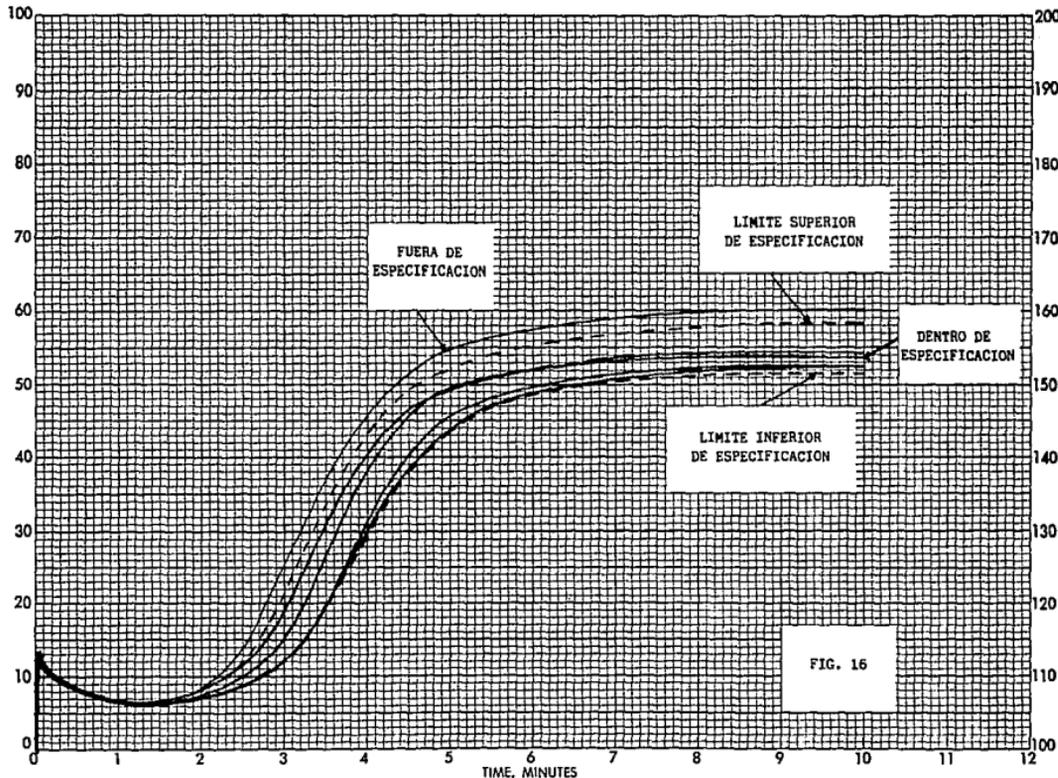
TEMP.: 160 °C

DATE: _____

OPER.: _____

PROJ. NO.: _____

TEMPERATURE °C



po apropiado de curado para especímenes de laboratorio que requieren pruebas de propiedades físicas. Desde luego existe una buena concordancia entre la curva de curado obtenida en un reómetro y las mediciones del módulo de tensión hechas mediante el método de las etapas de curado, un uso extensivo del reómetro en la práctica de laboratorio es para determinar el tiempo de curado óptimo en el proceso directamente de la curva de curado y preparar solamente un espécimen sencillo para muestrear tensión.

Con esto, el reómetro puede ser usado para la evaluación funcional de materiales crudos como polímeros, cargas, acelerantes y así sucesivamente, con considerables ahorros de tiempo, y manteniendo un cerrado control de calidad en los productos finales.

3.- PARTE EXPERIMENTAL

3.1.- DISEÑO EXPERIMENTAL:

Tomando como punto de apoyo la relación azufre/acelerador y los diferentes aceleradores usados en el sitio donde se desarrollo este trabajo, y con el fin de comparar las propiedades que imparten al vulcanizado y establecer las ventajas entre el uso de unos y otros; se proponen los siguientes sistemas de curado:

Seis sistemas de curado con relaciones de $A/S \leq 0.48$ (altas concentraciones de azufre y bajas concentraciones de acelerador).

Ocho sistemas de curado con relaciones de $0.5 \leq A/S \leq 2.5$ (concentraciones medias de azufre y acelerador).

Seis sistemas de curado con relaciones de $A/S \geq 2.6$ (concentraciones altas de acelerador y bajas concentraciones de azufre).

Y tres sistemas con aceleradores donadores de azufre.

3.1.1.- EQUIPO:

- Báscula electrónica (capacidad: 50 kg).
- Balanza granataria (capacidad: 2610 g).
- Mezclador interno Banbury 3D.
- Molino de rodillos de 6 * 13 in.
- Reómetro de disco oscilante Monsanto ODR 2000. (ASTM D 2084)
- Impresor ATI jr.
- Impresor HP laser.
- Prensa de laboratorio (0 a 1500 psi).
- Durómetro tipo A (ASTM D 2240).
- Tensiómetro Scoot (ASTM D 412).
- Aparato de compresión (ASTM D 395).
- Estufa de envejecimiento de tiro forzado (0 a 300 C).
- Termómetros de 0 a 400 C.

3.2.- REACTIVOS Y MATERIALES:

- | | |
|--------------------------|--------------|
| - Hule natural (SMR 5L). | - Orgacel M. |
| - Negro de humo (H A F). | - Orgacel S. |
| - Plastificante (N-8). | - Orgacel T. |
| - Novaflex 100. | - Orgacel O. |
| - Novazone HP. | - Orgacel C. |

3.2.- REACTIVOS Y MATERIALES (CONT.):

- Novazone AS.
- Oxido de zinc.
- Acido estearico.
- Cera S G P.
- T Q P.
- Azufre.
- Vulmic T M T.
- Vulmic TETRA.
- Butil TUADS.
- Vanax A.
- Metil ZIMATE.

NOTA:Para mayores detalles de estos materiales remitirse al
ANEXO 1.

3.3.- PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACION DE MEZCLADO:

Se procede al pesado de todos los ingredientes, de acuerdo al batch que se indica más adelante y siguiendo el orden indicado.

En la etapa del mezclado se utiliza un mezclador interno Banbury 3D, a una temperatura de mezclado de 90-100 C. El hecho de usar un mezclador interno en lugar de utilizar un molino de rodillos abiertos, se debe a que en el primero hay una mayor y mejor dispersión de las cargas, brindando al producto mejores propiedades mecánicas.

El batch utilizado fue el siguiente (phr):

SMR 5L	100	
HAF	12	} (1a. CARGA)
NOVAFLEX 100	2	
OXIDO DE ZINC	5	
ACIDO ESTEARICO	4	
HAF	18	} (2a. CARGA)
NOVAZONE HP	1.5	
NOVAZONE AS	1.5	
TQP	1	
CERA SGP	2	
N-8	5	(PLASTIFICANTE)

Tiempos de mezclado:

HULE:	0-2 min.
1a.CARGA + 1/2 PLASTIFICANTE:	2-4 min.
2a.CARGA + 1/2 PLASTIFICANTE:	4-8 min.

TIEMPO TOTAL: 8 min.

Una vez preparado el batch es subdividido, y mediante un molino de rodillos de laboratorio se añade al sistema curante seleccionado.

La submezcla se pasa a través de los rodillos y se deja que haga banda; esto tarda de 3 a 5 minutos, enseguida se va agregando el sistema curante a lo largo de la banda de hule, evitando que se acumule en un sólo punto; esto se evita realizando cortes laterales de la banda de hule y cruzándolos de un lado a otro, esto debe hacerse lo más rápido posible, para evitar calentamiento excesivo de la mezcla; lo que podría provocar problemas de prevulcanización.

Los sistemas curantes utilizados fueron los siguientes (en phr):

- I.- 2.7 S + 1.0 ORGACEL O
- II.- 2,7 S + 1.0 ORGACEL M
- III.- 2.7 S + 1.0 ORGACEL S
- IV.- 2.7 S + 1.0 ORGACEL T
- V.- 2.7 S + 0.3 VULMIC T M T
- VI.- 2.7 S + 0.3 VULMIC TETRA

VII.- 2.0 S + 1.0 ORGACEL T
VIII.- 2.0 S + 1.0 ORGACEL O
IX.- 1.5 S + 1.5 ORGACEL T
X.- 1.5 S + 1.5 ORGACEL O
XI.- 1.0 S + 2.0 ORGACEL T
XII.- 1.0 S + 2.0 ORGACEL O
XIII.- 0.6 VANAX A + 0.6 ORGACEL T
XIV.- 0.6 VANAX A + 0.6 ORGACEL O
XV.- 0.7 S + 1.7 ORGACEL O + 0.7 BUTIL TUADS
XVI.- 0.6 S + 1.6 VANAX A + 1.0 ORGACEL T
XVII.- 0.6 S + 1.6 VANAX A + 1.0 ORGACEL O
XVIII.- 0.5 S + 6.0 ORGACEL C
XIX.- 0.3 S + 3.0 ORGACEL C + 2.0 VULMIC TMT
XX.- 0.3 S + 1.8 ORGACEL C + 1.2 VULMIC TMT
XXI.- 3.0 VULMIC T M T
XXII.- 1.5 VANAX A + 2.0 ORGACEL S
XXIII.- 1.0 VANAX A + 1.0 ORGACEL C + 1.0 VULMIC TMT

Una vez realizado todo lo anterior, se procedió a realizar las siguientes pruebas a cada mezcla:

- (a) Estudio reométrico, (NORMA ASTM D-2084)
- (b) Determinación de la dureza Shore A, (NORMA ASTM D-2240)
- (c) Determinación de la tensión y elongación a la ruptura, (NORMA ASTM D-412)
- (d) Prueba de compresión permanente, (NORMA ASTM D-395)
- (e) Envejecimiento de propiedades originales, (NORMA ASTM D-573)
- (f) Evaluación del costo/kg. de mezcla.

NOTA: Los resultados obtenidos de las diferentes mezclas se muestran en el ANEXO 2.

Y la evaluación del costo/kg. de mezcla se muestra en el ANEXO 3.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

1.-De acuerdo a la relación A/S (acelerador/azufre), podemos clasificar a los sistemas de curado, utilizados en este trabajo, de la siguiente manera:

Clasificación de los sistemas de curado utilizados.

<u>PRUEBA No.</u>	<u>S(phr)</u>	<u>A(phr)</u>	<u>A/S</u>	<u>SISTEMA</u>
I	2.7	1.0	0.37	CONVENCIONAL
II	2.7	1.0	0.37	CONVENCIONAL
III	2.7	1.0	0.37	CONVENCIONAL
IV	2.7	1.0	0.37	CONVENCIONAL
V	2.7	0.3	0.11	CONVENCIONAL
VI	2.7	0.3	0.11	CONVENCIONAL
VII	2.0	1.0	0.5	SEMI-EV
VIII	2.0	1.0	0.5	SEMI-EV
IX	1.5	1.5	1.0	SEMI-EV
X	1.5	1.5	1.0	SEMI-EV
XI	1.0	2.0	2.0	SEMI-EV
XII	1.0	2.0	2.0	SEMI-EV
XIII	1.5	1.2	0.8	SEMI-EV
XIV	1.5	1.2	0.8	SEMI-EV

(*) SEMI-EV= vulcanización semi-eficiente.

Clasificación de los sistemas de curado utilizados. (Cont.)

<u>PRUEBA No.</u>	<u>S(phr)</u>	<u>A(phr)</u>	<u>A/S</u>	<u>SISTEMA</u>
XV	0.7	2.4	3.4	EV
XVI	0.6	2.6	4.3	EV
XVII	0.6	2.6	4.3	EV
XVIII	0.5	6.0	12.0	EV
XIX	0.3	5.0	16.7	EV
XX	0.3	3.0	10.0	EV
XXI	---	3.0	----	BAJO AZUFRE
XXII	---	3.5	----	BAJO AZUFRE
XXIII	---	2.0	----	BAJO AZUFRE

(*) EV= vulcanización eficiente.

