

# LAS BANDAS DE GOMA EN LOS TRACTORES AGRÍCOLAS

## PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS (1)



Después de haber analizado al detalle la utilización de las cadenas como sistema de rodadura en los tractores agrícolas, nos dedicaremos ahora, en éste y en el próximo número, a conocer en profundidad las bandas de goma, una alternativa empleada en modelos de mayor potencia.

Desde hace tiempo se han venido utilizando elementos de propulsión, similares a las cadenas metálicas, fabricados con materiales ligeros, mezclas de lona y caucho, para vehículos de elevada flotación que tenían que circular por suelos de baja capacidad portante.

En estos casos, el esfuerzo de tracción que se podía realizar era pequeño, ya que las bandas de goma y el sistema de propulsión no era adecuado para ejercer tracción; sólo permitía el desplazamiento del vehículo en condiciones de suelos muy blandos.

En algunas ocasiones, bandas que combinaban elementos metálicos con perfiles de lona y caucho se utilizaron como 'semi-orugas' para los tractores de ruedas, montadas sobre los neumáticos, pero siempre con una capacidad de tracción limitada, derivada de las características del montaje.

Fue a finales de la década de los '80 cuando Caterpillar pone en el mercado su sistema Mobil-Trac para equipar tractores agrícolas de gran potencia, en competencia con los de ruedas, buscando un aumento de la superficie de apoyo, lo que permitiría reducir la compactación del suelo a la

vez que aumentar la eficiencia en tracción sobre suelos de baja capacidad portante.

### Bandas de goma frente a ruedas neumáticas

En algunas ocasiones se ha intentado presentar al tractor de bandas de goma como una alternativa al tractor de cadenas metálicas. Hay que decir que sus diseños se basan en conceptos diferentes: el tractor de cadenas metálicas permite realizar grandes esfuerzos de tracción con baja velocidad de avance; con el tractor de bandas de goma los

esfuerzos de tracción se acercan más a los que ofrecen los tractores de ruedas, a la vez que se puede trabajar con velocidades similares a estos, incluso en camino pavimentado, aunque perdiendo algo de la amortiguación que proporciona un neumático agrícola de baja presión de inflado.

Se puede decir que la banda de goma hace aumentar considerablemente la superficie de apoyo con respecto a lo que ofrecen las ruedas, sin que la anchura total del tractor (ruedas gemelas) supere unos límites compatibles con la circulación por las vías públicas. Esto es especialmente interesante para las grandes potencias cuando se trabaja sobre suelos blandos, en las regiones en que las operaciones de transporte no se consideran dentro de las misiones del tractor agrícola de campo.

Hay que establecer una diferencia inicial en la concepción de los conjuntos de bandas de goma; por una parte se encuentran aquellos en los que la transmisión del movimiento entre la rueda motriz y la banda de goma se realiza por fricción, con lo que se puede producir cierto deslizamiento interno; por otra, aquellos en la que la transmisión se

realiza por 'engrane' de los resaltes de la parte interna de la banda de goma en la rueda motriz, que dispone de unos orificios apropiados. En este último caso se denominan de accionamiento positivo.

Los sistemas de fricción son los que utilizan en los tractores agrícolas de Caterpillar (AGCO) y de John Deere, con bastidor rígido, derivados o similares a los tractores de ruedas del tiempo 2+2 RM. Los sistemas activos son los preferidos por el Grupo CNH en tractores de tipo 4RM con articulación central en altas potencias. También se han presentado algunos modelos experimentales con bandas de goma de accionamiento positivo en tractores derivados de los 'cadenas' clásicos de baja y media potencia por Landini y New Holland, pero que no se comercializan en la actualidad.

### El sistema Mobil-Trac de Caterpillar

La presentación, a finales de los '80, de los Challenger de Caterpillar, marca el comienzo de la tecnología de las bandas de goma en el mercado del tractor agrícola.

