

# MEZCLADO.

## UNA OPERACIÓN PASO A PASO



**SHIBATAFENDERTEAM**

▶ on the safe side

## Índice.

Boletines técnicos de SFT .....	02
Boletines técnicos de SFT .....	04
A. Ingredientes de composición – .....	05
Decisiones fundamentales	
B. Masticación de caucho – Preparación básica .....	06
C. Equipo de mezclado – Trabajo en equipo eficaz .....	07
de la máquina	
D. Laminado – Cómo lograr un material uniforme.....	09
E. Concentrados de color – Todo sobre los aditivos.....	10
F. Acabado – Una pizca de azufre .....	11
Conclusión.....	12
Grupo ShibataFenderTeam .....	13

## Resumen ejecutivo.

El segundo boletín técnico de SFT sobre la fabricación de defensas continúa la senda del primero con una descripción general del proceso de mezclado del compuesto de caucho. A partir de los resultados de la composición del caucho que se mostraban en el número anterior, el actual boletín se centra en los pasos de preparación y mezcla de las materias primas y en cómo afectan al rendimiento de una defensa de caucho.

La fabricación de defensas, al igual que otros sectores de fabricación de caucho, es generalmente conocida como una industria que se basa, sobre todo, en el conocimiento práctico y en la experiencia. La complejidad y el número infinito de posibles composiciones de caucho y técnicas de mezclado, así como los requisitos individuales para cada producto de caucho diferente, hacen que sea difícil determinar procedimientos universales.

En este documento se describen los pasos individuales del mezclado de caucho para poder hacerse una idea general de esta parte tan delicada de la fabricación de defensas. Al

examinar la interacción compleja entre los materiales y su procesamiento, y al presentar los diversos dispositivos de mezclado disponibles, queda claro hasta qué punto la producción de defensas de alta calidad depende de la pericia del fabricante. La elección y el funcionamiento adecuado del equipo están sujetos a una larga experiencia en esta parte importante de la fabricación de caucho y sus efectos en la calidad final de la defensa.

## Boletines técnicos de SFT.

Los sistemas de defensa marina son esenciales cuando se trata de proteger a personas, barcos e infraestructuras portuarias, además de facilitar operaciones de atraque seguras. La calidad de una defensa marina se mide exclusivamente por sus propiedades de rendimiento, que se reducen a tres aspectos: seguridad, fiabilidad y durabilidad.

**Sin embargo, los requisitos para cada sistema de defensa son diferentes, por lo que el desarrollo de una defensa es un proceso único, desde el diseño e ingeniería de la solución personalizada y la elección de las materias primas, hasta los procedimientos de fabricación.**

Las normas y pautas internacionales actuales como PIANC2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) o BS6349 (2014) se refieren únicamente a las propiedades físicas finales de una defensa marina. No indican las especificaciones de la composición química, como tampoco existen normas de la industria para el mezclado ni el equipo



Producto con aditivo de color incorporado, cortado y apilado para su acabado.

utilizado en el procedimiento. **En consecuencia, la calidad de una defensa y sus propiedades físicas son y seguirán siendo el objetivo definido de la fabricación de defensas.**

En los cuatro números de los boletines técnicos de SFT se analiza todo el proceso, desde la composición del caucho hasta las pruebas de la defensa de caucho acabada, con el fin de ofrecer una visión imparcial sobre cómo se consigue una defensa de alta calidad. Se dan ejemplos de cómo se pueden lograr las propiedades físicas relevantes para el rendimiento en cada paso de la producción.

El número I aborda la correlación que existe entre las materias primas y su composición, y las propiedades de la defensa final. En el número II se definen aspectos importantes del proceso de mezclado y de los correspondientes equipos. El número III describe el proceso de fabricación y curado y, con el número IV, se cierra la serie, con un informe detallado sobre el testeo.



Boletines técnicos de SFT:  
N.º 1 Composición | N.º 2 Mezclado | N.º 3 Curado | N.º 4 Testeo

Con sus boletines técnicos, SFT desea abogar por una mayor transparencia en la producción de defensas, con el fin de garantizar estándares de calidad impulsados por el compromiso con productos de alto rendimiento y un claro sentido de la responsabilidad.

## Boletines técnicos de SFT – N.º II.

Dado que el mezclado es un paso esencial en la producción de productos de caucho, este número de los boletines técnicos de SFT se centra en las fases individuales del proceso de mezclado y en cómo afectan al rendimiento de una defensa de caucho. El procesamiento del caucho requiere una incorporación y dispersión completas de los elementos que entran en la composición, tales como diferentes tipos de cauchos crudos, cargas y diversos productos químicos. **Resulta vital prestar atención a cómo se unen estos elementos y conforman una defensa de alta calidad.** La resistencia mecánica superior, la flexibilidad y la durabilidad son algunos de los requisitos que desempeñan un papel crucial en la vida de una defensa. **Existe una dependencia mutua entre todos los pasos de la fabricación de defensas, desde la elección de las materias primas y el equilibrio del diseño del compuesto, hasta la precisión del proceso de mezclado que configura el producto final predefinido.** El desarrollo de la receta de composición y el posterior proceso de mezclado son las partes más delicadas cuando se trata de la producción de defensas.

