Segunda vida de los neumáticos usados

Rocío Sánchez Juan

E mail: rsjrocio@hotmail.com

Recibido el 27/12/2011

Aceptado el 03/02/2012

Resumen: En el presente trabajo se recoge la problemática como residuos de los neumáticos fuera de uso, previo estudio de su composición, así como todas las formas actuales de su tratamiento y aprovechamiento desarrolladas y explicadas ampliamente, ya sea como neumáticos enteros, triturados, reutilizables o como valorización energética.

Palabras clave: neumáticos, caucho, residuo, reutilización, valorización.

New opportunities for used tyres

Abstract: In the present essay we show the problematic related to used pneumatics after knowing its composition and structure. We also develop all the present treatment ways of used pneumatics, either as entire, crushed or reusable pneumatics or as energetic valorisation.

Key words: pneumatics, rubber, residue, reuse, valorisation.

1.1. Neumáticos al final de su vida útil

Uno de los residuos que más caracterizan a las sociedades desarrolladas modernas, tan dependientes del automóvil, son los neumáticos fuera de uso. Es cierto que en principio los neumáticos usados no generan ningún peligro inmediato, pero su eliminación de manera inapropiada o su producción en grandes cantidades, puede contaminar gravemente el medioambiente u ocasionar problemas a la hora de eliminarlos.

Los neumáticos han sido diseñados para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas duras (resistencia al ozono, luz y bacterias) lo que los hace prácticamente indestructibles por el paso del tiempo y presentan una alta capacidad calorífica, que dificulta su extinción en caso de incendio. Además, los neumáticos enteros limitan, por su forma y tamaño, la rehabilitación del vertedero al ser difícilmente compactables y son refugio ideal de insectos y roedores y acumulan gases y lixiviados.

La fabricación de neumáticos es un proceso complejo que engloba el consumo de materias primas procedentes de fuentes no renovables, caucho sintético, acero, agua y que requiere elevadas cantidades de energía en su fabricación. En el proceso productivo se producen elevadas cantidades de emisiones y se requiere de fuertes inversiones en medidas preventivas y correctoras.

Desde hace ya una década la Unión Europea ha estado adoptando medidas relativas al vertido de este tipo de residuos entre otros.

1.2. Cauchos, vulcanización y neumáticos

- *Cauchos:* Los elastómeros o cauchos son materiales poliméricos cuyas dimensiones pueden variar mucho si son sometidos a tensiones mecánicas, volviendo prácticamente a sus dimensiones originales cuando las tensiones cesan.

El caucho natural se extrae comercialmente a partir del látex del árbol Hevea brasiliensis. La materia prima es un líquido lechoso denominado látex. La estructura de la goma natural es principalmente cis-poli(1,4-isopreno), un polímero de cadena larga, mezclado con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos, sales inorgánicas además de otros componentes [1].

- *Vulcanización*: La vulcanización es el proceso químico por el cual las moléculas del polímero se unen unas con otras mediante enlaces químicos para dar una estructura tridimensional en la que la difusión molecular se encuentra restringida. En 1839 Charles Goodyear descubrió un proceso de vulcanización para el caucho natural utilizando azufre y carbonato de plomo como agentes químicos. Descubrió que cuando se calentaba una mezcla de caucho natural, azufre y carbonato de plomo el caucho pasaba de ser un material gomoso y blando a elastomérico. Este proceso fue patentado por Goodyear en el año 1844.

La utilización de materiales de relleno, como el negro de carbono, puede reducir el coste del caucho como producto y aumentar considerablemente su resistencia. Generalmente, cuanto más pequeño es el tamaño de las partículas de negro de carbono, mayor es su dureza, su resistencia mecánica y su resistencia a la abrasión. Los silicatos y las arcillas modificadas químicamente también se utilizan como materiales de relleno para reforzar el caucho.

- Neumáticos nuevos: Los neumáticos son estructuras toroidales complejas. De entre las partes principales de los neumáticos podemos distinguir:

- Banda de rodadura: es la superficie de apoyo del neumático, formada por una capa de goma marcada por los dibujos o surcos.
- Flancos o laterales: ofrecen elasticidad, absorbiendo irregularidades de la carretera. Protegen a la carcasa de golpes y roces.
- Carcasa: formada por varias capas textiles y otros compuestos forman el armazón del neumático. En función del armazón y tipo de estructura, los neumáticos serán radiales (R) o diagonales (poco usados en la actualidad).
- Talón, formado por 2 aros de alambres trenzados forrados en caucho y que serán los responsables de unir el neumático a la llanta.

