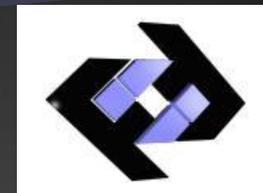




Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

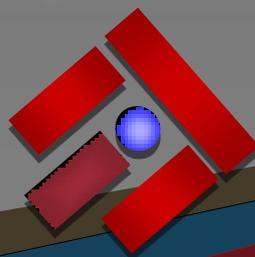


# TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN EN FORMULACIONES DE EPDM /SÍLICE

Tutores:

Prof. Carmen Albano

Prof. Miren Ichazo



Trabajo Especial de Grado I

Realizado por:

Br. Tomás E. Monteverde D.

# CONTENIDO

## Capítulo I

- *Planteamiento del Problema*
- *Objetivos*

## Capítulo II

- *Marco Teórico*

## Capítulo III

- *Antecedentes*

## Capítulo IV

- *Materiales Y Equipos*
- *Metodología Experimental*



# CAPÍTULO I

# FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## ***Etileno-Propileno-Dieno (EPDM)***

***- Resistencia a la intemperie y al ozono***

***Industria Automotriz***

***Juntas de puertas***

***Ventanillas***

***Gomas de limpiaparabrisas***

***Empacaduras***

***- Resistencia al ozono***

***- Muy baja conductividad eléctrica***

***Aislamiento de cables de alta tensión***



## ***Cargas inorgánicas***

***- Reforzamiento de compuestos***

***Mejoramiento de propiedades***

***Resistencia tensil***

***Rigidez***

***Desgarre***

***Resistencia a la abrasión***

***- Hidrofilicidad***

***Compuestos de superficie hidrofóbica (EPDM)***

***Poca interacción***

***Tratamientos para mejorar la interacción  
Elastómero – Carga***

***- Caracterización de compuestos de caucho EPDM /Sílices con diferentes sistemas de compatibilización.***



***1. Estudio de la influencia del tamaño de la sílice (dos diferentes tamaños) sobre las propiedades físicas, reométricas, mecánicas y de envejecimiento del sistema EPDM/Sílice.***

***2. Funcionalización del EPDM con anhídrido maleico.***

***3. Estudio de diferentes tratamientos de compatibilización (usos de silano, Polietilenglicol y EPDM funcionalizado) sobre las propiedades físicas, reométricas, mecánicas y de envejecimiento del sistema EPDM/Sílice.***



# CAPÍTULO II

# *MARCO TEÓRICO*

# GENERALIDADES DE LOS ELASTÓMEROS

**ELASTÓMERO:**



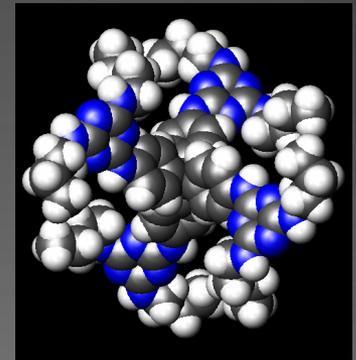
***Los elastómeros son aquellos polímeros que muestran un comportamiento elástico, es decir, se deforman al someterlos a una fuerza pero recuperan su forma inicial al suprimirla.***



# PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ELASTÓMEROS

## Aspecto Molecular:

***- Largas cadenas enrolladas sobre si mismas.***



***- Temperatura de transición vítrea ( $T_g$ )  $\ll$  Temperatura ambiente.***

# PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS ELASTÓMEROS

## Aspecto Mecánico:

**- Elástico.**



**- Altamente deformable.**



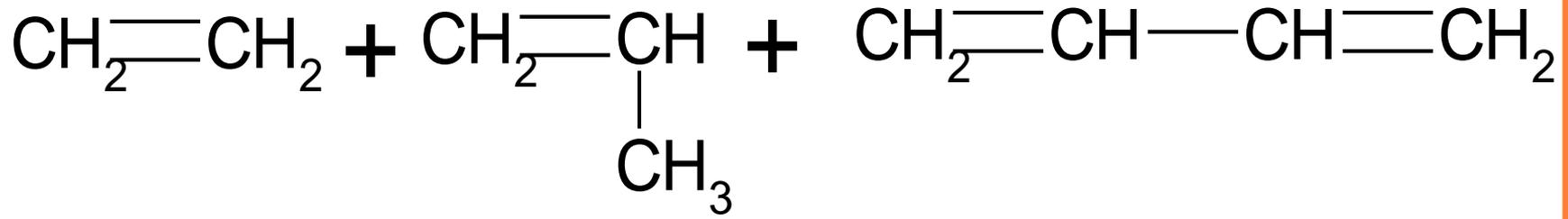
**- Blando.**



# FORMULACIÓN DE ELASTÓMEROS



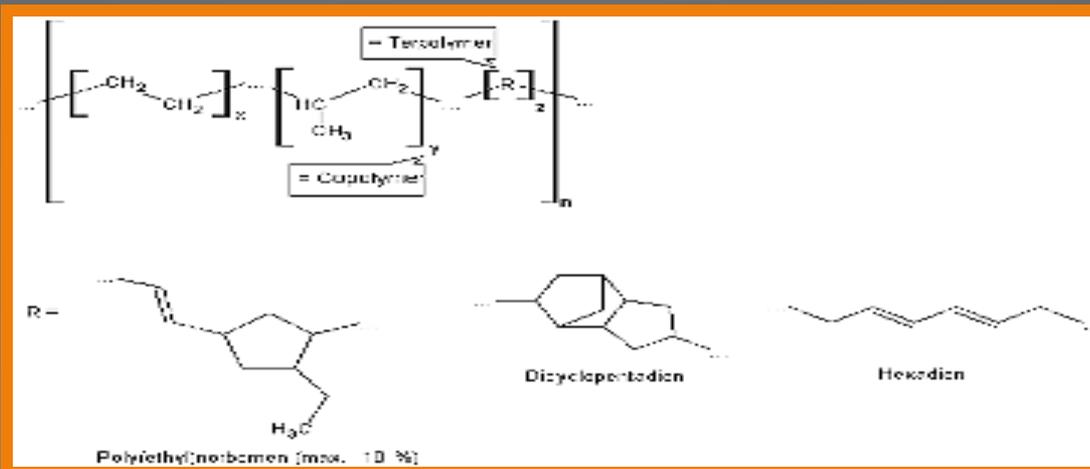
# CAUCHOS EPDM



Etileno

Propileno

Dieno



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

*- Proporción etileno/propileno*

*- Peso molecular y su distribución*

*- Proporción de dieno*



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

## *- Proporción etileno/propileno*

▼ *etileno → más fácil elaboración.*

*- Propiedades mecánicas superiores en mezclas con noca*

▲ *etileno → mezcladores internos para la preparación de las mezclas.*

*- Ofrece una mayor capacidad de dilución o extensión con proporciones elevadas de carga y plastificantes.*