La amplia variedad de composiciones de compuestos de caucho requiere que el proceso de mezclado resuelva estas diferencias en términos de proceso y equipo. **Teniendo en cuenta que no hay dos proyectos de defensa iguales, resulta esencial tratar de forma individualizada la producción de cada pedido.**



Caucho natural en bruto

La complejidad de la interacción entre la composición y las propiedades del producto exige un conocimiento profundo y una pericia contrastada por parte del fabricante, que tradicionalmente evoluciona y madura a través de la experiencia a largo plazo en este campo.

La procesabilidad del caucho, la fiabilidad del proceso y la eficiencia económica son características que pueden lograrse de diferentes maneras. **Para obtener una distribución homogénea de los ingredientes de composición y una alta dispersión, el fabricante depende de un equipo de mezclado industrial de alto rendimiento.** El documento destacará en adelante el equipo apropiado para cada paso de producción y comentará algunos conceptos erróneos generalizados sobre los diferentes tipos de mezcladores utilizados comúnmente en la industria del caucho.

Este boletín técnico muestra el proceso de mezclado de caucho (que consiste en la masticación, la producción de concentrados de color y el acabado; véanse las figuras 1 y 2 para obtener una descripción general y los pasos detallados) y el equipo, tal como recomienda el Grupo ShibataFender-Team (SFT) con el fin de sentar un ejemplo para la industria.

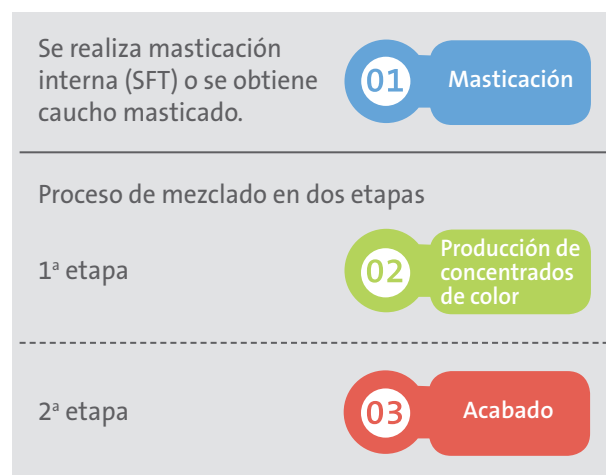


Figura 1: Proceso de mezclado – Descripción general

## Nota:

El siguiente procedimiento ilustra un proceso de mezclado de dos etapas que de ninguna manera pretende ser la única vía para producir una buena defensa. Sin embargo, muestra la correlación de los distintos pasos del proceso de mezclado y los factores que habrán de tenerse en cuenta para la calidad final de una defensa. Es posible el mezclado en una sola etapa en mezcladores internos, así como el uso de un solo tipo de mezclador interno, aunque no constituye una solución ideal para todos los compuestos de caucho.