Con el sistema registrado como *Mobil-Trac* se utiliza comercialmente, por primera vez, las bandas de goma accionadas por fricción, como una alternativa a las ruedas neumáticas en los tractores agrícolas de gran potencia. (Fig. 1)

La estructura del sistema *Mobil-Trac*, en su diseño inicial, es similar a la de un tractor de cadenas: rueda motriz y rueda tensora del mismo diámetro y cuatro rodillos de apoyo entre ellas. Todas las ruedas están formadas por dos mitades que dejan un espacio ajustado para el paso de los resaltes internos de la banda de goma que actúan de guía. Inicialmente, los perfiles de las ruedas motrices tenían un dibujo con resaltes ligeramente inclinados, formando una V sobre las dos mitades de la rueda, mientras que los rodillos tensores fueron lisos. La tensión de la banda de goma se mantiene por un resorte colocado en un cilindro y guías laterales en el bastidor principal del tractor.

Los cuatro rodillos dobles de apoyo, de 381 mm de diámetro (15 pulgadas), van montados por pares sobre balancines secundarios, de manera que sus ejes a su vez se integran en un balancín principal, articulado en el cuerpo

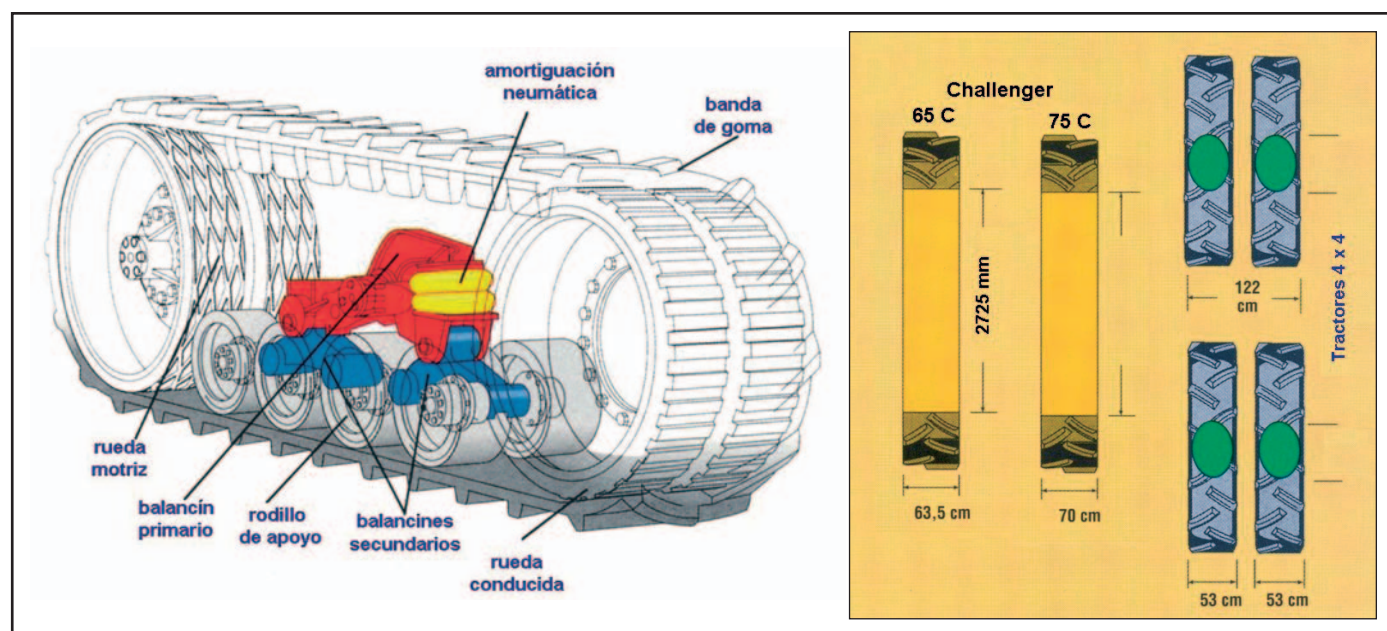


Fig. 1.- El sistema Mobil-Trac de los años 80.



del tractor, que reduce los desplazamientos utilizando un amortiguador neumático de tipo colchón de aire. El desplazamiento vertical máximo de los rodillos es de 100 mm (4 pulgadas), para mantener un adecuado contacto entre banda de goma y suelo.

