

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



Houston



Frankfurt



São Paulo



Delhi



Singapore



Shanghai



Niigata
Tokyo
Kashima
Osaka



Rayong





KURARAY LIQUID RUBBER



Qué es el caucho líquido?

Caucho de bajo peso molecular

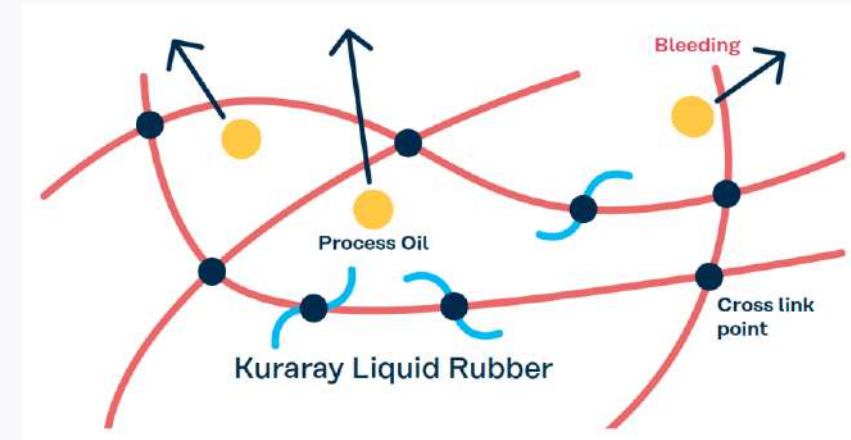
- El peso molecular está diseñado entre cauchos sólidos y plastificantes
- Isopreno, butadieno, estireno-butadieno



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~

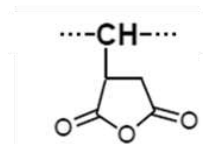
PLASTIFICANTES

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



POLÍMEROS LÍQUIDOS

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



RESINAS

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



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

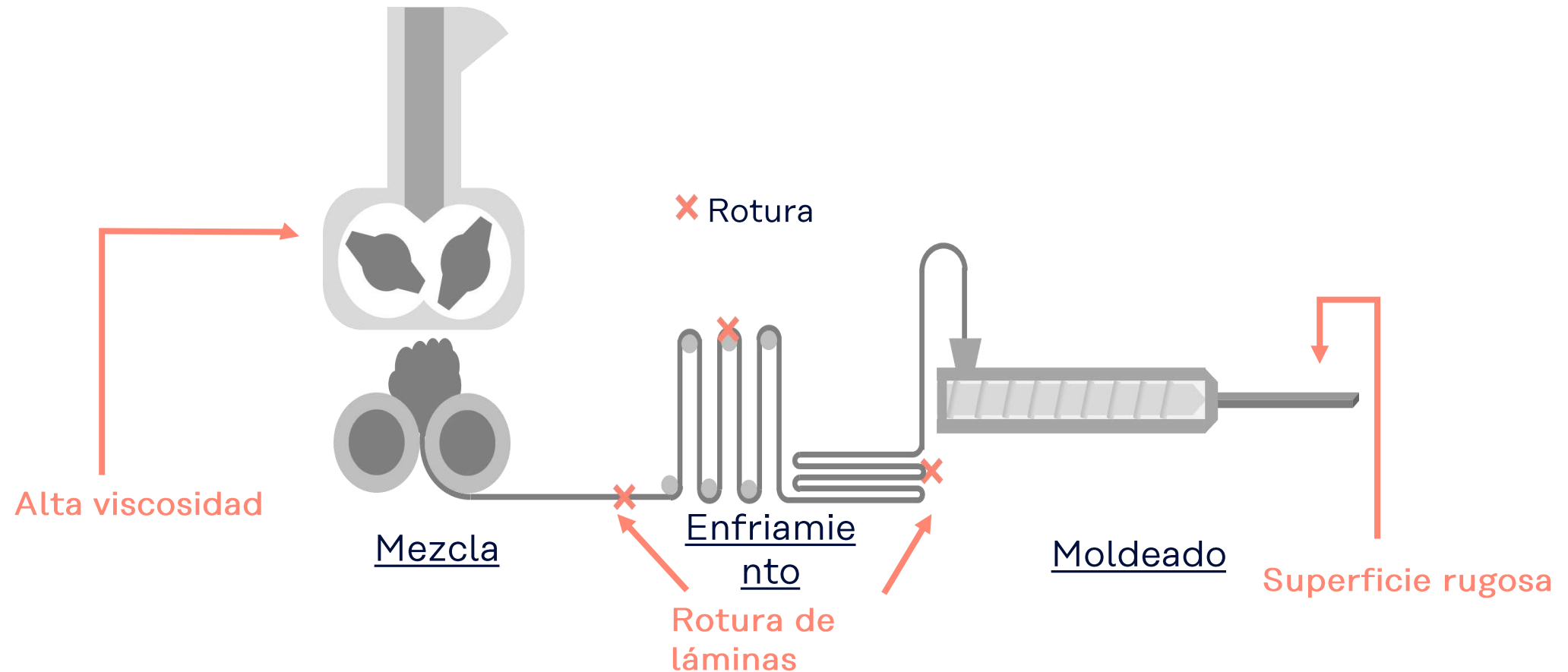
Rendimiento requerido para los neumáticos