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

*- Proporción etileno/propileno*

*- Peso molecular y su distribución*

*- Proporción de dieno*



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

## *- Peso molecular y su distribución*

▲ *Peso molecular → Mejores propiedades mecánicas de los vulcanizados.*

▲ *Peso molecular → Mayor capacidad de extensión con cargas*

*Distribución estrecha de pesos moleculares → vulcanizados con mejores propiedades mecánicas.*



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

*- Proporción etileno/propileno*

*- Peso molecular y su distribución*

*- Proporción de dieno*



# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

## *- Proporción de dieno*

▲ *Dienos* → *La velocidad de vulcanización aumenta*

▲ *Velocidad de vulcanización* → ▲ *\$ del EPDM.*



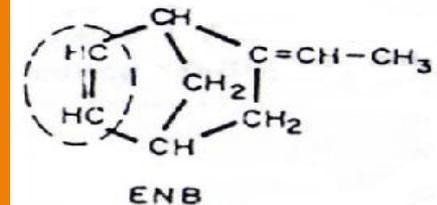
# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CAUCHOS EPDM

## - Proporción de dieno

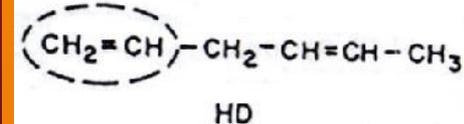
*La velocidad de Vulcanización*



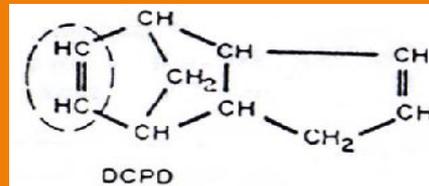
**ENB**



**HD**

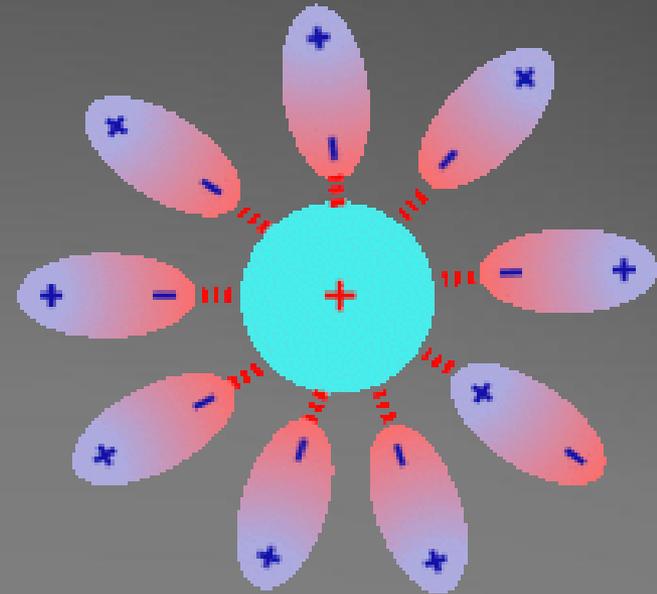
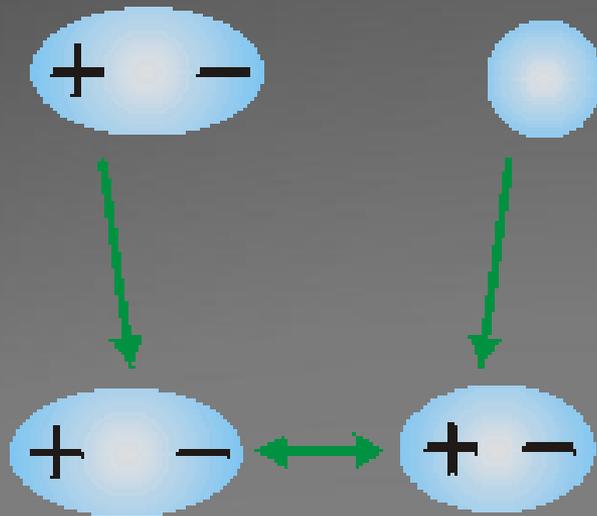


**DCPD**



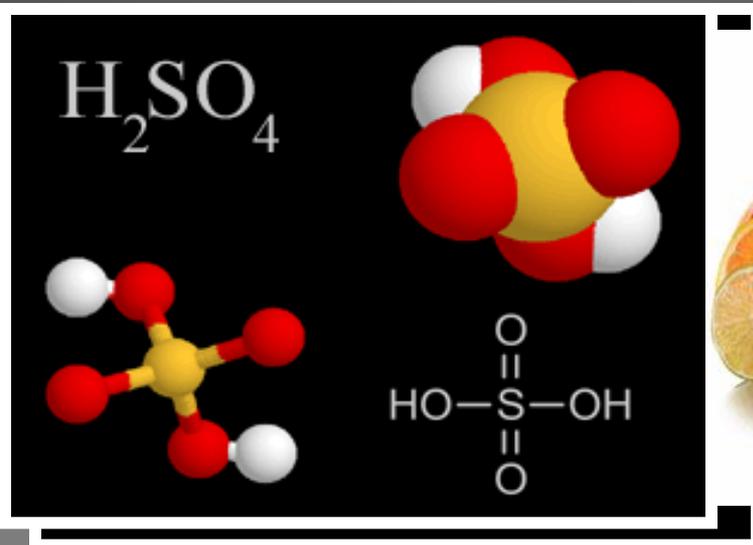
# PROPIEDADES PRINCIPALES DE CAUCHOS EPDM