El apoyo de la banda de goma, con 635 mm de anchura y 2721 mm de longitud, se realiza sobre una superficie de 3.54 m<sup>2</sup>, duplicando prácticamente la de

un tractor del tipo 4RM con ruedas gemelas en ambos ejes. La banda de rodadura dispone de 72 garras, con una altura de 63.5 mm (2.5 pulgadas).

El Challenger 65, que es el primer modelo que llega al mercado, evoluciona inmediatamente y es sustituido por los modelos Challenger 65C y 75C, en los que se introducen unas modificaciones en el sistema de propulsión. Entre ellas, sobre las ruedas motrices se marca un perfil romboidal y en las directrices un perfil con barras perpendiculares al plano medio de la rueda. En el modelo 75C se aumenta la anchura de la banda hasta los 700 mm, con lo que se incrementa la superficie de apoyo (sin cambiar la longitud) hasta 3.80 m<sup>2</sup>.

También se coloca una pantalla en forma de tejado para evitar la entrada de tierra en la parte baja de la rueda motriz, y se ofrecen, como opción, bandas de diferentes anchuras y con garras reforzadas para trabajo en condiciones duras o desplazamiento frecuente por carreteras y caminos.

La experiencia acumulada con la utilización de muchas unidades de estos modelos, es lo que ha hecho evolucionar el sistema inicial hasta las diferentes soluciones que se ofrecen en la actualidad.

## Montaje triangular de la banda de goma

Parece que para adaptar el sistema de bandas de goma a las cargas que inducen los aperos suspendidos, pero también para aumentar la superficie de contacto entre la rueda motriz y la banda de goma, del sistema de ruedas iguales se pasa al de rueda motriz de gran diámetro y rodillo tensor más pequeño, lo que da al conjunto una forma triangular. Este tipo de montaje es el que se utiliza en los tractores Challenger 35, 45 y 55, con potencias nominales de motor entre 156 y 199 kW y masa en vacío de 10.2 toneladas, que posteriormente han pasado a formar parte de la Serie MT700, aunque con importantes modificaciones, especialmente en el bastidor que soporta los rodillos de apoyo, como se verá más adelante. (Fig. 2)

La rueda motriz mantiene las características del Challenger 65, aunque al ser de mayor diámetro relativo (147 cm de radio), el ángulo abrazado por la banda de goma llega a ser del 65% del contorno de la rueda. El recubrimiento es de goma con 51 mm de espesor, con un dibujo en forma de rombo que facilita la limpieza. La separación entre las dos mitades que forman la rueda se utiliza como guía para la banda de goma.

El bastidor que soporta el conjunto de los rodillos de apoyo y el rodillo tensor va unido a la rueda motriz mediante una biela, y también al cuerpo del tractor por un travesaño en la parte central que distribuye uniformemente la carga del tractor sobre el conjunto, de manera que dispone de una cierta flotación sin que se destense la cadena. Mediante unos separadores en el eje motor y en el travesaño central se puede modificar la anchura de vía.

Los rodillos de apoyo van recubiertos de una capa de goma de 25 mm de espesor y distribuye la carga del tractor sobre la banda de goma. (Fig. 3)