- 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	Alta modificación Alto peso molecular	Alto rendimiento Pero Alta viscosidad, Superficie rugosa, La lámina se rompe fácilmente.
	BR		
	Caucho natural		
Carga	Negro de humo	Gran superficie Alta carga	
	Sílice		
Suavizante	Resina	Cantidad limitada para su uso	
	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, 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



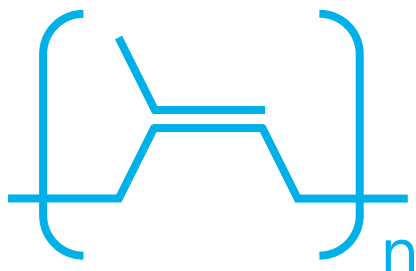
Impacto de los polímeros funcionales

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 δ

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	100	o x	0		Caucho sólido, sílice, CB, SCA Aceite, L-IR-50
			40		Productos químicos
			240		Vaciar
NP2	125	x	0		Compuesto NP1
					Barrido
			120		Volcar
FM	98		0		NP2 Compuesto, azufre, aceleradores
			30		Barrido
					Vaciado

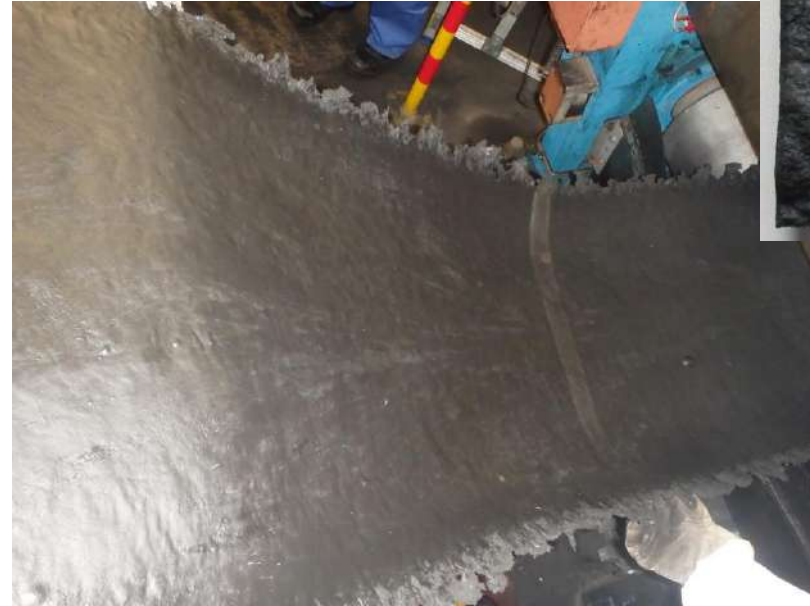
	NP1	NP2	FM
Volumen [L]	72	72	16
Factor de llenado [%]	65	60	70

