

COMPOSICIÓN.

UN CAMINO SINUOSO



SHIBATA**FENDER**TEAM

► on the safe side

Índice.

Serie de Boletines Técnicos SFT	02
Serie de Boletines Técnicos SFT – N.º I	03
A. Compuestos de caucho: el diablo está en los detalles	04
B. El negro de carbón: necesario, en su justa medida	05
C. Carbonato cálcico: mejor que su reputación	07
D. El compuesto adecuado: un camino sinuoso	08
Grupo ShibataFenderTeam	10

Resumen y comentarios.

En el primer número de los Boletines Técnicos de SFT sobre la fabricación de defensas, se describen los aspectos relevantes para determinar qué es lo que hace que una defensa sea buena. Se centra en las materias primas utilizadas en la producción de caucho, las propiedades físicas de una defensa y su correlación con la composición del compuesto.

Existen normas y directrices internacionales que ofrecen una orientación sobre las propiedades físicas de las defensas de caucho, tales como PIANC2002 y ASTM D2000. Sin embargo, no existe ninguna norma internacional que especifique la composición química del compuesto de caucho utilizado en la fabricación de defensas de caucho.

En el presente boletín se destaca que, en la fabricación de defensas, las propiedades físicas son el único indicador fiable de la calidad de un compuesto de caucho que está definido por las normas internacionales. Además, se recomienda que las proporciones de aditivos y agentes de refuerzo como el negro de carbón (CB), carbonato cálcico (CC) y la sílice deben determinarlas especialistas con profundos conocimientos sobre el material, ya que la cantidad y el tamaño de las partículas influyen en gran medida en el compuesto, así como en su rendimiento y durabilidad. Además, el documento destaca el hecho de que los compuestos de caucho mezclados correctamente con CC por fabricantes experimentados, cumplen y superan las normas internacionales de testeo.

Serie de Boletines Técnicos SFT.

Seguridad, fiabilidad, durabilidad: los requisitos de rendimiento de una defensa se reducen a estos tres aspectos, y con razón. **Las defensas están pensadas para crear un entorno seguro para las embarcaciones y los pasajeros, mientras se protege las infraestructuras portuarias y a todo el personal que trabaja en ellas, de forma fiable durante la vida útil del diseño e incluso más tarde.** Este es el ideal que persiguen los puertos y los operadores portuarios.

En esta línea, las cuatro partes de la Serie de Boletines Técnicos SFT tienen como objetivo ofrecer una visión imparcial sobre cómo conseguir que una defensa sea buena, desde los materiales de origen hasta el proceso de fabricación.

El boletín n.º I aborda esta cuestión al examinar más de cerca los componentes constitutivos de una defensa y su papel a la hora de determinar las propiedades físicas relevantes para el rendimiento. Los boletines n.º II y III describen los procesos de mezclado y curado necesarios para producir una defensa de caucho de alta calidad. El boletín n.º IV pone fin a la serie con un informe detallado sobre el testeo.



Boletines Técnicos SFT:
#1 Composición | #2 Mezclado | #3 Curado | #4 Testeo

Serie de Boletines Técnicos SFT – N.º I

Dado que un compuesto de caucho reforzado es el núcleo de cualquier defensa, el primer boletín técnico de SFT sobre la fabricación de defensas se centra en las materias primas utilizadas en la producción del caucho, las propiedades físicas de una defensa y su correlación con la composición del compuesto. Su objetivo es detallar los aspectos relevantes para determinar lo que hace que una defensa sea buena.

Sin embargo, por muy sencillo que parezca, al examinar las características del producto que se requieren para un rendimiento tan alto, las aguas tienden a volverse algo turbias. Existen normas y directrices internacionales, como PIANC2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) o BS6349 (2014), que garantizan que las defensas funcionen como se han diseñado cuando se instalan en un muelle.