*- Resistentes a solventes polares*

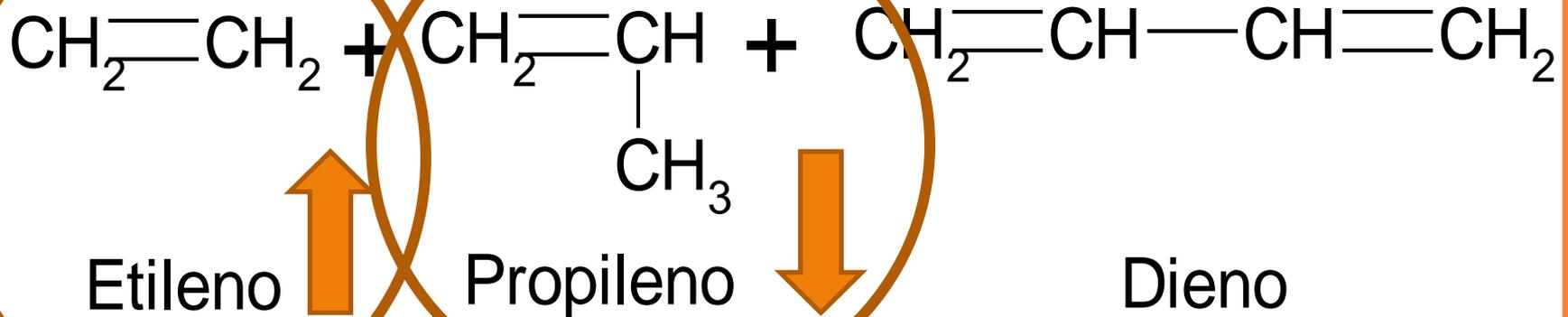


# PROPIEDADES PRINCIPALES DE CAUCHOS EPDM

*- Inertes Químicamente*



# PROPIEDADES PRINCIPALES DE CAUCHOS EPDM



*Cristalinidad*

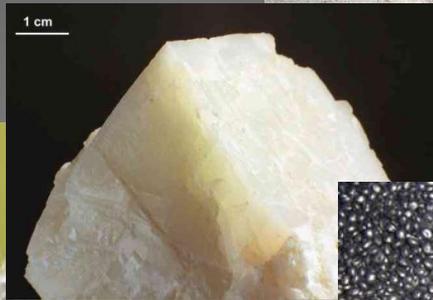
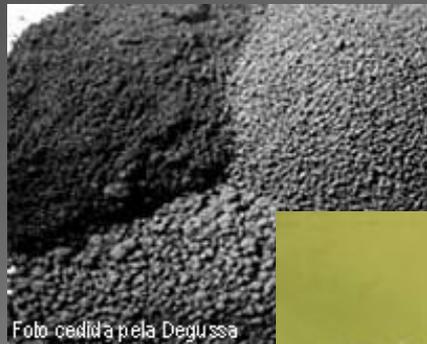


*Elasticidad*



# GENERALIDADES DE LAS CARGAS Y SUS EFECTOS SOBRE ELASTÓMEROS

## *Material inerte*



# GENERALIDADES DE LAS CARGAS Y SUS EFECTOS SOBRE ELASTÓMEROS



***Modifica y mejora las propiedades***

***Se añade en proporciones variables, pero siempre en cantidades superiores a los ingredientes de la mezcla a vulcanizar***