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

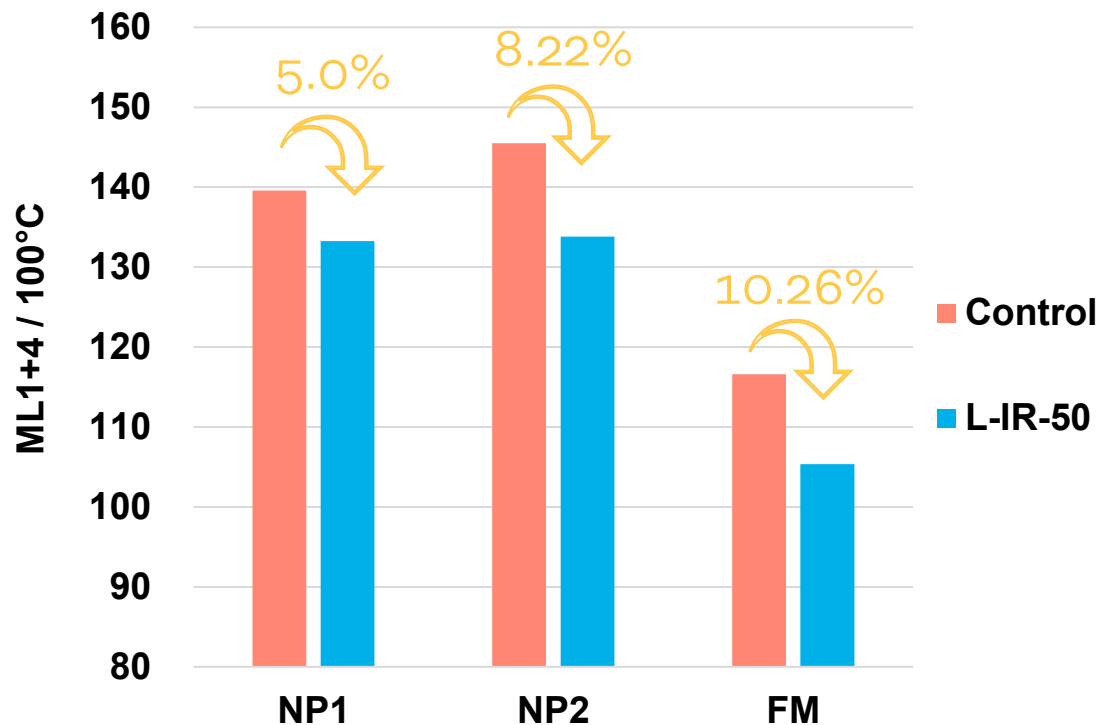
La lámina que incluye L-IR-50 es flexible y tiene una superficie lisa.

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.

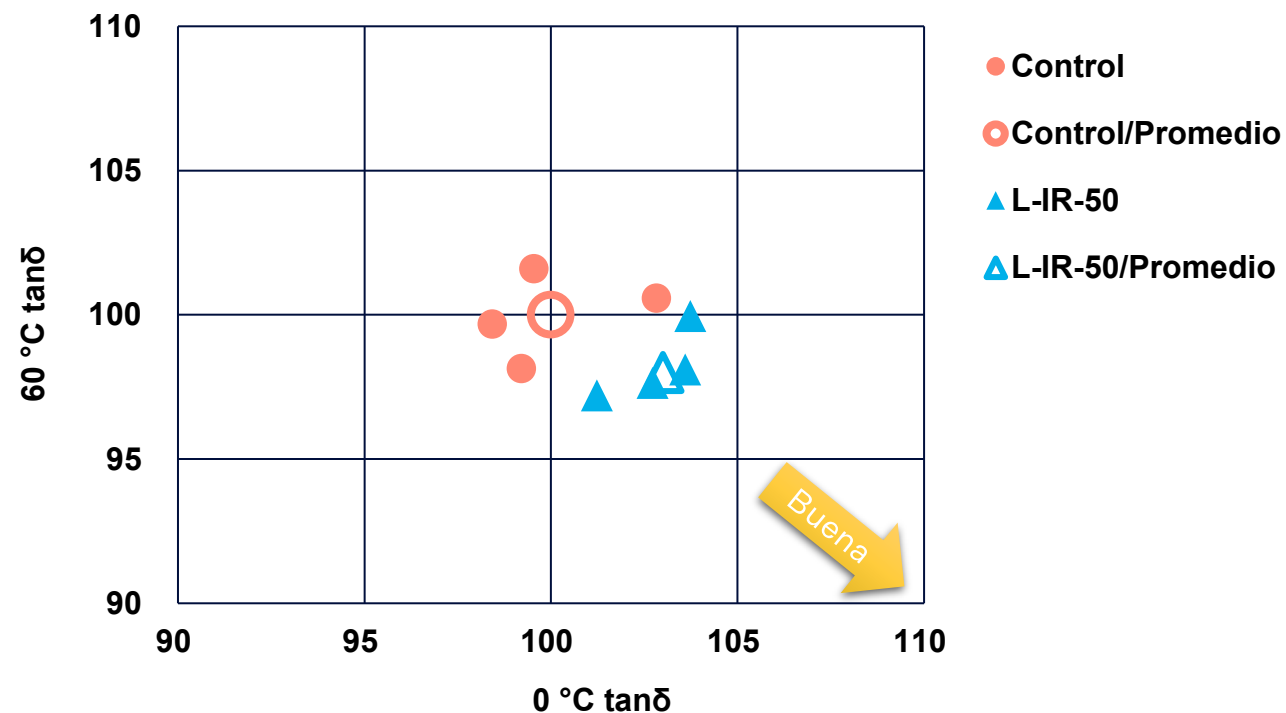
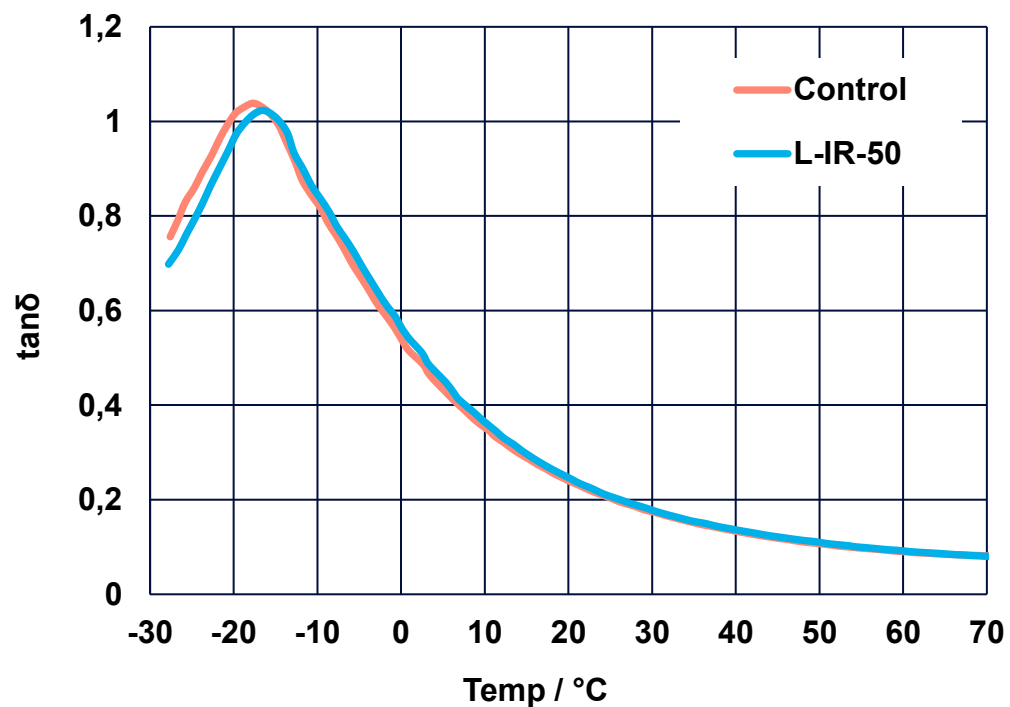
Por qué no añadir simplemente más aceite de procesamiento?