Defensas cónicas SPC | IJmuiden | Holanda

Estas normas ofrecen una orientación en cuanto a las propiedades físicas de las defensas de caucho, entre otras, la deformación permanente por compresión, la elongación a la rotura y la resistencia a la tracción. **Sin embargo, no existe ninguna norma internacional que especifique la composición química del compuesto de caucho utilizado en la fabricación de defensas de caucho.**

En otras palabras, hay normas industriales que definen un objetivo claro en la fabricación de defensas marinas, su rendimiento, propiedades físicas y durabilidad, pero no hay recomendaciones en cuanto a cómo lograrlo. La razón es simple: no hay dos proyectos de defensas ni dos fabricantes de defensas iguales. Cada proyecto tiene sus propios requisitos que precisan composiciones de caucho personalizadas. Además, no todos los polímeros utilizados en la producción de defensas están disponibles por igual en todas las partes del mundo, lo que obliga a los fabricantes a ajustar sus compuestos de caucho en atención a ello.

Todo esto proporciona un gran espacio para la diferenciación en el mercado y oportunidades para que los fabricantes de defensas presenten sus propios enfoques de mejores prácticas para producir productos de alto rendimiento. Sin embargo, también se ha convertido en el caldo de cultivo para algunas ideas erróneas ampliamente aceptadas, y defendidas activamente por algunos interesados, sobre la producción de compuestos, la más prevalente de las cuales afirma que la calidad de una defensa está determinada principalmente por la composición química de su componente de caucho.

En el Grupo ShibataFenderTeam (SFT), creemos que la calidad de una defensa debe medirse por su rendimiento, es decir, por el grado en que una defensa cumple con los requisitos de su campo de aplicación específico.

El presente Boletín Técnico se ha redactado a partir de la experiencia del Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK), un instituto de investigación independiente alemán especializado en materiales poliméricos y tecnología del caucho, así como de la experiencia de funcionarios de la ASTM, y de conversaciones previas con especialistas en compuestos poliméricos de la Universidad de Gdansk, Polonia.

A. Compuestos de caucho: el diablo está en los detalles.

Por regla general, las defensas de caucho se fabrican con una mezcla de polímeros, por ejemplo, caucho natural (NR) y caucho sintético (SR), con aditivos como negro de carbón (CB), carbonato cálcico (CC) y otros aditivos, para aportar refuerzo y procesabilidad. **Aunque existe un consenso general en la industria sobre la mayoría de los componentes utilizados en la producción de defensas, las opiniones sobre la calidad de los ingredientes y su proporción difieren mucho de un fabricante a otro y algunos intentan establecer puntos de vista generalizadores sobre la composición química de los compuestos de caucho como un auténtico indicador de calidad para el producto acabado.** Un concepto erróneo común sostiene que la cantidad de los componentes correspondientes en el compuesto de caucho determina su calidad. Por lo tanto, a continuación examinaremos más de cerca los componentes que constituyen un compuesto de caucho y sus correlaciones.



Materia prima de caucho

El caucho natural (NR) se obtiene en forma de látex del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) en un área delimitada aproximadamente 15° al norte y al sur del Ecuador, en la que el principal productor mundial es el sudeste asiático. Aproximadamente, el 40 % del consumo mundial de caucho se basa en el caucho natural, que se negocia como materia prima en los mercados bursátiles. La limitación geográfica de la disponibilidad del caucho natural y su escasez a principios del siglo XX llevaron al desarrollo del caucho sintético en otras partes del mundo. El caucho estireno-butadieno (SBR), el caucho monómero etileno-propileno-dieno (EPDM) o el neopreno son muy conocidos y se utilizan con frecuencia. De todos los cauchos sintéticos, el SBR es el que se utiliza con más frecuencia en las defensas.

El SBR es un copolímero de estireno y butadieno que puede polimerizarse en cualquier proporción. Proviene de subproductos del petróleo y depende del precio del crudo y del caucho natural. Aproximadamente, el 60 % del consumo mundial de caucho procede de cauchos sintéticos.

Los compuestos que solo contienen caucho natural o SBR difieren en sus características, así como en su impacto en la procesabilidad del compuesto, el rendimiento de la defensa y sus propiedades físicas.