# GENERALIDADES DE LAS CARGAS Y SUS EFECTOS SOBRE ELASTÓMEROS

**Tipos**

**Cargas Diluyentes**

✓ **Aumentan la resistencia mecánica del vulcanizado**

↑ ↓ **Características Mecánicas**

↑ ✓ **Resistencia Desgarre**  
**Disminuye costos**

↑ **Resistencia Tracción**



# TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN ELASTÓMERO-CARGA

## Funcionalización del EPDM

**EPDM**  
**NO POLAR**

Reacciones de injerto



**EPDM**  
Funcionalizado  
**POLAR**

Monómeros Polares

Éster

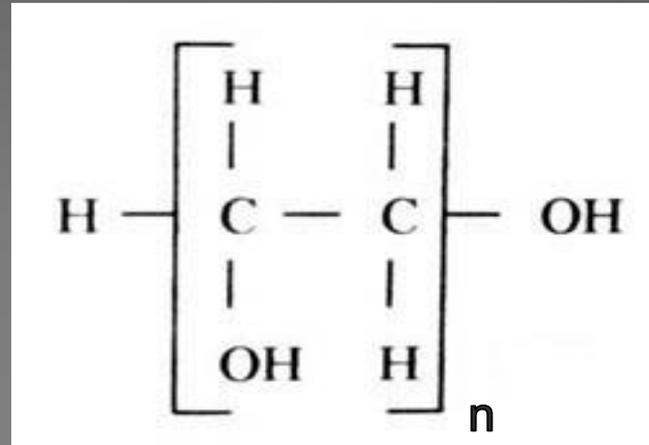
Ácido Carboxílico

Anhídridos

# TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN ELASTÓMERO-CARGA

*Tratamiento con agentes acoplantes  
Polietilenglicol*

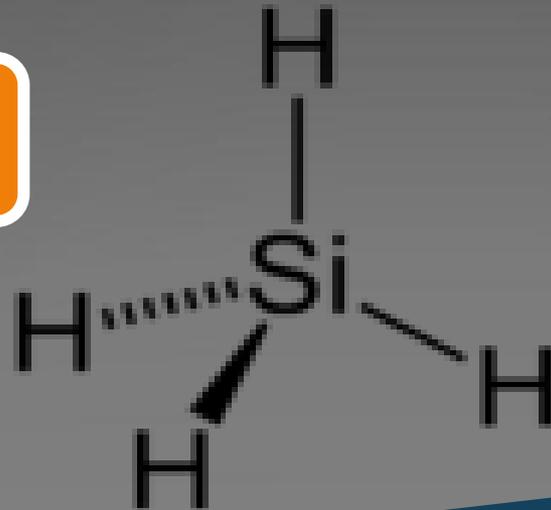
**POLIETILENGLICOL**



# TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN ELASTÓMERO-CARGA

*Tratamiento con agentes acoplantes tipo silano*

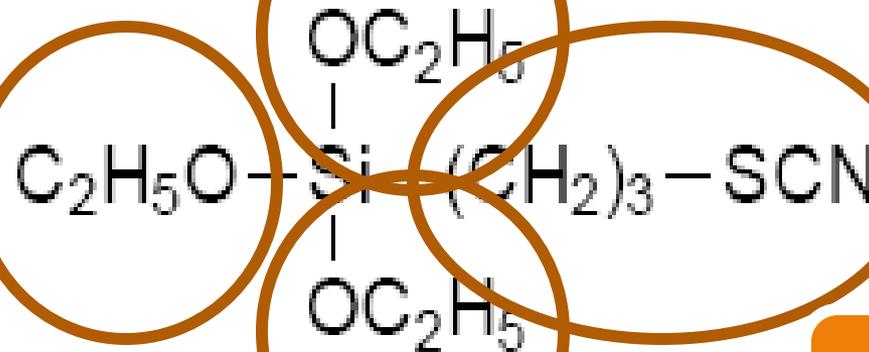
**SILANOS**



# TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN ELASTÓMERO-CARGA

*Tratamiento con agentes acoplantes tipo silano*

*Grupo Alcohólico*



*Grupo organo-funcional*



## *Tratamiento con agentes acoplantes tipo silano*

### *Formas de Preparación*

#### *Opción 1*

- ✓ *Sílica y el silano mezclados en una sola etapa preliminar*
- ✓ *Temperatura y tiempo óptimo*

#### *Opción 2*

- ✓ *La mezcla se realiza in situ, durante la preparación del caucho.*
- ✓ *El silano se agrega junto o después de la carga*

# TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA INTERACCIÓN ELASTÓMERO-CARGA

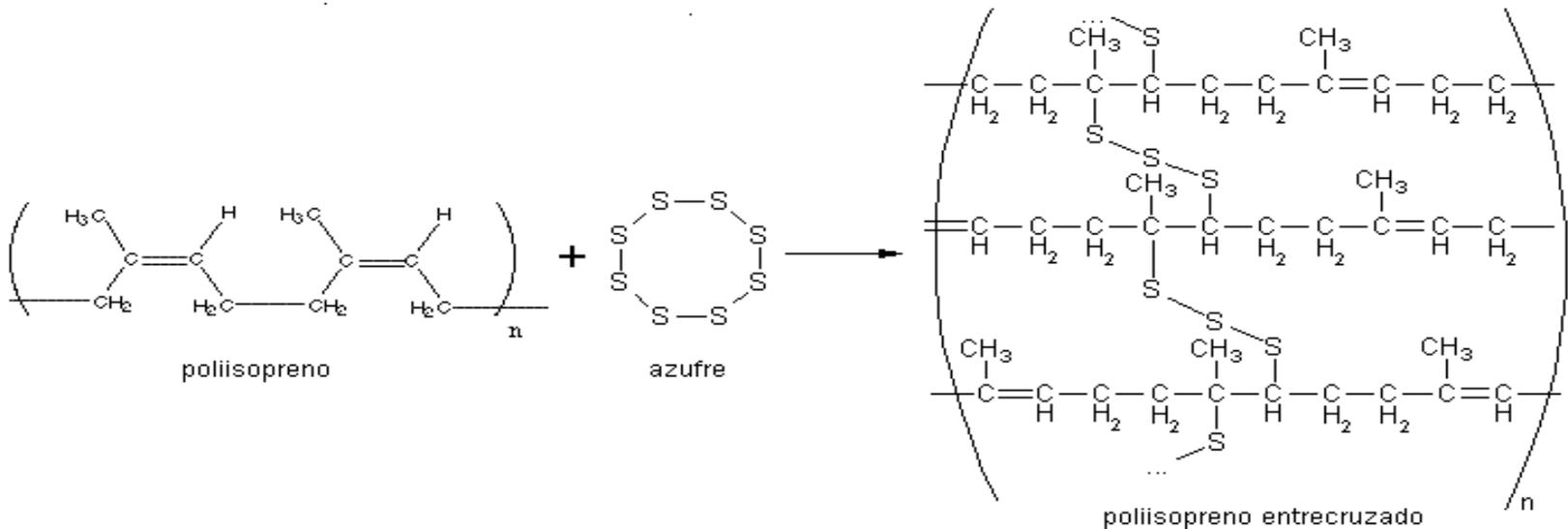
## *Ventajas del tratamiento*

*✓ Logra una mayor compatibilidad e interacción con cargas, aditivos y materiales de refuerzo.*

*✓ Se obtiene una dispersión homogénea de aditivos y de las mismas cargas inorgánicas como sílices, carbonato de calcio, talco o mica y fibras de vidrio.*

# VULCANIZACIÓN

*Proceso en el cual las cadenas moleculares del polímero se entrelazan para reducir el deslizamiento de éstas y con ello estabilizar la estructura morfológica.*



# VULCANIZACIÓN

## *Sistemas de Vulcanización*

### *• Sistemas Eficientes Vulcanización por azufre*

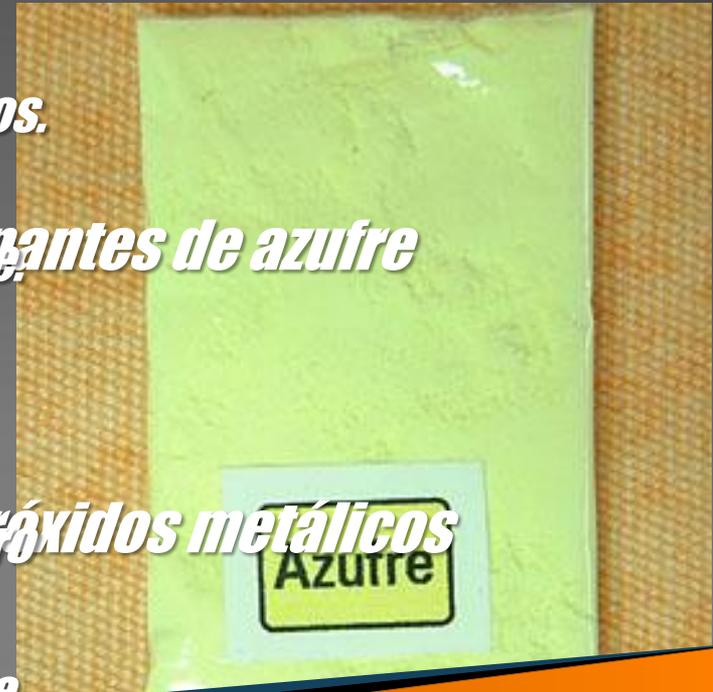
➤ *Entrecruzamiento con enlaces monosulfuros.*