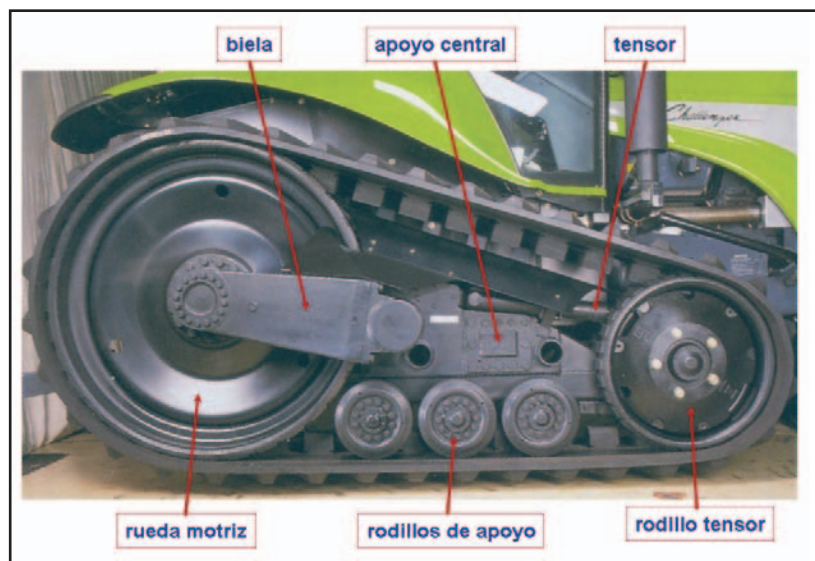
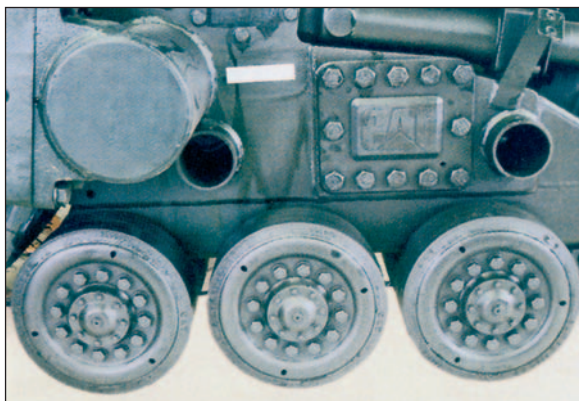


Fig. 2.- Montaje triangular de la banda de goma en el Challenger 35, 45 y 55.