Caucho natural (compuestos 100 % de caucho natural)

- + bien reforzados por naturaleza
- + gran relación de elasticidad (elongación)
- + elevada resiliencia
- + extremadamente impermeable



- malas propiedades de envejecimiento
- escasa resistencia al aceite
- susceptible de reversión (por lo tanto, sensible a la vulcanización)
- sensible al agrietamiento por ozono
- como producto natural y debido al proceso de abastecimiento natural, contiene impurezas como proteínas, cenizas,* suciedad (hojas, polvo)



* Roberts, A. D. (1990). Natural rubber science and technology. Oxford: Oxford University Press

Caucho sintético (compuestos 100 % de SBR)

- + buena resistencia a la abrasión
- + buena estabilidad al envejecimiento



- resistencia a la tracción intrínsecamente escasa
- escasa resistencia al envejecimiento por calor
- más difícil de procesar



En comparación, mientras que el SBR en su estado puro es menos pegajoso y tiene una mayor densidad y temperatura de transición vítrea que el caucho natural, también presenta un menor módulo y menor resistencia al desgarro y necesita un refuerzo adicional y una mayor cantidad de ablandadores.

El caucho natural, por el contrario, está bien reforzado desde el principio.

Por lo tanto, los compuestos de caucho con caucho natural o SBR como único polímero tienen grandes limitaciones y, por lo tanto, la industria normalmente utiliza mezclas de caucho natural y SBR para aprovechar las ventajas de ambos. Si en las especificaciones se establecen compuestos 100 % de caucho natural o SBR, los prescriptores deben asegurarse de que están familiarizados con las limitaciones de estos materiales, ya que un enfoque incorrecto podría poner en peligro un muelle y podría dar lugar a reclamaciones por responsabilidad sustanciales para el prescriptor.

La elección y la cantidad de caucho natural o SBR en la mezcla determina la cantidad de otros componentes que deben añadirse para mejorar las propiedades del compuesto, siendo los más conocidos el negro de carbón (CB) y el carbonato cálcico (CC). La proporción en la que los polímeros se mezclan con estos componentes define la composición química del compuesto de caucho. Detallar la relación proporcional entre todos los componentes del compuesto tiene un valor informativo limitado con respecto a la calidad de una defensa. **Dos compuestos de caucho pueden diferir en sus composiciones químicas y seguir teniendo propiedades físicas que cumplen o superan los requisitos de las normas internacionales (véase también la Tabla 2).** Sin embargo, para algunas partes interesadas se ha convertido en un lugar común el afirmar que la presencia y la proporción de los componentes correspondientes en el compuesto constituyen un indicador de calidad. Un análisis más detallado de las cargas de CB y CC muestra que tales afirmaciones generalizadoras son engañosas.

B. Negro de carbón: necesario, en su justa medida .

El negro de carbón (CB) es un reforzante consolidado para compuestos de caucho y está disponible con diferentes tamaños de partículas. Sus capacidades dependen no solo de su proporción en el compuesto de caucho, sino también de su calidad y del tamaño de las partículas. Su efecto puede

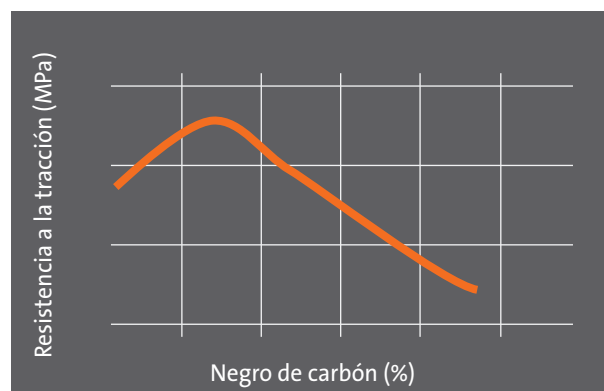


Figura 1: Influencia típica del CB en la resistencia a la tracción en compuestos de caucho natural

medirse mejor al examinar cómo evoluciona, por ejemplo, la resistencia a la tracción al aumentar gradualmente la cantidad de CB. En la figura 1 se muestra cómo aumenta la resistencia a la tracción del compuesto al añadir CB hasta un punto de rotura. Después de alcanzar ese estadio crítico, la resistencia a la tracción disminuye, ya que no queda caucho suficiente para dispersar las partículas de CB, lo que significa que el compuesto está sobrecargado con CB.

Este ejemplo apoya el hecho de que la cantidad de CB es realmente importante, pero con moderación y dependiendo del caucho utilizado, ya que el caucho natural necesita menos reforzante que el SBR. En otras palabras, al evaluar la proporción de CB, más no siempre equivale a mejor. Por lo tanto, para garantizar la calidad deseada del compuesto, la concentración de CB debe elegirse cuidadosamente en una fase temprana del proceso de producción, teniendo en cuenta todos los factores relevantes.