La formulación
ya contenía 28
phr de TDAE

Más aceite =
mayor
reducción de
las propiedades
mecánicas

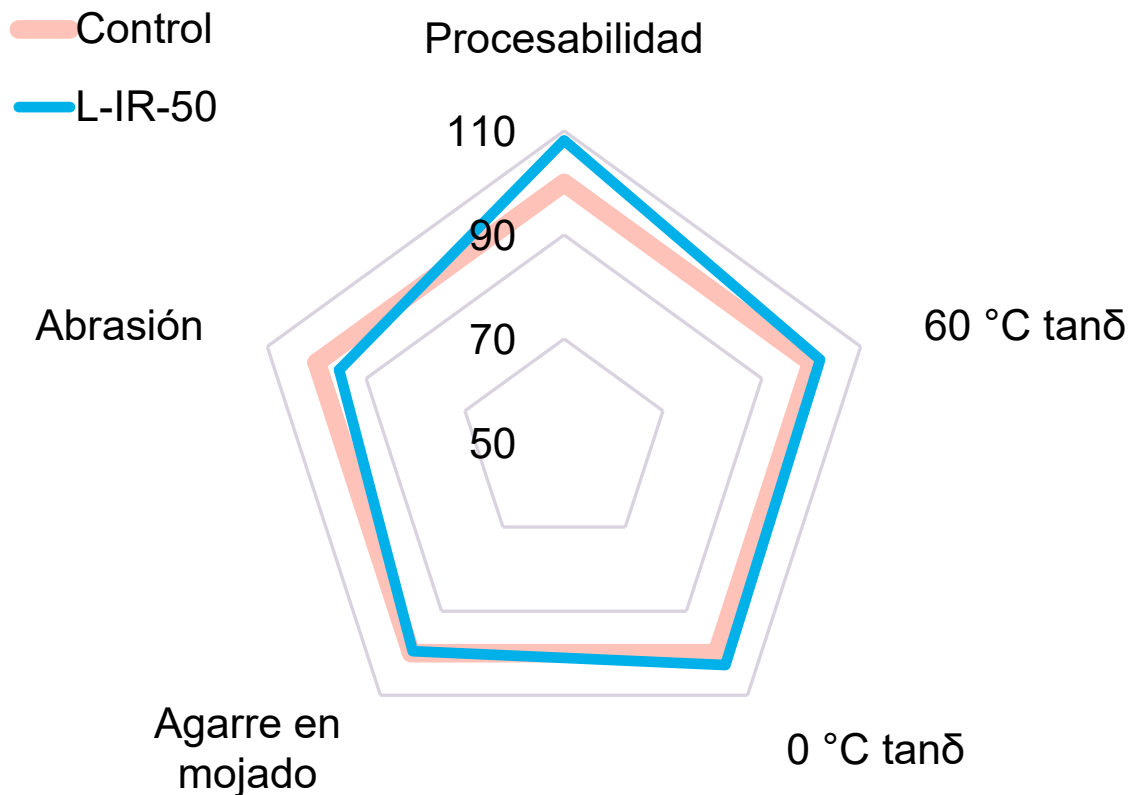
El objetivo es
mejorar la
procesabilidad
y mantener el
rendimiento.

