

Jornada Caucho SLTC  
12-14 de noviembre de 2025

# Caucho líquido, un plastificante reticulable

Bogotá, Colombia  
Amanda Venancio  
Kuraray America, Inc.

**kuraray**



# Agenda

1. Presentación de KURARAY LIQUID RUBBER
2. Problemas en el proceso de mezcla de neumáticos
3. Mejora del proceso de mezcla con KURARAY LIQUID RUBBER

# Expansión de las operaciones globales



- Elastómeros termoplásticos
- Cauchos líquidos

# Kuraray Elastomers Worldwide Network



# KURARAY LIQUID RUBBER



# Qué es el caucho líquido?

## Caucho de bajo peso molecular

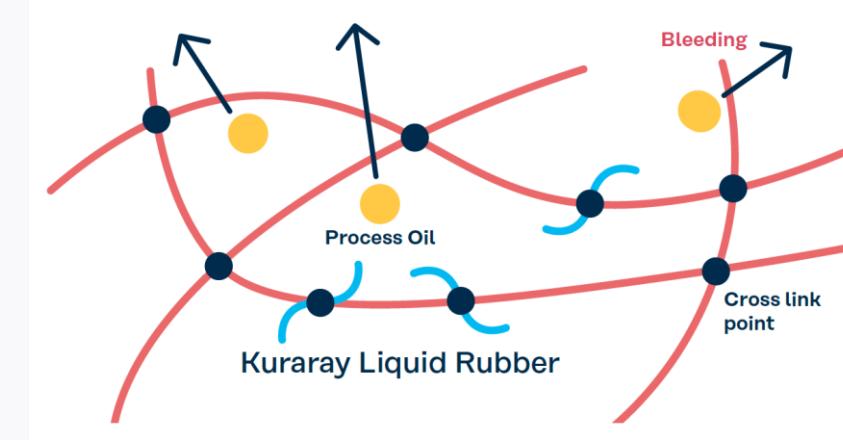
- El peso molecular está diseñado entre cauchos sólidos y plastificantes
- Isopreno, butadieno, estireno-butadieno



Depending on molecular weight (MW), KURARAY LIQUID RUBBER can act as rubber replacement or as a reactive plasticizer.

## Plastificante reactivo

- Covulcanizable con el caucho base
- Se conservan las propiedades físicas.
- Baja migración
- Mejora la dispersión del relleno



# Ingredientes de los neumáticos

## ~Caucho líquido como plastificante alternativo~

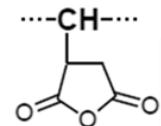
### PLASTIFICANTES

- $M_w < 1000 \text{ g/mol}$
- DAE (extracto aromático destilado)  
 $T_g: -37^\circ \text{ C}$
- TDAE (extractos aromáticos destilados tratados) y MES (disolvente de extracción suave)  
 $T_g: -58 \sim -48^\circ \text{ C}$



### POLÍMEROS LÍQUIDOS

- $M_w < 60\,000 \text{ g/mol}$
- L-BR / L-IR      L-SBR  
 $T_g: -95/-49^\circ \text{ C} \quad -6/-10^\circ \text{ C}$
- Funcionalización
- Co-reactividad



### RESINAS

- $M_w < 10\,000 \text{ g/mol}$
- Por ejemplo, hidrocarburos alifáticos o aromáticos, politerpenos, cumarona-indeno, fenólicos.  
 $T_g: -10 \sim +60^\circ \text{ C}$



# Efecto del caucho líquido durante el proceso

1.

Durante  
la  
mezcla

Reducir la viscosidad  
Mooney como  
plastificante.

Mejorar la dispersión  
del relleno.

Reducir el paso de  
mezcla y el consumo  
de energía.

+ [More Info](#)

2.

Después  
de la  
mezcla

Mejorar la  
extruibilidad, la  
velocidad de extrusión  
y la suavidad de la  
superficie.

Mantenga el tack en  
verde durante más  
tiempo, incluso a  
temperaturas más  
bajas y con alta  
humedad.

+ [More Info](#)

3.

Durante  
el  
crosslink

Covulcanización:  
azufre y peróxido.

La reticulación se  
puede realizar  
utilizando isocianatos  
o resina de bisfenol  
A.

Compatibilidad con  
EPDM y NBR.

+ [More Info](#)

4.

Después  
del  
crosslink

Baja migración.

Mantiene las  
propiedades durante  
más tiempo.

Grados indicados para  
alta dureza, abrasión,  
modificador de EPDM  
y PU, adhesión,  
amortiguación y otros.

+ [Grade Info](#)