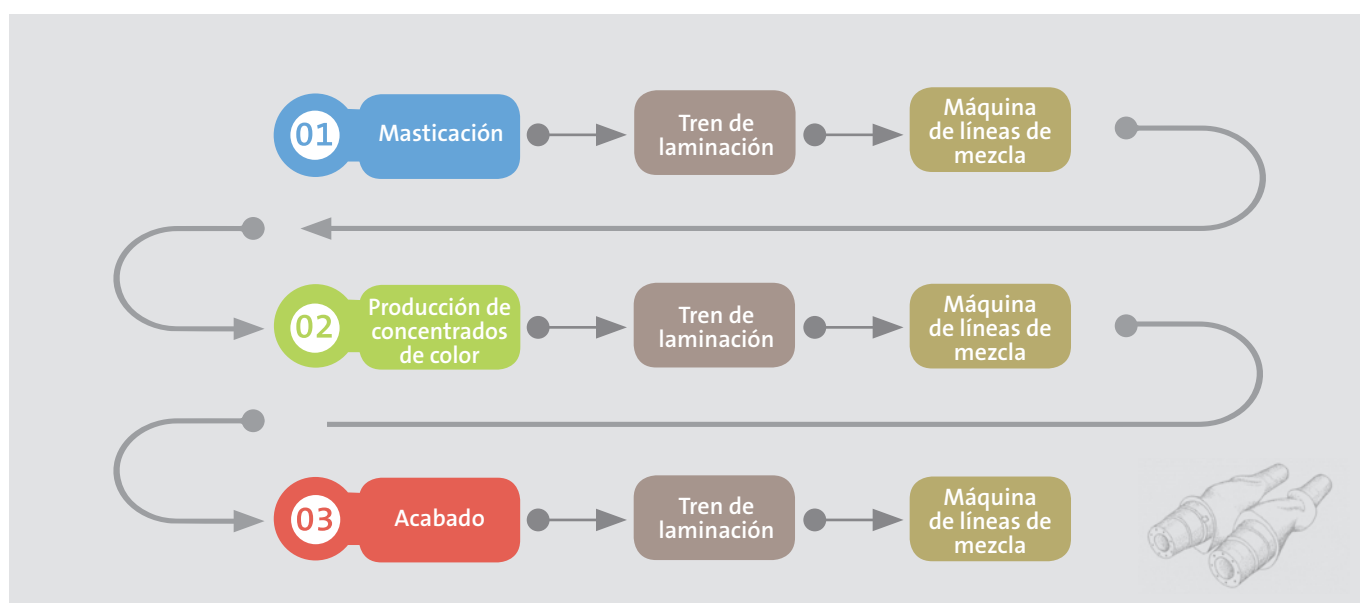


Figura 2: Proceso de mezclado – Pasos detallados

## A. Ingredientes de composición – Decisiones fundamentales.

Tal como se indicaba en el boletín nº 1, una composición química bien ajustada del compuesto de caucho es la piedra angular para obtener una defensa de alta calidad y un comportamiento de mezclado favorable. Para evitar inconsistencias en las propiedades finales del producto, resulta muy importante la selección de caucho en bruto. El estado inicial del caucho natural (CN) como producto sin procesar puede presentar variaciones de viscosidad debido a la alteración del peso molecular y a una desigual distribución molecular. El caucho natural se obtiene en forma de látex de un árbol llamado *Hevea brasiliensis*. El alto consumo y la limitación geográfica de esta materia prima en el siglo XVIII llevaron al desarrollo del caucho sintético (CS). El caucho sintético más utilizado en compuestos de defensas es el caucho estireno-butadieno (CEB). Hoy en día, se ha convertido en norma mezclar caucho natural con sintético, ya que, debido a las propiedades complementarias de los diferentes tipos de caucho, se mejoran las propiedades físicas de la defensa, como la estabilidad ante el envejecimiento, la resistencia a la tracción y la procesabilidad. **Dependiendo de la composición de la mezcla de caucho, los otros ingredientes de composición deberán equilibrarse de manera muy precisa para obtener las características óptimas de la defensa**



Caucho sintético (caucho estireno-butadieno)

**de caucho final.** Los ingredientes adicionales para mejorar las propiedades físicas requeridas de la defensa, así como la procesabilidad del caucho, son negro de carbón (CB), carbonato de calcio (CC) natural y sintético, aceite de proceso, antioxidante y antiozonante para proteger el caucho contra el envejecimiento y el deterioro del ozono y azufre como agente vulcanizante. **La interacción química y la influencia recíproca entre los elementos individuales deben considerarse con precisión para cada composición de caucho.** Como se mencionó anteriormente, el número de fórmulas posibles es infinito y su composición es una cuestión de precisión del orden de gramos. En el número 1 de los boletines técnicos, se puede obtener información detallada sobre los ingredientes de composición individuales y la composición de caucho.



Caucho natural masticado

## B. Masticación de caucho – Preparación básica.

El caucho natural en su forma original posee un alto peso molecular (que equivale a una alta viscosidad) y una estructura molecular desigual, una condición que complica la mezcla homogénea con caucho sintético, así como una dispersión uniforme con otros ingredientes. Por esta razón, se realiza la masticación mecánica (véase la figura 3) antes del proceso de mezclado real para obtener una superficie del material que sea receptiva a la dispersión de la mezcla de polímeros e ingredientes de composición. Durante el proceso de masticación mecánica, las fuerzas de cizallamiento de los rotores en un mezclador interno rompen la estructura molecular del caucho, acortan las cadenas moleculares largas y producen una alineación paralela de las moléculas. El resultado es un caucho de baja viscosidad con plasticidad y fluidez uniformes y, por lo tanto, pasa a ser una materia prima con propiedades de mezclado y procesabilidad ideales.

Los fabricantes de caucho pueden optar por adquirir caucho masticado o realizar una masticación interna (como se hace

en SFT), lo que brinda oportunidades adicionales para la gestión de la calidad y la uniformidad entre lotes. La masticación se realiza generalmente con mezcladores internos (para obtener más información sobre los mezcladores, véase la siguiente sección sobre equipos de mezclado). Cuando se utiliza un mezclador interno, el caucho natural entra en la cámara de mezclado a través de la puerta de la tolva en forma de bloque y se procesa mediante las dos paletas del rotor de acero pesado del mezclador. El caucho masticado se descarga y se deja caer directamente en un tren de laminación, donde se lamina para obtener una mayor procesabilidad (véase la figura 4). Todos los pasos desde la masticación hasta el acabado se supervisan y documentan con precisión.