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

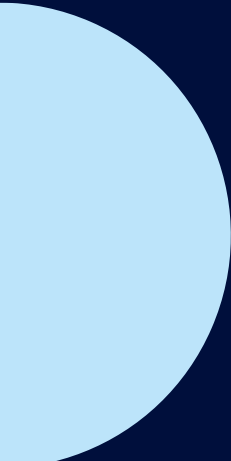
La adición de L-IR-50 redujo en un 6,62 % el efecto Payne

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

Elastomer.Info@kuraray.com

→ www.kuraray.com

→ www.elastomer.kuraray.com

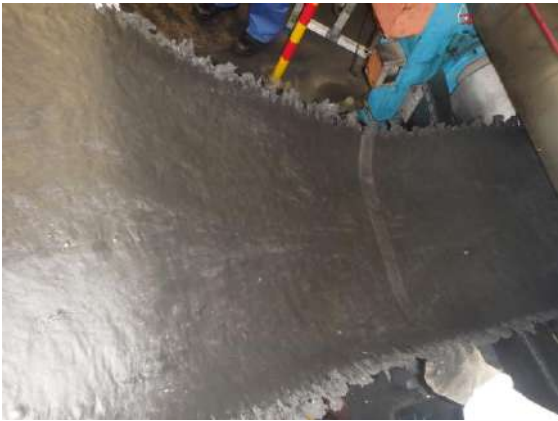
© KURARAY CO., LTD. 2021

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
WET _μ P	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
Polisopreno líquido	L-IR-50	KURARAY CO., LTD.	Mw: 54k, Tg: -63 °C
Sílice	Zeosil® Premium 200MP	Solvay S.A.	Superficie específica (CTAB) 200 m² /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

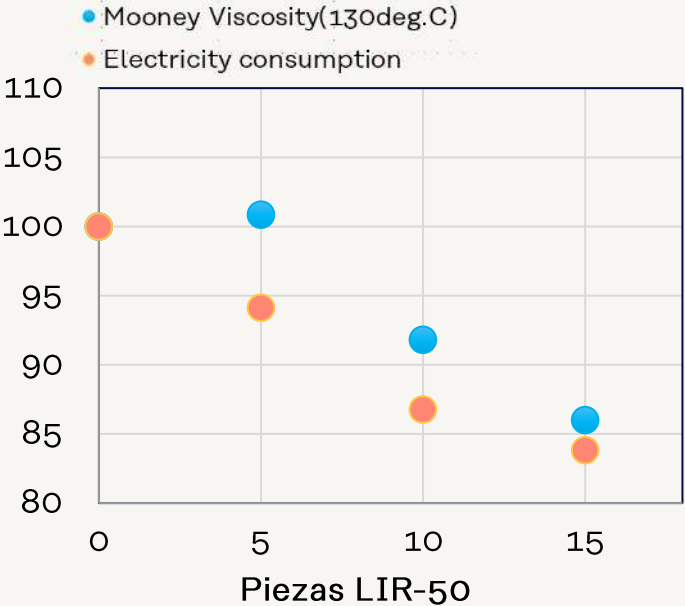
Reducir la viscosidad Mooney.

Mejorar la dispersión del relleno.