2.-En la TABLA 13 se muestran en forma general los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, remarcándose el efecto del sistema curante usado, sobre las propiedades del vulcanizado, como son:

- la dureza Shore A
- tensión a la ruptura
- elongación a la ruptura
- compresión permanente

TABLA 13.- HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO PROPIEDAD	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
DUREZA (Sh. A) ASTM D-2240	52	47	48	53	54	48	50	49
TENSION A LA RUPTURA (psi) ASTM D-412	3460	2563	3058	3383	3328	2570	3047	2853
ELONGACION (%) A LA RUPTURA ASTM D-412	608	642	617	608	642	650	658	612
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 70 HRS., 100°C. (%) ASTM D-395	66	63	63	68	52	78	66	61
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 22 HRS., 70°C. (%) ASTM D-395	47	47	53	55	35	69	40	39
COSTO \$/KG.	4888	4842	4843	4888	4811	4857	4906	4906
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 HRS., A 100°C. CAMBIO EN PROPIEDADES ORIGINALES, ASTM D-573								
CAMBIO EN DUREZA (PUNTOS)	+8	+13	+15	+10	-3	0	+8	+9
CAMBIO EN RESISTENCIA A LA TENSION (%)	-76.67	-58.33	-64.09	-76.35	-95.13	-95.10	-66.03	-67.16
CAMBIO EN ELONGACION (%)	-67.10	-61.05	-62.24	-67.10	-83.17	-76.92	-58.21	-56.37

TABLA 13.- HOJA DE RESULTADOS (CONTINUACION)

COMPUESTO PROPIEDAD	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
DUREZA (SH.A) ASTM D-2240	49	49	49	49	50	49	50	48
TENSION A LA RUPTURA (psi) ASTM D-412	2710	3119	3217	3153	2981	2981	3147	3184
ELONGACION (%) A LA RUPTURA ASTM D-412	608	642	700	700	692	683	650	683
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 70 HRS., 100°C. (%) ASTM D-395	61	61	62	61	66	63	50	65
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 22 HRS., 70°C. (%) ASTM D-395	38	38	39	39	46	45	34	45
COSTO \$/KG	4964	4963	5021	5021	4999	4999	5269	5252
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 HRS., A 100°C. CAMBIO EN PROPIEDADES ORIGINALES. ASTM D-573								
CAMBIO EN DUREZA (PUNTOS)	+8	+8	+7	+6	+5	+6	+5	+7
CAMBIO EN RESISTENCIA A LA TENSION (%)	-50.18	-42.00	-46.22	-45.54	-78.46	-72.39	-23.67	-28.39
CAMBIO EN ELONGACION (%)	-46.55	-40.03	-39.28	-39.00	-57.80	-56.08	-21.85	-24.30

TABLA 13.-- HOJA DE RESULTADOS (CONTINUACION)

COMPUESTO PROPIEDAD	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	
DUREZA (Sh.A) ASTM D-2240	47	52	55	47	43	45	45	
TENSION A LA RUPTURA (psi) ASTM D-412	3026	2775	3144	2751	2526	2891	2648	
ELONGACION (%) A LA RUPTURA ASTM D-412	650	642	625	717	742	708	733	
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 70 HRS., 100°C. (%) ASTM D-395	68	50	34	37	30	58	41	
COMPRESION PERMANENTE METODO B, 22 HRS., 70°C. (%) ASTM D-395	52	32	20	22	24	24	24	
COSTO \$/KG.	5252	5490	5268	5107	5002	5247	5214	
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 HRS., A 100°C. CAMBIO EN PROPIEDADES ORIGINALES, ASTM D-573								
CAMBIO EN DUREZA (PUNTOS)	+6	-1	+5	+5	+7	+3	+3	
CAMBIO EN RESISTENCIA A LA TENSION (%)	-38.43	-21.84	-35.15	-2.00	-3.01	-18.16	-16.43	
CAMBIO EN ELONGACION (%)	-28.46	-11.68	-34.72	-17.43	-15.77	-10.59	-12.41	

**TABLA 14. TENSION Y ELONGACION A LA RUPTURA, NORMA
ASTM D-412, TEMP. DE VULCANIZACION: 160 C.**

<u>PRUEBA No.</u>	<u>TENSION A LA RUPTURA. (psi)</u>	<u>ELONGACION A LA RUPTURA. (%)</u>
I	3460	608
IV	3383	608
V	3328	642
XI	3217	700
XVI	3184	683
XII	3153	700
XV	3147	650
XIX	3144	625
X	3119	642
III	3058	617
VII	3047	658
XVII	3026	650
XIII	2981	692
XIV	2981	683
XXII	2891	708
VIII	2853	612
XVIII	2775	642
XX	2751	717
IX	2710	608
XXIII	2648	733
VI	2570	650
II	2563	642
XXI	2526	742

TABLA 15. ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 HRS.
A 100 C, NORMA ASTM D-573.

<u>PRUEBA No.</u>	<u>CAMBIO EN TENSION (%)</u>
V	-95.13
VI	-95.10
XIII	-78.46
I	-76.67
IV	-76.35
XIV	-72.39
VIII	-67.16
VII	-66.03
III	-64.09
II	-58.33
IX	-50.18
XI	-46.22
XII	-45.54
X	-42.00
XVII	-38.43
XIX	-35.15
XVI	-28.39
XV	-23.67
XVIII	-21.84
XXII	-18.16
XXIII	-16.43
XXI	- 3.01
XX	- 2.00

**TABLA 16. ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 HRS.
A 100 C, NORMA ASTM D-573.**

<u>PRUEBA No.</u>	<u>CAMBIO EN ELONGACION (%)</u>
V	-83.17
VI	-76.92
I	-67.10
IV	-67.10
III	-62.24
II	-61.05
VII	-58.21
XIII	-57.80
VIII	-56.37
XIV	-56.08
IX	-46.55
X	-40.03
XI	-39.28
XII	-39.00
XIX	-34.72
XVII	-28.46
XVI	-24.30
XV	-21.85
XX	-17.43
XXI	-15.77
XXIII	-12.41
XVIII	-11.68
XXII	-10.59

**TABLA 17. COMPRESION PERMANENTE, METODO B, NORMA
ASTM D-395.**

PRUEBA No.	COMPRESION PERMANENTE (%)	
	22 HRS., 70 C	70 HRS., 100 C
VI	69	78
IV	55	68
III	53	63
XVII	52	68
I	47	66
II	47	63
XIII	46	66
XVI	45	66
XIV	45	63
VII	40	66
XI	39	62
VIII	39	61
XII	39	61
IX	38	61
X	38	61
V	35	52
XV	34	50
XVIII	32	50
XXII	24	58
XXIII	24	41
XXI	24	30
XX	22	37
XIX	20	34

**TABLA 18. COSTO/KG. (PARA MAYOR DETALLE
REFERIRSE AL ANEXO 3)**

<u>PRUEBA No.</u>	<u>COSTO \$/KG.</u>
XVIII	5490
XV	5269
XIX	5268
XVII	5252
XVI	5252
XXII	5247
XXIII	5214
XX	5107
XII	5021
XI	5021
XXI	5002
XIV	4999
XIII	4999
IX	4964
X	4963
VIII	4906
VII	4906
IV	4888
I	4888
VI	4857
III	4843
II	4842
V	4811

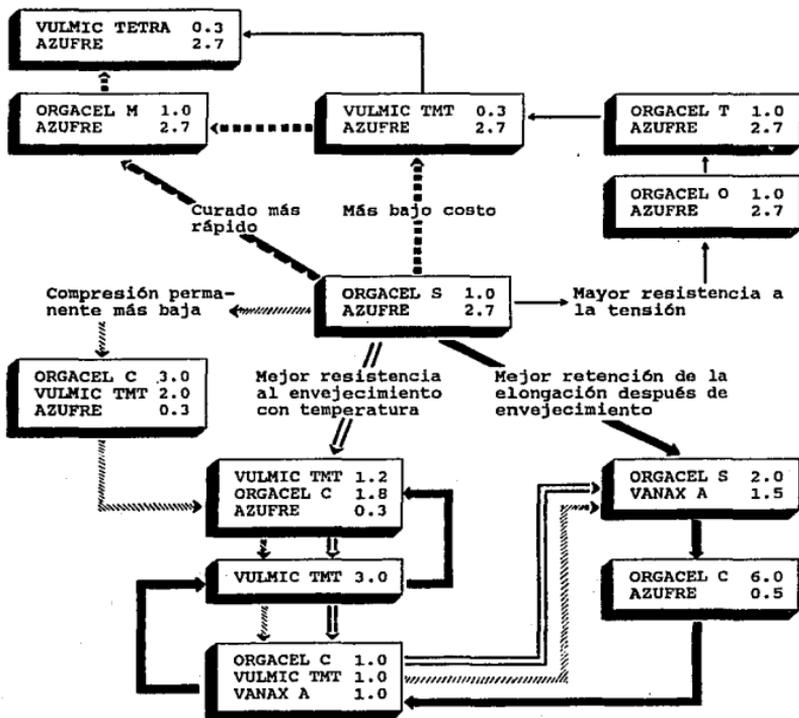
Además se observan los cambios que sufren dichas propiedades al ser sometido el vulcanizado a envejecimientos, estos resultados se muestran en forma particular, de acuerdo a cada una de las propiedades, en las TABLAS 14, 15, 16 y 17.

Por último en la TABLA 18 se observa el costo/kg. de mezcla de cada una de las pruebas, esto con el fin de tener otro punto de apoyo para la selección del sistema de curado adecuado.

- 3.-Analizando los resultados mostrados en las tablas anteriores: propiedades originales, cambios en cada una de las propiedades por envejecimiento, costos por kg. de mezcla, y observando los datos de reometrías, se puede diseñar y proponer un diagrama como el siguiente:

NOTA: La preparación del diagrama se basa principalmente en la obtención de las mejores propiedades del vulcanizado de acuerdo a las características requeridas para su fabricación, dichas características o especificaciones son proporcionadas por el usuario mediante nomenclatura, de acuerdo a la norma ASTM D-2000.

APLICACION DE LOS SISTEMAS DE CURADO DE ACUERDO A LAS PROPIEDADES QUE IMPARTEN AL VULCANIZADO. (CONCENTRACIONES EN PHR)



Una forma de como utilizar este diagrama es la siguiente:

Supóngase que se requiere una mezcla con un máximo de resistencia a la tensión, de acuerdo al diagrama, lo recomendable sería usar el sistema curante convencional de S + ORGACEL O, le seguiría en orden descendente de la tensión el sistema S + ORGACEL T, y así se seguiría en esta forma hasta llegar al sistema VULMIC TMT + S.

Si ahora lo que se desea es una mezcla con menor tiempo de curado el sistema recomendado sería ORGACEL M + S y después le seguiría el sistema VULMIC TETRA + S.

De esta manera se seguiría con el resto de las propiedades, compresión permanente, costo, retención de elongación después de envejecimiento, etc.

Hay que observar que entre los diferentes sistemas curantes existe una relación estrecha, y que la aplicación y selección de alguno de ellos dependerá de las propiedades que se desean destacar, sin olvidar el factor económico indispensable en todo proceso en la industria.

5.- CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo se observaron las ventajas de conocer con mayor detalle las características del hule, por ejemplo en las ventajas que pueden ofrecer sus diferentes presentaciones, el caso más común el de los hules con viscosidad estabilizada, que ahorran tiempos de premasticación, lo que brinda un ahorro de energía, evita desgaste de maquinaria y por consiguiente un aumento de productividad.

Un hule natural común puede tener tiempos de premasticación hasta de más de 45 min., un hule de viscosidad estabilizada oscila entre los 15 y 20 min.

En el caso de los sistemas de curado, se obtuvo un mejor conocimiento de los aceleradores y de sus combinaciones. Así fue posible generar un diagrama de sistemas curantes como el mostrado, y con ello tener un sistema de referencia para su selección, tomando en cuenta las ventajas y propiedades que se desean del producto final.

Así es posible destacar como los sistemas curantes con altas concentraciones de azufre y bajas concentraciones de acelerador presentan valores de propiedades envejecidas muy bajos, como consecuencia de una alta concentración de enlaces polisulfurosos. Los cuales son puntos de mayor ataque en el compuesto vulcanizado.

En cambio los sistemas EV presentan valores de propiedades envejecidas muy altos por alta concentración de enlaces monosulfurosos.

Los sistemas SEMI-EV presentan valores intermedios entre los sistemas de alto azufre y los sistemas EV.

De todos estos sistemas no se puede decir que hay uno mejor o uno peor, el criterio para seleccionarlo dependerá de que propiedad o pro--

propiedades son las que se desean obtener.

Debe hacerse notar que estos sistemas de curado no son los únicos y que puede existir un mayor número de combinaciones, que pueden ser generadas más adelante en la práctica.

Es importante señalar la importancia del reómetro para observar el proceso de la vulcanización de una forma directa.

Es cierto que hay otros métodos como por ejemplo el de las etapas de curado, pero el problema principal que presentan dichos métodos, sobre cualquier otro, es el del factor tiempo, además de su imprecisión.

En la actualidad en la industria se tiene que trabajar a una alta velocidad, uniendo conceptos de calidad y productividad en todo momento. En una reometría aparte de observar los efectos del sistema de curado, se pueden obtener los tiempos óptimos de vulcanización, con lo cual se pueden evitar problemas de desperdicio y ahorros de energía.

No se debe olvidar que el hule natural, a diferencia de los hules sintéticos, presenta el fenómeno de reversión, por lo que un mayor tiempo de vulcanización aparte de mayor consumo de energía (vapor ó energía eléctrica), hace disminuir las propiedades del vulcanizado.

El reómetro es un instrumento esencial para la industria hulera como instrumento de control de calidad, ya que mediante fórmulas patrón establecidas, se pueden controlar como materia prima:

elastómeros, aceleradores, cargas, plastificantes, antioxidantes.

En el caso de la etapa de mezclado al establecer curvas patrón se pueden detectar cuando un batch, está fuera de especificación, todo esto con un mínimo de tiempo y una alta precisión.

6.- BIBLIOGRAFIA

* RUBBER TECHNOLOGY.

MAURICE MORTON

VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY, NEW YORK, 1987.

* THE NATURAL RUBBER FORMULARY AND PROPERTY INDEX.

MALAYSIAN RUBBER PRODUCERS' RESEARCH ASSOCIATION.

INPRINT OF LUTON LIMITED, LONDRES, 1984.

* THE VANDERBILT RUBBER HANDBOOK

ROBERT F. OHM

R.T. VANDERBILT COMPANY, INC, LOS ANGELES, 1990.

* ELASTOMERS AND RUBBER COMPOUNDING MATERIALS

I. FRANTA

ELSEVIER, NUEVA YORK, 1989.

* VANDERBILT MATERIALS FOR DRY RUBBER AND LATEX COMPOUNDING

WALTER F. BOYCE

R.T. VANDERBILT COMPANY, INC.

VOLUMEN 40, NO. 2, 1986.

* 1989 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS

VOLUME 09.01

RUBBER, NATURAL AND SYNTHETIC GENERAL TEST METHODS; CARBON BLACK.

* DIMENSION HULERA

AÑO 5, VOL. 13. No. 15, 1989

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA HULERA.

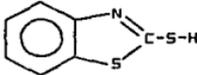
* NEW TECHNOLOGY AVAILABLE

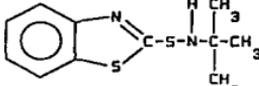
IN RHEOMETER AND MOONEY TESTING

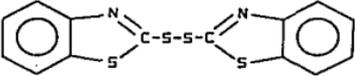
PATRICK J. DI MAURO

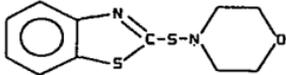
MONSANTO COMPANY, NUEVA YORK, 1989.