Caucho masticado en tren de laminación

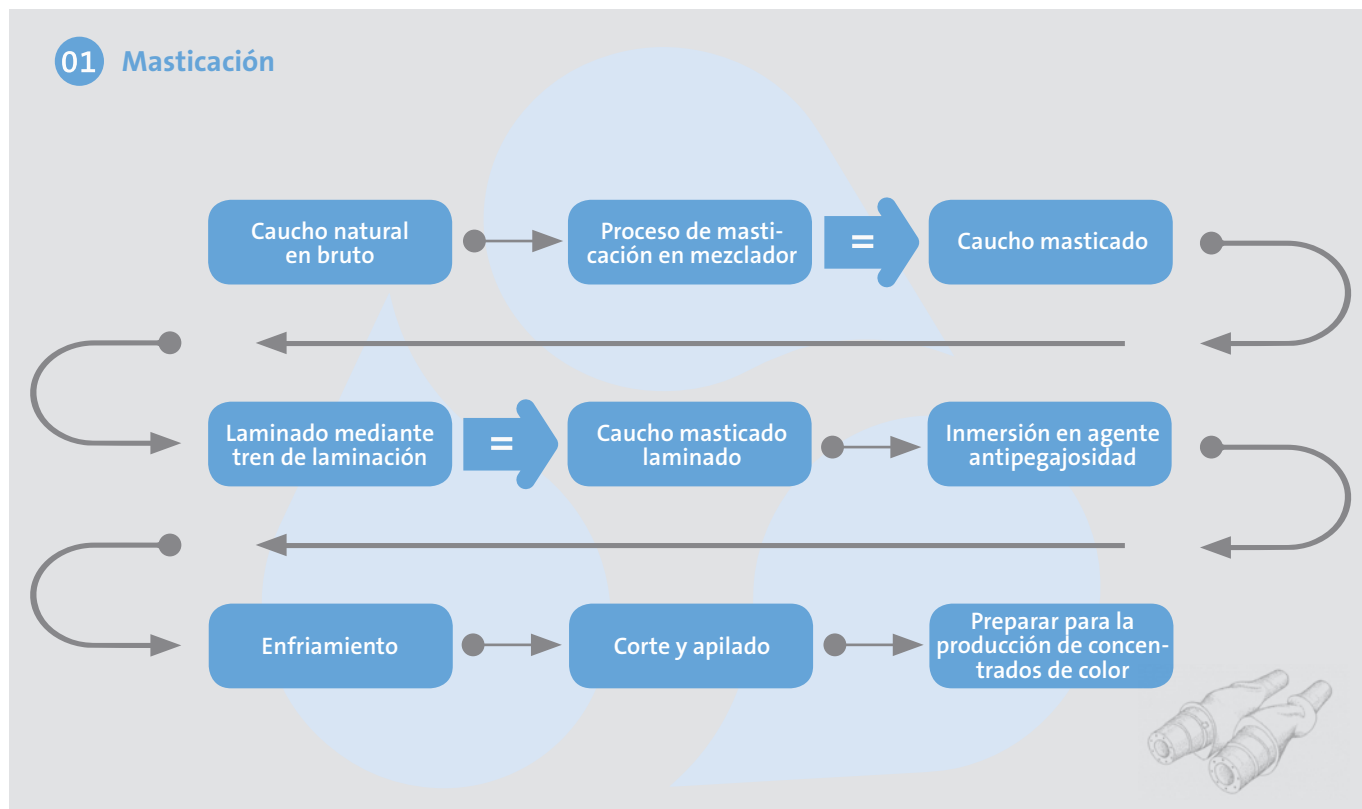
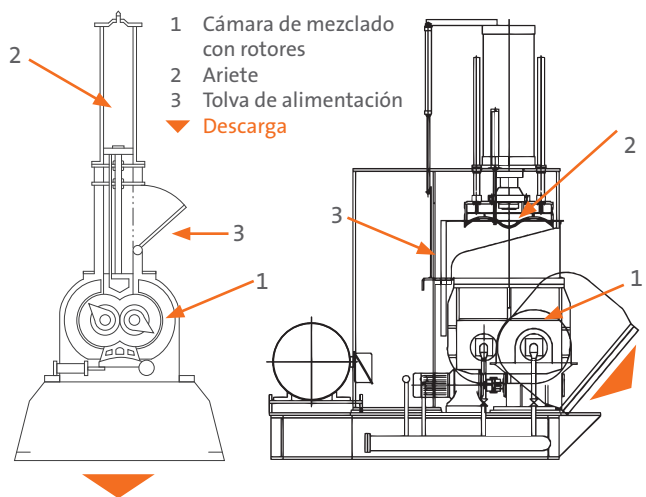


Figura 3: Masticación – Pasos detallados

## C. Equipo de mezclado – Trabajo en equipo eficaz de la máquina.

Los mezcladores más comunes en la fabricación de caucho son el Banbury y el Kneader, ambos mezcladores internos, y el tren de laminación. **La construcción de estos dos mezcladores internos es similar en lo que respecta a sus características mecánicas, mientras que cada máquina tiene sus preferencias para diferentes procedimientos, y se pueden utilizar de manera complementaria para optimizar el tiempo y la rentabilidad.** Ambos mezcladores consisten básicamente en pares de rotores de giro opuesto, una cámara de mezclado, un peso flotante (ariete) y una tolva de alimentación. Los dos mezcladores tienen diferentes mecanismos de salida de caucho: el caucho sale del Kneader directamente desde la cámara de mezclado, que se inclina hacia atrás para descargar el material. El Banbury tiene una puerta abatible, a través de la cual se deja caer el caucho en el tren de laminación.