# Problemas en el proceso de mezcla de neumáticos



# Propiedades de los materiales y su influencia en el proceso de mezcla

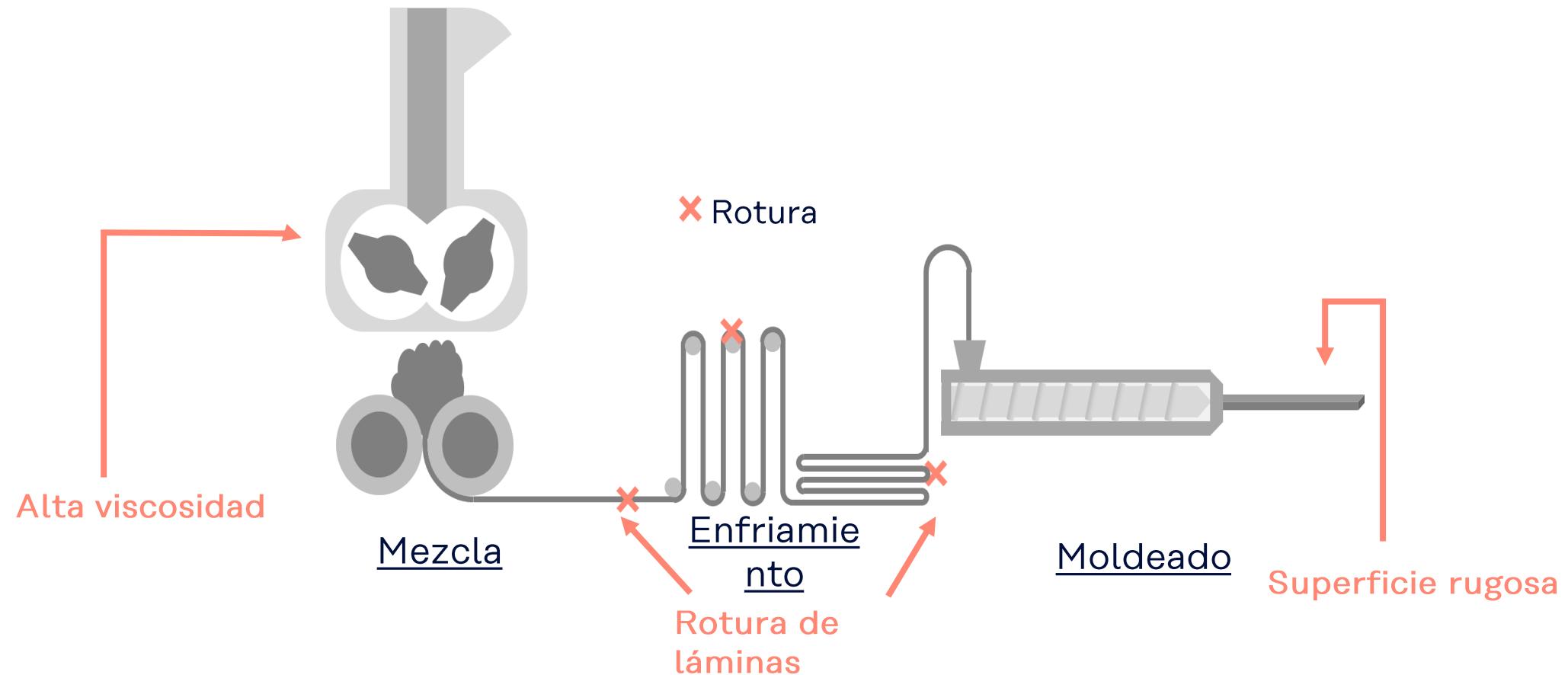
## Rendimiento requerido para los neumáticos

- Baja resistencia a la rodadura
- Resistencia a la abrasión
- Agarre en mojado

- Los neumáticos de alto rendimiento son **difíciles de mezclar** porque la tendencia en la formulación de los neumáticos es hacia **una alta viscosidad**.

	Material	Tendencia	Propiedades del neumático
Caucho sólido	SBR	<b>Alta modificación Alto peso molecular</b>	<b>Alto rendimiento  Pero  Alta viscosidad, Superficie rugosa, La lámina se rompe fácilmente.</b>
	BR		
Carga	Caucho natural	<b>Gran superficie Alta carga</b>	
	Negro de humo		
Suavizante	Sílice	<b>Cantidad limitada para su uso</b>	
	Resina		
	Aceite		

# Problemas en el proceso de mezcla de neumáticos



Alto consumo de energía y tiempo durante el proceso con compuestos de baja procesabilidad



Caso práctico

# Mejora del proceso de mezcla con KURARAY LIQUID RUBBER

# Formulación: formulación de banda de rodadura (Verano)

RR<sub>d</sub>, abrasión, adherencia en mojado

## Ingredientes

- S-SBR funcionalizado
- Sílice: alta superficie específica

## Formulación

- Alta cantidad de sílice

Control	
S-SBR	80
BR	20
Sílice	80
Si69	8
TDAE	28
CB	5
OT-20	1,9
ML(1+4)100 °C	120

## Sheet appearance



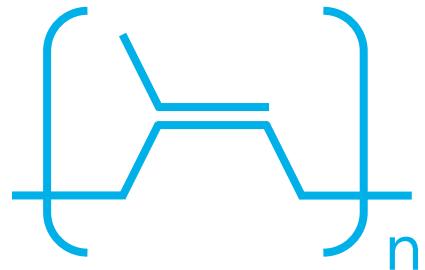
## Impacto de los polímeros funcionales

El uso de polímeros funcionalizados y de mayor peso molecular mejora el rendimiento de los neumáticos, pero dificulta su procesamiento.

## Desafíos del alto contenido de sílice

Los altos niveles de sílice aumentan la viscosidad del compuesto, lo que dificulta la mezcla y la extrusión y provoca superficies rugosas y propensas a romperse.

# Propiedades físicas típicas del L-IR-50



Estructura química

Grado	Estructura	Mw	Viscosidad de fusión a 38 °C (Pa.s)	Tg (°C)
L-IR-50	Poliisopreno	54 000	500	-63

- Plastificante reactivo (NR, IR, SBR, BR, IIR, etc.)
- Neumáticos, cintas transportadoras, artículos de caucho
- Adhesivos sensibles a la presión/Hot melt
- Selladores, recubrimientos y adhesivos para automoción

# Formulación: formulación de banda de rodadura (Verano)

## Control

- Alta viscosidad
- Superficie rugosa
- La lámina se rompe fácilmente

Control	
S-SBR	80
BR	20
Sílice	80
Si69	8
TDAE	28
CB	5
OT-20	1,9
ML(1+4)100 °C	120



## Solución con caucho líquido

Plastificante reactivo que mejora la dispersión de la sílice y reduce la viscosidad, al tiempo que mantiene las propiedades mecánicas.

Formulación	
S-SBR	83
BR	17
Sílice	80
Si69	8
TDAE	19
CB	5
L-IR-50	10
OT-20	3.1

La formulación de la prueba se ajustó

- Dureza
- Densidad de reticulación
- Temperatura máxima del pico tan $\delta$

# Condiciones de mezcla

- Banbury-type mixer\*
  - 72L/16L
- Twin screw Roller Head extruders
  - TSR-240/TSR-125