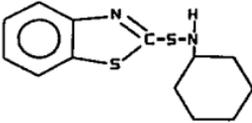
**ANEXO 1.-CARACTERISTICAS DE LOS DIFERENTES COMPONENTES
DE LAS MEZCLAS REALIZADAS EN ESTE TRABAJO.**

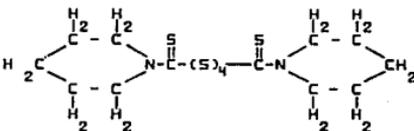
<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
NOMBRE QUIMICO:	<p style="text-align: center;">ORGACEL M</p> <p>2-MERCAPTO BENZOTIAZOL (MBT)</p>
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	AMARILLO
CENIZAS:	MAXIMO 0.5%
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.50 + 0.03
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
PUNTO DE FUSION:	169 - 180 C
GRANULOMETRIA:	MAXIMO DE RETENIDO EN MALLA 100, 0.1%
PUREZA:	MINIMO 92%
HUMEDAD:	MAXIMO 0.5%
EXTRACTO DE ETER:	1-3%
CARACTERISTICAS:	<p>ES UN ACELERADOR PRIMARIO PARA HULE NATURAL Y SINTETICO. NO MANCHANTE Y NO DECOLORANTE, ES DE FACIL DISPERSION.</p>
USO:	<p>PARA VULCANIZAR COMPUESTOS DE HULE NATURAL Y HULES SINTETICOS EN ARTICULOS PARA CALZADO AISLAMIENTO INTERNO DE ALAMBRES Y EN ARTICULOS MOLDEADOS Y MECANICOS.</p>

CARACTERISTICA	PRODUCTO
	ORGACEL T
NOMBRE QUIMICO:	N-TERBUTIL-2-BENZOTIAZOL SULFENAMIDA (BATS)
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	CREMA O CAFE
CENIZAS:	MAXIMO 0.5%
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.28 + 0.03
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
PUNTO DE FUSION:	MINIMO INICIAL 104 C
GRANULOMETRIA:	MAXIMO DE RETENIDO EN MALLA 20, 2.0%
INSOLUBLES EN METANOL:	MAXIMO 1.2%
HUMEDAD:	MAXIMO 0.5%
CARACTERISTICAS:	<p>ACELERADOR DE USO GENERAL. DONADOR DE AZUFRE. ACCION RETARDADA PARA HULES NATURALES, SBR, ISOPRENO Y BUTADIENO. PUEDE SER ACTIVADO POR TIURAMS, DITIOCARBAMATOS, GUANIDINAS Y MATERIALES ACIDOS. MUY SEGURO A TEMPERATURAS DE PROCESO, PRODUCE MODULOS ALTOS.</p>
USO:	<p>COMO ACELERADOR PRIMARIO SE USA EN COMPUESTOS PARA PAREDES DE LLANTAS PISOS DE LLANTAS, MATERIALES DE RENOVACION, FABRICACION DE LA CARCASA (CUERPO DE LA LLANTA), AISLAMIENTO DE CABLES Y PRODUCTOS MECANICOS MOLDEADOS.</p>

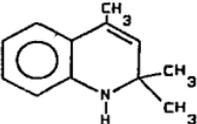
CARACTERISTICA	PRODUCTO
NOMBRE QUIMICO:	<p style="text-align: center;">ORGACEL 5</p> <p style="text-align: center;">DISULFURO DE DIBENZOTIACILO (MBTS)</p>
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	CREMA
CENIZAS:	MAXIMO 0.7%
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.51 + 0.03
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
PUNTO DE FUSION:	159 - 175 C
GRANULOMETRIA:	MAXIMO DE RETENIDO EN MALLA 100, 0.1%
CONTENIDO DE MBT:	MAXIMO 0.5%
HUMEDAD:	MAXIMO 0.5%
EXTRACTO DE ETER:	1-3%
CARACTERISTICAS:	<p>ES UN ACELERADOR PRIMARIO DE LA VULCANIZACION Y ACTUA COMO ACELERADOR SECUNDARIO EN COMPUESTOS DE HULE NATURAL, SBR Y NITRIL. EN ALGUNOS TIPOS DE HULES CLOROPRENO ACTUA PARA VULCANIZAR COMPUESTOS DE HULE NATURAL ACTUA COMO RETARDADOR Y MODIFICADOR NO ES MANCHANTE, NI DECOLORANTE Y ES DE FACIL DISPERSION.</p>
USO:	<p>EN COMPUESTOS PARA LLANTAS, CALZADO AISLAMIENTO INTERNO Y RECUBRIMIENTOS PARA ALAMBRE Y PARA PRODUCTOS MECANICOS Y MOLDEADOS.</p>

CARACTERISTICA	PRODUCTO
NOMBRE QUIMICO:	ORGACEL O N-OXIDIETILEN-2-BENZOTIAZOL SULFENAMIDA (OBTS)
FORMULA:	
PROPIEDADES: FORMA FISICA:	HOJUELAS
COLOR:	CANELA O CAFE
CENIZAS:	MAXIMO 0.15%
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.37 + 0.03
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
PUNTO DE FUSION:	70 - 80 C
GRANULOMETRIA:	RETENCION MALLA 3/8", 0%
INSOLUBLES EN METANOL:	MAXIMO 0.5%
HUMEDAD:	MAXIMO 0.5%
PUREZA:	MINIMO 93%
AMINA LIBRE:	MAXIMO 0.5%
CARACTERISTICAS:	<p>ACELERADOR PRIMARIO, CON UNA BUENA ACCION RETARDADA. BUENA DISPERSION SE USA COMO ACELERADOR SECUNDARIO EN HULES NATURALES, SBR, NITRILOS, BUTADIENOS Y POLISOPRENOS.</p> <p>SEGURO A TEMPERATURAS DE PROCESO Y ACTIVO SOBRE UN AMPLIO RANGO DE VULCANIZACION PARTICULARMENTE VENTAJOSO EN COMPUESTOS DE LLANTAS EN HULE SBR CON NEGROS DE HUMO DE PARTICULAS FINAS. NO MANCHANTE, NI DECOLORANTE. BUENA DISPERSION.</p>
USO:	<p>COMO ACELERADOR PRIMARIO, SE UTILIZA EN COMPUESTOS PARA PAREDES DE LLANTAS, MATERIALES DE RENOVACION, PISOS DE LLANTAS, FABRICACION DE LA CARCASA (CUERPO DE LA LLANTA).</p>

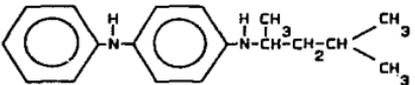
CARACTERISTICA	PRODUCTO
NOMBRE QUIMICO:	<p style="text-align: center;">ORGACEL C</p> <p style="text-align: center;">N-CICLOHEXIL-2-BENZOTIAZOL SULFENAMIDA (CBTS)</p>
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	CREMA
CENIZAS:	MAXIMO 0.15%
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.26 + 0.03
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
PUNTO DE FUSION:	94 - 104 C
GRANULOMETRIA:	MAXIMO RETENIDO EN MALLA 20, 0.1%
INSOLUBLES EN METANOL:	MAXIMO 2.5%
HUMEDAD:	MAXIMO 0.5%
CARACTERISTICAS:	<p>ACELERADOR DE ACCION RETARDADA PARA HULES NATURAL, BUTADIENO, SBR Y NITRILS. NO MANCHANTE NI DECOLORANTE. PROPORCIONA EXCELENTES CARACTERISTICAS DE ENVEJECIMIENTO. MUY SEGURO A TEMPERATURAS DE PROCESO. DESARROLLA MODULOS ALTOS. PUEDE SER USADO SOLO CON TMTM, TMTD O DIMETIL DITIOCARBAMATO DE ZINC.</p>
USO:	<p>COMO ACELERADOR PRIMARIO SE UTILIZA EN COMPUESTOS PARA PAREDES DE LLANTAS, PISOS DE LLANTAS, MATERIALES DE RENOVACION, FABRICACION DE LA CARCASA (CUERPO DE LA LLANTA), EN ARTICULOS PARA CALZADO Y EN ARTICULOS MECANICOS Y MOLDEADOS.</p>

CARACTERISTICA	PRODUCTO
NOMBRE QUIMICO:	<p style="text-align: center;">VULMIC TETRA</p> <p style="text-align: center;">TETRASULFURO DE DIPENTAMETILENO TIURAM</p>
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	AMARILLO
CENIZAS:	MAXIMO 0.5%
AZUFRE DISPONIBLE:	25%
PUNTO DE FUSION:	MINIMO 115 C
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.50 + 0.03
GRANULOMETRIA:	99.9% PASA MALLA 100
CARACTERISTICAS:	<p>EN HULES NATURAL, SBR Y NITRILO ACTUA COMO AGENTE VULCANIZANTE Y ACELERADOR SECUNDARIO.</p> <p>EN HULE BUTILO ACTUA COMO AGENTE VULCANIZANTE, ACELERADOR PRIMARIO Y ACELERADOR SECUNDARIO.</p> <p>EN POLIETILENO CLOROSULFONADO ACTUA COMO ACELERADOR PRIMARIO.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	VANAX A
NOMBRE QUIMICO:	4,4'-DITIODIMORFOLINA
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	POLVO
COLOR:	BLANCO
CENIZAS:	MAXIMO 0.3%
AZUFRE DISPONIBLE:	26 - 28%
PUNTO DE FUSION:	117 - 127 C
DENSIDAD, mg/m ³ :	1.35 + 0.03
GRANULOMETRIA:	99.8% PASA MALLA 100
CARACTERISTICAS:	<p>DONADOR DE AZUFRE PARA HULE NATURAL Y HULES SINTETICOS. PROVEE EXCELENTE RESISTENCIA AL ENVEJECIMIENTO POR CALOR PARTICULARMENTE EN CURADOS DE BAJO AZUFRE O SIN AZUFRE. NO DECOLORANTE. ACELERADOR PRIMARIO DE HULE NATURAL, POLISOPRENO SINTETICO, SBR, NITRILOS, BUTILOS Y ACELERADOR SECUNDARIO DE EPDM.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	ANTIOXIDANTE TQP
NOMBRE QUIMICO:	1,2 DIHIDRO-2,2,4 TRIMETILQUINOLINA POLIMERIZADA
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	SOLIDO EN HOJUELAS
COLOR:	AMBAR
GRAVEDAD ESPECIFICA:	1.06 gr/cm ³
PUNTO DE ABLANDAMIENTO:	MINIMO 83 C
CENIZAS:	MAXIMO 0.1%
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 1.0%
CARACTERISTICAS:	<p>ES UN ANTIOXIDANTE QUE PROPORCIONA UNA EXCELENTE PROTECCION CONTRA LA OXIDACION Y EL AGRIETAMIENTO BAJO LAS CON-- DICCIONES MAS SEVERAS. PERMITE USAR MA-- YOR AMPLITUD DE TEMPERATURAS DE CURADO SIN DEGRADACION DEL POLIMERO. EN MEZ-- CLAS DE NEOPRENO, ACTIVA SU CURADO, ES MANCHANTE.</p> <p>SE UTILIZA COMO ANTIOXIDANTE DE USO GENERAL PARA HULES NATURALES, POLISOPRENO SINTETICO, SBR, POLIBUTADIENO, NI-- TRILOS Y EPDM.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	NOVAFLEX 100
NOMBRE QUIMICO:	PRODUCTO DE LA REACCION DE LA DIFENILAMINA Y ACETONA A ALTA TEMPERATURA.
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	LIQUIDO VISCOSO
COLOR:	CAFE OSCURO
GRAVEDAD ESPECIFICA:	1.09 gr/cm ³
VISCOSIDAD:	2000 - 5000 CPS A 30 C
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
CARACTERISTICAS:	<p>ES UN ANTIOXIDANTE PODEROSO DE USO GENERAL PARA USARSE EN LLANTAS Y OTROS PRODUCTOS DONDE EL MANCHADO NO ES IMPORTANTE. PROPORCIONA BUENA PROTECCION CONTRA EL DETERIORO POR FLEXION DE ARTICULOS PESADOS EN SERVICIO A LA INTENSIDAD DE TEMPERIE ES MANCHANTE POR MIGRACION MANCHA OBJETOS DE COLOR CLARO QUE ESTEN EN CONTACTO CON MATERIAL YA VULCANIZADO, TIENE EFECTO MINIMO SOBRE LA VULCANIZACION. SE UTILIZA EN HULE NATURAL, SBR, NITRILOS Y CLOROBUTILO.</p>