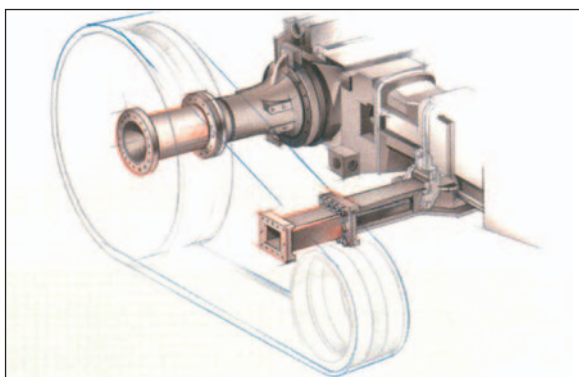
RUEDA MOTRIZ



RODILLOS DE APOYO



UNIÓN DE LA BANDA AL TRACTOR Y SEPARADORES



RUEDA CONDUCTIDA Y DISPOSITIVO TENSOR

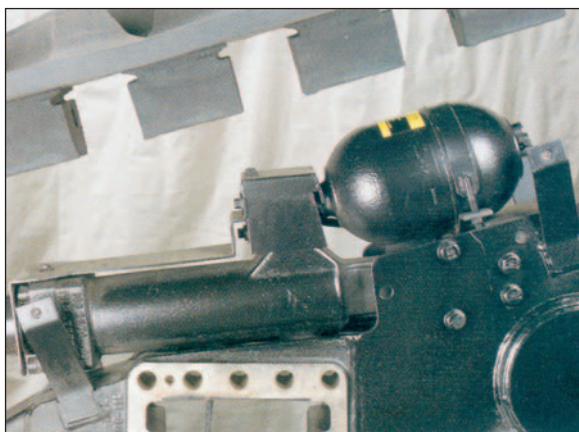
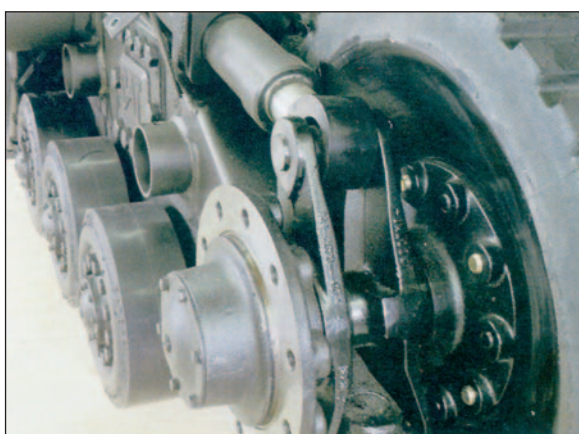
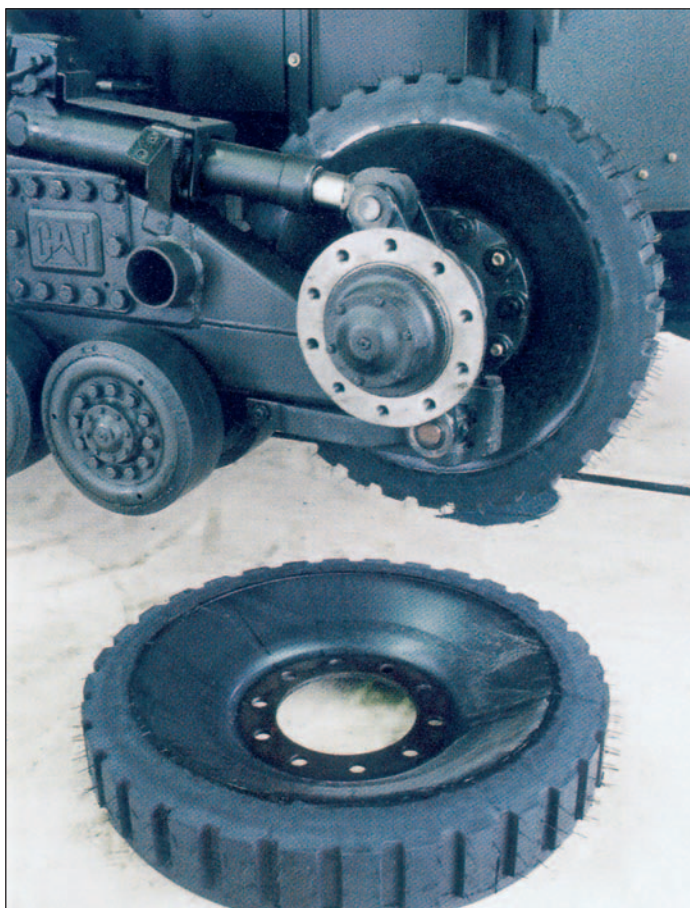


Fig. 3.- Componentes del propulsor por banda de goma en su forma inicial.

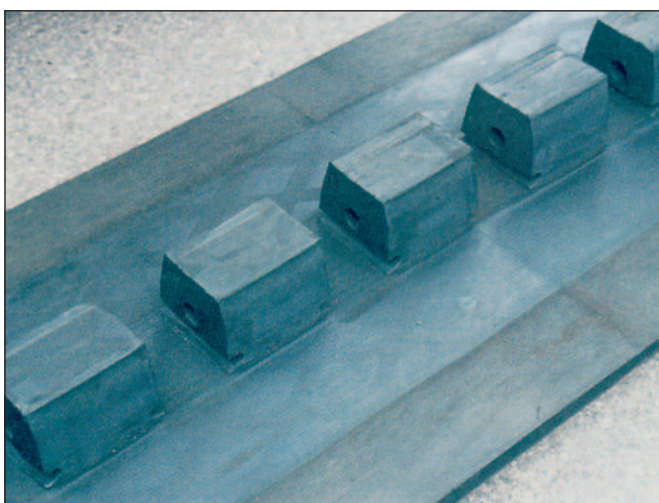
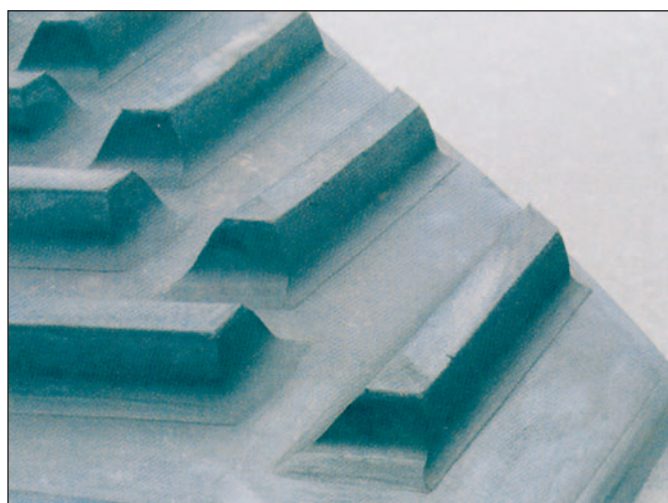