Por otra parte, las defensas grises no contienen nada de CB. Como las defensas grises: neumáticas, extruidas y de



Defensa neumática gris | Karlskrona | Suecia

barcos remolcadores, entran en contacto directo con la embarcación, los usuarios finales exigen que no dejen marcas. Dado que añadir CB daría lugar, de forma inevitable, a un compuesto de caucho negro, se emplea, en su lugar, sílice como reforzante. Y, sin embargo, cumplen con las mismas normas de testeo rigurosas que las defensas negras de alta durabilidad diseñadas para lograr una vida útil de más de 20 años. **Esto demuestra una vez más que la calidad de una defensa no puede determinarse a partir de la cantidad de CB existente en el compuesto de caucho.**

El tamaño de las partículas de CB es otro factor de gran influencia en la producción de defensas y fuente de debates en la investigación. **Se ha comprobado que cuanto mayor es el tamaño medio de las partículas de CB, menor es el módulo del compuesto de caucho, hecho que ha sido avalado por un gran número de estudios y pruebas.** Un módulo bajo significa que se requiere poca fuerza para estirar (alargar) una

CALIDADES DEL CB	ISAF N220	HAF N330	FEF N550	GPF N660	SRF- LM
Tamaño medio de las partículas (nm)	22	28	45	66	78
Módulo a 300 % de caucho natural (MPa)	16.1	15.5	15.7	13.3	10.8
Módulo a 300% de SBR (MPa)	10.3	9.7	8.8	6	5.4

Tabla 1: Módulo vs. calidad de CB

muestra, lo que es indicativo de un compuesto de baja calidad. Las pruebas realizadas por Shibata Industrial en Japón demuestran cómo cambia el módulo tanto en compuestos de solo caucho natural como de solo SBR con una dosis constante de CB dependiendo del tamaño de partícula de la carga. Al comparar los efectos del uso de CB con un tamaño promedio de partícula que iba de 22 nm a 78 nm, el módulo del compuesto se redujo significativamente a medida que las partículas se hacían más grandes. A lo largo de todo el rango de medición, el módulo se redujo en aproximadamente un 30 % con compuestos 100 % de caucho natural y casi un 50 % con compuestos 100 % de SBR (ver Figura 2), una diferencia que prueba de forma indirecta un hecho que se discutió anteriormente: que el caucho natural requiere menos refuerzo adicional.

En resumen, la calidad de los compuestos no puede medirse por su cantidad de CB. Por lo tanto, por este motivo las composiciones no pueden excluirse de las especificaciones. La proporción de componentes del compuesto y el necesario tamaño de las partículas de CB están inevitablemente relacionados con el rendimiento y las propiedades físicas deseadas de la defensa. Un razonamiento similar se aplica al empleo de CC en compuestos de caucho.