CARACTERISTICA	PRODUCTO
	NOVAZONE HP
NOMBRE QUIMICO:	N-1,3 DIMETIL BUTIL-N'-FENIL-P-FENILENDIAMINA
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	SOLIDO EN ESCAMAS
COLOR:	NEGRO-PURPURA
GRAVEDAD ESPECIFICA:	0.99 gr/cm³ A 60 C
PUNTO DE FUSION:	MINIMO 46 C
CENIZAS:	MAXIMO 0.1%
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
CARACTERISTICAS:	<p>ES UN ANTIOXIDANTE Y ANTIOZONANTE ALTAMENTE EFICAZ, PROTEGE DEL ATAQUE DE OZONO, TANTO ESTATICO COMO DINAMICO A CORTO Y LARGO PLAZO. TIENE UN MINIMO EFECTO ACTIVADOR EN EL CURADO. ES MANCHANTE. ES INHIBIDOR DE METALES.</p> <p>SE UTILIZA EN HULES NATURALES, SBR, HULES BUTADIENO E ISOPRENO.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	NOVAZONE AS
NOMBRE QUIMICO:	MEZCLA DE DIRRIL-P-FENILENDIAMINA
FORMULA:	
PROPIEDADES:	
FORMA FISICA:	SOLIDO EN ESCAMAS
COLOR:	GRIS-NEGRO
GRAVEDAD ESPECIFICA:	1.20 gr/cm ³
PUNTO DE FUSION:	MINIMO 92 C
CENIZAS:	MAXIMO 0.05%
PERDIDAS POR CALOR:	MAXIMO 0.5%
GRANULOMETRIA:	PASA MALLA 3/8"
CARACTERISTICAS:	<p>PROPORCIONA UNA PROTECCION ANTIOZONANTE INMEDIATA QUE PERSISTE A LARGO PLAZO, MUY EFECTIVO CONTRA EL AGRIETAMIENTO POR FLEXION CON UN MINIMO EFECTO EN EL CURADO. ES MANCHANTE.</p> <p>TALES SE UTILIZA EN HULES NATURALES, SBR, NITRILOS, BUTADIENO Y CLOROPRENOS.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
<p>NOMBRE QUIMICO:</p> <p>PROPIEDADES:</p> <p>CONTENIDO DE ACEITE:</p> <p>FORMA FISICA:</p> <p>COLOR:</p> <p>PESO MOLECULAR:</p> <p>PUNTO DE FUSION:</p> <p>CENIZAS:</p> <p>CARACTERISTICAS:</p>	<p>CERA 56P</p> <p>CERAS PARAFINICAS REFINADAS</p> <p>MAXIMO 1.0%</p> <p>HOJUELAS</p> <p>BLANCO</p> <p>EL EQUIVALENTE A CADENAS PARAFINICAS ENTRE 26 Y 27 CARBONOS.</p> <p>62 - 65 C</p> <p>MAXIMO 1.0%</p> <p>ES UN PRODUCTO NO MANCHANTE QUE IMPARTE PROTECCION A LOS COMPUESTOS DE HULE CONTRA LA FORMACION DE GRIETAS POR ACCION DEL OZONO Y LA INTEMPERIE YA QUE ES UN AGENTE ANTIOZONANTE Y ANTI--OXIDANTE MUY POTENTE. SE UTILIZA BASICAMENTE PARA COMPUESTOS DE LLANTAS Y CUALQUIER PRODUCTO A BASE DE HULE.</p>

CARACTERISTICA	PRODUCTO
PLASTIFICANTE N-6	
GRAVEDAD API :	25.026
VISCOSIDAD A 100 °C (SUS):	45.673
COLOR ASTM (NPA):	2
TEMPERATURA DE INFLAMACION C A 760 mm Hg	169
TEMPERATURA DE IGNICION C A 760 mm Hg	189
TEMPERATURA DE ANILINA C	85
INDICE DE REFRACCION A 20 C	1.5
PESO MOLECULAR:	523.33
COMPOSICION QUIMICA:	
% DE NAFTENICOS:	40.77
% DE PARAFINICOS:	47.96
% DE AROMATICOS:	11.27

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	<p>OXIDO DE ZINC</p>
ANALISIS QUIMICO:	<p>ZnO _____ 99.76 MIN. Pb _____ 0.09 MAX. Cd _____ 0.03 MAX. Fe _____ 0.007 MAX. Cu _____ 0.003 MAX. SO₃ _____ 0.005 MAX. Mn _____ 0.0005 MAX.</p>
GRAVEDAD ESPECIFICA:	5.65 g/m ³
HUMEDAD:	MAXIMO 0.0005%
AREA SUPERFICIAL:	4.0 - 6.0 m ² /g
TAMANO DE PARTICULA:	0.18 - 0.25 MICRAS
% RESIDUO MALLA 325:	MAXIMO 0.02
pH:	6.5 - 7.5
FORMA FISICA:	POLVO

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	<p>ACIDO ESTEARICO</p>
COMPOSICION QUIMICA:	ACIDO ESTEARICO DE ORIGEN VEGETAL
FORMA FISICA:	POLVO ESCAMADO BLANCO AMARILLENTO
INDICE DE IODO:	MAXIMO 16
INDICE DE ACIDEZ:	198 - 212
HUMEDAD:	0.1 %
CENIZAS:	MAXIMO 0.5 %
INSAPONIFICABLES:	0.5 %
CARACTERISTICAS:	<p>PRODUCTO DE ALTA PUREZA POR SU TRIPLE REFINACION (TRIPLE PRENSADO). ACTUA COMO ACTIVADOR, AGENTE DISPERSANTE, PLASTIFICANTE Y LUBRICANTE EN LAS COMPOSICIONES DE HULE.</p>

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
	AZUFRE
FORMA FISICA:	POLVO FINO
COLOR:	AMARILLO
PUREZA:	96.09 %
CARBON:	0.13 %
CENIZAS:	0.04 %
HUMEDAD:	2.32 %
USO:	AGENTE ENLAZANTE DURANTE LA VULCANIZACION DEL HULE NATURAL Y ALGUNOS HULES SINTETICOS COMO EL SBR, NITRILOS, BUTILOS Y BUTADIENOS.

<u>CARACTERISTICA</u>	<u>PRODUCTO</u>
COMPOSICION QUIMICA:	H A F NEGRO DE HUMO
ADSORCION DE IODO :	81.7 mg/g
ABSORCION DE D B P :	104.4 cm ³ /100 g
DECOLORACION TOLUENO :	98.7 %T
CENIZAS :	0.71 %
TINTE :	101.4 %
pH :	7.0
DENSIDAD APARENTE :	373.7 kg/m ³
HUMEDAD :	0.7 %

**ANEXO 2.-RESULTADOS Y REOMETRIAS DE LAS DIFERENTES PRUEBAS
REALIZADAS EN ESTE TRABAJO.**

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: I

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	N O M B R E	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.027
	ORGACEL O	0.010
T O T A L :		1.557 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.45	lb-in	t10 :	3.05	m:s
MH :	58.40	lb-in	t50 :	4:10	m:s
ts1 :	1:58	m:s	t90 :	5:47	m:s
ts2 :	2:22	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3460	psi
Dureza Shore :	52	Sh A
Elongacion a la ruptura :	608	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

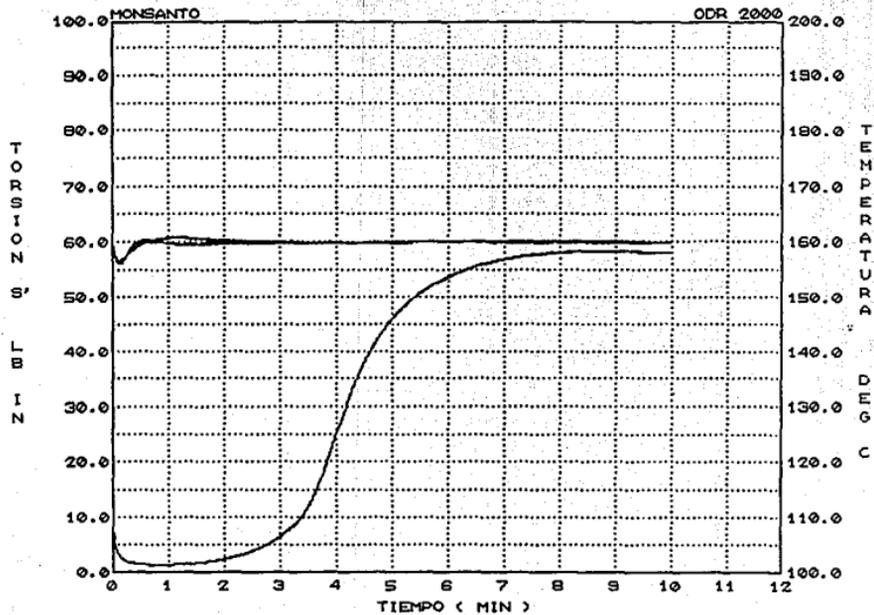
Resistencia a la tension :	807	psi
Dureza Shore :	60	Sh A
Elongacion a la ruptura :	200	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-76.67 %
Dureza Shore :	+8 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-67.10 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 66 %	Deformacion : 47 %



C O M P D P P C T P A R R P I M T

↑ Temp: 159.9 C
 ↓ Temp: 159.9 C

ML: 1.45 lb-in
 MH: 58.40 lb-in

t10: 3:05 min
 t50: 4:10 min
 t90: 5:47 min

tS1: 1:58 min
 tS2: 2:22 min

t90: 5:47 min

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: II

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.027
	ORGACEL M	0.010
TOTAL:		1.557 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	2.40	lb-in	t10 :	1.22	m:s
MH :	46.50	lb-in	t50 :	2.25	m:s
t51 :	1:01	m:s	t90 :	4:43	m:s
t52 :	1:11	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	2563	psi
Dureza Shore :	47	Sh A
Elongacion a la ruptura :	642	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	1068	psi
Dureza Shore :	60	Sh A
Elongacion a la ruptura :	250	%

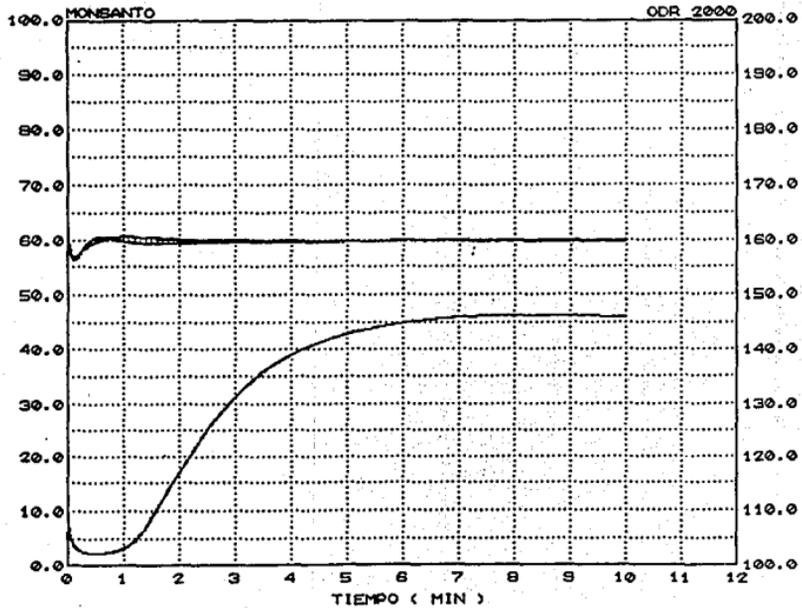
CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-58.33 %
Dureza Shore :	+13 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-61.05 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 63 %	Deformacion : 47 %

Z H B Γ Θ Z O N I S R R O T



410-
11-
C G M D P A R R C U T T A R R F V I E T

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 1:22 m/s

t81: 1:01 m/s

t50: 2:28 m/s

t52: 1:11 m/s

t70: 4:43 m/s

ML: 2.40 lb-in

MH: 46.50 lb-in

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: III

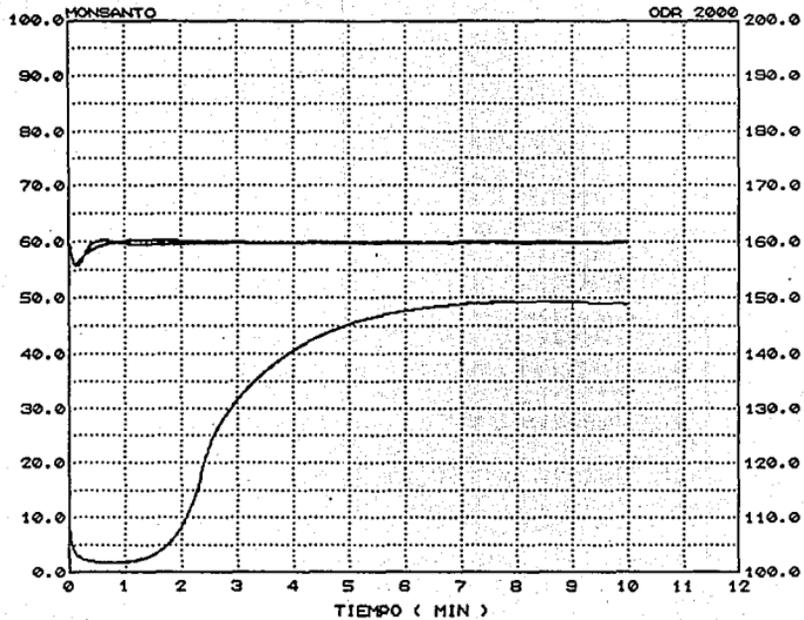
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-6	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.027
	ORGACEL S	0.010
T O T A L :		1.557 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.81	lb-in	t10 :	1.53	m:s
MH :	49.44	lb-in	t50 :	2:37	m:s
ts1 :	1:29	m:s	t90 :	4:49	m:s
ts2 :	1:37	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	3058	psi			
Dureza Shore :	48	Sh A			
Elongacion a la ruptura :	617	%			
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	1098	psi			
Dureza Shore :	63	Sh A			
Elongacion a la ruptura :	233	%			
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :	-64.03 %				
Dureza Shore :	+15 PUNTOS				
Elongacion a la ruptura :	-62.24 %				

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	63 %	Deformacion :	53 %

MINIBLONZOROOT S'



418

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 1:53 m:s

tS1: 1:25 m:s

t50:

2:37 m:s

tS2: 1:37 m:s

t90:

4:49 m:s

ML: 1.81 lb-in

PH: 49.44 lb-in

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: IV

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.027
	ORGACEL T	0.010
TOTAL:		1.557 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.08	lb-in	t10 :	2:52	m:s
MH :	59.85	lb-in	t50 :	3:30	m:s
ts1 :	2:08	m:s	t90 :	5:06	m:s
ts2 :	2:25	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3383	psi
Dureza Shore :	53	Sh A
Elongacion a la ruptura :	608	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