Dependiendo del uso varían en tamaño y diseño, sin embargo la composición para distintos fabricantes es muy similar, compuestos básicamente por cauchos naturales y sintéticos (polisoprenos de síntesis, copolímeros de butadieno-estireno, polibutadieno, caucho butilo), cargas reforzantes (negros de carbono y sílices), antioxidantes, materiales metálicos, textiles y otros ingredientes necesarios para el proceso de vulcanización del caucho [2].

Estos materiales se disponen en el neumático de forma desigual; el caucho predomina en la banda de rodadura y en los flancos laterales, la fracción metálica se encuentra en forma de aros estructurales en la zona de contacto con la llanta, en forma de alambres metálicos aportando consistencia y estructura, junto a las fibras textiles de la carcasa.

- Neumáticos fuera de uso: Generalmente los neumáticos tienen una vida útil de 50.000 Km (lo que equivale a unos 5 años) aunque depende del mantenimiento del vehículo y del estado de las rutas por las que transita. Los fabricantes de neumáticos han realizado esfuerzos logrando extender la vida útil a más de 100.000 km en algunos casos.

1.3. Valorización de los neumáticos fuera de uso

Una vez que han llegado al final de su vida útil los neumáticos pueden seguir tres vías principales: reutilización, valorización material y valorización energética.

- Reutilización – Recauchutado: Se realiza mediante recauchutado, si los neumáticos están todavía en buen estado, revistiéndose de una nueva superficie de rodadura.

- Valorización: La valorización es el proceso de dar valor al neumático una vez que ha quedado fuera de uso, bien recuperando sus materiales o bien aprovechando su poder calorífico. Los materiales que se pueden separar y sus características generales son:

- Caucho: caracterizado por sus excelentes propiedades mecánicas de tracción, flexión y compresión.
- Metal: se trata de un acero de muy buena calidad y grandes prestaciones. Este material se recicla en empresas siderúrgicas.
- Fibra: material de gran poder calorífico y con buenas propiedades de aislamiento acústico y térmico.

De cara a obtener el máximo aprovechamiento del neumático y sus materiales es preciso conocer algunas de sus principales propiedades, tales como: capacidad de absorción de vibraciones, gran capacidad de drenaje, peso reducido, elevada resistencia al corte, alta resistencia a agentes climatológicos, flexibilidad, alto poder calorífico

En función de estas propiedades existe en la actualidad un abanico amplio de vías de valorización de los neumáticos, que pueden agruparse en:

- Valorización material: donde se distinguen dos tipos, la valorización de los materiales del neumático tras un proceso de separación de los mismos y la valorización material del neumático sin separación de los materiales, empleado en usos de obra civil. Entre los materiales que se valorizan de estar forma se encuentran: negro de carbono, polvo de neumático, granulado de neumático y el propio neumático entero.

- Valorización energética: aprovechamiento del poder calorífico del neumático a través de su uso como combustibles de sustitución en procesos industriales, normalmente en las cementeras y en otras unidades de incineración, calderas industriales y centrales térmicas, siempre que se respeten las disposiciones para la protección ambiental.

2. Tecnologías de tratamiento de neumáticos fuera de uso

Las tecnologías empleadas para la valorización material y energética de los neumáticos fuera de uso son varias, se pueden distinguir las siguientes:

· Recauchutado: proceso mediante el cual se vuelve a utilizar un neumático gastado sustituyéndole la banda de rodadura.

· Tratamientos Mecánicos: proceso mecánico mediante el cual los neumáticos son comprimidos, cortados o fragmentados en piezas irregulares.

· Tecnologías de reducción de tamaño: se distingue entre el realizado a temperatura ambiente, criogénico y húmedo.

· Tecnologías de Regeneración: desvulcanización, recuperación del caucho (reclaiming), modificación superficial, modificación biológica.

· Otras tecnologías: Pirólisis-Termólisis

Para una óptima valorización es necesario realizar diferentes ensayos en el momento de la recepción de los neumáticos en la planta de tratamiento: control de peso, selección de tipos, característica, composición, etc. así como separar aquellos que se puedan valorizar para el recauchutado. Para que una planta de reciclado funcione correctamente debe ser proporcional al volumen de neumáticos fuera de uso que existan en la zona (teniendo en cuenta que no es rentable transportarlos a más de 300 Km.). Existen experiencias negativas en Europa de la creación de plantas con capacidades superiores a las posibilidades del mercado. Además, debe tener una gestión logística de recogida acorde al volumen que se pretende reciclar.