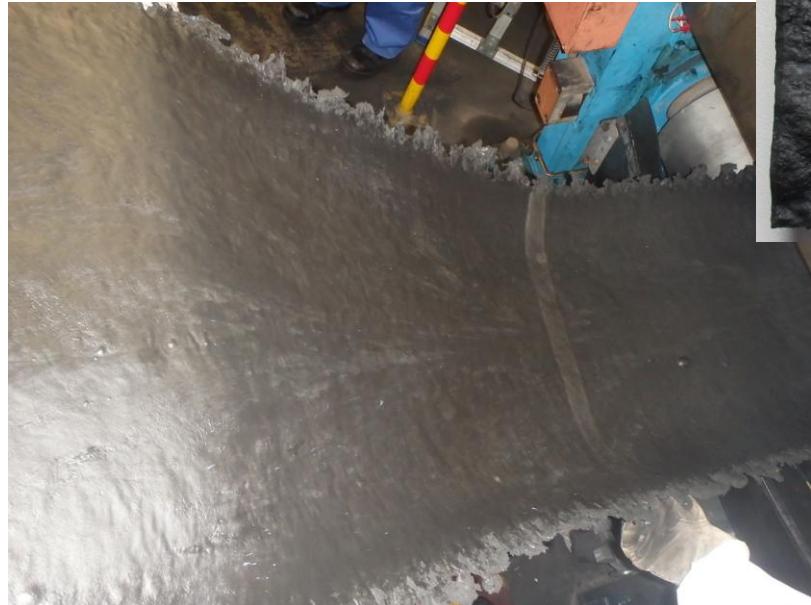
\*Mezclador MIXTRON® BB (de Kobe Steel, Ltd.)

	Temperatura [°C]	Tiempo [seg]	
NP1		0	Caucho sólido, sílice, CB, SCA Aceite, <b>L-IR-50</b>
	100      o	40	Productos químicos
NP2	160      x	240	Vaciar
		0	Compuesto NP1
FM	125		Barrido
	156      x	120	Volcar
		0	NP2 Compuesto, azufre, aceleradores
FM		30	Barrido
	98		Vaciado
	NP1	NP2	FM
Volumen [L]	72	72	16
Factor de llenado [%]	65	60	70

## Resultados de la prueba: NP1 Aspecto de la hoja



Control  
ML(1+4) 100°C : 140



L-IR-50  
ML(1+4) 100°C : 133

## Resultados de la prueba: FM Aspecto de la hoja



Control  
ML(1+4) 100°C : 117



L-IR-50  
ML(1+4) 100°C : 105

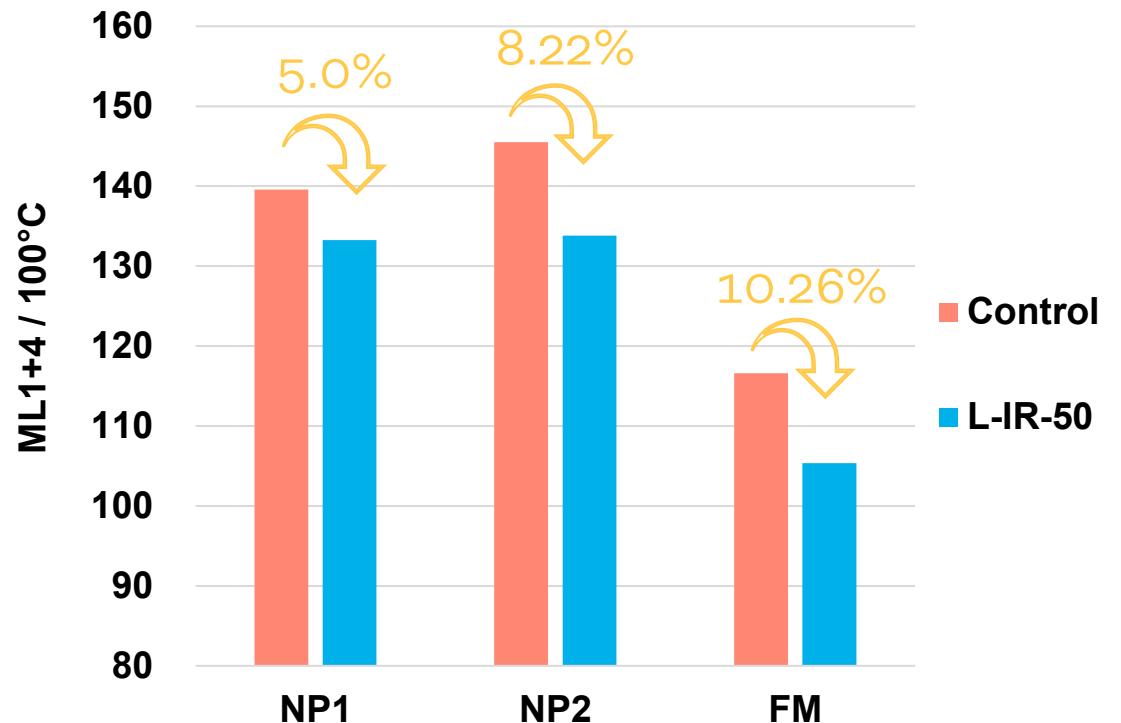
La lámina que incluye L-IR-50 es flexible y tiene una superficie lisa.

# Resultados de la prueba: viscosidad Mooney

## Ventajas del L-IR-50

- Reducción de la viscosidad Mooney
- La lámina es flexible
- La lámina no se rompe

→LIR mejora la capacidad de procesamiento



# Teoría del mecanismo

## CONTROL

El agente silano reacciona con la superficie de la sílice, lo que aumenta la rigidez del compuesto y genera un material seco, menos pegajoso y con una elevada cohesión interna.

## LIR-50

Mantiene la cohesión y la elasticidad de la mezcla, actuando como **aglutinante elástico**, reduciendo la fuerza cohesiva excesiva y devolviendo flexibilidad al compuesto.

LIR-50 acomoda mejor la red de sílice-silano.