Ambas máquinas están disponibles con diferentes tamaños de cámara. **Contrariamente a la creencia popular del sector, un mezclador grande no está directamente vinculado con un proceso más eficiente o una alta calidad del resultado final:** con polímeros térmicamente sensibles como CN y CEB, no se debe exceder de una cierta temperatura durante el proceso de mezclado. La ventaja clave de los mezcladores más pequeños es una relación más favorable entre el volu-



Dibujo de un mezclador Banbury      Dibujo de un mezclador Kneader



Mezclador Banbury



Mezclador Kneader

men de cámara y la superficie de enfriamiento. Los sistemas de mezclado más pequeños tienen una relación de enfriamiento de superficie superior en comparación con los sistemas más grandes: el volumen aumenta al cubo, mientras que la superficie de enfriamiento aumenta al cuadrado. En consecuencia, la temperatura de mezclado siempre será considerablemente más alta en un mezclador más grande. Además, en mezcladores más grandes, se tarda más tiempo en mezclar los lotes grandes, lo que puede dañar la estructura molecular del caucho y la calidad del compuesto final. La calidad disminuye con el tiempo de mezclado ampliado y finalmente afecta negativamente a las propiedades físicas del producto final. **De hecho, un mezclador más grande es económicamente beneficioso debido a sus mayores tasas de producción, pero, siguiendo el principio de la calidad como una prioridad, un mezclador de tamaño mediano debe ser la primera opción para anteponer la calidad a la cantidad.**

A pesar de las similitudes de ambos mezcladores internos, cada máquina ofrece ciertos beneficios que la hacen más adecuada para una etapa de la producción que para otro (para una descripción detallada, véase la tabla 1). El Banbury es el mezclador indicado para la producción de concentrados de color con su motor de alto rendimiento, velocidad de rotor ajustable y sistema de pesaje automatizado. Se pueden lograr altos grados de dispersión y mezclado de caucho de alta viscosidad en un corto período de tiempo. Dado que el Banbury funciona a temperaturas más altas que el Kneader, no es la mejor solución para la masticación y el acabado, aunque es factible. La temperatura más alta del Banbury se compensa con un tiempo de mezclado más corto. Sin embargo, hay ciertas ventajas para favorecer al Kneader frente al Banbury. Son:

- ▶ Masticación: facilidad de carga de bloques de caucho crudo;
- ▶ Producción de concentrados de color: para producir compuestos coloreados, como compuestos grises, ya que la temperatura de mezclado debe ser relativamente baja;
- ▶ Acabado: mayor efecto de enfriamiento y facilidad de descarga de material desde la cámara de mezclado.

**La selección del mezclador adecuado para el paso de producción respectivo y su funcionamiento correcto requiere mucha experiencia; el uso de ambos mezcladores puede ser una gran ventaja.**

El tren de laminación consta de dos rodillos paralelos de giro opuesto con un espacio intermedio que se puede ajustar. El tren de laminación se puede utilizar para todos los pasos del proceso de mezclado. Para la producción de concentrados de color se añaden otros ingredientes de composición al caucho. Las fuerzas de cizallamiento extremadamente elevadas del tren de laminación a baja temperatura conducen a una mayor dispersabilidad de los ingredientes, pero, a diferencia de los mezcladores internos con sus cámaras selladas, el tren de laminación es un sistema mecánico abierto y las materias primas se esparcen.

Esto daría lugar a un entorno de producción polvoriento e inseguro, que es un argumento sólido para el uso de mezcladores internos. Además, un mayor tiempo de mezcla reduce la eficiencia del tren de laminación y, por lo tanto, se utiliza más comúnmente para el laminado, que se describirá en la siguiente sección.

PASO DE MEZCLADO	MEZCLADORES INTERNOS		TREN DE LAMINACIÓN
	BANBURY	KNEADER	TREN DE LAMINACIÓN DOBLE
Masticación <b>01</b>	+ factible pero menos eficiente	+ llenado eficiente de bloques de caucho	+ fuerzas de cizallamiento superiores – productividad comparativamente baja
Producción de concentrados de color <b>02</b>	+ adecuado para cauchos de alta viscosidad + velocidad del rotor ajustable + dispersión rápida + cámara sellada + pesaje automatizado + temperatura adecuada para la dispersión química	+ cámara sellada + adecuado para compuestos coloreados debido a la menor temperatura  – menor productividad que el Banbury – no adecuado para cauchos de alta viscosidad	+ elevada fuerza cortante y dispersión muy exhaustiva  – productividad comparativamente baja – dispersión de materias primas – requiere un trabajador calificado – entorno laboral peligroso
Acabado <b>03</b>	+ factible pero menos eficiente	+ mayor efecto de enfriamiento + fácil descarga de material	+/- véase más arriba