3. Aplicaciones

Los materiales que se obtienen tras el tratamiento de los residuos de neumáticos, una vez separados los restos aprovechables en la industria, pueden ser usados en infinidad de campos como: componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, disminuyendo la extracción de áridos en canteras, alfombras, aislantes de vehículos o losetas de goma, materiales de fabricación de tejados, pasos a nivel, cubiertas, masillas, aislantes de vibración. Otros usos son los deportivos, en campos de juego, suelos de atletismo o pistas de paseo y bicicleta. Las utilidades son infinitas y crecen cada día, como en cables de freno, compuestos de goma, suelas de zapato, bandas de retención de tráfico, compuestos para navegación o modificaciones del betún, aislantes acústicos, y un largo etc.

3.1. Valorización material

En la actualidad, en Europa existen más de 500 productos en el mercado que usan neumáticos fuera de uso reciclados (ETRA 2005). La mayoría de ellos no se exportan o se comercializan en otros países, provocando que en un país exista una aplicación que se desconozca en los otros. Están creciendo las aplicaciones del troceado y de neumáticos enteros y las especialidades (ej/ elastómeros termoplásticos), mientras que en el caso del granulado hay una sobrecapacidad de producción que presiona los precios a la baja, siendo necesaria una ampliación de los mercados para ayudar a sostener los precios.

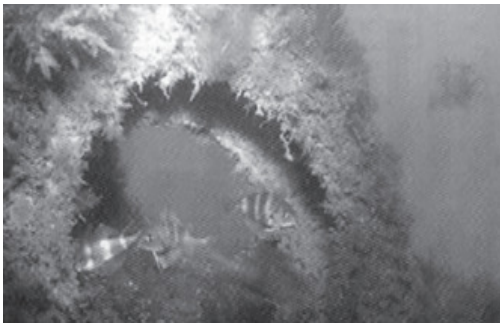
Una encuesta sobre el mercado de Europa [3, 4] revela que el principal mercado para el granulado de neumáticos fuera de uso es como **relleno en superficies deportivas**. Se estima que en 2003 se prepararon entre 4.000 y 6.000 campos de fútbol que consumieron cada uno entre 50 y 80 toneladas de material, lo que supone entre 200.000 y 480.000 toneladas totales.

Dow Chemical comercializa bajo la marca Voramer una gama de aglomerantes de granulado de caucho reciclado. Tiene 3 productos principales; para **aislamiento de sonido** en construcción, para **productos moldeados** (losetas...) y para aplicaciones **reductoras de la vibración** en transporte (encapsulación de vías y alfombras para andenes).

La compañía noruega Ramboll RST desarrolla un proyecto con otras empresas y la Universidad de Lund para la construcción de **pistas para carreras de caballos**. La construcción de la pista estaba formada por capas textil, neumático troceado 5-10 cm con un espesor de 300 mm, textil y arena grava.

En Hungría los proyectos para 2005-2006 se centraban en superficies de 1.000 **campos de juego**, 100 **campos de deporte**, 100 Km. de **carril bici**, 50 Km. de **carreteras agrícolas**, y re-cultivo de 20.000 m^2 de **vertederos**.

3.1.1. Aplicaciones de los neumáticos enteros



Arrecifes Artificiales: se espera que los neumáticos usados en la creación de arrecifes artificiales puedan perdurar más de 30 años porque los neumáticos sumergidos en agua marina se encuentran en un medio estable químicamente y protegidos de la radiación ultravioleta, lo que limita la cantidad de lixiviados contaminantes [5].

Además, el neumático usado entero se puede utilizar como base o estructura sumergida en balsas de implantación para sujetar el sistema Filtros de Macrofitas en Flotación (FMF), sistema desarrollado por Macrofitas S.L.. Por un lado, actúa como macetero relleno de árido, y por el otro canaliza los flujos de corriente de agua. Se trata de neumáticos de turismo con una medida homogénea.

• **Balas de Neumáticos***:* Las balas prismáticas de 1 tonelada de peso se fabrican con prensas hidráulicas, que compactan entre 100 y 125 neumáticos por unidad. Las dimensiones habituales son 75, 150 y 135 cm. Son una buena alternativa a los gaviones metálicos en la construcción de estructuras de contención y presas. Se han utilizado con éxito en la estabilización de márgenes fluviales degradados por la erosión del agua. Por su forma geométrica e instalación modular se adaptan muy bien a ser recubiertas con hormigón o fábrica para la formación de muros.