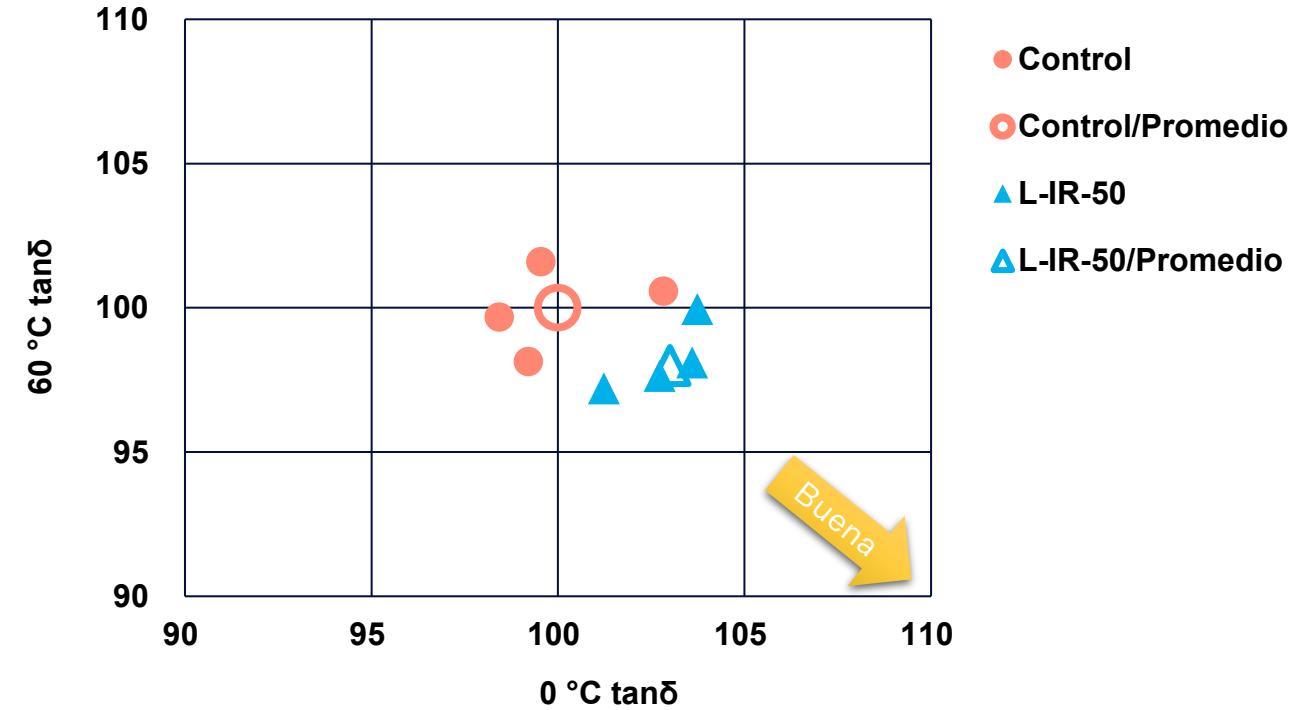
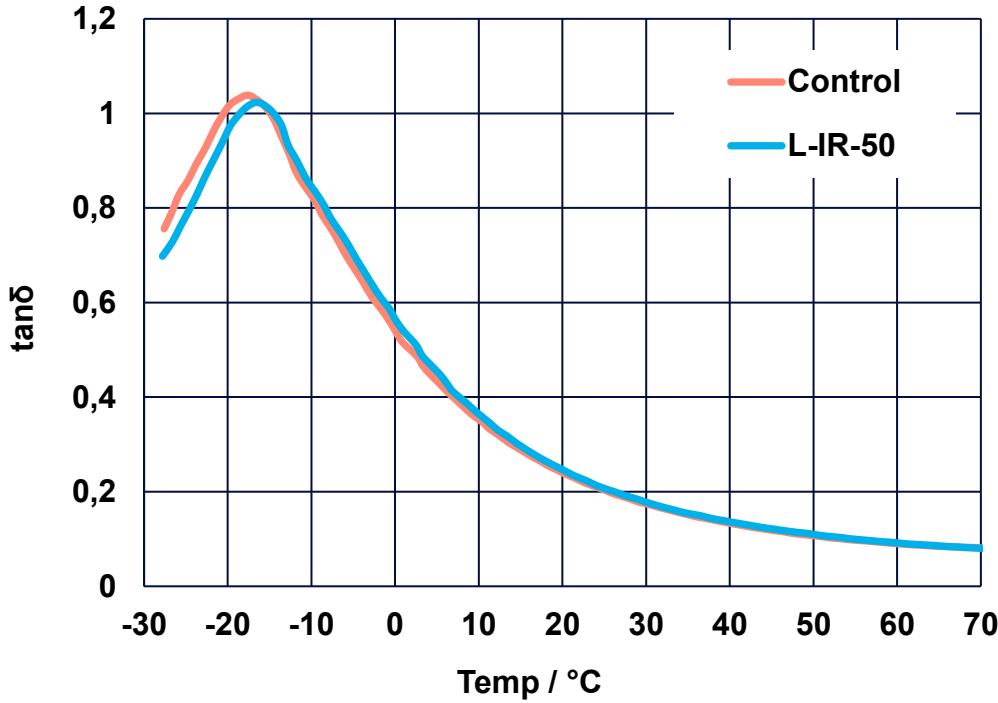
## Por qué no añadir simplemente más aceite de procesamiento?