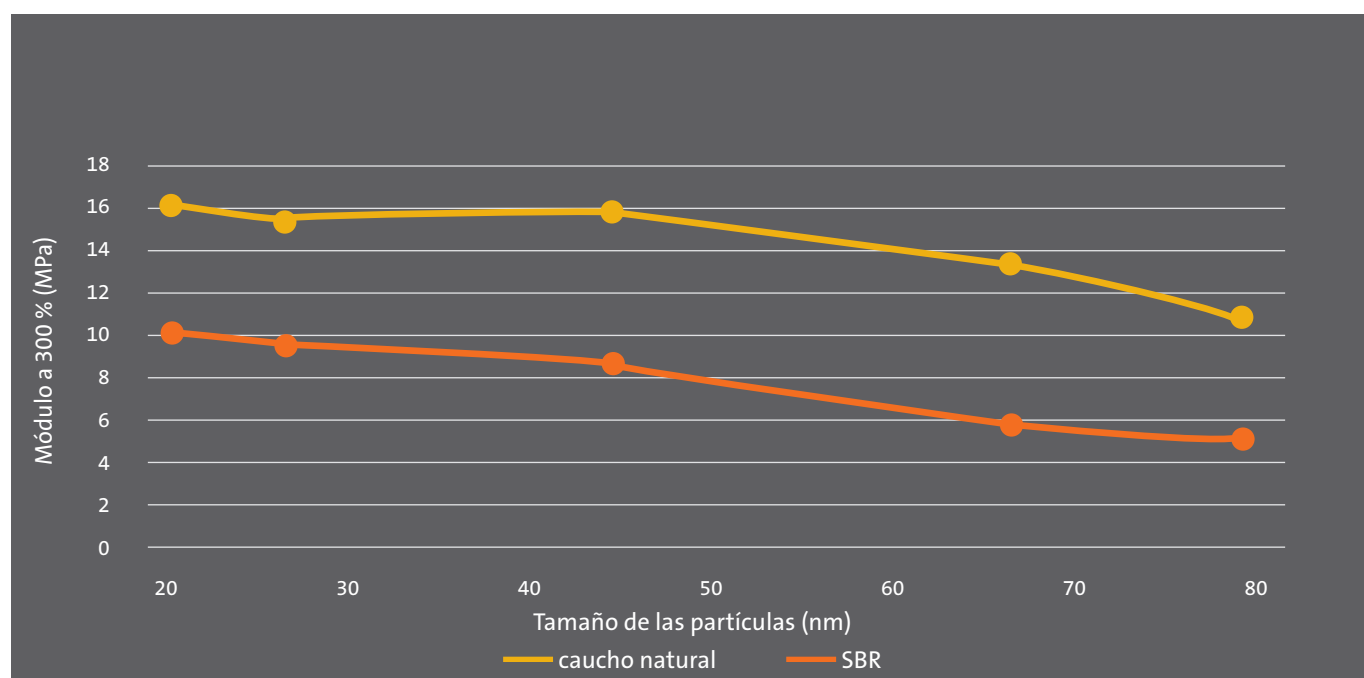


Figura 2: Módulo vs. tamaño de partícula de CB (CB 33 %)

C. Carbonato cálcico: mejor que su reputación.

Además del CB, los productos de caucho de alta calidad de la industria de las defensas emplean muchos otros aditivos, entre los cuales el carbonato cálcico (CC) es el más conocido. Existen dos tipos diferentes de CC: CC natural y CC sintético.

Ambos se presentan en forma de polvo, aunque el tamaño de las partículas puede variar. Añadir CC mejora la procesabilidad y el comportamiento durante la vulcanización y los resultados de la deformación permanente por compresión. Además, la cantidad adecuada de CC sintético en tamaños de partícula pequeños tiene un claro efecto reforzante.

A pesar de estos méritos, el CC tiene una reputación bastante mala en el mercado. Se dice que es un sustituto barato de los polímeros y que da lugar a peores propiedades físicas, así como a un menor rendimiento y durabilidad en los compuestos de caucho. En determinados casos, estas afirmaciones pueden ser correctas; sin embargo, no proporcionan la verdad completa sobre el CC.

Al igual que con el CB, el origen, la calidad, la dispersión y, sobre todo, el tamaño de las partículas y la pureza del CC determinan la forma en que el aditivo influye en las propiedades físicas y la durabilidad del compuesto de caucho. Por lo tanto, no se puede generalizar que el CC solo tiene efectos negativos. Si se usa correctamente, es útil para conferir a un compuesto propiedades físicas que cumplen o incluso superan las normas internacionales de testeo para defensas de caucho.

Los expertos de la ASTM y de otros institutos coinciden en que:

“*«Cuando se trata de compuestos de caucho para defensas marinas, no existe una norma en cuanto a la composición química, ya que la calidad de estas defensas está determinada por su capacidad para cumplir con los estrictos requisitos de rendimiento de su campo de operación. Por consiguiente, las propiedades físicas del compuesto deben considerarse como el único indicador significativo de la calidad del producto de una defensa de caucho.»*”