✓ *Mayor cantidad de acelerante que de azufre.*

### *• Sistemas Ineficientes.*

✓ *Entrecruzamiento con enlaces di, polisulfuros.*

➤ *Vulcanización con peróxidos*  
✓ *Mayor cantidad de azufre que de acelerante*



### *Formulación para Vulcanización con azufre para EPDM*

COMPONENTE	EPDM (pcc)
S (azufre)	1,5
ZnO (óxido de zinc)	5
Ac. Esteárico	1
MBT (2-mercaptobenzotiazol)	1,5
TMTD (Tetrametiltiuram disulfuro)	0,5



# TÉCNICAS DE VULCANIZACIÓN

## Moldeo por compresión

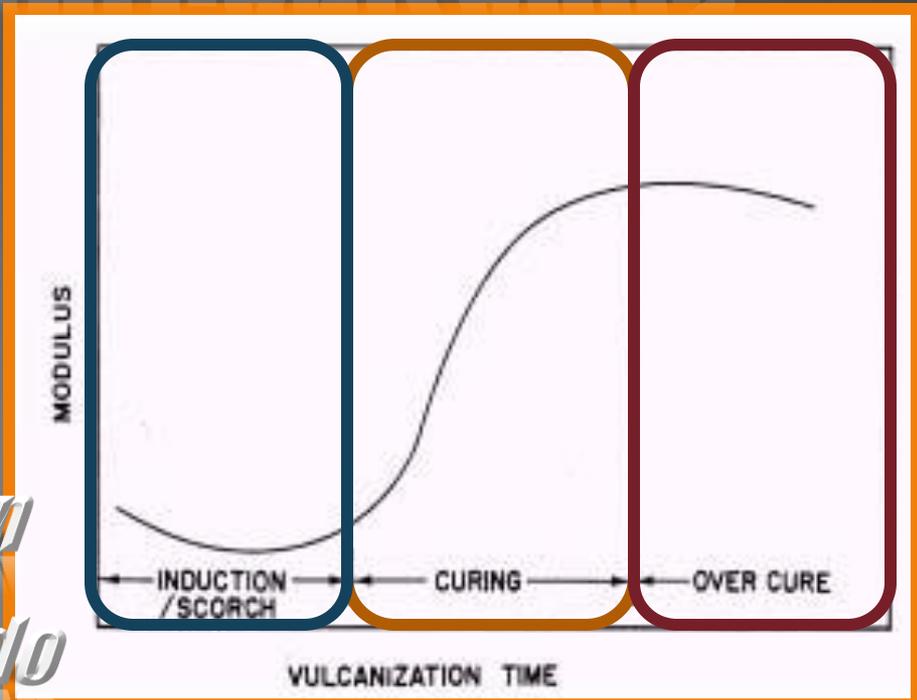


### Pasos:

5. *Se hace la pieza a la temperatura de trabajo, se vulcaniza hasta la temperatura deseada, se sacan las piezas vulcanizadas y se sacan manualmente de cada molde.*
4. *Se desarma el sistema al tiempo que se va cargando el molde para la siguiente pieza.*
6. *Una vez hecho esto, el molde está listo para prensar se carga la prela y se repite el ciclo nuevamente.*

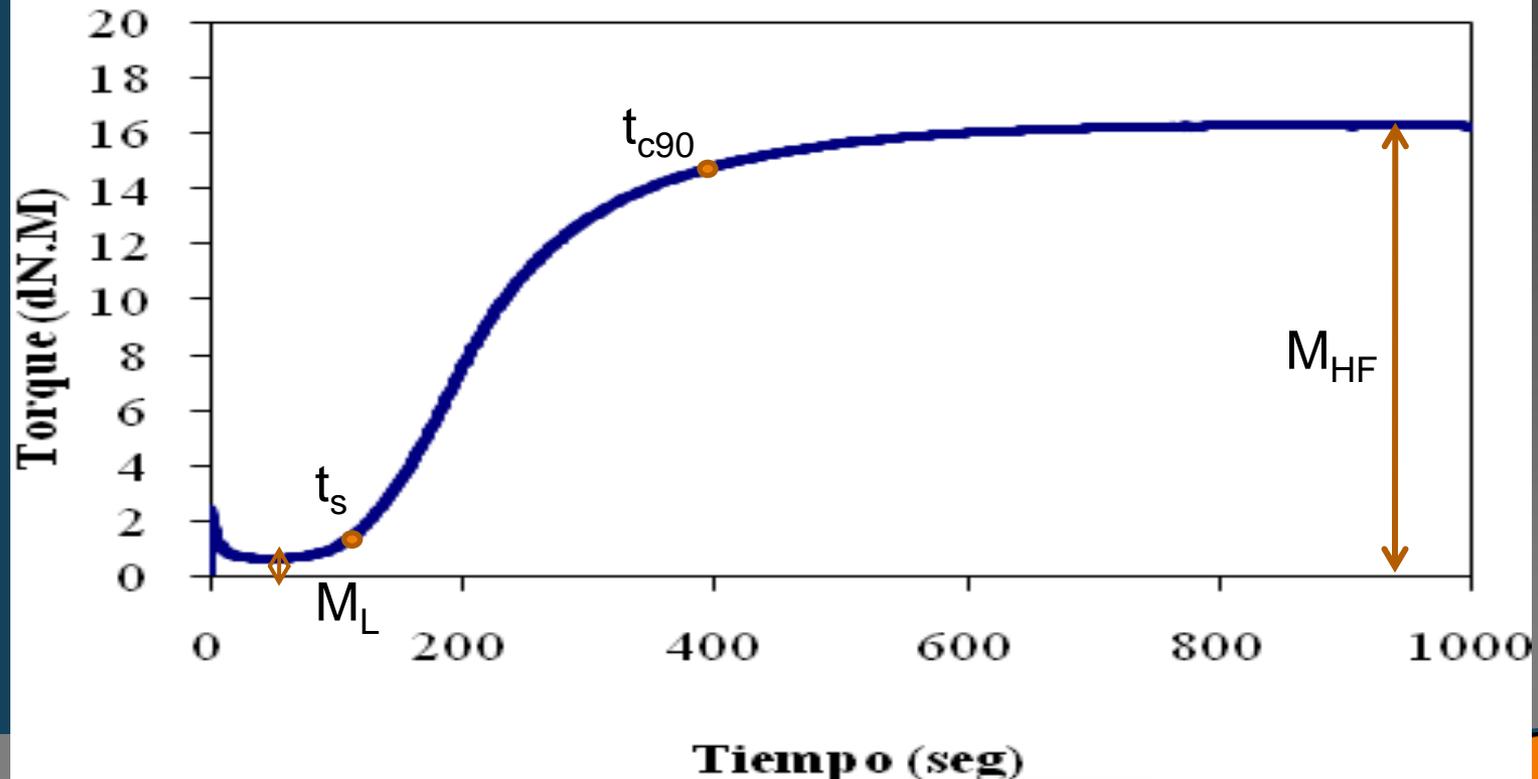
# PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN PARA MATERIALES VULCANIZADOS