La formulación ya contenía 28 phr de TDAE

Más aceite = mayor reducción de las propiedades mecánicas

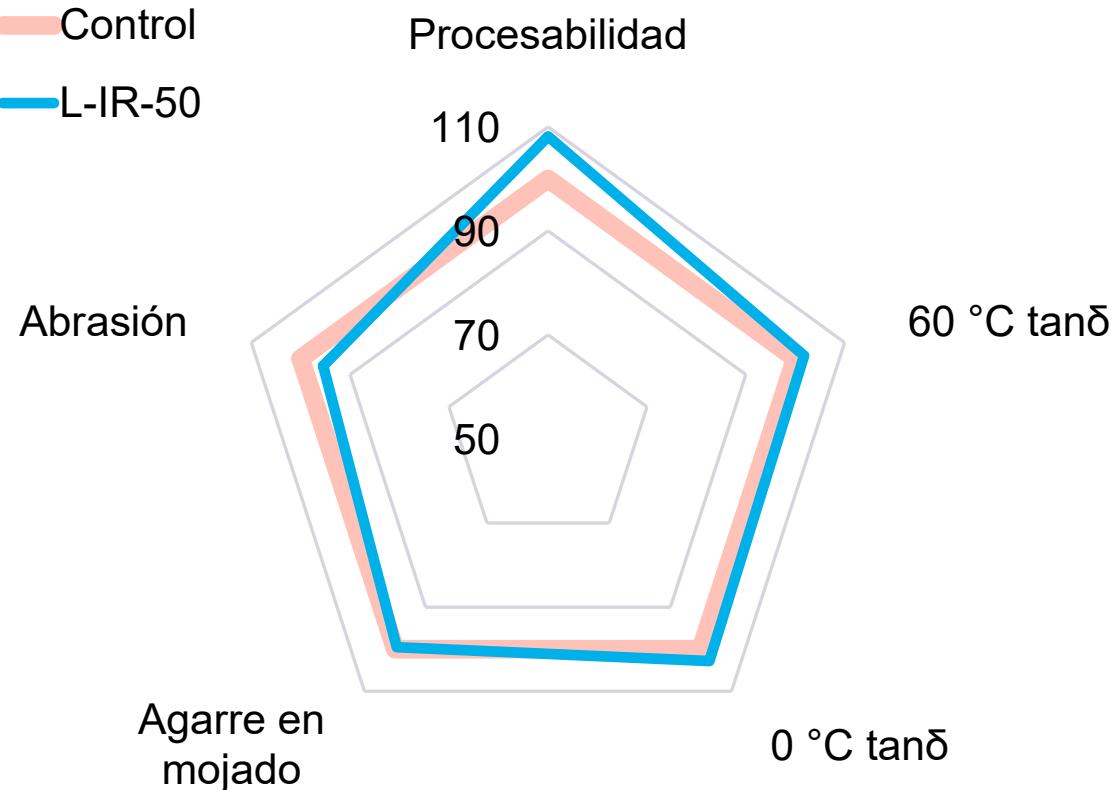
El objetivo es mejorar la procesabilidad y mantener el rendimiento.

# Resultados de las pruebas: Viscoelasticidad



El compuesto que incluye L-IR-50 muestra una curva  $\tan\delta$  equivalente a la del compuesto de control, que es difícil de laminar.

# Conclusión



## Ventajas del L-IR-50

### Reducción de la viscosidad Mooney

El L-IR-50 reduce la viscosidad Mooney hasta en un 10 %

### Mejora de la calidad de la superficie

Las láminas con L-IR-50 presentan superficies más lisas y menos roturas

### Estabilidad del rendimiento tanδ

L-IR-50 mantiene valores tanδ similares a los de control a 0 °C y 60 °C

### Reducción del efecto Payne

La adición de L-IR-50 redujo en un 6,62 % el efecto Payne

### Mejora el rendimiento a largo plazo

Como se puede ver en nuestra presentación en la Conferencia Caucho Perú 2023.



Jornada Caucho  
!3 - Kuraray Presen

# Gracias!

Preguntas?

**kuraray**



Kuraray America, Inc.  
Elastomer Division  
Amanda Marques Venancio  
[Amanda.venancio@kuraray.com](mailto:Amanda.venancio@kuraray.com)

[Elastomer.Info@kuraray.com](mailto:Elastomer.Info@kuraray.com)

- [www.kuraray.com](http://www.kuraray.com)
- [www.elastomer.kuraray.com](http://www.elastomer.kuraray.com)

© KURARAY CO., LTD. 2021

SEPTON, HYBRAR, KURARITY and ISOBAM are trademarks or registered trademarks of Kuraray Co., Ltd. Trademarks may not be applied for or registered in all countries.

The information provided herein corresponds to Kuraray's knowledge on the subject at the date of its publication. This information may be subject to revision as new knowledge and experience becomes available. The information provided falls within the normal range of product properties and relates only to the specific material designated; this data may not be valid for such material used in combination with any other materials or additives or in any process, unless expressly indicated otherwise. The data provided should not be used to establish specification limits or used alone as the basis of design; they are not intended to substitute for any testing you may need to conduct to determine for yourself the suitability of a specific material for your particular purposes. Final determination of suitability of any material or process and whether there is any infringement of patents is the sole responsibility of the user. Since Kuraray cannot anticipate all variations in actual end-use conditions, Kuraray makes no warranties and assumes no liability in connection with any use of this information.

**kuraray**

# Procesabilidad

	NP1	FM
Control	 	
L-IR-50		 

- Láminas flexibles
- Superficie lisa

## Resumen de propiedades

No.	Control					L-IR-50				
	C-1	C-2	C-3	C-4	Ave	L-1	L-2	L-3	L-4	Ave
ML1+4(NP1)	138	142	145	134	140	136	134	129	134	133
ML1+4(NP2)	149	147	141	146	146	132	132	136	137	134
ML1+4(FM)	118	119	113	117	117	102	106	106	109	105
Hs / typeA	64	64	64	64	64	65	65	67	66	66
EB / %	310	310	300	300	300	250	260	250	260	260
TB / Mpa	21.2	20.6	20.7	19.8	20.6	19.7	19.6	19.0	20.7	19.8
Payne effect	1.41	1.36	1.33	1.35	1.36	1.27	1.17	1.31	1.34	1.27
					100					93
0°C tanδ	0.560	0.542	0.536	0.541	0.545	0.560	0.552	0.564	0.565	0.560
					100					103
60°C tanδ	0.092	0.093	0.092	0.090	0.092	0.090	0.089	0.090	0.092	0.090
					100					98
tanδ peak top temperature / °C	-15.8	-17.8	-18.8	-17.7	-17.5	-16.8	-16.7	-16.7	-16.7	-16.7
Swell / %	171	171	173	171	171	173	175	172	170	173
FPS / 10%	42.7	41.8	42.3	44.2	42.8	46.7	44.8	44.4	43.3	44.8
					100					105
WETμP	1.28	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.29	1.29	1.28	1.29
					100					99