Defensas Celda CSS | Yamal | Rusia

D. El compuesto correcto: un camino sinuoso.

Para resumir lo que hemos visto hasta ahora, la Tabla 2 muestra de forma gráfica que dos compuestos de caucho pueden tener composiciones químicas muy diferentes e incluso así poseer las propiedades físicas necesarias para cumplir con los criterios de rendimiento requeridos para defensas marinas, y así cumplir con las normas internacionales. Esto se debe fundamentalmente a los diferentes requisitos de refuerzo que presentan el caucho natural y el SBR. **La elección de la base de caucho del compuesto depende de la disponibilidad del polímero y de las características del producto requeridas por la defensa.** La misma lógica causal también se aplica a la elección y cantidad del resto de componentes con los que se mezcla el compuesto de caucho. Por muy plausible que esto pueda parecer, se ha convertido

en un fenómeno recurrente en la industria de las defensas el ocultar esta simple verdad a la vez que se difunde información engañosa. A este respecto, afirmar de forma errónea que la composición química de un componente de caucho es el principal criterio de calidad de la defensa supone alterar los hechos de forma peligrosa. **La composición química resulta importante en la producción de defensas, pero no es el único factor. Como se ha mostrado anteriormente, son las propiedades físicas las que determinan en última instancia la calidad de una defensa.**

Esta distorsión de los hechos resulta problemática cuando las partes interesadas invocan criterios subjetivos como indicadores de calidad de las defensas. Un buen ejemplo de esto tiene que ver con la densidad de los compuestos de caucho. La alta densidad se considera un síntoma de baja calidad, lo cual es una afirmación problemática cuando se acepta sin cuestionarla.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	PRUEBA DE TGA						
				COMPUESTO 1		COMPUESTO 2	
	Polímero [%]			47.5		46.9	
	Negro de carbón [%]			37.5		27.5	
	Resíduos (cenizas) [%]			2.9		17.9	
PROPIEDADES FÍSICAS	PRUEBA DE PROPIEDADES FÍSICAS						
	PROPIEDADES	MÉTODO DE PRUEBA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO COMPUESTO 1	OBSERVACIÓN	RESULTADO COMPUESTO 2	OBSERVACIÓN
	Resistencia a la tracción [MPa]	ASTM D412 Troquel C - valor original antes del envejecimiento	≥ 16	20.20	✓	19.11	✓
	Elongación a la rotura [%]	ASTM D412 Troquel C - valor original antes del envejecimiento	≥ 400	514.00	✓	586.08	✓
	Resistencia al desgarro [kN/m]	ASTM D624 Troquel B	≥ 70	127.34	✓	104.42	✓
	Deformación permanente por compresión [%]	ASTM D395 Método B, a 70°C durante 22 horas	≤ 30	19.31	✓	17.93	✓

Tabla 2: Comparación de compuestos en cuanto a composición química y propiedades físicas | Compuestos 1 y 2 tomados de defensas que han estado operativas con éxito durante años

Dado que los componentes como los aditivos y los agentes de vulcanización tienen una densidad más alta que el caucho, es probable que cualquier compuesto que necesite reforzante tenga una densidad más alta. Y, como vimos anteriormente, estos compuestos también cumplen con las normas internacionales. **Así que la densidad es solo un parámetro significativo cuando se considera en contexto.**

Un ejemplo más llamativo de este tipo de engaño es la práctica de evaluar la calidad de un compuesto de caucho sometándolo a un análisis termogravimétrico (TGA).

El TGA es un método de análisis térmico en el que una muestra, en este caso de una defensa de caucho, se pesa de forma continuada durante el calentamiento. Como los diferentes componentes se queman a diferentes temperaturas, la pérdida de peso constituye una indicación sobre la composición de la muestra. Algunas partes, sin embargo, no se queman, ni siquiera a temperaturas muy altas, a pesar de añadir oxígeno atmosférico. Otras se liberan en forma de CO₂ durante el proceso. Las partes que no se queman y que quedan al final se conocen como residuos (cenizas).

Aunque el TGA es útil como un medio práctico para verificar la composición química de un compuesto, no proporciona ninguna correlación significativa con la calidad del compuesto. No obstante, algunos consideran de forma

errónea que un alto porcentaje de cenizas indica baja calidad, aunque existen razones perfectamente lógicas para los residuos. Como se mencionó anteriormente, el caucho natural como producto natural contiene ceniza, por lo que no es de extrañar que permanezcan cantidades mayores de ceniza después de quemar un compuesto de caucho a base de caucho natural. Otro residuo, el óxido de zinc, se suele añadir para el proceso de curado como un aditivo de vulcanización necesario. La sílice, que es el agente reforzante en las defensas grises (ver también p. 5), tampoco se quema y deja grandes cantidades de ceniza. Lo mismo se aplica al mencionado CC.