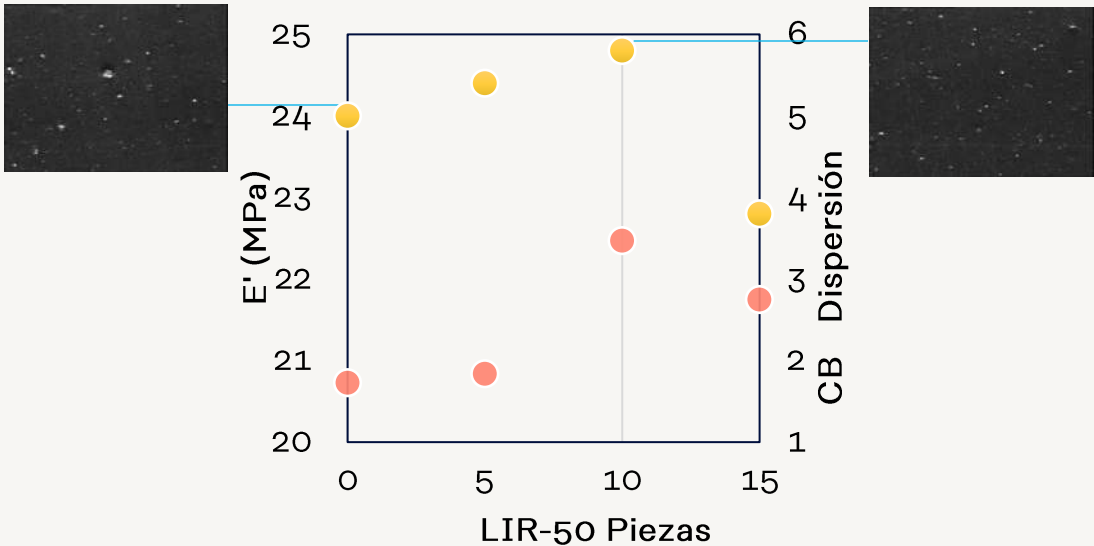
Reducir el paso de mezcla y el consumo de energía.



Mooney, eléctrico (índice)



Viscoelasticidad dinámica/Dispersión CB



Formulación NR (STR20) 100 - 85, L-IR-50 o - 15, CB (N330) 70, TDAE 5, Vulcanización, Antioxidante ZnO (5), Ácido esteárico (2), AO 6C (1), AO RD (1), Resina fenólica (10), HDOT20 (4), Acelerador NS (1,7), HMT (1)
Método de dispersión CB: ISO11345-C

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	
NR (RSS n.º 3) – 70 SBR 1502 – 30 A. aromático – 0 LIR-50 – 0		6	B
NR (RSS n.º 3) – 66 SBR 1502 – 30 A. aromático – 4 LIR-50 – 0		6	B
NR (RSS n.º 3) – 66 SBR 1502 – 30 A. aromático – 0 LIR-50 – 4		10	A

Borde Superficie
10 (excelente) A
↑
↓
1 (deficiente) E

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

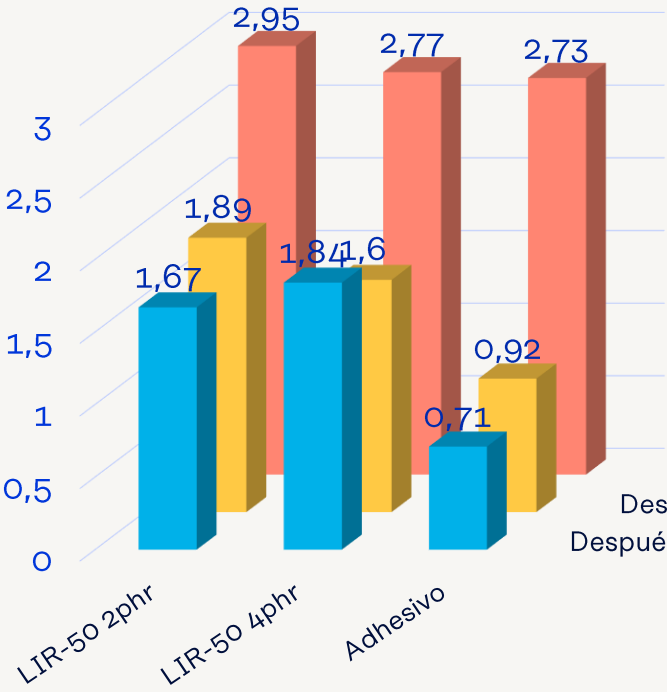


Mejorar la extruibilidad, la velocidad de extrusión y la suavidad de la superficie.