# Materias primas

Material	Nombre del producto	Fabricante	Nota
Caucho de estireno-butadieno	HPR850	ENEOS Materials Corporation	Contenido de estireno: 27 % Viscosidad Mooney a 100 °C: 44 Tg: -24 °C
Caucho de butadieno	BR 01	ENEOS Materials Corporation	Contenido de cis: 95 % Viscosidad Mooney a 100 °C: 45
<b>Polisopreno líquido</b>	<b>L-IR-50</b>	<b>KURARAY CO., LTD.</b>	<b>Mw: 54k, Tg: -63 °C</b>
Sílice	Zeosil® Premium 200MP	Solvay S.A.	Superficie específica (CTAB) 200 m <sup>2</sup> /g
Negro de humo	SEAST 3	Tokai Carbon Co., Ltd.	ASTM N330
Agente de acoplamiento de silano	Si 69®	Evonik Industries AG	
TDAE	Eramic 30	ENEOS Corporation	
Azufre insoluble	MUCRON OT-20	SHIKOKU CHEMICALS CORPORATION	Azufre/Aceite = 80/20

# Condiciones de medición

Medición	Equipo	Fabricante	Condición
Viscosidad Mooney	SMV-300	Shimadzu Corporation.	Temp.: 100 °C ML1+4
Análisis mecánico dinámico	EPLEXOR 500N	NETZSCH	Deformación estática: 10 % Deformación dinámica: 2 % Frecuencia: 10 Hz
Coeficiente de fricción en húmedo	FR-7225	Ueshima Seisakusho Co., Ltd.	Temperatura: 20 °C Temperatura del agua: 20 °C, Velocidad: 30 km/h Carga: 50 N
Abrasión	AB-2012	Ueshima Seisakusho Co., Ltd.	Temperatura: 35 °C Carga: 40 N Índice de deslizamiento: 5 %

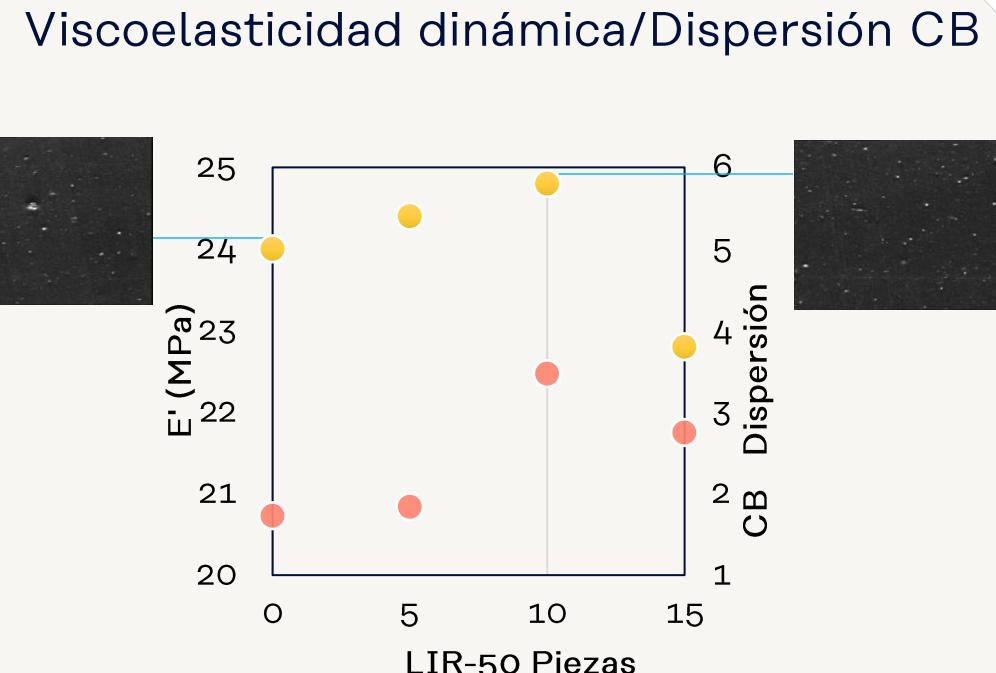
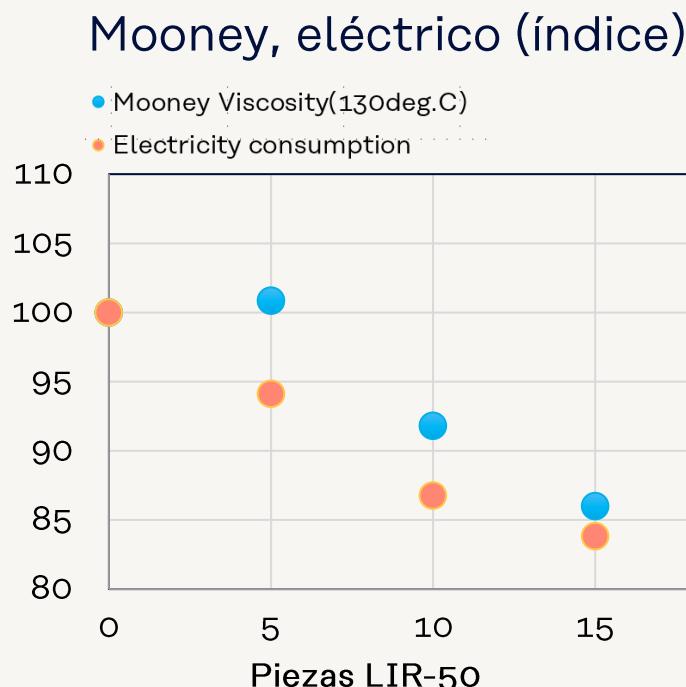
# Efecto del caucho líquido durante el proceso

## 1. Durante la mezcla

Reducir la viscosidad Mooney.

Mejorar la dispersión del relleno.

Reducir el paso de mezcla y el consumo de energía.



# Efecto del caucho líquido durante el proceso

## 2. Después de la mezcla

– Mejorar la extruibilidad, la velocidad de extrusión y la suavidad de la superficie.

+ Mantenga el tack en verde durante más tiempo, incluso a temperaturas más bajas y con alta humedad.

