



VESTENAMER® 8012

El aditivo para la industria del hule



VESTENAMER®

El aditivo para la industria del hule con propiedades únicas

Hoy en día, la industria del hule presenta un sinnúmero de retos en el *compounding* y procesamiento de los compuestos de hule. Dichos retos requieren de soluciones particulares y precisas, por lo que se han desarrollado aditivos más eficaces. Tal es el caso del **Vestenamer®**, que ha sido utilizado como un aditivo en la industria del hule con cada vez mayor frecuencia, debido a sus propiedades singulares.

El **Vestenamer®** es un aditivo de poliolefina semicristalina que también se describe como un hule trans-octenámico (TOR), el cual se sintetiza a partir de cicloocteno en presencia de hexacloruro de Tungsteno (WCl_6) como catalizador y un organoaluminado como co-catalizador, vía metátesis de olefinas en hexano como disolvente en un proceso llamado *Hüls-Vestenamer*, como el descrito en la Ecuación 1. La reacción produce macromoléculas lineales y cíclicas, pero con las condiciones adecuadas se puede generar una orientación particular en el espacio de las macromoléculas lineales, lo cual influye en la cristalinidad del Vestenamer®.

ECUACIÓN 1: PROCESO HÜLS-VESTENAMER



En este tenor y debido a su particular mezcla de estructuras moleculares, el **Vestenamer® 8012** proporciona los siguientes beneficios al *compounding* y al procesamiento de hule:

AYUDA DE FLUIDEZ

El **Vestenamer® 8012** presenta un peso molecular excepcionalmente bajo debido al relativamente alto porcentaje de macrociclos, por lo que su viscosidad por encima de la temperatura de fusión es excepcionalmente baja (Viscosidad Mooney a 100°C <10). *Dicho efecto en la viscosidad conlleva un efecto plastificante que mejora el procesamiento del hule en muchos sentidos, por ejemplo, en el mezclado y en una mejor dispersión de las cargas en el elastómero principal.* Para lograr un efecto positivo en la ayuda de fluidez, se recomiendan de 0.5 a 2 PPCH del Vestenamer®.

FUERZA EN VERDE

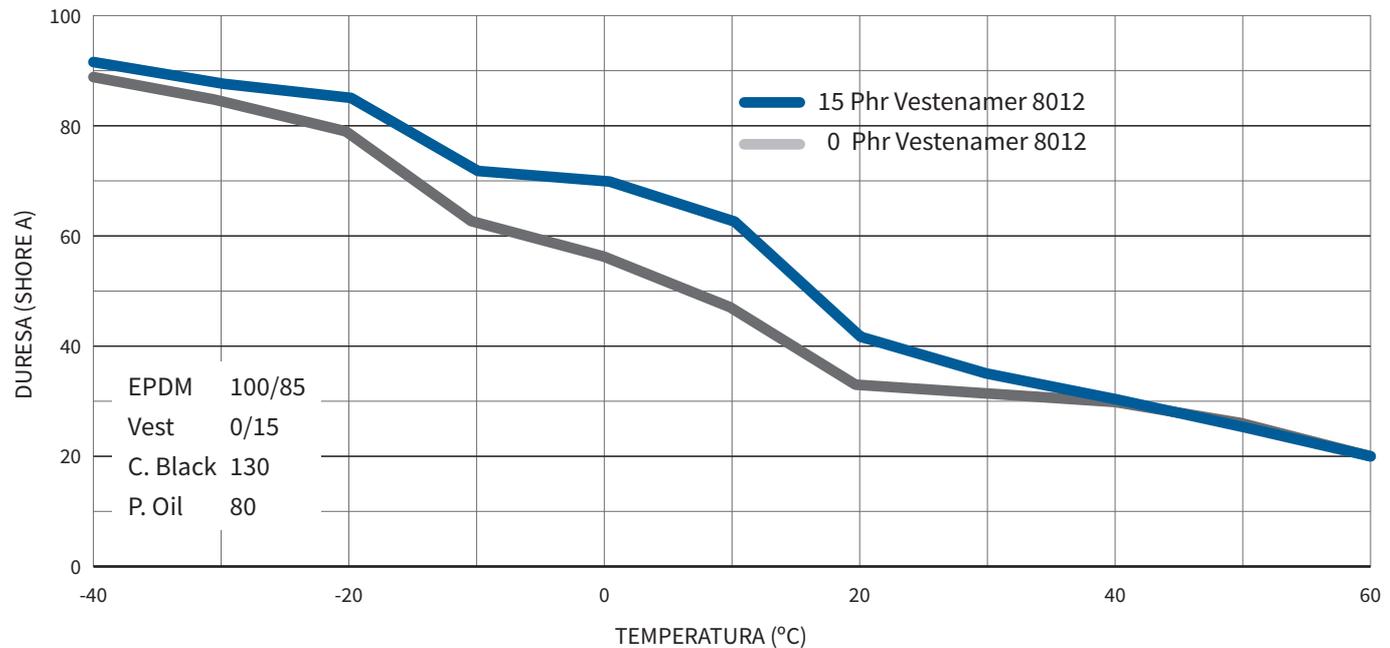
Debido a la relación entre las orientaciones en el espacio de los dobles enlaces del Vestenamer® se genera un cierto grado de cristalinidad en el polímero: entre mayor sea el grado de cristalinidad, mayor será el punto de fusión del Vestenamer®.