- *Tiempo de curado*
- *Tiempo scorch*
- *Velocidad de curado*
- *Sobrecurado y reversión*
- *Estado o índice de curado*



### Curva de curado

Vulcanización EPDM bala



# PROPIEDADES PRINCIPALES DEL EPDM VULCANIZADO

- *Baja densidad, 0,86 g/cm<sup>3</sup>*

- *Excelente resistencia*

- *Caucho no polar*

- *Excelente aislante eléctrico*

*Temperaturas elevadas*

*Intemperie*

*Envejecimiento*

*Compuestos químicos no hidrocarbonados.*



# PROPIEDADES PRINCIPALES DEL EPDM VULCANIZADO

- *Poca tendencia a la reversión*
- *Alta capacidad de extensión con cargas*
- *Baja resistencia tensil*
- *Excelente propiedades a bajas temperaturas*



# CAPÍTULO III

# ANTECEDENTES

## *Ranney y Pagano (1971)*

- *Estudiaron varios tipos de silanos como agente acoplante, donde el silano fue echado en un molino de rodillo directamente después de la carga.*
- *El sistema de curado que utilizaron fue con peróxido*
- *Llegaron a la conclusión que aumentando los niveles de peróxido en el curado, los Silanos tienden a reforzar la interacción caucho-carga, y aumentan todas las propiedades físico-químicas del EPDM.*

## *P. K. Pal y S. K. De (1983, 1984)*

- *Utilizaron agentes de acoplamiento tipo silano (Si-69) para mejorar la interacción EPDM-Sílica con una temperatura de vulcanización de 150 °C.*
- *Observaron que Los vulcanizados con Silano mostraron una mayor densidad de entrecruzamiento y en mucha mayor proporción que el vulcanizado control.*
- *Concluyeron que los vulcanizados con silano arrojan resultados de mejoramiento en las propiedades físicas del caucho.*



## *Kwang-Jea Kim y James L. White (2002)*

- *Estudiaron las modificaciones obtenidas en la superficie de posteriormente al sistema carga (modificada) – Caucho, se le las cargas. Con agentes acoplantes tipo silano.*
- *Realizaron todas las pruebas respectivas, con los tres diferentes tipos de agentes acoplantes: Silana Hi-Sil (R) 255LD (SA2) y tres diferentes tipos de Silanos (SN069, SN116, SN203), con caucho EPDM.*
- *Estos estudios llegaron a la conclusión que la Sílica tratada presenta menos aglomerados que la Sílica sin tratar, por lo tanto la aplicación de estos agentes presentan un mejoramiento en las propiedades físico-químicas del sistema caucho-carga.*
- *Para el tratamiento de acoplamiento entre la sílica y los silanos, estos se mezclaron en un mezclador interno tipo Banbury a 100 RPM por periodos de tiempo de 30 min.*

## *Sae-oui, Sirisinha, Hatthapanit y Thepsuwan (2005)*

- *Realizaron comparaciones en la eficiencia del reforzamiento entre dos tipos de silanos diferentes (Si-69, Si-264) utilizados como agentes acoplantes para un sistema de caucho natural – silica.*
- *Usaron para preparar los compuestos de caucho un mezclador interno que los agentes acoplantes tipo silano reforzaban la temperatura de caucho cargado y mejoraron la viscosidad de la carga, además que mejoran las propiedades de los vulcanizados.*

## *Tian, Liang, Rao, Zhang y Guo (2005)*

- *Estudiaron el efecto de modificar la superficie de las cargas de sílica sobre las propiedades mecánicas del producto vulcanizado final.*
- *Sometieron los vulcanizados finales a todo tipo de pruebas para determinar sus propiedades mecánicas.*
- *Prepararon 5 formulaciones donde cada una grupo con diferentes en cauchos diferentes (SBR, EPDM, NBR y NBR) con 5 tipos como agentes decopantes (KH560, Si60, A151, KH550 para KH570) para utilizarlos como agentes de compatibilización.*
- *Usaron un mezclado normal, y el curado se llevo a cabo a una temperatura de 100 °C para el SBR y 100 °C para los otros cauchos.*

## *Carretero-González, Arroyo y López-Manchado (2008)*

- *Prepararon mezclas de caucho natural (NR) reforzados con nanocompuestos (Mormorillonita).*
- *Usaron polietilenglicol como agente dispersante de la carga.*
- *Llegaron a la conclusión que el polietilenglicol actúa como un agente acoplante, favoreciendo la dispersión de la carga por la matriz del polímero.*

# CAPÍTULO IV

# METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

# MATERIALES Y EQUIPOS

## *Especificaciones del EPDM (Fuente: Primo Contacto C.A.)*

Nombre Comercial	Nordel IP NDR 4640	
Viscosidad Mooney	40	
Dieno presente	Etileno norboneno (ENB)	
Composición Masica (%)	Etileno	55
	Propileno	40
	ENB	5
Contenido de ceniza (%)	<0.1	
Materia Volátil (%)	<0.4	
Gravedad Específica	0.86	
Presentación	Bala	