Muestra extruida	ASTM D 2230*		Borde Superficie	Borde Superficie
NR (RSS n.º 3) – 70 SBR 1502 – 30 A. aromático – 0 LIR-50 - 0	6	B		10 (excelente) A
NR (RSS n.º 3) – 66 SBR 1502 – 30 A. aromático – 4 LIR-50 - 0	6	B		1 (deficiente) E
NR (RSS n.º 3) – 66 SBR 1502 – 30 A. aromático – 0 LIR-50 - 4	10	A		10 (excelente) A

CB (FEF): 50, ZnO n.º 1: 5,  
Ácido esteárico: 2, Azufre: 2,2,  
Acelerador CBS: 1,2, AO IPPD: 1

Prueba de extrusión con matriz Garvey (ASTM D2230)] (Condiciones de prueba) • Temperatura del cilindro: 90 °C • Temperatura de la matriz: 90 °C • Velocidad de rotación del tornillo: 20 rpm



# Efecto del caucho líquido durante el proceso

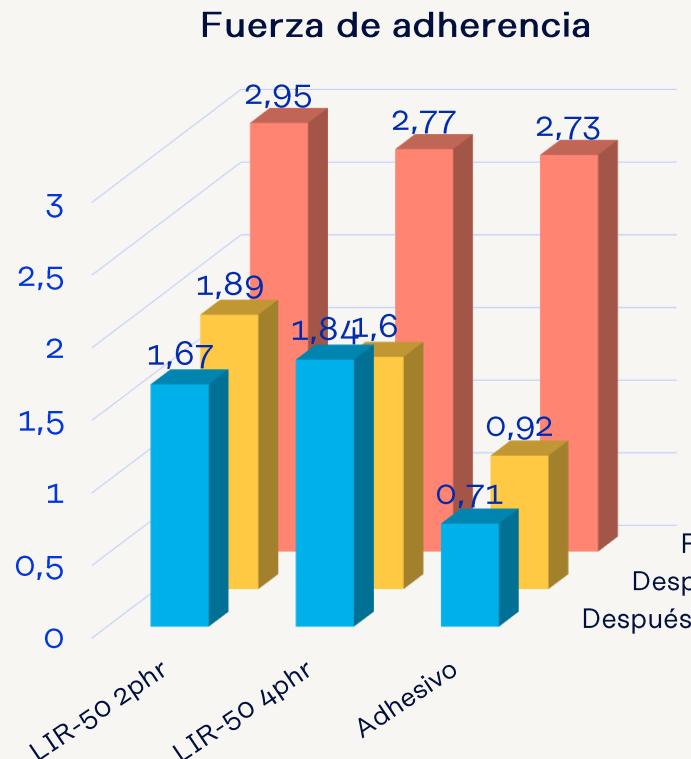
## 2. Después de la mezcla



Mejorar la extruibilidad, la velocidad de extrusión y la suavidad de la superficie.



Mantenga el tack en verde durante más tiempo, incluso a temperaturas más bajas y con alta humedad.



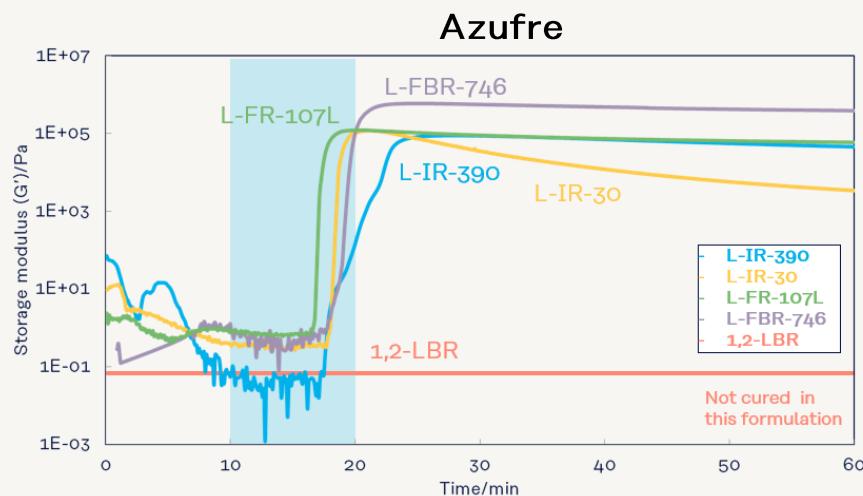
Formulación	1	2	3
NR ; RSS n.º 1	70	68	66
SBR 1502	30	30	30
LIR-50	-	2	4
Resina de alquilfenol	2	-	-
HAF [N 330]	50	50	50



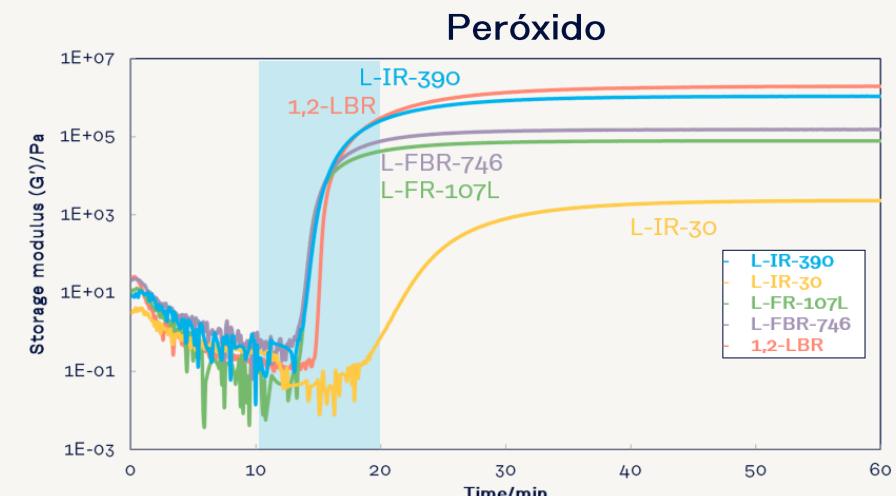
# Efecto del caucho líquido durante el proceso

## 3. Durante el crosslink

- + Covulcanización: azufre y peróxido.
- La reticulación se puede realizar utilizando isocianatos o resina de bisfenol A.
- Compatibilidad con EPDM y NBR.



Formulación  
Caucho líquido 100, azufre 3, ZnO 3,5, ácido esteárico 2, acelerador 1,2, antioxidante 1.  
DMA  
Frecuencia 10 Hz, deformación 5 %, temperatura 165 °C



Formulación  
Caucho líquido 100, peróxido de dicumilo 1 DMA  
Frecuencia 10 Hz, deformación 5 %, temperatura 165 °C

# Efecto del caucho líquido durante el proceso

## 3. Durante el crosslink

- Covulcanización: azufre y peróxido.
- + La reticulación se puede realizar utilizando isocianatos o resina de bisfenol A.
- Compatibilidad con EPDM y NBR.