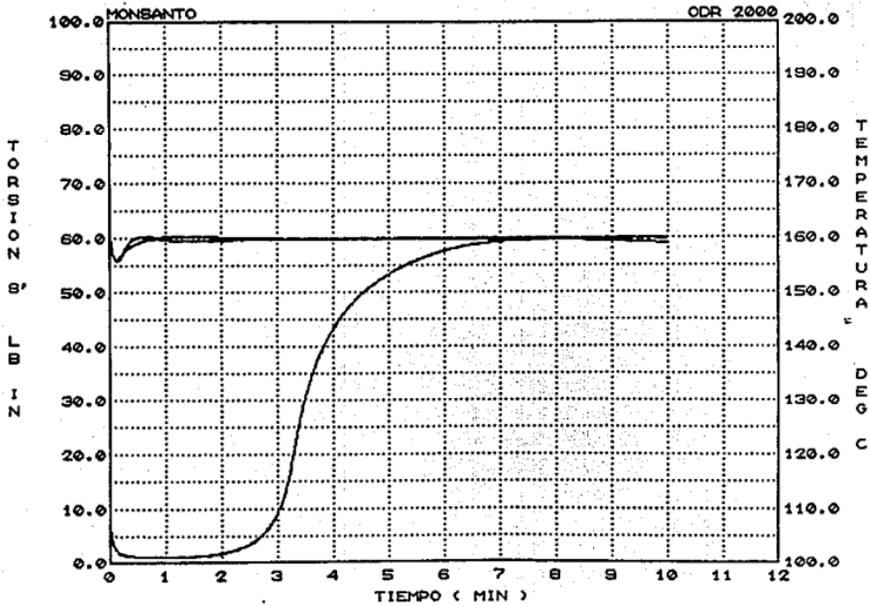
Resistencia a la tension :	600	psi
Dureza Shore :	63	Sh A
Elongacion a la ruptura :	200	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-78.35 %
Dureza Shore :	+10 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-67.10 %

COMPRESION PERMANENTE

Par 70 hrs a 100 C		Par 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	68 %	Deformacion :	55 %



418

↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.0 C
 t10: 2:52 m:s
 tS1: 2:08 m:s
 t50: 3:30 m:s
 tS2: 2:25 m:s
 ML: 1.08 lb-in
 MH: 59.85 lb-in
 t90: 5:06 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: V

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	T Q P	0.010
	AZUFRE	0.027
	VULMIC TMT	0.003
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	2.76	Lb-in	t10 :	1:45	m:s
MH :	56.28	Lb-in	t50 :	2:10	m:s
ts1 :	1:23	m:s	t90 :	3:33	m:s
ts2 :	1:33	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3320	psi
Dureza Shore :	54	Sh A
Elongacion a la ruptura :	642	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	162	psi
Dureza Shore :	51	Sh A
Elongacion a la ruptura :	108	%

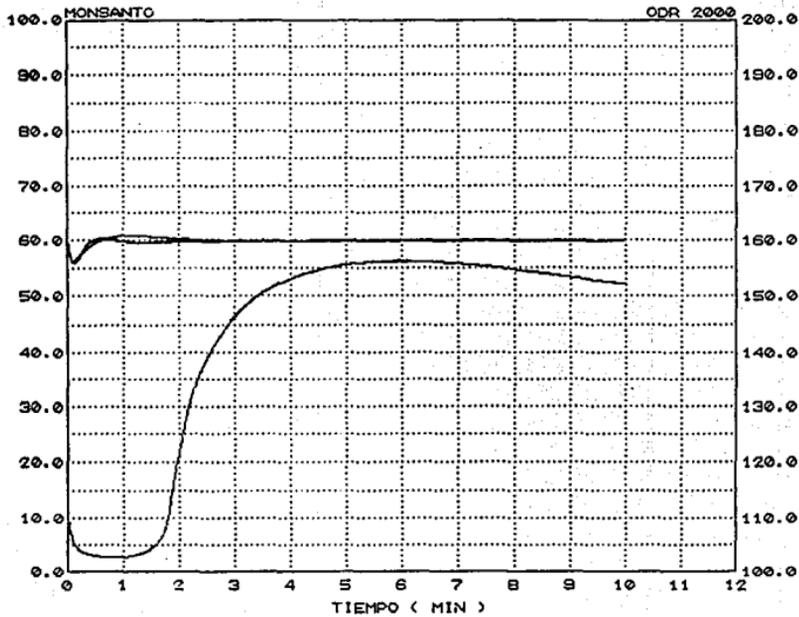
CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-95.13 %
Dureza Shore :	-3 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-83.17 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 52 %	Deformacion : 35%

Z I B L S' NOI-SRROT



C O P M O " P D R C T P D M V I E M T

↑ Temp: 160.1 C

↓ Temp: 160.0 C

ML: 2.76 lb-in

MH: 56.28 lb-in

tS1: 1:23 m:s

tS2: 1:33 m:s

t10: 1:45 m:s

t90: 2:10 m:s

t90: 3:33 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: VI

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA 5GP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.027
	VULMIC TETRA	0.003
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	4.47	Lb-in	t10 :	1:28	m:5
MH :	47.01	Lb-in	t50 :	2:18	m:5
t51 :	1:07	m:s	t90 :	4:50	m:5
t52 :	1:16	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	2570	psi
Dureza Shore :	48	Sh A
Elongacion a la ruptura :	650	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	126	psi
Dureza Shore :	48	Sh A
Elongacion a la ruptura :	150	%

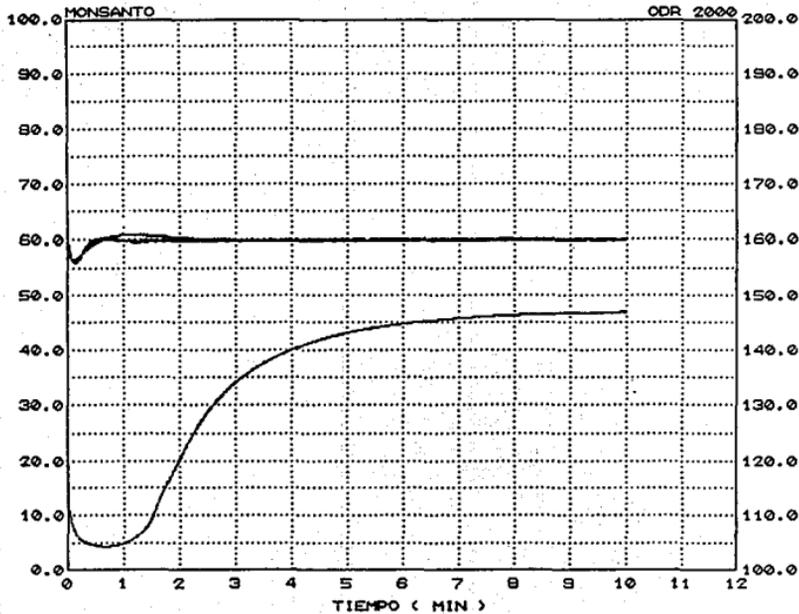
CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-95.10 %
Dureza Shore :	0 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-76.92 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 76 %	Deformacion : 69 %

S' I N Z I B L I S' I N Z I S' R R O T



4 0 ----- D R C T D R M V I M T

↑ Temp: 160.0 C ML: 4.47 lb-in
↓ Temp: 160.1 C MH: 47.01 lb-in
tS1: 1:07 mis tS2: 1:16 mis
t10: 1:28 mis t50: 2:18 mis t90: 4:50 mis

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: VII

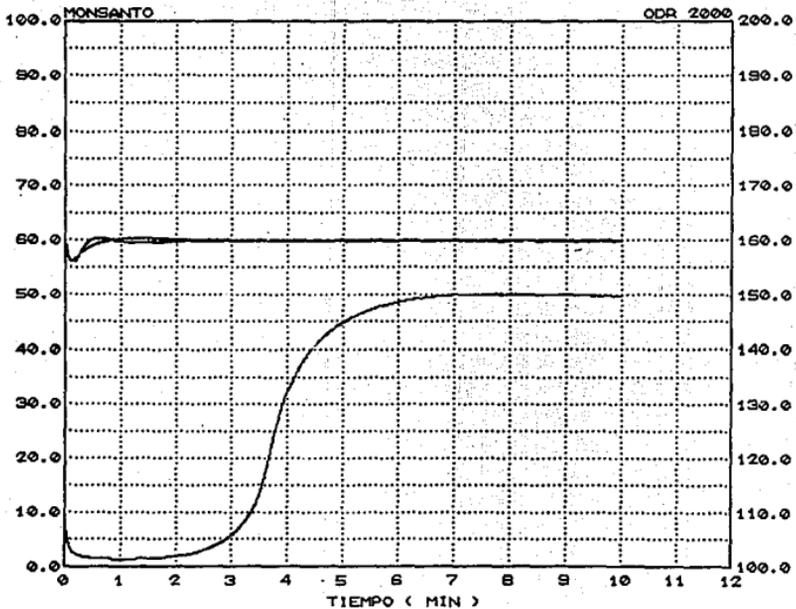
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.020
	ORGACEL T	0.010
T O T A L:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.46	lb-in	t10 :	3:04	m:s
MH :	50.25	lb-in	t50 :	5:49	m:s
ts1 :	2:19	m:s	t90 :	5:06	m:s
ts2 :	2:38	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES			
Resistencia a la tension :	50	3047	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :		658	%
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C			
Resistencia a la tension :	58	1035	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :		275	%
CAMBIO EN PROPIEDADES			
Resistencia a la tension :		-66.03	%
Dureza Shore :		+8	PUNTOS
Elongacion a la ruptura :		-58.21	%

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	66 %	Deformacion :	40 %

S' N I B L N O I N O S S I R O O T



C O M P D P P R C T P P M V I M T

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

ML: 1.46 lb-in

MH: 50.25 lb-in

tS1: 2:19 min

tS2: 2:38 min

t10: 3:04 min

t50: 3:49 min

t90: 5:06 min

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: VIII

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.020
	ORGACEL D	0.010
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	2.41	Lb-in	t10 :	3:15	m:s
MM :	51.45	Lb-in	t50 :	4:37	m:s
ts1 :	2:04	m:s	t80 :	6:11	m:s
ts2 :	2:30	m:s			

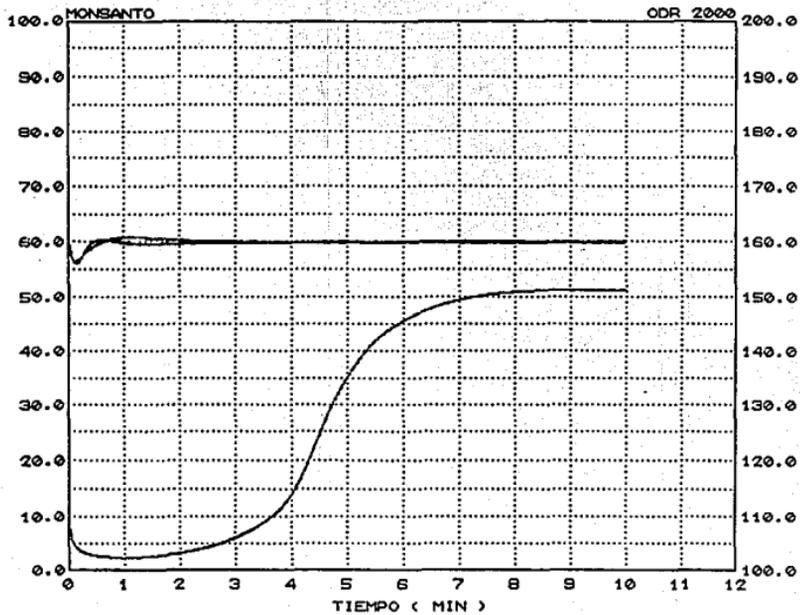
PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	49	2853	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :	612		%
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C			
Resistencia a la tension :	58	937	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :	267		%
CAMBIO EN PROPIEDADES			
Resistencia a la tension :		-67.16 %	
Dureza Shore :		+9 PUNTOS	
Elongacion a la ruptura :		-56.37 %	

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	61 %	Deformacion :	39 %

STABILIZATION



U O M D P A R C T I P P M E N T

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 3:15 m/s

tS1:

2:04 m/s

tS0:

4:37 m/s

tS2: 2:30 m/s

MH: 51.45 lb-in

ML: 2.41 lb-in

t90: 6:11 m/s

HOJA DE RESULTADOS

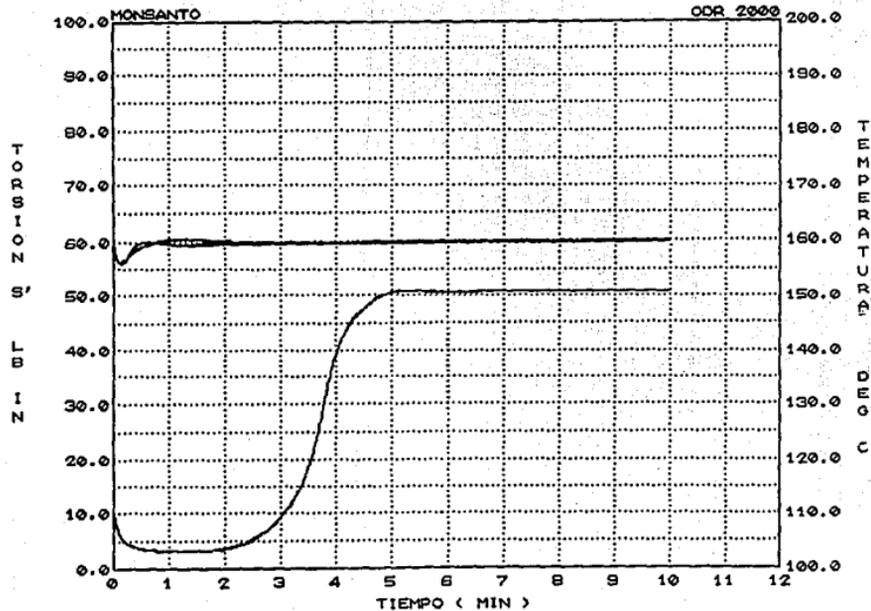
COMPUESTO No: IX

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	N O M B R E	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA 56P	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.015
	ORGACEL T	0.015
T O T A L I		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	3.25	Lb-in	t10 :	2:53	m:s
MH :	50.93	Lb-in	t60 :	3:44	m:s
ts1 :	2:13	m:s	t90 :	4:21	m:s
ts2 :	2:29	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	49	2710	psi		
Dureza Shore :			Sh A		
Elongacion a la ruptura :	608		%		
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	57	1350	psi		
Dureza Shore :			Sh A		
Elongacion a la ruptura :	325		%		
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :		-50.18 %			
Dureza Shore :		+8 PUNTOS			
Elongacion a la ruptura :		-46.55 %			