El uso de los resultados del TGA para desacreditar componentes que son típicos en la producción de caucho, esenciales incluso en la fabricación de defensas para cumplir con ciertos requisitos, debe considerarse no solo como una práctica engañosa, sino también como una práctica potencialmente peligrosa. Como se mencionó anteriormente, los resultados del TGA no permiten ninguna conclusión significativa en cuanto a la calidad de una defensa o su idoneidad para un proyecto. Por lo tanto, los resultados del TGA no aseguran que una defensa esté a la altura de lo que se espera en su campo de operación. **Y si una defensa de caucho no funciona como se requiere, no se puede garantizar la seguridad en las operaciones marítimas.**

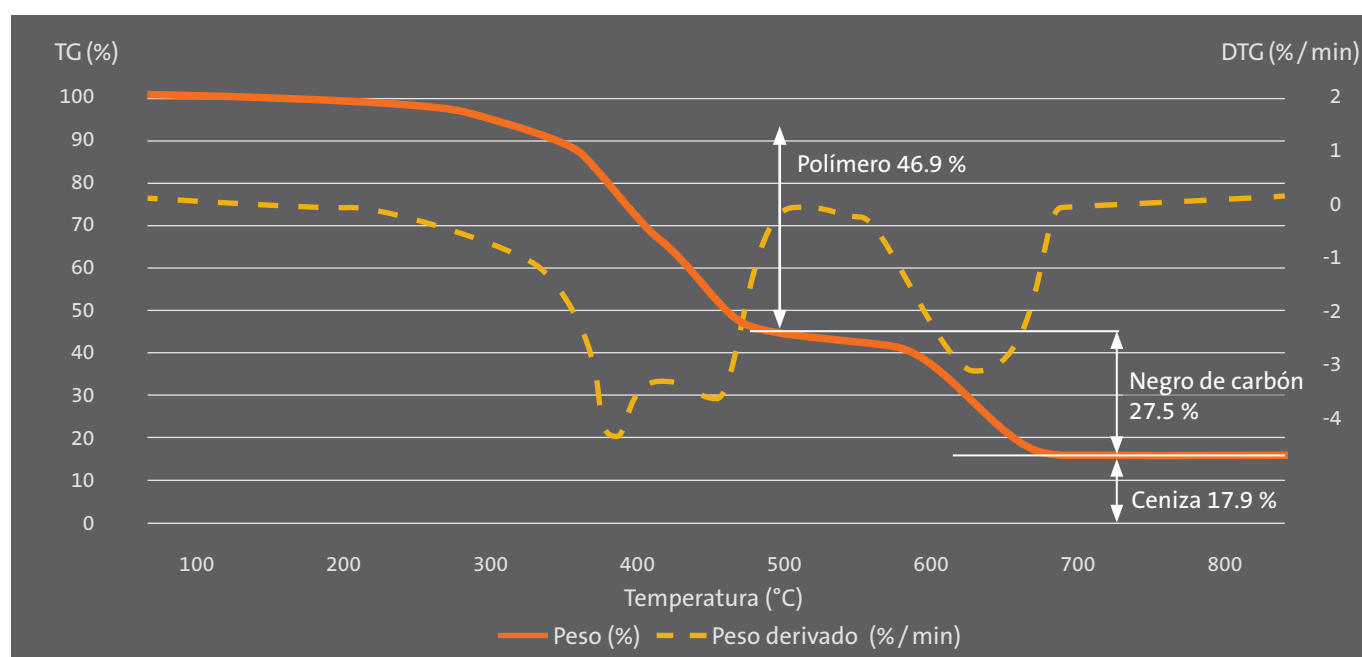


Figure 3: Thermogravimetric analysis (TGA) | Values based on Compound 2 (see Table 2)