Sin embargo, la velocidad de cristalización es excepcionalmente rápida, lo cual otorgará mayor fuerza en verde a los compuestos de hule, evitando así el colapso de la resistencia en perfiles de extrusión, incrementando la dureza de los vulcanizados y reduciendo el encogimiento de los mismos. En la Gráfica 1 se observa el comportamiento de la dureza de un perfil para manguera en función de la temperatura y se determina que el perfil que tiene Vestenamer® retiene la dureza de manera más eficiente que aquel que no tiene Vestenamer®. Para lograr efectos en el incremento de la fuerza en verde, se recomiendan de 1 a 3 PPCH.

COMPATIBILIZACIÓN DE POLÍMEROS

En la industria química se conocen determinadas sustancias que son incompatibles con otras por cuestiones de polaridad, y en ocasiones tienden a separarse cuando intentan mezclarse. En el caso de los elastómeros, también aplican reglas análogas y se tienen casos como el hule nitrilo (NBR) y el hule etileno-propileno dieno (EPDM) o el caso de los hules sintetizados por emulsión y aquellos sintetizados en disolución, que son incompatibles entre sí. El Vestenamer®, al ser compatible con la mayoría de los hules, es capaz de compatibilizar las mezclas agregando alrededor de 1-3 partes del mismo como parte del hule base, dependiendo del grado de compatibilización que necesite efectuarse. Generalmente, el Vestenamer® es alimentado al mezclador interno o al molino de rodillos junto con el hule base, lo cual facilita y acelera la incorporación de cargas, mejorando su dispersión y reduciendo el consumo de energía, la temperatura de descarga y la viscosidad del compuesto.

GRÁFICA 1: RESISTENCIA DE LA FUERZA EN VERDE DE UN COMPUESTO DE HULE PARA MANGUERA CON VESTENAMER® Y SIN VESTENAMER®



INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA TEMPERATURA

El **Vestenamer® 8012** también posee cierta influencia sobre las propiedades de resistencia a la temperatura de los elastómeros. En el laboratorio de Suministro de Especialidades se han realizado pruebas sobre EPDM en presencia de Vestenamer® para determinar el efecto de este último en la temperatura. Sobre dos mezclas diferentes (una con y otra sin Vestenamer®) se llevó a cabo la medición y comparación de las propiedades originales y envejecimientos en Aire a 125 °C, a 150 °C y a 180 °C. Los resultados se muestran a continuación:



TABLA 1: FÓRMULAS COMPARATIVAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE VESTENAMER® SOBRE LA TEMPERATURA

MATERIALES	MEZCLA 1 EPDM	MEZCLA 2 EPDM/VESTENAMER®
	PHR	PHR
Hule EPDM Nordel® IP 3745	100	95
Vestenamer® 8012	---	5
Negro de Humo HAF 330 Orión®	55	55
Óxido de Zinc Oxzinal® 802	3	3
Aceite Parafínico 324	5	5
DI-CUP R	3	3
SR 350	2	2

TABLA 2: PROPIEDADES ORIGINALES (VULCANIZACIÓN: T90 A 160 °C)

PROPIEDAD MEDIDA	ESPECIFICACIÓN ASTM	MEZCLA 1 EPDM	MEZCLA 2 EPDM/ VESTENAMER®
Dureza Shore "A"	80° ± 5°	76°	83°
Tensión máxima (lb/in ²)	2031	3449	3260
Elongación (%)	150	345	316
Resistencia al Desgarre (lb/in ²)	---	199	205

TABLA 3: ENVEJECIMIENTO EN AIRE 70 HORAS A 180 °C

PROPIEDAD MEDIDA	ESPECIFICACIÓN ASTM	MEZCLA 1 EPDM	MEZCLA 2 EPDM/ VESTENAMER®
Cambio en Dureza Shore "A", Máx. Puntos	--	+8°	+1°
Cambio en Resistencia a la Tensión máxima, Máx. %	--	-44	-28
Cambio en Elongación, Máx. %	--	-6	-4



Al observar el envejecimiento a 180°C, es claro que el Vestenamer® le otorga al EPDM una resistencia a la temperatura cuando se agrega en hasta 5 partes como parte del hule base. El EPDM comienza a perder propiedades de manera importante después de los 150°C, que es la temperatura de trabajo máxima regular para dicho elastómero.