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	61 %	Deformacion :	38 %



C O M O P A C T D R P P V I M T

↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.0 C

ML: 3.25 lb-in
 MH: 50.93 lb-in

t10: 2:53 m:s
 t50: 3:44 m:s

t81: 2:13 m:s
 t82: 2:29 m:s

t90: 4:21 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: X

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA S6P	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.015
	ORGACEL D	0.015
T. O T A L:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:

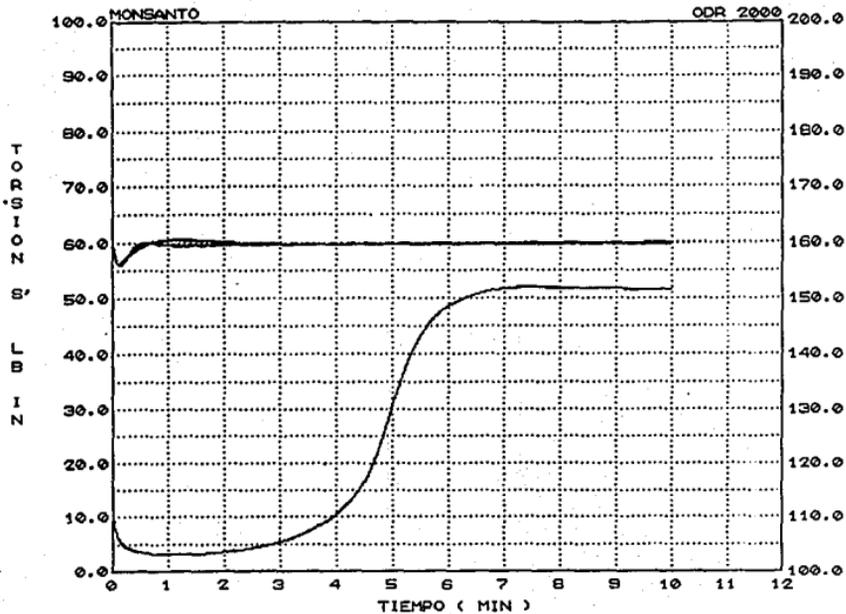
ML :	3:30	Lb-in	t10 :	3:40	m:s
MH :	52:06	Lb-in	t50 :	4:55	m:s
t51 :	2:24	m:s	t90 :	5:50	m:s
t52 :	2:55	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3119	psi
Dureza Shore :	48	Sh A
Elongacion a la ruptura :	842	%
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C		
Resistencia a la tension :	1609	psi
Dureza Shore :	57	Sh A
Elongacion a la ruptura :	385	%
CAMBIO EN PROPIEDADES		
Resistencia a la tension :	-42.00 %	
Dureza Shore :	+8 PUNTOS	
Elongacion a la ruptura :	-40.03 %	

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 61 %	Deformacion : 38 %



COMPENDIUM

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 3:40 m/s

t51: 2:24 m/s

t52: 2:55 m/s

t50: 4:55 m/s

t90: 5:50 m/s

ML: 3.30 lb-in

MH: 52.06 lb-in

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XI

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	N O M B R E	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.010
	ORGACEL T	0.020
T O T A L:		1.550 KG.

DATOS REDMETRICOS:

ML :	1:28	Lb-in	t10 :	3:08	m:s
MH :	51:36	Lb-in	t50 :	3:53	m:s
ts1 :	2:28	m:s	t90 :	4:33	m:s
ts2 :	2:44	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3217	psi
Dureza Shore :	49	Sh A
Elongacion a la ruptura :	700	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	1730	psi
Dureza Shore :	56	Sh A
Elongacion a la ruptura :	425	%

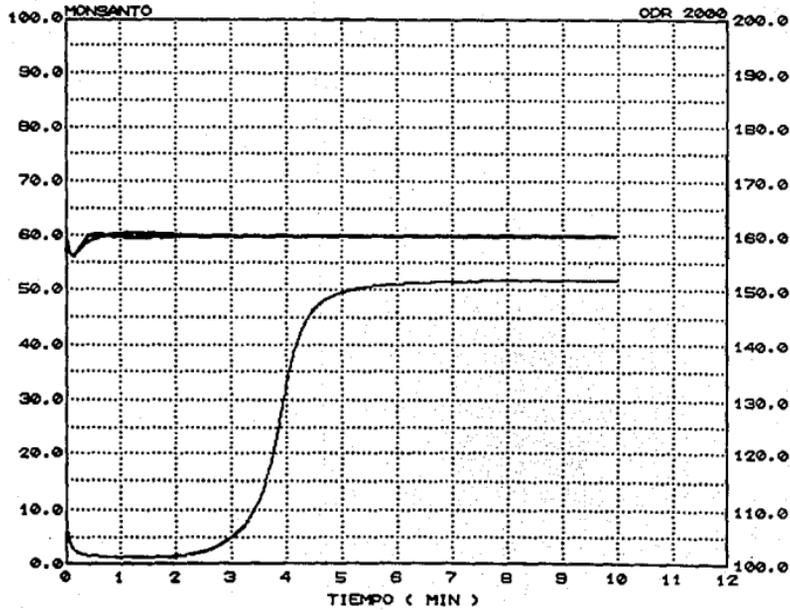
CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-46.22 %
Dureza Shore :	+7 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-39.28 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 62 %	Deformacion : 39 %

Z H B L 6 N O I S R O T



COMO PRODUCTO

↑ Temp: 160.0 C
↓ Temp: 160.0 C

ML: 1.28 lb-in

MH: 51.96 lb-in

tS1: 2:28 m/s

tS2: 2:44 m/s

t10: 3:09 m/s

t50: 3:53 m/s

t90: 4:33 m/s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XII

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA 56P	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.010
	ORGACEL O	0.020
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.06	lb-in	t10 :	4:08	m:s
MH :	50.40	lb-in	t50 :	5:06	m:s
ts1 :	3:05	m:s	t90 :	5:58	m:s
ts2 :	3:32	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	48	3153	psi		
Dureza Shore :			5A		
Elongacion a la ruptura :	700		%		
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	55	1717	psi		
Dureza Shore :			5A		
Elongacion a la ruptura :	427		%		
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :		-45.54	%		
Dureza Shore :		+6	PUNTOS		
Elongacion a la ruptura :		-39.00	%		

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	61 %	Deformacion :	39 %

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XIII

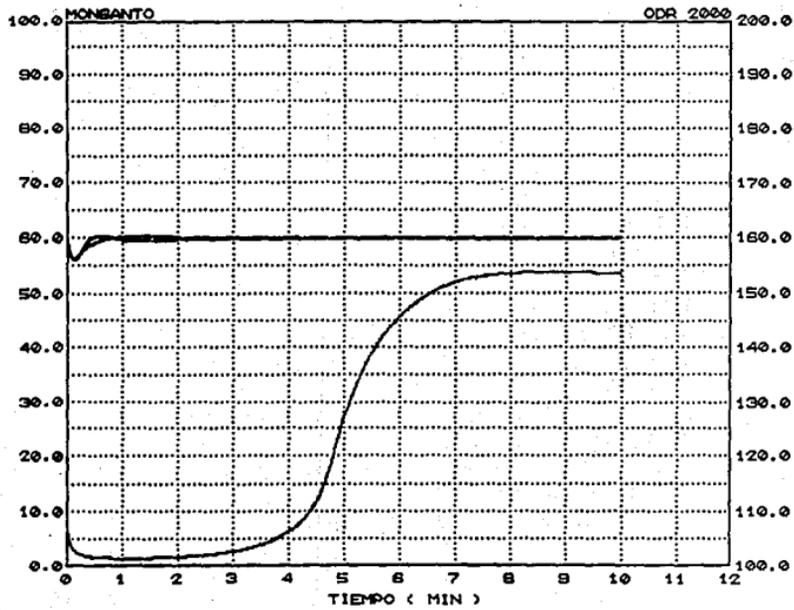
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA 5GP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.015
	VANAX A	0.006
	ORGACEL T	0.006
T O T A L:		1.547 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.44	lb-in	t10 :	4:03	m:s
MH :	53.87	lb-in	t50 :	5:02	m:s
ts1 :	2:51	m:s	t90 :	6:20	m:s
ts2 :	3:20	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	2881				
Dureza Shore :	50				
Elongacion a la ruptura :	692				
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	55	642			
Dureza Shore :		292			
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :		-78.46 %			
Dureza Shore :		+5 PUNTOS			
Elongacion a la ruptura :		-57.80 %			

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	66 %	Deformacion :	46 %

Z H M L M Z O I S P O T



CEMENT

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t51: 2:51 m:s

t10: 4:03 m:s

ML: 1.44 lb-in

MH: 53.87 lb-in

t52: 3:20 m:s

t50: 5:02 m:s

t90: 6:20 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XIV

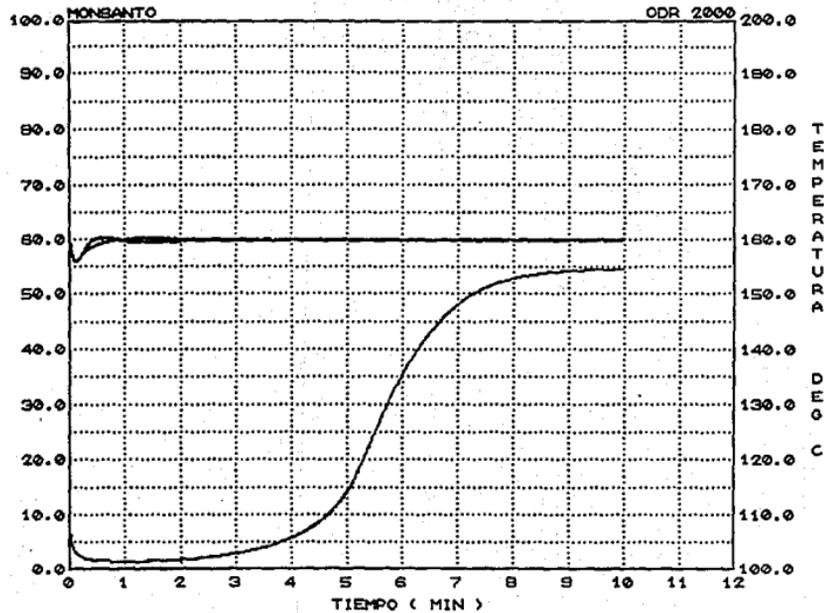
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.015
	VANAX A	0.006
	ORGACEL O	0.006
T O T A L:		1.547 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.45	lb-in	t10 :	4:12	m:s
MH :	54.86	lb-in	t50 :	5:39	m:s
ts1 :	2:41	m:s	t90 :	7:11	m:s
ts2 :	3:15	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	2981		psi		
Dureza Shore :	49		Sh A		
Elongacion a la ruptura :	683		%		
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	823		psi		
Dureza Shore :	55		Sh A		
Elongacion a la ruptura :	300		%		
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :	-72.39 %				
Dureza Shore :	+6 PUNTOS				
Elongacion a la ruptura :	-56.08 %				

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	63 %	Deformacion :	45 %

Z I B L 0 Z O I S R R O T



4 8

↑ Temp: 160.0 C
↓ Temp: 160.0 C

ML: 1.45 lb-in
MH: 54.66 lb-in
tS1: 2:41 m/s
tS2: 3:15 m/s

t10: 4:12 m/s

t50: 5:39 m/s

t90: 7:11 m/s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XV

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (KG)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTERRICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.007
	ORGACEL O	0.017
	BUTIL TUADS	0.007
TOTAL:		1.551 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	0.91	lb-in	t10 :	3:51	m:s
MH :	50.88	lb-in	t50 :	4:18	m:s
ts1 :	3:13	m:s	t90 :	5:06	m:s
ts2 :	3:30	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	50	3147	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :	650		%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

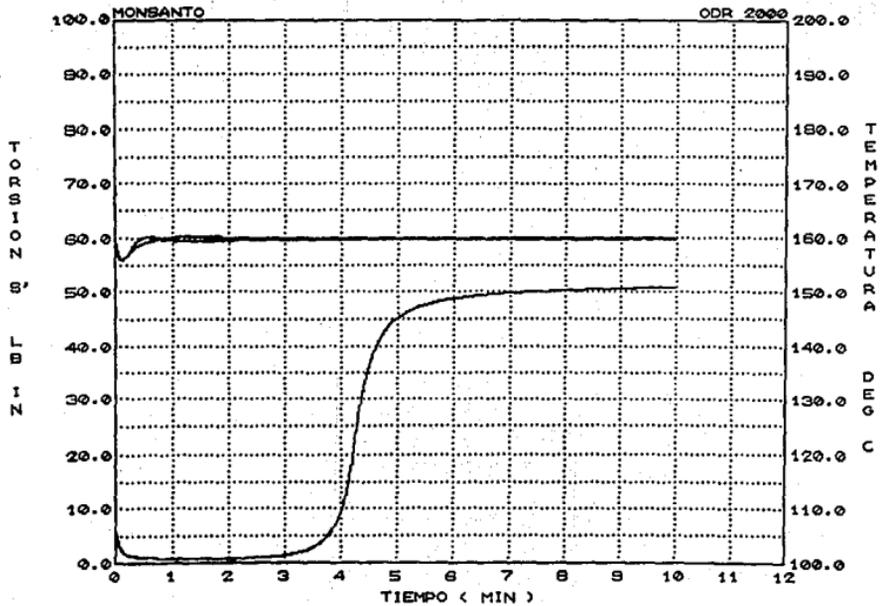
Resistencia a la tension :	55	2402	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :	508		%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-23.67 %
Dureza Shore :	+5 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-21.85 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 50 %	Deformacion : 34 %



↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.0 C

ML: 0.91 lb-in
 MH: 50.88 lb-in
 tS1: 3:13 m:s
 tS2: 3:30 m:s

t10: 3:51 m:s

t50: 4:18 m:s

t90: 5:06 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XVI

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.006
	VANAX A	0.016
	ORGACEL T	0.010
T O T A L :		1.552 KG.