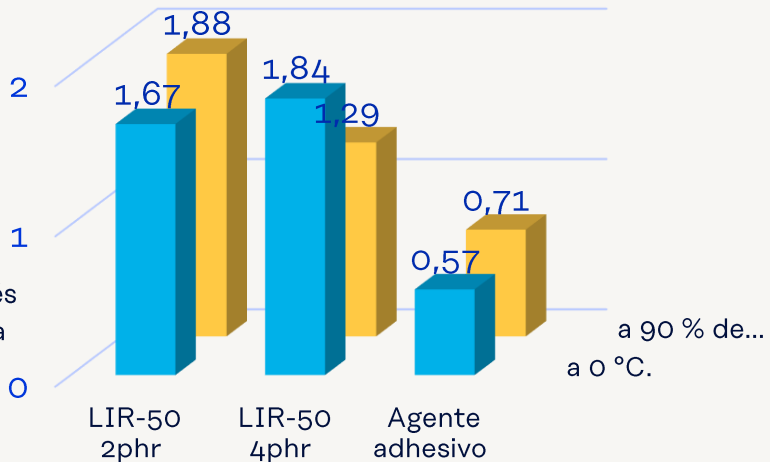
Mantenga el tack en verde durante más tiempo, incluso a temperaturas más bajas y con alta humedad.

Fuerza de adherencia



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

Resistencia al desprendimiento



Efecto del caucho líquido durante el proceso

3. Durante el crosslink

+

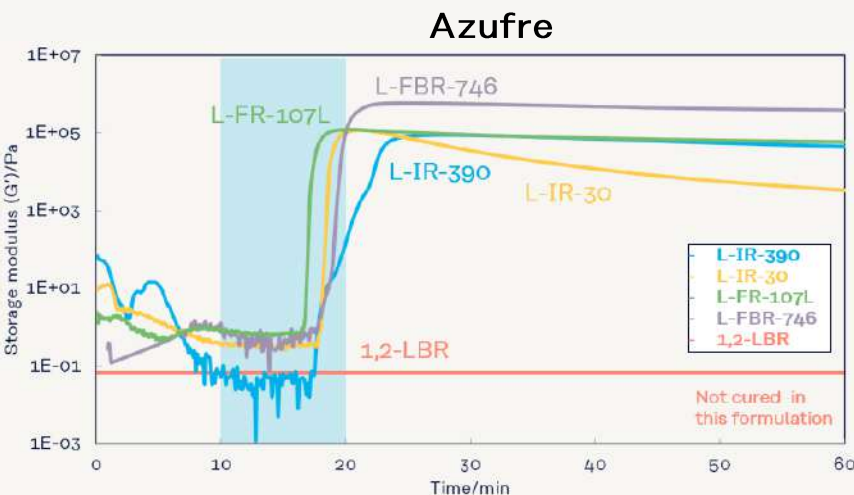
Covulcanización:
azufre y peróxido.

-

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

-

Compatibilidad con
EPDM y NBR.

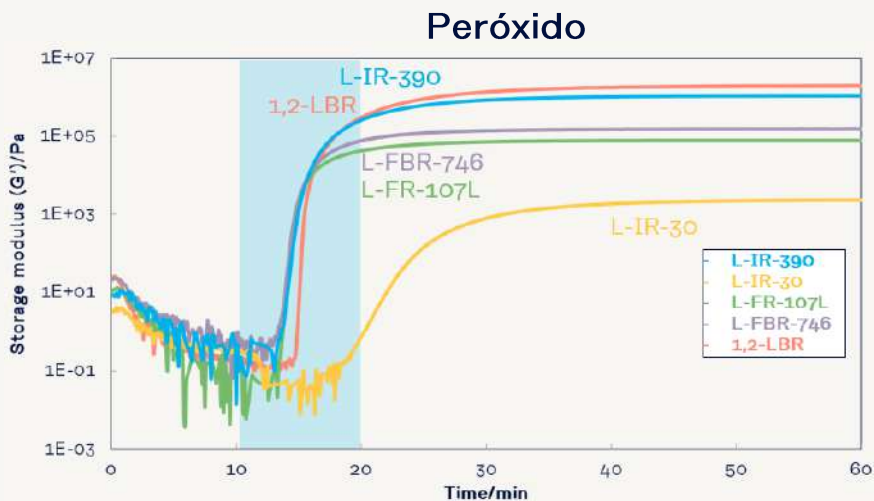


Formulación

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

Compuestos metálicos	ZnO, CaO, MgO, PbO, Zn(OH)_2 , Ca(OH)_2 , $\text{Zn(OCH}_3)_2$, $\text{Mg(OCH}_3)_2$, CH_3COONa , titanato orgánico: TPT
Compuestos amino	TETA, TEPA, polietilenimina ($\text{Mw} = 250\sim1800$), resina de poliamida ($\text{Mw} = 500\sim1000$)
Resina epoxi	Bisfenol A, bisfenol F, Acelerador de curado: Ancamina K-54 = 2,4,6-tris(dimetilaminometil)fenol
Isocianato	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.