## MATERIALES Y EQUIPOS

*Especificaciones de la sílice Rubbersil RS-150 g.  
(Fuente GLASSVEN C.A.)*

RUBBERSIL RS-150 G			
<i>Características</i>	<i>Resultados</i>	<i>Especificaciones</i>	<i>Método de Análisis</i>
SiO <sub>2</sub> (Base Anhidra) %	98	98,0 min	MI-05-033
pH (5g/100ml H <sub>2</sub> O)	6,95	6,50-7,30	MI-05-025
Densidad (g/l)	304	260-320	MI-05-026
Área de Superficie BET, m <sup>2</sup> /g	156	140-160	MI-05-031
Residuo < 50 mesh (RO-TAP), %	98,23	85 min	MI-05-028 (B)



## MATERIALES Y EQUIPOS

*Especificaciones de la sílice Rubbersil RS-250 g.  
(Fuente GLASSVEN C.A.)*

RUBBERSIL RS-250 G			
<i>Características</i>	<i>Resultados</i>	<i>Especificaciones</i>	<i>Método de Análisis</i>
SiO <sub>2</sub> (Base Anhidra) %	98	98,0 min	MI-05-033
pH (5g/100ml H <sub>2</sub> O)	6,6	6,0-6,8	MI-05-025
Densidad (g/l)	297	260-320	MI-05-027
Área de Superficie BET, m <sup>2</sup> /g	197	190-210	MI-05-031
Residuo < 50 mesh (RO-TAP), %	97,4	85 min	MI-05-028



## MATERIALES Y EQUIPOS

### *Compuestos de Formulaciones*

COMPUESTO	FUNCIÓN
Azufre (S)	Agente vulcanizante (para las formulaciones con azufre)
Ácido Esteárico	Activador
Oxido de Zinc (ZnO)	Activador
Tetrametiltiuram Disulfuro (TMTD)	Acelerador Secundario
2-mercaptobenzotiazol (MBT)	Acelerador Primario



### *Lista de equipos*

<b>EQUIPO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Balanza	ACCULAB	Medición de masa
Molino de rodillos	Farrel	Mezclado
Mezclador interno tipo Banbury	Farrel	Mezclador
Vulcámetro	EKTRON TEK EKT-2.00SP	Curva de curado
Prensa Hidráulica	Carver	Vulcanización
Máquina de ensayos universales	Lloyd Instrument E220	Ensayos de tracción y desgarre
Durómetro Shore A	Otto-Walpert-Werke GBMH	Ensayos de Dureza
Equipo de la USB	Elaborado en la USB	Deformación Remanente
Abrasímetro	Zwick (7900)	Ensayos de Abrasión
Estufa de convección forzada	HERAEUS	Envejecimiento
Mezclador Zigma	Warner & Dfleiderer	Mezclado de la sílice con el agente acoplante
Horno de vacío	Fisher Scientific Isotemp Vacuum Oven 285A	Secado de sílice
Microscopio electrónico de barrido	HITACHI S-2400	Análisis morfológico



## PLAN DE TRABAJO

*Formulación y Mezclado*



**Pruebas Reométricas**



**Vulcanización por compresión**



**Troquelar**



**Pruebas Mecánicas**



## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

*Materiales y cantidades empleados en la formulación del EPDM*

Material	Cantidad [ppc]
EPDM	100
Oxido de Zinc	5.0
Ácido Esteárico	1.0
TMTD	1.5
Azufre	1.5
MBT	1.0
Carga	30



## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

### Primera Etapa

### BANBURY

**Controlar**

EPDM

Tiempo  
5:00  
min

Velocidad  
de Rotor  
77 rpm



Mezcla  
Resultante

**Medir**

Óxido de Zinc

Temperatura  
 $\leq 150$  °C

Rubbereng ó

Potencia

## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

### *Etapa Intermedia*

Mezcla  
Resultante



Primera  
Banda

MOLINO DE RODILLOS



## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

### Segunda Etapa

#### BANBURY



Mezcla  
Caucho  
Final

Medida  
Primera

Temperatura  
 $\leq 110 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Potencia

Controlar

Tiempo  
2:30  
min

Velocidad  
de Rotor



## PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS

### Etapa Final

Mezcla  
Caucho  
Final



Banda  
Final

Al Curado

## MOLINO DE RODILLOS



## PLAN DE TRABAJO

Formulación y Mezclado



*Pruebas Reométricas*



## CURVAS DE CURADO Y PROCESO DE VULCANIZACIÓN

### VULCÁMETRO



Temperatura  
170 °C

la banda

Oscilación  
0,5 °

Tiempo de la  
prueba  
20 min

### *Curvas de Curado*

Torque Mínimo

Torque Máximo

Tiempo Scorch

Torque Viscoso (S")

Tangente de Pérdida ( $\tan \delta$ )

Índice de Curado

Tiempo de Curado ( $t_{90}$ )