Después de todo, las defensas son de vital importancia para proteger las estructuras portuarias y crear un entorno seguro para las embarcaciones y las tripulaciones. En este contexto, creemos que la respuesta a lo que constituye una buena defensa no solo tiene que reflejar un alto nivel de experiencia técnica, sino también dar prueba de un claro sentido de responsabilidad corporativa. **Desde el punto de vista técnico, una buena defensa es el resultado de una combinación de materias primas de alta calidad y un fabricante de defensas experto en la composición, lo que garantiza que el rendimiento del producto final cumpla, o supere, los requisitos del proyecto individual, así como las normas internacionales.** Desde una perspectiva ética, una buena defensa es la prueba física de una cultura corporativa que antepone los requisitos de rendimiento individuales del cliente en primer lugar a la hora de determinar la calidad del producto en vez de su propia necesidad de diferenciación en el mercado. En pocas palabras, la calidad de una defensa está determinada por su rendimiento en el campo, no por las afirmaciones de un fabricante de defensas.

Como fabricante de defensas con un amplio conocimiento y una experiencia sin precedentes en la producción de caucho, en el Grupo ShibataFenderTeam (SFT) creemos que la composición es una disciplina experta que no debe tomarse a la ligera y que es tan específica del proyecto que no puede generalizarse de ninguna manera.

Al fin y al cabo, una defensa marina necesita un compuesto de caucho individualizado que le confiera las propiedades físicas adecuadas para su campo de aplicación específico.

Con la Serie de Boletines Técnicos, SFT desea abogar por una mayor transparencia en la producción de defensas con el fin de garantizar unos estándares de calidad impulsados por un compromiso con los productos de alto rendimiento y un claro sentido de la responsabilidad.

Nota:

- ▶ Las propiedades físicas son el único indicador fiable de la calidad de un compuesto de caucho, según definen las normas internacionales.
- ▶ Las proporciones de aditivos y agentes reforzantes como el CB, el CC y la sílice deben ser determinadas por especialistas con un profundo conocimiento de los materiales, ya que la cantidad y el tamaño de las partículas influyen en gran medida en el compuesto, su rendimiento y durabilidad.
- ▶ Los compuestos mezclados correctamente con CC por fabricantes experimentados cumplen y superan las normas internacionales de testeo; las defensas que emplean dichos compuestos tienen una alta durabilidad y alcanzan una vida útil normal de más de 20 años.

Grupo ShibataFenderTeam.

El Grupo ShibataFenderTeam es uno de los principales fabricantes internacionales de defensas con más de 50 años de experiencia en la producción de defensas, más de 100 000 defensas en servicio y más de 90 años de experiencia en la producción de productos de caucho. Shibata Industrial, con sede en Japón, es responsable de la producción y la I+D, mientras que ShibataFenderTeam, con sede en Alemania, se ocupa del diseño y la venta. Sus oficinas regionales en los Estados Unidos, Europa y Asia cuentan con el apoyo de una amplia red de representantes locales bien establecidos en seis continentes.

Crear y proteger el valor es el objetivo esencial al que nuestros productos están destinados. Ofrecemos la gama completa de productos de defensas marinas, desde simples perfiles de caucho hasta sistemas de alta ingeniería, así como accesorios y fijaciones. La excelencia en ingeniería significa que nuestros socios pueden estar seguros de que pueden esperar lo mejor de nosotros en todas las áreas. Nuestra experiencia nos ha hecho ganar una reputación como un socio de confianza en el mercado internacional de puertos, muelles y vías navegables.

info@shibata-fender.team

 www.shibata-fender.team

Referencias:

A menos que se indique lo contrario, todas las referencias al caucho y a los compuestos de caucho utilizadas en este boletín técnico se han extraído de:

- Abts, G. (2007). Einführung in die Kautschuktechnologie (*Introducción a la tecnología del caucho*). Munich: Hanser
- Hofmann, W. & Gupta, H. (2009). Handbuch der Kautschuktechnologie (*Guía de referencia para la tecnología del caucho*). Ratingen: Gupta

GRUPO SHIBATAFENDERTEAM.

SEDE:

ShibataFenderTeam AG – Alemania

+49 (0)40 63 86 10 - 170

info@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Inc. – Estados Unidos

+1 (571) 281-3770

contact-americas@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam S.A.S. – Francia

+33 (0)1 48 73 00 96

contact-france@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Sdn. Bhd. – Malasia

+60 (0)3 5545 9215

contact-malaysia@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Spain SLU – España

+34 960 913 108

contact-spain@shibata-fender.team