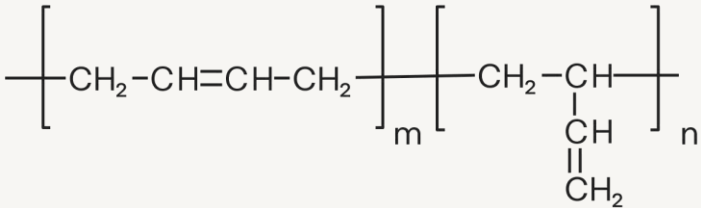
La reticulación se puede realizar utilizando isocianatos o resina de bisfenol A.



Compatibilidad con EPDM y epoxi.

EPDM

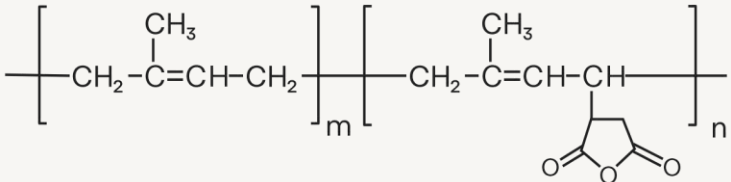
LBR-352 y LBR-361



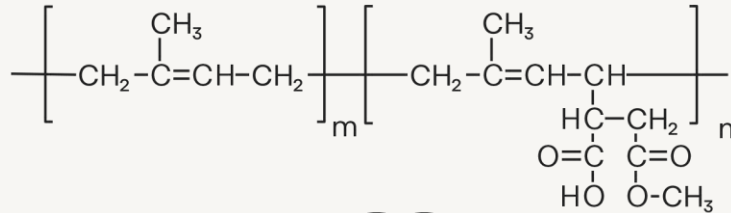
Información

EPOXI

LIR-403



LIR-410

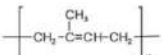
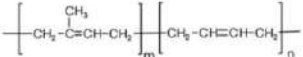
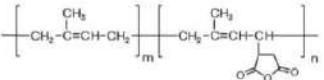
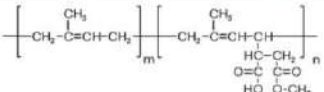
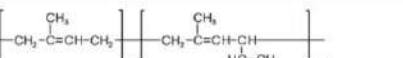
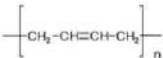
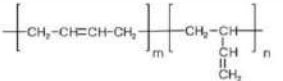
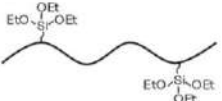
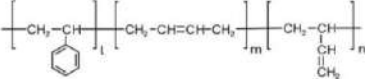


Información



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
L-IR (Isoprene)	Homopolymer	L-IR-30		-	28,000	70	-63	• Reactive plasticizer (NR, IR, SBR, BR, IIR etc.) • Tire, conveyor belt, rubber goods • Pressure sensitive adhesives/hot melts • Automotive sealants, coatings and adhesives • Plasticizer for printing plates • Binder for brake pads, grinding wheels, etc.
		L-IR-50		-	54,000	500	-63	
	Block Copolymer	L-IR-390		-	48,000	400	-95	• Hot melt adhesives/PSA (SIS, SBS, EVA) • Automotive sealants, coatings and adhesives
	Carboxylated	L-IR-403		3	34,000	200	-60	
	L-IR-410		10	30,000	430	-59		
	UV Curable	UC-102M		2	17,000	30	-60	• Low temperature reactivity • Crosslinkable using UV • Pressure sensitive adhesives (UV curing adhesives)
UC-203M		3	35,000	190	-60			
L-BR (Butadiene)	Homopolymer	L-BR-302		-	5,500	0.6	-85	• Reactive plasticizer (NR, IR, SBR, BR etc.) • Tire, printing plate • Coagent for EPDM (peroxide curing) • Automotive sealants, coatings and adhesives • Hot melt/PSA • Vinyl content: 5-70% • Thermoset PU modification
		L-BR-307		-	8,000	1.5	-95	
		L-BR-305		-	26,000	40	-95	
		L-BR-352		-	9,000	6	-60	
		L-BR-361	-	5,500	5.5	-49		
	GS-L-BR (Graft silane)	GS-L-BR -114*		2	6,000	6	-50	• Tires, truck and bus tires and rubber goods • Improve silica-polymer interaction • Improve silica dispersion
L-SBR (Styrene/ Butadiene)	Random Copolymer	L-SBR-870*		-	6,000	250	-18	• Good compatibility with S-SBR and E-SBR • Tires, ultra-high-performance (UHP) tires and rubber goods • Automotive sealants, coatings and adhesives • Partially hydrogenated grades are available • Damping • Flexo printing plates
		L-SBR-822*		-	8,800	8.3	-60	
		L-SBR-841N*		-	10,000	100 (at 60°C)	-6	