RECUPERACIÓN DE SCRAP DE HULE

Basados en la experiencia generada con reciclado de hules, se han encontrado nuevas aplicaciones para el Vestenamer® relacionadas con el uso de llantas recuperadas para la elaboración de asfaltos. Pavimentos de alta calidad pueden ser preparados mezclando Vestenamer® con llantas trituradas finamente y un cemento asfaltante. Pequeñas cantidades de Vestenamer® dispersan eficientemente las cargas, promoviendo la compatibilidad

TABLA 4: FÓRMULAS COMPARATIVAS UTILIZADAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE VESTENAMER® EN LA RECUPERACIÓN DE SCRAP DE HULE

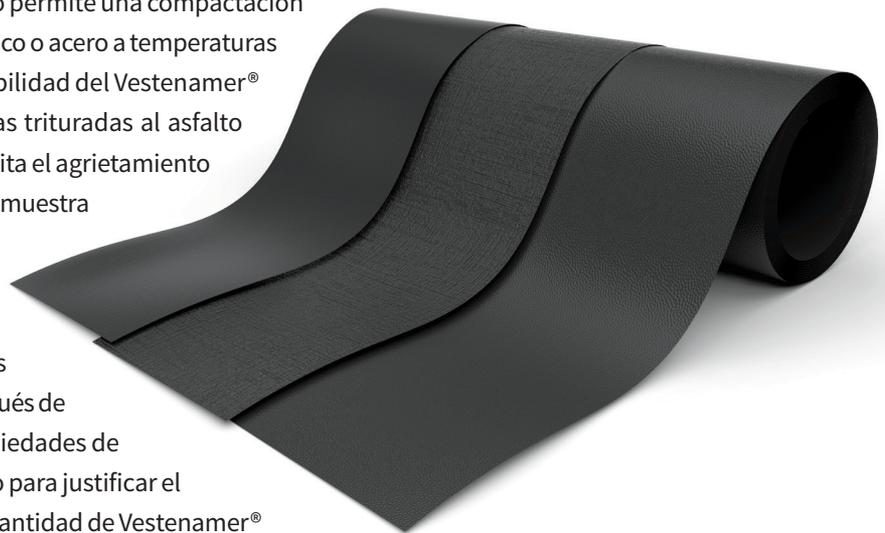
MATERIALES	MEZCLA 1	MEZCLA 2	MEZCLA 3
	PHR	PHR	PHR
Scrap	70	77	80
Hule Natural SVR 20	15	15	15
Vestenamer® 8012	15	8	5
Negro de Humo FEF 550	20	20	20
Di Cup R	0.8	1	1

TABLA 5: PROPIEDADES ORIGINALES (VULCANIZACIÓN: T90 A 160°C)

PROPIEDAD MEDIDA	MEZCLA 1	MEZCLA 2	MEZCLA 3
Dureza Shore "A"	55°	48°	42°
Tensión máxima (lb/pulg ²)	2013.25	1843.1	1830.35
Tensión a la ruptura (lb/pulg ²)	2006.7	1841.05	1822.8
Elongación (%)	970.5	935.27	884

y el entrecruzamiento (vulcanización) de las mezclas con asfalto. En suma, se reduce la alta pegajosidad de estas mezclas de hules. Esto permite una compactación previa del cemento asfaltante con rodillos de plástico o acero a temperaturas más altas, lo cual ahorra tiempo y dinero. Esta habilidad del Vestenamer® para entrecruzar (vulcanizar) el hule de las llantas trituradas al asfalto crea una matriz de hule en el pavimento, la cual evita el agrietamiento prematuro, los surcos y chipotes. A continuación se muestra un estudio en el cual se lleva a cabo la optimización de la cantidad de Vestenamer® necesaria para llevar a cabo la recuperación de scrap de hule.

Al determinar las propiedades originales de las tres formulaciones (Tabla 5), se encuentra que después de 5 PPCH de Vestenamer® el incremento en las propiedades de tensión y de elongación es poco significativo como para justificar el aumento en partes de Vestenamer®. De hecho, la cantidad de Vestenamer® pudiese ser reducida hasta 3 PPCH al mismo tiempo que mantiene la propiedades de recuperación de scrap de hule sin verse seriamente afectadas. Cabe recalcar que un efecto secundario macroscópico de la adición de Vestenamer® es el incremento de la dureza *shore* del sistema, lo cual se debe a la presencia de los macrociclos del Vestenamer® que aumentan la densidad tridimensional de entrecruzamiento (entre más Vestenamer® más duro se vuelve el sistema).



MODIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DE VULCANIZACIÓN

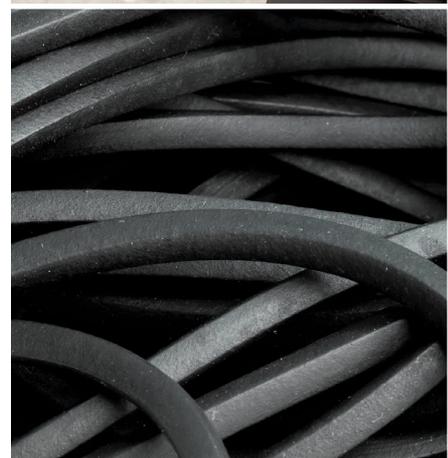
Durante la síntesis del Vestenamer® se preservan los dobles enlaces del compuesto padre (cicloocteno) en los trans-octenómeros resultantes, pero debido al bajo número de estos, su velocidad de vulcanización es más baja que en otros hules como el estireno-butadieno (SBR), lo cual asegura condiciones más seguras durante el procesamiento de los elastómeros.

APLICACIONES DEL VESTENAMER®

La combinación de propiedades descritas anteriormente expresan la característica dual del Vestenamer®: durante el procesamiento actúa como plastificante y ayuda de proceso, pero vulcaniza al igual que el hule. Debido a esto, se utiliza en la industria del hule principalmente para mejorar la procesabilidad de los compuestos sin las desventajas que presentan las ayudas de proceso tradicionales. Los beneficios particulares del Vestenamer® en las aplicaciones finales se describen a continuación:

- ▶ **Extrusión de hules.** El flujo es mejorado por el Vestenamer®, resultando en una alta velocidad de salida de los extruidos y un mejor acabado superficial. Con los trans-octenómeros (TOR) presentes en el Vestenamer® es posible procesar compuestos muy duros (que no pueden llevar plastificantes) y que no pueden ser trabajados de otra manera sin grandes dificultades. La mejor resistencia al colapso impartida por los compuestos TOR también mejora la estabilidad dimensional de los perfiles extruidos. El incremento en la dureza que se obtiene al usar bajas temperaturas puede ser benéfico en la producción de mangueras reforzadas, donde la primera capa debe estar fría para aplicar el refuerzo trenzado. Usando TOR se puede reducir el tiempo de enfriado para lograr la dureza deseada.
- ▶ **Moldeo por inyección de hules.** El uso de Vestenamer® mejora el moldeo de piezas grandes o voluminosas así como las piezas de alta precisión. Más aún, permite que compuestos muy duros con pobres propiedades de flujo sean moldeados por inyección. Debido al incremento en la facilidad de flujo, los tiempos del ciclo pueden ser reducidos. Vale la pena mencionar que se han llevado a cabo pruebas experimentales en donde se reduce el tiempo de inyección de compuestos de hule de 18 a 12 segundos. Para lograr estos resultados, se recomienda 1 PPCH de Vestenamer®.
- ▶ **Calandrado de hules.** El Vestenamer® reduce el encogimiento y la anisotropía de las placas calandradas mejorando el acabado superficial y la penetración de tejidos. El laminado de suelas para zapatos se facilita. El incremento de la “resistencia en crudo” (*Green Strength*) hace que el recubrimiento de rodillos sea más sencillo, toda vez que las buenas características de flujo mejoran la unión entre capas y eliminan las marcas entre ellas.

Desarrollado en laboratorio de Suministro de Especialidades, SA de CV por Jonathan Rojas Ocampo y Francisco Hernández Maguey





GUADALAJARA

Calle Ixtépete #4814, Col. El Briseño,
entre Calle Tlalpan y Av. de Las Torres.
Zapopan, Jalisco. CP 45236.
Tel: (33) 16 55 72 09

MONTERREY

Industrias del Bronce #218.
Parque Industrial Escobedo.
Escobedo, Nuevo León, CP 66062.
Tel: (81) 83 01 20 06

CIUDAD DE MÉXICO

Pastores #30, Col. Santa Isabel Industrial,
entre Ermita y Tláhuac, Iztapalapa.
Ciudad de México, 09820.
Tel: (55) 56 85 28 88
(55) 56 46 46 90

www.suministro.com.mx