## PLAN DE TRABAJO

Formulación y Mezclado



Pruebas Reométricas



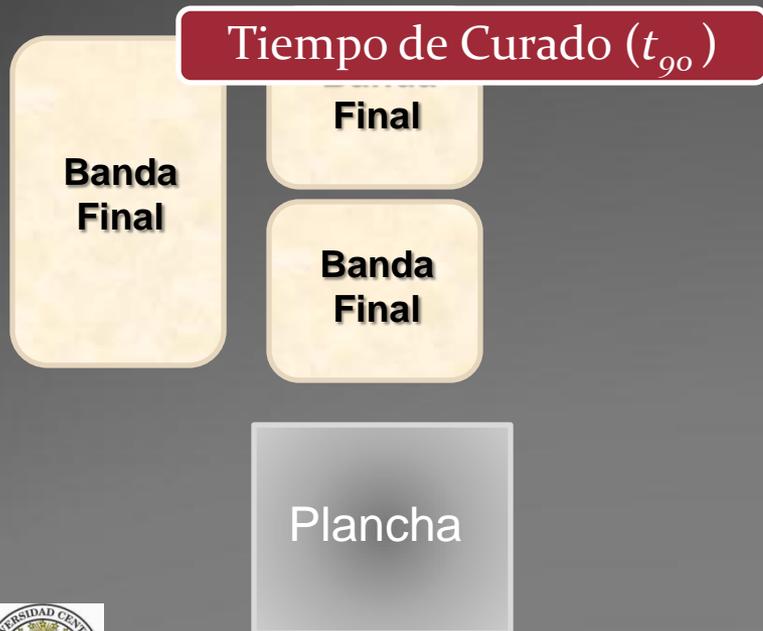
*Vulcanización por compresión*



## CURVAS DE CURADO Y PROCESO DE VULCANIZACIÓN

### Vulcanización

### PRENSA HIDRÁULICA



Temperatura  
170 °C

Presión  
5000 psig

A troquelar para pruebas



## PLAN DE TRABAJO

*Tipos de tratamiento de compatibilización*

Formulación y Mezclado

Pruebas Reométricas

Vulcanización por compresión

Troquelar

Pruebas Mecánicas



## TIPOS TRATAMIENTOS

### EPDM FUNCIONALIZADO

*Materiales y cantidades empleados en la Funcionalización del EPDM*

Material	Cantidad [%]
EPDM	100
Anhídrido Maleico	1
Peróxido de Dicumilo	0,5



## EPDM FUNCIONALIZADO

### Preparación

EPDM

Anhídrido Maleico

Peróxido de Dicumilo

### RHEOMIX



EPDM  
Funcionalizado

### 2da FASE

Temperatura  
>180 °C

Velocidad  
de Rotor  
80 rpm

Tiempo  
1:30  
min

## EPDM FUNCIONALIZADO

### BANBURY

EPDM



EPDM  
Funcionalizado

Ácido esteárico

Óxido de Zinc

Rubbersil RS-150g ó  
RS-250g

10 ppc  
20 ppc  
30 ppc



Mezcla  
Resultante

Se sigue el  
procedimiento  
antes  
mencionado



## TIPOS DE TRATAMIENTOS

### Agentes Acoplantes: Silanos y Polietilenglicol (PEG)

1. Se preparará una solución 1:9 de Agente-Disolvente, siendo la masa del Agente el 10% de la masa de la Sílice en la formulación a evaluar.
2. Se coloca la Sílice a tratar en un mezclador.
3. Se irá rociando con un aspersor la solución Agente-agua sobre la Sílice cada 20 segundos, hasta agotar la solución.



## TRATAMIENTO DE LAS CARGAS

### Agentes Acoplantes: Silanos y Polietilenglicol (PEG)

4. Luego se deja mezclando la Sílice con la solución aproximadamente por 30 minutos adicionales.
5. Una vez transcurrido el tiempo se deja secar la Sílice por 4 horas a una temperatura de 105 °C y a presión de vacío.
6. Finalmente acabado el tiempo de secado, la carga estará lista para el proceso de mezclado y el proceso experimental para cada formulación.



## PLAN DE TRABAJO



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### Ensayo de Tracción

### MÁQUINA DE ENSAYOS UNIVERSALES

MIDE

DEFORMACIÓN (%)

ESFUERZO (Mpa)

PROBETA

MÓDULO 100 %

MÓDULO 300%

Tipo C  
RUPTURA



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### Ensayo de Desgarre

### MÁQUINA DE ENSAYOS UNIVERSALES

MIDE

RESISTENCIA AL  
DESGARRE  
(N/mm)

PROBETA



*Tipo Pantalón*



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### Ensayo de Dureza

### DURÓMETRO SHORE A

MIDE

GRADO DE DUREZA

PROBETA

6mm



2mm

4mm



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### Ensayo de Abrasión

MIDE

VOLUMEN  
ABRADIDO ( $m^3$ )

PROBETA



### ABRASÍMETRO



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### *Ensayo de Resistencia a los Fluidos*

PROBETA

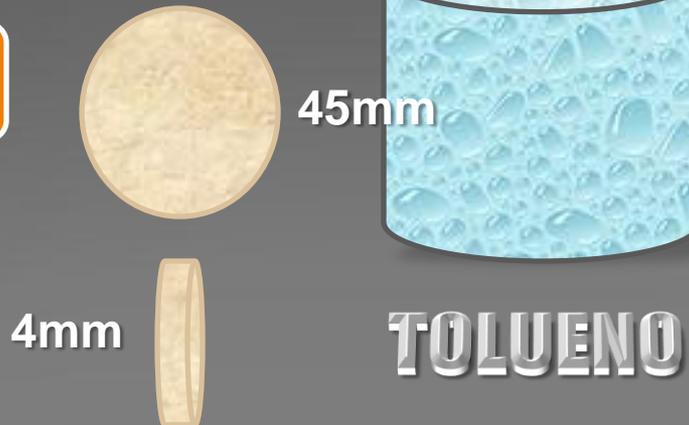
MIDE

MASA INICIAL

TIEMPO  
48 horas

MASA FINAL

% DE HINCHAMIENTO



## DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS

### *Ensayo de Envejecimiento Acelerado*



**HORNO DE  
CONVECCIÓN  
FORZADA**

**TEMPERATURA  
70 °C**

**TIEMPO  
70 horas**

**PROBETA**



**A PRUEBAS DE  
TRACCIÓN**

## PLAN DE TRABAJO

*Tipos de tratamiento de compatibilización*

*Formulación y Mezclado*

*Pruebas Reométricas*

*Vulcanización por compresión*

*Troquelar*

*Pruebas Mecánicas*



**Continuará..**  
**Diciembre 2008**

Trabajo Especial de Grado II

**TRATAMIENTOS PARA MEJORAR LA  
INTERACCIÓN EN FORMULACIONES  
DE EPDM /SÍLICE**



Realizado por:

Tomás E. Monteverde D.

PREGUNTAS

PREGUNTAS

**GRACIAS!!!**

**PREGUNTAS ????**



Realizado por:  
Tomás E. Monteverde D.

**Continuará...**  
**Diciembre 2008**

Trabajo Especial de Grado II

**ESTUDIO DE MECANISMOS DE  
COMPATIBILIZACIÓN Y AGENTES  
ACOPLANTES DEL SISTEMA  
EPDM/SÍLICE**



Realizado por:

Tomás E. Monteverde D.

## EPDM FUNCIONALIZADO

### Preparación

#### 1ra FASE

Temperatura  
 $\leq 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

Velocidad  
de Rotor  
60 rpm

Tiempo  
3:00  
min

#### RHEOMIX



#### 2da FASE

Temperatura  
 $>180\text{ }^{\circ}\text{C}$

Velocidad  
de Rotor  
80 rpm

Tiempo  
1:30  
min

## EPDM FUNCIONALIZADO

### Preparación II

#### BANBURY



Peróxido de Dicumilo

EPDM

Anhídrido Maleico

Mezcla  
Resultante

#### MOLINO DE RODILLOS



EPDM  
Funcionalizado