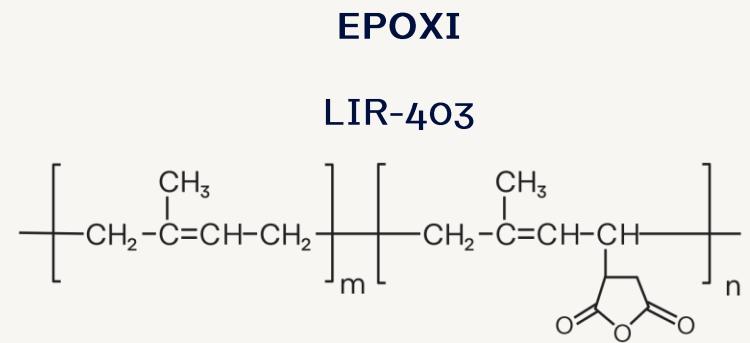
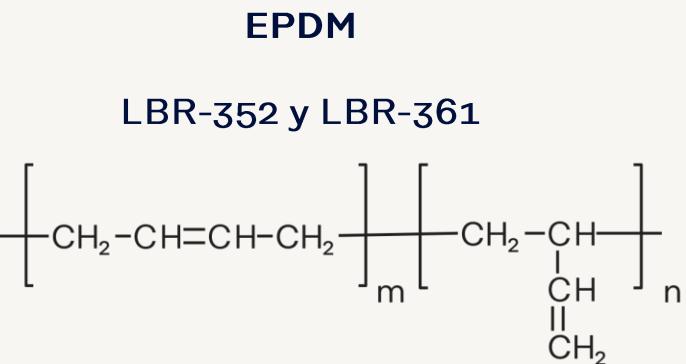
### Sistemas de reticulación para L-IR-403 y L-IR-410 funcionalizados

<b>Compuestos metálicos</b>	ZnO, CaO, MgO, PbO, Zn(OH) <sub>2</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub> , Zn(OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Mg(OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> COONa, titanato orgánico: TPT
<b>Compuestos amino</b>	TETA, TEPA, polietilenimina (Mw = 250~1800), resina de poliamida (Mw = 500~1000)
<b>Resina epoxi</b>	Bisfenol A, bisfenol F, Acelerador de curado: Ancamina K-54 = 2,4,6-tris(dimetilaminometil)fenol
<b>Isocianato</b>	TDI, MDI, MDI modificado con carbodiimida, Isocianato bloqueado, Acelerador de curado: Laurato de dibutilestaño

# Efecto del caucho líquido durante el proceso

## 3. Durante el crosslink

- Covulcanización: azufre y peróxido.
- La reticulación se puede realizar utilizando isocianatos o resina de bisfenol A.
- + Compatibilidad con EPDM y epoxi.



Información



# Grados Disponibles



Category	Type	Grade name	Structure	Number of functional groups per molecule	Molecular Weight	Viscosity (Pa·s at 38°C)	Glass Transition Temp. (°C)	Features and main applications
<b>L-IR (Isoprene)</b>	Homopolymer	L-IR-30		-	28,000	70	-63	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reactive plasticizer (NR, IR, SBR, BR, IIR etc.)</li> <li>Tire, conveyor belt, rubber goods</li> <li>Pressure sensitive adhesives/hot melts</li> <li>Automotive sealants, coatings and adhesives</li> <li>Plasticizer for printing plates</li> <li>Binder for brake pads, grinding wheels, etc.</li> </ul>
		L-IR-50		-	54,000	500	-63	
	Block Copolymer	L-IR-390		-	48,000	400	-95	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hot melt adhesives/PSA (SIS, SBS, EVA)</li> <li>Automotive sealants, coatings and adhesives</li> </ul>
		L-IR-403		3	34,000	200	-60	
	Carboxylated	L-IR-410		10	30,000	430	-59	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improves adhesion to metals and fibers</li> <li>Automotive sealants, coatings and adhesives</li> <li>Hot melt adhesives/PSA (SIS, SBS, EVA)</li> <li>Binder for brake pads, grinding wheels, etc.</li> </ul>
		UC-102M		2	17,000	30	-60	
	UV Curable	UC-203M		3	35,000	190	-60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low temperature reactivity</li> <li>Crosslinkable using UV</li> <li>Pressure sensitive adhesives (UV curing adhesives)</li> </ul>
		L-BR-302			5,500	0.6	-85	
<b>L-BR (Butadiene)</b>	Homopolymer	L-BR-307		-	8,000	1.5	-95	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reactive plasticizer (NR, IR, SBR, BR etc.)</li> <li>Tire, printing plate</li> <li>Coagent for EPDM (peroxide curing)</li> <li>Automotive sealants, coatings and adhesives</li> <li>Hot melt/PSA</li> <li>Vinyl content: 5-70%</li> <li>Thermoset PU modification</li> </ul>
		L-BR-305			26,000	40	-95	
	L-BR-352	L-BR-352		-	9,000	6	-60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tires, truck and bus tires and rubber goods</li> <li>Improve silica-polymer interaction</li> <li>Improve silica dispersion</li> </ul>
		L-BR-361		-	5,500	5.5	-49	
	GS-L-BR (Graft silane)	GS-L-BR-114*		2	6,000	6	-50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tires, truck and bus tires and rubber goods</li> <li>Improve silica-polymer interaction</li> <li>Improve silica dispersion</li> </ul>
		L-SBR-870*		-	6,000	250	-18	
<b>L-SBR (Styrene/ Butadiene)</b>	Random Copolymer	L-SBR-822*		-	8,800	8.3	-60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Good compatibility with S-SBR and E-SBR</li> <li>Tires, ultra-high-performance (UHP) tires and rubber goods</li> <li>Automotive sealants, coatings and adhesives</li> <li>Partially hydrogenated grades are available</li> <li>Damping</li> <li>Flexo printing plates</li> </ul>
		L-SBR-841N*		-	10,000	100 (at 60°C)	-6	