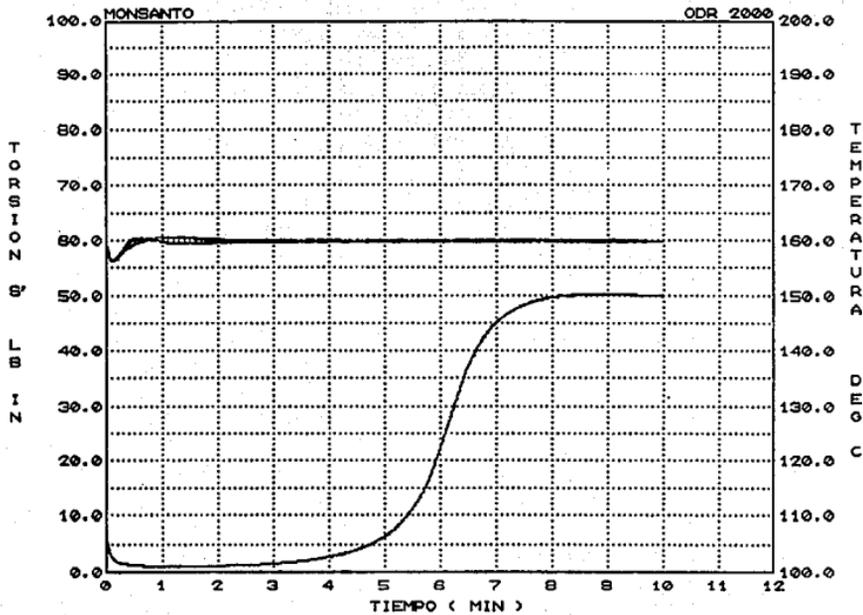
DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.13	lb-in	t10 :	4:56	m:s
MH :	50.43	lb-in	t50 :	6:07	m:s
ts1 :	3:32	m:s	t90 :	7:02	m:s
ts2 :	4:08	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	3184	psi			
Dureza Shore :	48	Sh A			
Elongacion a la ruptura :	683	%			

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	2280	psi			
Dureza Shore :	55	Sh A			
Elongacion a la ruptura :	517	%			

CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :	-29.39 %				
Dureza Shore :	+7 PUNTOS				
Elongacion a la ruptura :	-24.30 %				

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	65 %	Deformacion :	45 %



↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 159.9 C

tS1:

3:32 min

tS2:

4:08 min

t10: 4:56 min

t50:

6:07 min

t90:

7:02 min

ML: 1.13 lb-in

MH: 50.43 lb-in

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XVII

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.006
	VANAX A	0.016
	ORGACEL O	0.010
T O T A L :		1.552 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.06	lb-in	t10 :	5:55	m:s
M4 :	50.65	lb-in	t50 :	7:36	m:s
t51 :	3:52	m:s	t90 :	8:44	m:s
t52 :	4:44	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	47	3026	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :		650	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

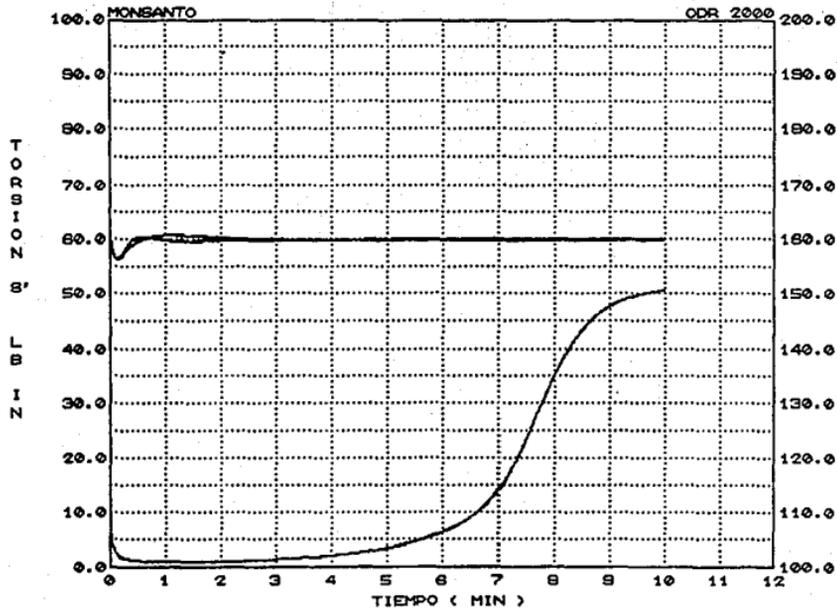
Resistencia a la tension :	53	1863	psi
Dureza Shore :			Sh A
Elongacion a la ruptura :		465	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-38.43 %
Dureza Shore :	+6 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-28.46 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 68 %	Deformacion : 52 %



48

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 5:55 m:s

ML: 1.06 lb-in

MH: 50.66 lb-in

tS1: 3:52 m:s tS2: 4:44 m:s

t50: 7:36 m:s

t90: 8:44 m:s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XVIII

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
C/L A V E	N O M B R E	C A N T I D A D (K g)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA 56P	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.005
	ORGACEL C	0.060
T O T A L :		1.585 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.04	Lb-in	t10 :	2:38	m:s
MH :	48.88	Lb-in	t50 :	5:21	m:s
ts1 :	2:02	m:s	t90 :	5:52	m:s
ts2 :	2:18	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	2775	psi
Dureza Shore :	52	Sh A
Elongacion a la ruptura :	642	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	2169	psi
Dureza Shore :	51	Sh A
Elongacion a la ruptura :	567	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-21.84 %
Dureza Shore :	-1 PUNTO
Elongacion a la ruptura :	-11.68 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 50 %	Deformacion : 32 %

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XIX

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.003
	ORGACEL C	0.030
	VULMIC TMT	0.020
T O T A L :		1.573 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.87	lb-in	t10 :	1:52	m:s
MH :	53.63	lb-in	t50 :	2:16	m:s
ts1 :	1:26	m:s	t90 :	3:09	m:s
ts2 :	1:36	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	3144	psi
Dureza Shore :	55	Sh A
Elongacion a la ruptura :	625	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

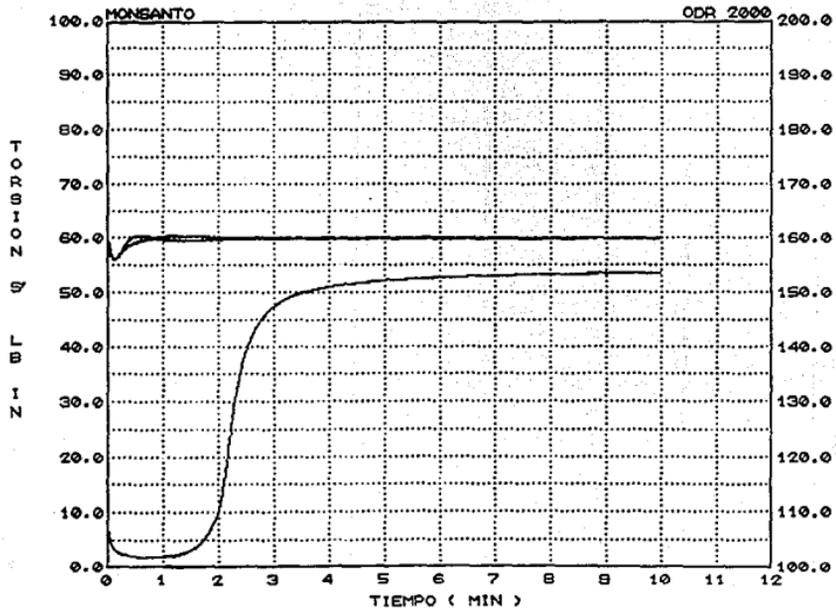
Resistencia a la tension :	2039	psi
Dureza Shore :	60	Sh A
Elongacion a la ruptura :	408	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-35.15 %
Dureza Shore :	+5 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-34.72 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 34 %	Deformacion : 20 %



C O M E D P R U C T P R E P A R E M E N T

↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.1 C
 t10: 1:52 min
 t51: 1:26 min
 t90: 2:16 min
 ML: 1.87 lb-in
 MH: 53.63 lb-in
 t62: 1:36 min
 t90: 3:09 min

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XX

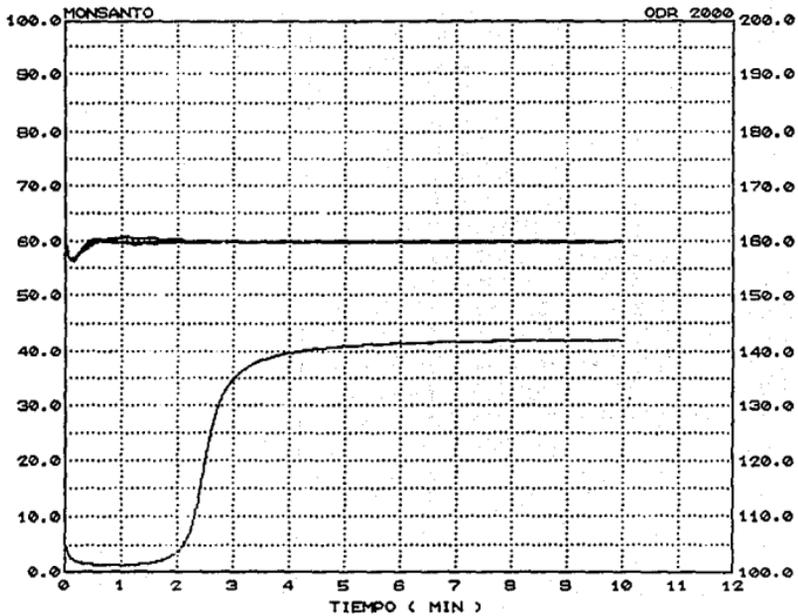
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	AZUFRE	0.003
	ORGACEL C	0.018
	VULMIC TMT	0.012
TOTAL:		1.553 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.33	lb-in	t10 :	2:09	m:s
MH :	42.23	lb-in	t50 :	2:33	m:s
ts1 :	1:45	m:s	t90 :	3:27	m:s
ts2 :	1:57	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES			
Resistencia a la tension :	2751	psi	
Dureza Shore :	47	Sh A	
Elongacion a la ruptura :	717	%	
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C			
Resistencia a la tension :	2696	psi	
Dureza Shore :	52	Sh A	
Elongacion a la ruptura :	592	%	
CAMBIO EN PROPIEDADES			
Resistencia a la tension :	- 2.00 %		
Dureza Shore :	+5 PUNTOS		
Elongacion a la ruptura :	-17.43 %		

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	37 %	Deformacion :	22 %

Z I M L W Z O R R I O T



418

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

ML: 1.33 lb-in

MH: 42.23 lb-in

t91: 1:45 m/s

t92: 1:57 m/s

t90: 2:33 m/s

t10: 2:07 m/s

t90: 3:27 m/s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XXI

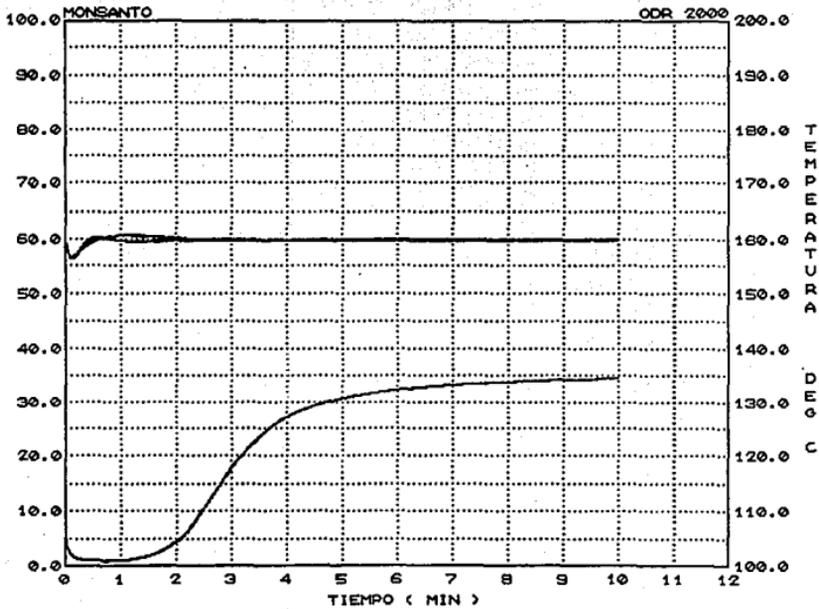
FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR 5L	1.000
	H A F	0.300
	N-B	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	VULMIC TMT	0.030
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:					
ML :	1.00	lb-in	t10 :	1:59	m:s
MH :	34.61	lb-in	t50 :	3:01	m:s
ts1 :	1:33	m:s	t90 :	5:13	m:s
ts2 :	1:48	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES					
Resistencia a la tension :	49	2526	psi		
Dureza Shore :			Sh A		
Elongacion a la ruptura :		742	%		
ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C					
Resistencia a la tension :	50	2450	psi		
Dureza Shore :			Sh A		
Elongacion a la ruptura :		625	%		
CAMBIO EN PROPIEDADES					
Resistencia a la tension :		- 3.01 %			
Dureza Shore :		+7 PUNTOS			
Elongacion a la ruptura :		-15.77 %			

