Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Tellería–M. et al., Vol. 5, Nº 15, 47–52, agosto, 2019.

Dissemination Article: Tire Manufacturing – The complex process that drives the current lifestyle

Natacha Tellería–Mata, Samuel Villanueva,* Magaly Henríquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innnovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

Summary

Tires are essential elements in everydayness. They allow the transfer to places of study, recreation and work, as well as food, goods and services that maintain the current dynamic lifestyle. Although it does not look like it, its manufacture is a complex process that involves several stages, specialized machinery and high quality raw materials, to ensure the obtaining of a product with impeccable performance that guarantees the safety and integrity of drivers and companions. This article summarizes the stages that make up the manufacturing process of this important and strategic component of the automotive system.
Keywords: pneumatic tire; rubber; extrusion; calendering; vulcanization.

Artículo de divulgación: Manufactura de Neumáticos – El complejo proceso que motoriza el actual estilo de vida

Resumen

Los neumáticos son elementos esenciales en la cotidianidad. Permiten el traslado a los lugares de estudio, recreación y trabajo, así como, de la comida, bienes y servicios que mantienen el estilo de vida dinámico actual. Aunque no lo parezca, su manufactura es un proceso complejo que involucra varias etapas, maquinaria especializada y materias primas de alta calidad, para asegurar la obtención de un producto con desempeño impecable que garantice la seguridad e integridad de conductores y acompañantes. El presente artículo resume las etapas que conforman el proceso de manufactura de este importante y estratégico componente del sistema automotriz.
Palabras claves: caucho neumático; goma; estrusión; calandrado; vulcanización.

Un neumático es básicamente un elemento que permite a un vehículo desplazarse en forma suave a través de superficies lisas. Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire y soporta al vehículo y su carga, manteniendo la suficiente flexibilidad para resistir continuas deformaciones. Su estructura debe tolerar la dañina acción del oxígeno, las grasas, aceites y de la luz solar, enemigos principales del caucho, además de aportar seguridad y rendir un buen kilometraje [1].

*Autor para correspondencia: S. Villanueva e–mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

1. Componentes de un neumático

Como se observa en la Figura 1, está compuesto por una serie de piezas o subconjuntos, los cuales tienen una función específica en el servicio y en el rendimiento.

Banda de rodamiento: Es el componente de resistencia al desgaste del neumático en contacto con la carretera. También debe proporcionar tracción, deslizamiento sobre mojado y buenas características en las curvas con mínima generación de ruido y baja acumulación de calor.

Forro interno: Una capa hermética de caucho sintético que retiene el aire comprimido dentro del neumático.

Capa de carcasa: La capa sobre el forro interior, consiste de hilos delgados de fibra textil unidos al caucho. El tejido determina en gran medida la resistencia del neumático y lo ayudan a resistir la presión. Los neumáticos estándar contienen aproximadamente 1.400 hilos, cada uno de los cuales puede resistir una fuerza de 33 lb.

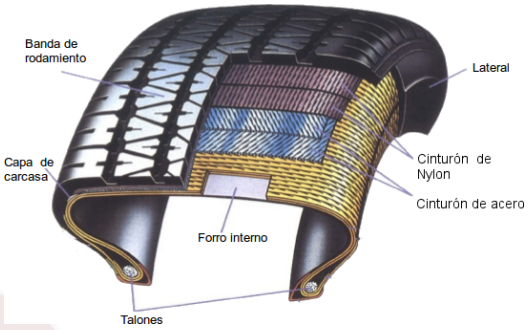


Figura 1: Secciones que componen un neumático.

Fuente: Mark *et al* [1].

Lateral: Es el componente que une el hombro y la banda de rodamiento con el talón del neumático. Cumple la función de proteger la carcasa contra la humedad o la fricción mientras soporta el acto repetido de flexión y estiramiento (extensión y contracción) mientras conduce. Además, se utiliza para desplegar información importante de las características del neumático, como la marca, dimensiones, el número de fabricación, indicaciones de seguridad, entre otros.

Cinturones de acero: Pueden resistir las tensiones de giro y no se expanden debido a la rotación del neumático. También son lo suficientemente flexibles como para absorber las deformaciones causadas por baches y otros obstáculos en la carretera. Contribuyen significativamente a la resistencia del neumático.

Cinturón de nailon: Importante capa de seguridad, reduce el calentamiento por fricción y ayuda a mantener la forma del neumático cuando se conduce a alta velocidad. Para evitar el estiramiento centrífugo del neumático, los cables con base de nailon reforzado están incrustados en una capa de caucho y se colocan alrededor de la circunferencia del neumático.