Tabla 1: Equipos de mezclado de un vistazo



## D. Laminado – Cómo lograr un material uniforme.

Después de cada operación de mezclado (masticación, producción de concentrados de color y acabado), el caucho se prepara para la siguiente etapa de producción, que consiste en ser laminado en un tren de laminación. **El caucho que se deja caer en el espacio entre los rodillos de molienda se mezcla una vez más con los rodillos de giro opuesto y las elevadas fuerzas de cizallamiento.** Luego, se envuelve el rodillo delantero con caucho y se transforma en una lámina mediante los dos rodillos de molienda. Junto al tren de laminación se coloca la máquina de líneas de mezcla. Realiza cuatro pasos principales con un cortador giratorio al final de la línea (véase la figura 4). Primero, las láminas de caucho se estampan con el código del compuesto (concentrado de color y compuesto acabado únicamente) y se sumergen en un recipiente lleno de un agente antipegajosidad diluido que evita que las láminas de caucho sin curar se peguen entre sí. Las láminas de caucho se transfieren luego a una cámara de enfriamiento que disminuye rápidamente su temperatura y también ayuda a secar el agente antipegajosidad. Finalmente, el caucho se transfiere al cortador giratorio donde las láminas se cortan con la longitud deseada. El

caucho acabado permanece sin cortar y se pliega en una sola pieza, con el fin de mejorar la capacidad de procesamiento para el siguiente proceso de fabricación.



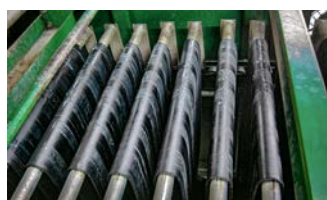
Concentrado de color en tren de laminación



Estampación



Antipegajosidad



Enfriamiento



Corte



Figura 4: Proceso de mezclado – Tren de laminación y máquina de líneas de mezcla

## E. Concentrado de color – Todo sobre los aditivos.

El proceso de mezclado de dos etapas comienza con la producción del concentrado de color: un paso crucial en el proceso de mezclado, preferiblemente realizado en el Banbury (véase la figura 5). Aquí es donde se mezclan todos los ingredientes de composición, excepto el agente vulcanizante.

**Se debe prestar especial atención a la secuencia de adición de ingredientes y a los tiempos de mezclado subsiguientes.**

En un primer paso, el caucho natural (CN) masticado (NR) se mezcla con caucho sintético (caucho estireno-butadieno, CEB) para crear una mezcla de caucho uniforme. Debido a las propiedades del caucho natural obtenidas a través de la masticación, la mezcla de caucho se puede mezclar de manera óptima con todas las cargas y productos químicos necesarios para obtener las propiedades físicas deseadas. El negro de carbón y el aceite de proceso se añaden en un segundo paso y, después del tiempo de mezcla establecido, las cargas y los productos químicos se liberan en la cámara. Tras cada adición de un ingrediente, la puerta de la tolva se cierra nuevamente y el material queda presionado dentro de la cámara por el ariete, donde luego se mezcla con una atenta vigilancia de la evolución de la temperatura y las fuerzas de rotación.

Han de supervisarse con precisión varios parámetros en esta operación. Para empezar, el sistema de pesaje automatizado y el controlador del proceso de mezclado automático del Banbury evitan errores humanos con respecto a la composición química del compuesto y los ajustes de mezclado.

**Si el mezclado es insuficiente en esta etapa, el negro de carbón no se dispersará homogéneamente, lo que afecta de modo negativo al compuesto final.**

El mezclado se debe realizar a una temperatura relativamente alta para derretir los productos químicos y obtener una dispersión suficiente; sin embargo, a temperaturas demasiado altas, el caucho se vuelve demasiado blando y no se pueden generar fuerzas de cizallamiento suficientes, lo que posteriormente conduce a una dispersión de ingredientes más pobre. Además, el CN y CEB no tienen una alta resistencia a la temperatura, por lo que las temperaturas demasiado altas afectarán negativamente a las propiedades físicas del compuesto.

**Este frágil equilibrio de temperatura requiere una supervisión precisa de la velocidad y del tiempo de mezcla.**

Además, el Banbury está equipado con un sistema de enfriamiento extremadamente eficiente que ayuda a controlar la temperatura durante todo el procedimiento. Luego, el tren de laminación y la máquina de líneas de mezcla procesan nuevamente el concentrado de color y se almacenará durante un período de enfriamiento antes de continuar con el procesamiento.