COMPRESION PERMANENTE			
Por 70 hrs a 100 C		Por 22 hrs a 70 C	
Deformacion :	30 %	Deformacion :	24 %

Z I W F S Z O I S S R O T



4.2

C O M P O S I T I O N

↑ Temp: 160.0 C

↓ Temp: 160.0 C

t10: 1:59 m:s

tS1: 1:33 m:s

t50: 3:01 m:s

tS2: 1:48 m:s

t90: 5:13 m:s

ML: 1.00 lb-in

MH: 96.61 lb-in

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XXII

FORMULA		
LISTA DE COMPONENTES:		
CLAVE	N O M B R E	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA S6P	0.020
	TQP	0.010
	VANAX A	0.015
	DRGACEL S	0.020
T O T A L :		1.555 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	1.72	lb-in	t10 :	3:39	m:s
MH :	40.33	lb-in	t50 :	6:23	m:s
ts1 :	2:15	m:s	t90 :	8:31	m:s
ts2 :	2:53	m:s			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	2891	psi
Dureza Shore :	45	Sh A
Elongacion a la ruptura :	708	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

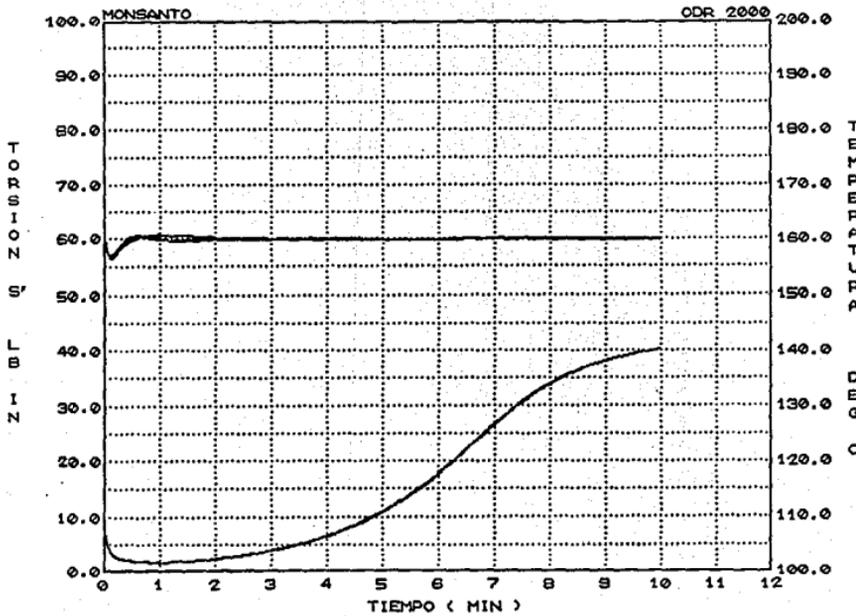
Resistencia a la tension :	48	2366	psi
Dureza Shore :		633	Sh A
Elongacion a la ruptura :			%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-18.16 %
Dureza Shore :	+3 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-10.59 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 58 %	Deformacion : 24 %



↑ Temp: 160.0 C
 ↓ Temp: 160.0 C

ML: 1.72 lb-in
 MH: 40.33 lb-in

t81: 2:19 m/s
 t90: 3:39 m/s

t52: 2:53 m/s
 t50: 6:23 m/s

t90: 8:31 m/s

HOJA DE RESULTADOS

COMPUESTO No: XXIII

FORMULA

LISTA DE COMPONENTES:

CLAVE	NOMBRE	CANTIDAD (Kg)
	SMR SL	1.000
	H A F	0.300
	N-8	0.050
	NOVAFLEX 100	0.020
	NOVAZONE HP	0.015
	NOVAZONE AS	0.015
	OXIDO DE ZINC	0.050
	ACIDO ESTEARICO	0.040
	CERA SGP	0.020
	TQP	0.010
	VANAX A	0.010
	ORGACEL C	0.010
	VULMIC TMT	0.010
TOTAL:		1.550 KG.

DATOS REOMETRICOS:

ML :	2.53	lb-in	t10 :	2:58	m:5
MH :	40.71	lb-in	t50 :	4:15	m:5
ts1 :	2:14	m:5	t90 :	5:42	m:5
ts2 :	2:35	m:5			

PROPIEDADES FISICAS ORIGINALES

Resistencia a la tension :	2648	psi
Dureza Shore :	45	Sh A
Elongacion a la ruptura :	733	%

ENVEJECIMIENTO EN AIRE DURANTE 70 Hrs. A 100 C

Resistencia a la tension :	2213	psi
Dureza Shore :	48	Sh A
Elongacion a la ruptura :	642	%

CAMBIO EN PROPIEDADES

Resistencia a la tension :	-16.43 %
Dureza Shore :	+3 PUNTOS
Elongacion a la ruptura :	-12.41 %

COMPRESION PERMANENTE

Por 70 hrs a 100 C	Por 22 hrs a 70 C
Deformacion : 41 %	Deformacion : 24 %

**ANEXO 3.-EVALUACION DEL COSTO/KG.DE MEZCLA DE LAS DIFERENTES
PRUEBAS.**

NOMBRE		PRUEBA I			FECHA: 03/14/92	
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A14	ORGACEL O	10	18,620	0.008	168	03/14/92
PESADA:		1,557	DENSIDAD: 1.090	7,610	Precio/Kg.	
						4,888

NOMBRE		PRUEBA II			FECHA: 03/14/92	
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/08/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A16	ORGACEL M	10	11,660	0.007	117	03/14/92
PESADA:		1,557	DENSIDAD: 1.090	7,539	Precio/Kg.	
						4,842

NOMBRE PRUEBA III

FECHA: 03/14/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/08/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERR SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TOP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A06	ORGACEL S	10	11,880	0.007	119	03/14/92

PESADA: 1,557 DENSIDAD: 1.090 7,541 Precio/Kg.

4,843

NOMBRE PRUEBA IV

FECHA: 03/14/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERR SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TOP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A25	ORGACEL T	10	18,862	0.007	189	03/14/92

PESADA: 1,557 DENSIDAD: 1.090 7,611 Precio/Kg.

4,888

NOMBRE		PRUEBA V		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.008	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A02	VULMIC TMT	3	11,866	0.002	36	02/06/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.090	7,457	Precio/Kg.
						4,811

NOMBRE		PRUEBA VI		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.008	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	27	938	0.013	25	01/07/92
A04	VULMIC TETRA	3	35,600	0.002	107	01/07/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.090	7,529	Precio/Kg.
						4,857

NOMBRE		PRUEBA VII		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-5L	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	20	938	0.010	19	01/07/92
A25	ORGACEL T	10	18,862	0.007	189	03/14/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.090	7,604	Precio/Kg.
						4,906

NOMBRE		PRUEBA VIII		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-5L	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	20	938	0.010	19	01/07/92
A14	ORGACEL O	10	18,820	0.008	188	03/14/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.090	7,604	Precio/Kg.
						4,906

NOMBRE PRUEBA IX

FECHA: 03/14/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,986	1.053	4,986	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	15	938	0.007	14	01/07/92
A25	ORGACEL T	15	18,862	0.010	283	03/14/92

PESADA: 1,550 DENSIDAD: 1.080 7,684 Precio/Kg.
4,964

NOMBRE PRUEBA X

FECHA: 03/14/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,986	1.053	4,986	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	15	938	0.007	14	01/07/92
A14	ORGACEL O	15	18,820	0.012	282	03/14/92

PESADA: 1,550 DENSIDAD: 1.080 7,693 Precio/Kg.
4,963

NOMBRE		PRUEBA XI		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-5L	1,000	4,986	1.053	4,986	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	10	938	0.005	9	01/07/92
A25	ORGACEL T	20	18,862	0.013	377	03/14/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.080	7,783	Precio/Kg.
						5,021

NOMBRE		PRUEBA XII		FECHA: 03/14/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-5L	1,000	4,986	1.053	4,986	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	10	938	0.005	9	01/07/92
A14	ORGACEL O	20	18,820	0.015	376	03/14/92
PESADA:		1,550	DENSIDAD:	1.080	7,782	Precio/Kg.
						5,021

NOMBRE		PRUEBA XIII			FECHA: 03/21/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.	
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92	
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92	
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92	
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92	
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92	
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92	
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92	
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92	
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92	
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92	
A17	AZUFRE	15	938	0.007	14	01/07/92	
A50	VANAX A	6	35,000	0.004	210	03/21/92	
A25	ORGACEL T	6	18,852	0.004	113	03/14/92	
PESADA:		1,547	DENSIDAD: 1.080		7,734	Precio/Kg.	
						4,999	

NOMBRE		PRUEBA XIV			FECHA: 03/21/92		
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.	
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92	
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92	
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92	
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92	
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92	
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92	
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92	
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92	
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92	
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92	
A17	AZUFRE	15	938	0.007	14	01/07/92	
A50	VANAX A	6	35,000	0.004	210	03/21/92	
A14	ORGACEL D	6	18,820	0.005	113	03/14/92	
PESADA:		1,547	DENSIDAD: 1.080		7,734	Precio/Kg.	
						4,999	

NOMBRE PRUEBA XV

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Totals	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	7	938	0.003	7	01/07/92
A14	ORGACEL O	17	18,820	0.013	320	03/14/92
A40	BUTIL TURDS	7	64,268	0.007	450	03/14/92

PESADA: 1,551

DENSIDAD: 1.060

8,173

Precio/Kg.

5,269

NOMBRE PRUEBA XVI

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Totals	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	6	938	0.003	6	01/07/92
A50	VANAX A	16	35,000	0.012	560	03/21/92
A25	ORGACEL T	10	18,862	0.007	189	03/14/92

PESADA: 1,552

DENSIDAD: 1.060

8,151

Precio/Kg.

5,252

NOMBRE		PRUEBA XVII			FECHA: 03/21/92	
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	5	938	0.003	5	01/07/92
AS0	VANAX A	16	35,000	0.012	560	03/21/92
A14	ORGACEL D	10	16,820	0.008	168	03/14/92
PESADA:		1,552	DENSIDAD:	1.080	8,150	Precio/Kg.
						5,252

NOMBRE		PRUEBA XVIII			FECHA: 03/21/92	
Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92
A16	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	5	938	0.002	5	01/07/92
A15	ORGACEL C	60	21,660	0.050	1,300	03/14/92
PESADA:		1,585	DENSIDAD:	1.080	8,701	Precio/Kg.
						5,490

NOMBRE PRUEBA XIX

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	3	938	0.001	3	01/07/92
A15	ORGACEL C	30	21,660	0.025	650	03/14/92
A02	VULMIC TMT	20	11,866	0.014	237	02/06/92

PESADA: 1,573 DENSIDAD: 1.080 8,287 Precio/Kg.

 5,268

NOMBRE PRUEBA XX

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,600	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A17	AZUFRE	3	938	0.001	3	01/07/92
A15	ORGACEL C	18	21,660	0.015	390	03/14/92
A02	VULMIC TMT	12	11,866	0.008	142	02/06/92

PESADA: 1,553 DENSIDAD: 1.080 7,932 Precio/Kg.

 5,107

NOMBRE PRUEBA XXI

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A02	VULMIC TMT	30	11,866	0.021	356	02/06/92

PESADA: 1,550 DENSIDAD: 1.080 7,753 Precio/Kg.
5,002

NOMBRE PRUEBA XXII

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/06/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A50	VARAX A	15	35,000	0.011	525	03/21/92
A06	DRGACEL 5	20	11,880	0.013	238	03/14/92

PESADA: 1,555 DENSIDAD: 1.080 8,159 Precio/Kg.
5,247

NOMBRE . PRUEBA XXIII

FECHA: 03/21/92

Clave	Nombre	Peso(gms.)	\$/Kg	Lts.	Total\$	Ult.Rev.
H90	SMR-SL	1,000	4,996	1.053	4,996	02/05/92
C05	H. A. F.	300	2,035	0.167	610	01/07/92
P05	N 8	50	1,450	0.060	72	01/07/92
Z04	NOVAFLEX 100	20	21,235	0.018	425	02/06/92
Z03	NOVAZONE HP	15	20,930	0.015	314	01/07/92
Z10	NOVAZONE AS	15	20,395	0.015	306	02/06/92
A07	OXIDO DE ZINC	50	6,800	0.009	340	02/06/92
A18	ACIDO ESTEARICO	40	3,240	0.047	130	02/06/92
P02	CERA SGP	20	5,725	0.020	114	02/06/92
Z05	TQP	10	8,890	0.008	89	02/06/92
A50	VANAX A	10	35,000	0.007	350	03/21/92
A15	ORGACEL C	10	21,660	0.008	217	03/14/92
A02	VULMIC TMT	10	11,866	0.007	119	02/06/92

PESADA: 1,550

DENSIDAD: 1.080

8,082

Precio/kg.

5,214