Talones: Se sujetan firmemente contra el rin del neumático para garantizar un ajuste hermético, manteniéndolo correctamente asentado en el rin. Cada cable puede llevar una carga de hasta 3.968 libras sin riesgo de rotura. Se colocan dos en cada neumático.

2. Proceso de manufactura del neumático

El proceso de manufactura consiste de varias etapas, primero se preparan cada una de las estructuras individuales que conforma al neumático. Posteriormente, cada uno de los componentes son ensamblados consecutivamente, en un orden específico, para formar la estructura base o neumático verde. Finalmente, el producto es sometido a un proceso de vulcanización, donde la presión y la temperatura transforman la goma en un material resistente e indeformable, obteniendo el producto final.

Preparación de la goma

En esta fase se mezclan el caucho natural y las gomas sintéticas junto con los aditivos de proceso, agentes vulcanizantes y de reforzamiento, formando una sustancia homogénea y uniformemente dispersa.

El fluido se hace pasar por un sistema de dos rodillos para formar láminas de goma, que luego de enfriarse, son almacenadas para ser procesadas en las diferentes operaciones de extrusión y calandrado, según el componente que se vaya a elaborar.

Cada componente del neumático (banda de rodamiento, forro interno, carcasa, etc.) tiene una composición de polímeros diferente de acuerdo con las propiedades requeridas para el mismo [1], por lo que cada lote de goma mezclada alimenta un proceso diferente y se emplea para elaborar un componente particular

Elaboración de los componentes individuales

Tabla 1: Proceso de elaboración según el componente individual

Componente	Proceso
Banda de rodamiento Lateral	Extrusión
Banda de cuerpo Cinturón Forro interno	Calandrado
Pestañas Talones	Conformado del Talón

Los componentes de un neumático están divididos en tres clases según el proceso de fabricación: calandrado, extrusión y construcción de talones, como se muestra en la Tabla 1.

Extrusión

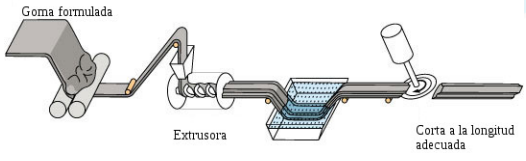


Figura 2: Esquema general del proceso de extrusión de la goma, para la elaboración de la banda de rodamiento y laterales del neumático.

Fuente: http://fleetsolution-mea.com/.

Las extrusoras consisten en un barril donde el compuesto mezclado es empujado hacia adelante por un tornillo especialmente diseñado, hacia una matriz donde se moldea el perfil del compuesto según el diseño del componente [2], como puede apreciarse en la Figura 2. La lámina moldeada es transportada a un sistema de enfriamiento por inmersión en agua antes de dirigirse a la cortadora, donde se le da el tamaño definido.

Calandrado

El calandrado es la operación de conformación donde el compuesto de caucho se extiende uniformemente sobre un tejido convencional o metálico, para formar la banda de cuerpo y los cinturones estabilizadores, respectivamente. La calandra es una máquina equipada con tres o más rodillos de acero cromado que giran en direcciones opuestas como se observa en el esquema representativo de la elaboración de cinturones en la Figura 3. La tela o el alambre, pasan a través de los rodillos de la calandra, aplicando el compuesto de goma por encima y por debajo, para cubrir completamente el material, formando una lámina compuesta [1], que posteriormente es cortada al tamaño definido por el diseño del neumático.

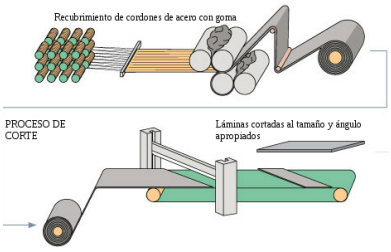
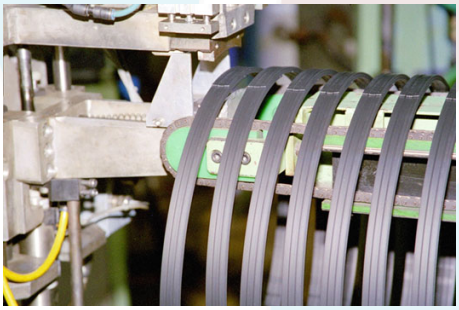


Figura 3: Calandrado de la goma con hilos de acero.

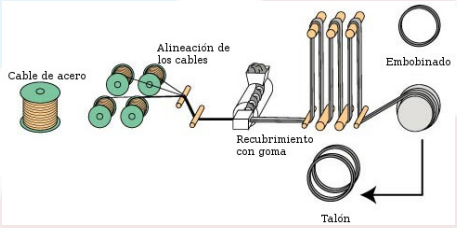
Fuente: http://fleetsolution-mea.com/.