Figura 5: Producción de concentrados de color – Pasos detallados

## F. Acabado – Una pizca de azufre.

En la segunda etapa del proceso de mezclado, el acabado, el concentrado de color se mezcla con azufre como preparación para el proceso de fabricación y curado, que se abordará en el próximo número III de los boletines técnicos (véase la figura 6). El azufre es el agente vulcanizante más común en las defensas de caucho. Se usa en combinación con otros productos químicos que aceleran la vulcanización y evitan las quemaduras, como el óxido de zinc y el ácido esteárico, entre otros. **Si bien este paso es importante para la reticulación efectiva de las cadenas de polímeros del caucho (vulcanización), la adición y la mezcla completa de azufre aumentan la dureza final del caucho y las propiedades de elasticidad.** Después de añadir azufre, debe evitarse un aumento de temperatura con el fin de prevenir la vulcanización prematura. **El Kneader es el dispositivo de mezcla preferido para el acabado porque, a diferencia del Banbury, el Kneader no suele exceder la temperatura crítica de vulcanización.** El compuesto acabado se procesa en el tren de laminación y



Compuesto acabado en tren de laminación

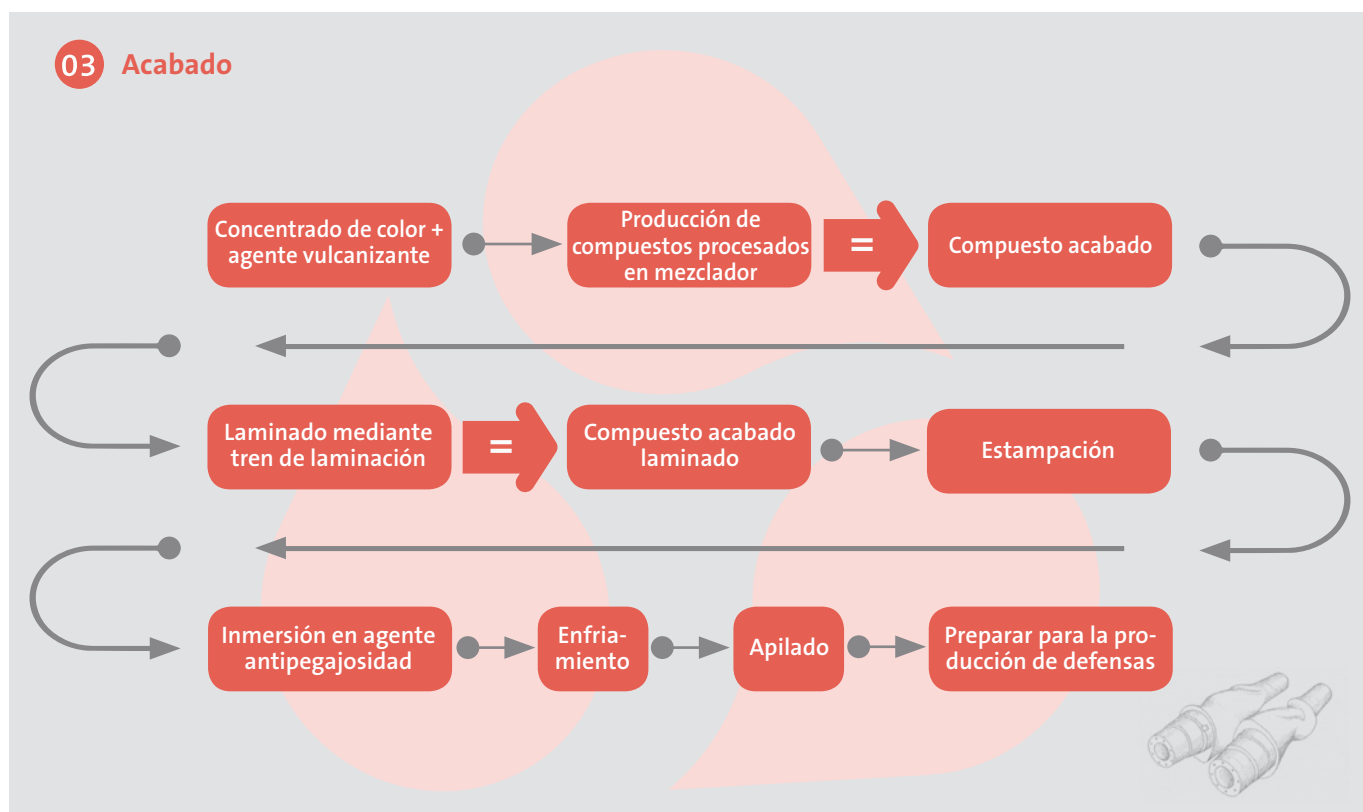


Figura 6: Acabado – Pasos detallados

en la máquina de líneas de mezcla y luego se almacena en una pieza doblada sin cortar, lo que facilita el proceso de fabricación adicional (número III de los boletines técnicos).

El siguiente paso de la producción, fabricación y curado de defensas se basa en la determinación exacta del tiempo de quemado, del tiempo de curado óptimo así como del par mínimo y máximo. **Estos parámetros pueden variar entre diferentes lotes de composición, por lo que realizar pruebas y determinar estos parámetros resulta de extrema importancia para garantizar una alta calidad de los productos de defensas.** Para este fin, se coloca una muestra del compuesto acabado en un curómetro que determina todos los datos relevantes con arreglo a un software especial para programar los parámetros de curado ideales relacionados particularmente con cada compuesto. De esta manera, se puede reevaluar la calidad constante de cada lote de composición.