Fig. 4.- Cara externa e interna de la banda de goma

Las ruedas tensoras, con un recubrimiento de goma de 51 mm de espesor y dibujo transversal, constan de dos mitades para facilitar el cambio de la correa, y van montadas sobre un eje con un punto de pivotamiento, de manera que con un cilindro hidráulico se puede modificar la tensión de la banda de goma. La tensión a la que se encuentra sometida es de aproximadamente 116 kN (12 toneladas), que se consigue con una presión en el cilindro hidráulico de 189 bar. Un acumulador de presión con nitrógeno actúa como amortiguador de las sobre presiones que se producen en el cilindro tensor.

En cuanto a la banda de goma, está formada por cuatro capas de cinta de acero, similares a las que forman las carcasas de los neumáticos, recubiertas de goma. En la parte interna se encuentran los resaltes que se en-

cargan del guiado (38 resaltes por banda), impidiendo que las bandas de goma se salgan de las ruedas, pero no tienen ninguna función de tracción. (Fig. 4)

La zona que se pone en contacto con el suelo dispone de garras rectas, formando un ángulo de 30° con el plano medio, con una altura de 63.5 mm en la versión que se utiliza como estándar. La anchura normal de la banda es de 635 mm (25 pulgadas), aunque también se ofrecen como opción las de 457 mm (18') y 613 mm (32') para trabajar en condiciones de suelos más duros o más blandos.

También el número de garras y su perfil admite variaciones para adaptarse a las situaciones de trabajo. Así, normalmente se utilizan 72 garras de 63.5 mm (2.5') de anchura y 38 mm (1.5') de altura, y se ofrece en opción una banda de goma de 'perfil liso' con 96 garras, con una altura de

38 mm (1.5') y una anchura de 70 mm (2.75'), o sea, más anchos que los del tipo estándar. Con esta opción se evita que las garras se doblen en suelos duros por efecto de la carga, a la vez que se reducen las vibraciones cuando se trabaja sobre suelo duro o en transporte, aunque puede quedar reducida la capacidad de tracción sobre suelos blandos.

Este sistema de banda de goma triangular, al pasar a la serie MT700 se ha modificado, de manera que ha cambiado de posición la biela exterior de unión entre la rueda motriz y el bastidor que soporta los rodillos de apoyo y se sitúa entre las dos mitades que forman la rueda motriz; así se facilita la modificación de la anchura de vía y se simplifica el conjunto. (Fig. 5)

También ha cambiado el diseño del soporte central que une el tractor con el conjunto de las



Fig. 5.- Conjunto del soporte de las bandas de goma en los Challenger MT700.



Fig. 6.- Cambio de la anchura de vía.

estructuras que forman el propulsor, que se hace pasante en el bastidor que incluye los rodillos de apoyo; los dos rodillos de apoyo delanteros van montados en balancín, para que se adapten mejor a las irregularidades del suelo, y el trasero se articula sobre el bastidor con un eje similar al del balancín, y un apoyo de goma elástica con el bastidor, que soporta su carga y actúa de

apoyo central con el bastidor del tractor.