Conformado de talones



(a) Talones de neumático

Fuente: Leister [2]



(b) Representación esquemática del proceso de conformado del talón

Fuente: http://fleetsolution-mea.com/

Figura 4: Conformación de talones.

El componente de talón del neumático es un bucle compuesto no extensible como el que se muestra en la Figura 4 (a), que ancla las capas de la carrocería y bloquea el neumático en el conjunto de la rueda para que no se resbale ni golpee el rin (llanta). El bucle de alambre de talón está hecho de un alambre de acero continuo cubierto por caucho y enrollado alrededor con varios bucles continuos. El relleno está fabricado con un compuesto de caucho muy duro, que se extruye para formar una cuña [2]. El bucle de alambre del talón y el relleno del talón se ensamblan en una máquina como la esquematizada en la Figura 4 (b).

Ensamblado del neumático verde

Todos los componentes del neumático, es decir, las piezas extruidas, las capas y las bandas calandradas y los talones que se observan en la Figura 1, se ensamblan en la máquina de fabricación de neumáticos, uniendo consecutivamente los componentes y materiales utilizados a la prensa de moldeo.



(a) Carcasa elaborada en la primera etapa de ensamblado, constituida por el forro interno, la tela de cuerpo, el forro del talón, los talones y capas laterales



(b) Neumático verde

Figura 5: Ensamblado del neumático verde.
Fuente: Castro [3]

El ensamblado se realiza en dos etapas: primero se elabora la carcasa, mostrada en la Figura 5 (a) [3], mediante la aplicación consecutiva del forro interno, la tela de cuerpo, el forro del talón, los talones y capas laterales, sobre el tambor plegable. Posteriormente, la estructura se transfiere a una máquina de la segunda etapa, donde se incorporan los cinturones estabilizadores y la banda de rodamiento, para posteriormente darle el tamaño y forma final al neumático verde mostrado en la Figura 5 (b) [3].

Vulcanización

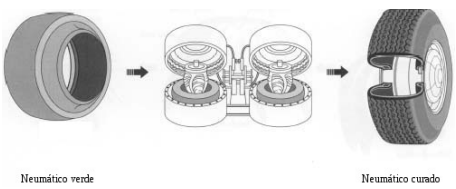


Figura 6: Representación esquemática del proceso de vulcanización.
Fuente: Castro [3].

La vulcanización es un proceso físico–químico donde la goma que conforma el neumático verde, mediante la aplicación de alta temperatura en un molde a presión, forma una red reticular por acción del sistema químico agregado en la etapa de mezcla, generando un material de mayor elasticidad y menor plasticidad. El proceso aumenta la fuerza retráctil y reduce la cantidad de deformación permanente residual, para formar el elemento fuerte y resistente que constituye la goma del neumático [1]. Para ello, se coloca dentro de un molde metálico con forma de almeja, que se abre para revelar un globo grande y flexible llamado vejiga. El neumático verde cubre la vejiga y, a medida que se cierra la cubierta del molde, la vejiga se llena con vapor a una

temperatura hasta de 280 °C, expandiéndose y forzando al componente de goma a fluir hacia la forma del molde para dar un diseño a la banda de rodadura y el grosor deseado a la pared lateral, como muestra la Figura 6.

Durante el proceso de vulcanización, todos los componentes del neumático se unen de una manera no desmontable, obteniendo el producto final para comercialización como el que se muestra en la Figura 7 [2].



Figura 7: Neumático vulcanizado.
Fuente: Leister [2].

3. Control de Calidad

En la etapa final, se realiza una exhaustiva inspección visual y sensorial al producto. La inspección visual la realiza un operador especialmente entrenado para ello, donde se busca cualquier defecto, ranura o imperfección del material. Seguidamente se pasa a la evaluación sensorial conducida por equipos computarizados donde se mide de forma precisa el diámetro y ancho del neumático, se realizan pruebas de desempeño como el balance y fuerza de salida, finalizando con un análisis de Rayos X que permite garantizar que los componentes del neumáticos fueron ensamblados correctamente [2].

Referencias

[1] J.E. Mark, B. Erman, and M. Roland. *The science and technology of rubber*. 4 edition, 2013.

[2] G. Leister. *Passenger Car Tires and Wheels*. Springer International Publishing AG, Wiesbaden, 2018.

[3] G. Castro. *Materiales y compuestos para la industria del neumático*. Facultad de Ingenieria Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2008.