**La misma muestra de prueba se usa para probar las propiedades físicas del compuesto. Efectuar ambas pruebas en esta etapa de la producción de defensas permite evaluar la calidad de antemano.**



Muestra de prueba para el curómetro



Caucho acabado plegado para el proceso de fabricación

## Conclusión.

**De lo que hemos visto hasta ahora en los números I y II de los boletines técnicos, se puede deducir que el proceso que va del diseño del compuesto para una defensa de caucho con las propiedades físicas deseadas hasta una mezcla que mantenga los estándares de calidad más elevados es arduo.**

Los compuestos de caucho para defensas de caucho deben tener una resistencia mecánica, flexibilidad y durabilidad superiores con una ventajosa relación coste-prestaciones. Nuestra misión en SFT es maximizar y aprovechar la resistencia de cada material combinando varios tipos de cauchos, cargas y productos químicos con un proceso de mezclado superior.

**El ajuste de la composición para cada nuevo proyecto de defensas de acuerdo con sus requisitos se sigue de cerca en SFT, ya que las características de las composiciones de caucho afectan en gran medida al rendimiento y a la durabilidad de la defensa. Los compuestos de defensas de caucho de ninguna manera pueden generalizarse para todo el sector.**

No estamos exagerando cuando decimos que equilibrar las materias primas es una necesidad para el diseño de compuestos y una parte integral de nuestra experiencia. **Existen infinitas combinaciones de composiciones de caucho y todas dependen del tipo y cantidad de cauchos crudos y agentes de composición utilizados en la formulación.** En SFT creemos firmemente que la experiencia en el campo del diseño, mezclado, producción y pruebas de compuestos resulta clave para la seguridad, fiabilidad y durabilidad de una defensa.

Sin embargo, cabe la posibilidad de que la mejor formulación del compuesto y las materias primas de la más alta calidad no den como resultado una defensa de caucho duradero si se utilizan técnicas de mezclado inapropiadas o se emplea el equipo incorrecto. **Tanto el Banbury como el Kneader son soluciones fiables y eficientes para mezclar compuestos de alta calidad e incluso puede ser beneficioso combinarlos.** El enfoque para lograr esta calidad podrá variar según las propiedades físicas requeridas del producto final, pero en la mayoría de los casos ha emergido a través de un largo histo-

rial de experiencia con los materiales y los correspondientes procesos. **En última instancia, la coherencia de un proceso de múltiples capas, como la mezcla de caucho personalizada, depende en gran medida del control operativo en cada etapa de producción, un concepto sólido de gestión de calidad y, una vez más, la experiencia del fabricante.**

Como fabricante de defensas con un amplio conocimiento y más de 90 años de experiencia en la producción de caucho, en SFT asumimos todo el proceso específico del proyecto, desde los cálculos y el diseño hasta la creación y producción de una defensa duradera y de alta calidad, comprometiéndonos totalmente con las normas y las directrices internacionales, y un claro sentido de responsabilidad.

#### Referencias:

A menos que se indique lo contrario, todas las referencias al caucho y al mezclado de caucho en este boletín técnico se extraen 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
- C. Hopmann, J.P. Dering, and A. Lipski (2015). Análisis de procesos para un procesamiento de caucho eficiente (*Gummi Fasern Kunststoffe*, 68, No. 1, pp. 44-50). Ratingen: Gupta
- Nobuyuki, N. (2000). Science and Practice of Rubber Mixing (Ciencia y práctica del mezclado de caucho). Shawbury: Capra Technology Limited
- Nueva edición, Basic Rubber Technology (Tecnología básica del caucho), tercera impresión de la edición revisada (2010). La Sociedad de Ciencia y Tecnología del Caucho, Japón
- Boletín técnico de ShibataFenderTeam n.º 1: Composición

## Nota:

- ▶ Las propiedades físicas de una defensa de caucho no solo dependen de la calidad del compuesto de caucho. El manejo correcto del material en el proceso de mezclado y la elección del equipo son igualmente importantes.
- ▶ La selección del dispositivo de mezclado más adecuado para cada paso de producción de una gama de dispositivos disponibles y el profundo conocimiento del operador desempeñan un papel vital en la producción de una defensa que supere y cumpla los estándares internacionales de testeo.
- ▶ Las características del equipo de mezclado que son relevantes para la calidad final del compuesto incluyen la velocidad del rotor, la evolución de la temperatura y la relación entre la superficie de enfriamiento y el volumen de la cámara. Los mezcladores grandes pueden ser eficientes, aunque no necesariamente favorezcan la calidad del compuesto.

## Grupo ShibataFenderTeam.

El Grupo ShibataFenderTeam es un fabricante líder internacional de sistemas de defensa 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 elaboración 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 las ventas. 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 en todas las áreas. Nuestra experiencia nos ha granjeado una reputación como socio de confianza en el mercado internacional de puertos, muelles y vías navegables.

info@shibata-fender.team

 [www.shibata-fender.team](http://www.shibata-fender.team)

# GRUPO SHIBATAFENDERTEAM.

## Sede central:

**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 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

**ShibataFenderTeam B.V.**

+31 (0)497 749 - 260

contact-netherlands@shibata-fender.team