Para la serie MT700B (motores Cat Acer) las potencias nominales de los motores se encuentran entre 200 y 238 kW, admitiéndose una velocidad máxima de desplazamiento de 39.7 km/h, siendo el apoyo longitudinal de la banda de goma de 2438 mm.

### Montaje triangular en tractores de mayor potencia

Con la aparición de la serie MT800 de Challenger, que dispone de potencias en el motor (MT800B) entre 260 y 424 kW, y con peso en vacío de 18 toneladas y total admisible con lastre de 27, este fabricante ha realizado una modificación en el diseño del conjunto de la banda, aunque mantiene el concepto de la serie MT700, aumentando hasta 4 el número de rodillos de apoyo, uniéndolos por parejas con un sistema de balancín (Fig. 7), al igual que se hizo en el Mobil-

Track inicial, para conseguir una longitud de apoyo de la banda en el suelo de 3000 mm.

Tampoco se utiliza la biela externa sino que se sigue el mismo sistema que en la serie MT700, aunque con dos balancines para los cuatro rodillos de apoyo. También se utiliza la barra transversal que une los conjuntos propulsores de cada lado, que se encarga de recibir una parte de la carga del cuerpo del tractor.

La tensión de la banda de goma se consigue también con el cilindro que desplaza la posición del eje de la rueda tensora, pero la presión es más elevada para conseguir que se mantenga una tensión de la banda de goma de 111.2 kN.

En todos los sistemas de propulsión por banda de goma la tensión de la banda es crítica, ya que si no se mantiene elevada se produce un deslizamiento interno, que reduce la eficiencia y incrementa el desgaste del conjunto. También se reduce la uniformidad de la carga aplicada sobre el suelo. ■

**LA TENSIÓN DE LA BANDA DE GOMA DEBE MANTENERSE ELEVADA PARA EVITAR QUE SE REDUZCA SU EFICIENCIA Y SE INCREMENTE EL DESGASTE DEL CONJUNTO**

amortiguador de sus desplazamiento. En la parte superior de este conjunto se encuentra el cilindro hidráulico que se encarga de tensar la banda de goma por desplazamiento hacia delante del eje del todillo tensor. Entre el bastidor del tractor y el apoyo central van colocados unos bloques flexibles especiales (Marsh Mellow - marca registrada de Firestone) que actúan como resortes y amortiguadores. Una biela transversal mantiene unido el

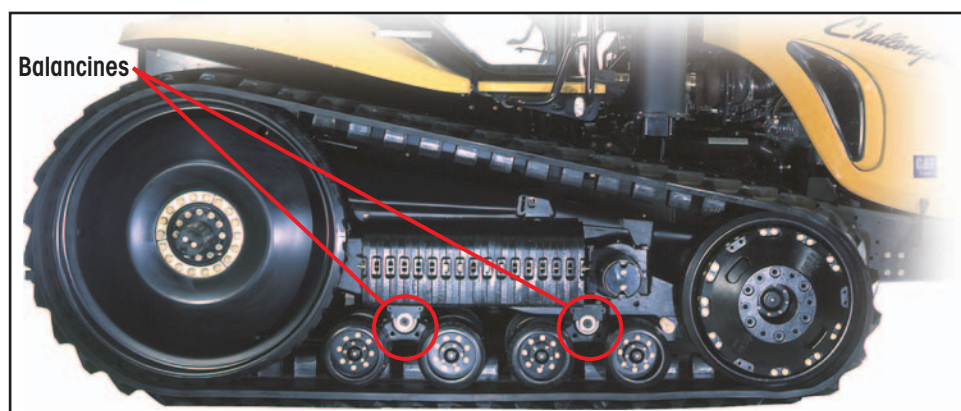


Fig. 7.- Conjunto de la banda de goma y su soporte en los tractores Challenger MT800.