La gran resistencia que presenta el neumático entero frente a factores climatológicos hace que se utilicen en la construcción de barreras o muros. Presenta ventajas como su facilidad de apilamiento, además de permitir el crecimiento de vegetación sobre los mismos integrándolo en el entorno.

Dependiendo del fin podemos encontrarlos como:

- *Barreras Acústicas:* los neumáticos constituyen la base de la estructura y se recubren con tierra, de esta forma no les afecta la luz. Como la estructura es inmóvil, el desgaste del material es mínimo. Se aprovecha la capacidad de absorción de vibraciones del neumático.

- *Taludes:* La utilización de neumático entero en la construcción de taludes es sencilla ya que se adapta al terreno. Además debido a su capacidad drenante evita desprendimientos de tierras.

• **Pistas Provisionales**: para la circulación de vehículos sobre terrenos poco estables en explotaciones forestales, accesos a canteras, etc.

Macizos de suelo reforzado: los neumáticos fuera de uso agrupados en sistemas de tipo geomalla permiten la formación de macizos de suelo reforzado mediante la interposición de capas superpuestas de neumáticos enteros rellenos de material granular compactado. Las estructuras neumático-suelo muestran propiedades mecánicas superiores a los suelos de origen y pueden presentar diferentes aplicaciones específicas: como muros de sostenimiento de tierras, muros de estabilización en pie de taludes, muros antierosión en márgenes de cauces fluviales, rellenos ligeros en terraplenes, decoración y elementos de recreo en parques infantiles, ferias, etc.

3.1.2. Aplicaciones de los neumáticos triturados

• **Rellenos ligeros**, empleados como relleno de terraplenes se utilizan fundamentalmente sobre cimientos compresibles o de baja capacidad portante para limitar las cargas transmitidas al cimiento y los asentamientos totales. Pueden realizar también mezclas de suelo o material granular con neumáticos troceados en aquellas situaciones donde la necesidad de una menor compresibilidad del relleno compense el aumento de peso frente al uso de neumáticos troceados en exclusiva.

Los rellenos ligeros también pueden utilizarse sobre estructuras o tuberías enterradas, para limitar las cargas sobre la estructura y la concentración de tensiones por consolidación diferencial, ya que su deformabilidad permite la generación de un efecto bóveda sobre la estructura. En zonas con problemas de inestabilidad, su baja densidad y suficiente resistencia al corte permite su empleo para la formación de taludes o bermas. Resulta un material especialmente adecuado como relleno ligero en trasdós de muros (estribos de puentes, muros de sostenimiento…).

La utilización de triturado de neumáticos fuera de uso como relleno de muros de contención reduce el empuje soportado por dicho muro, debido a su peso reducido y a su gran capacidad drenante.

• **Pistas de atletismo**, los gránulos de caucho procedentes de neumáticos fuera de uso son una materia prima básica en la composición de los distintos revestimientos sintéticos, que podemos clasificarlos en revestimientos realizados "in situ", mixtos y prefabricados, atendiendo a su puesta en obra, que a su vez pueden ser compactos o multicapas si el tipo de mezclas que lo componen es homogéneo o compuesto por capas de distintas calidades. En la construcción de una pista de atletismo se emplean aproximadamente de 70 a 80 Tn de gránulos de caucho, según el sistema que se instale y de la superficie de la pista, siendo las partículas de caucho de un tamaño comprendido entre 1 y 4 mm.[5].

• **Aislamiento térmico**, los neumáticos triturados son materiales física y químicamente resistentes. Se puede considerar que presentan una capacidad de aislamiento térmico 8 veces superior a la de un suelo. La utilización de rellenos de neumáticos fuera de uso en terraplenes de carreteras proporciona una protección eficaz frente a la penetración de la helada en el suelo subyacente. El problema de la pérdida de capacidad portante de los suelos durante el deshielo primaveral es un factor primordial de diseño de carreteras en zonas frías. Las propiedades de protección frente a la penetración de la helada pueden aplicarse también a otras situaciones tales como la construcción de vertedero, de zanjas drenantes, etc.

• **Aislamiento acústico**, el caucho es un material con buena absorción acústica, por lo que resulta adecuado para la fabricación de pantallas antirruido en carreteras. Los neumáticos fuera de uso troceados, así como enteros o embalados, han sido utilizados como material de relleno de terraplenes longitudinales utilizados como barreras antirruido. Paneles de caucho granulados, aglomerado con resinas de poliuretano, se ha utilizado como capa de aislamiento en barreras acústicas prefabricadas.

• **Pistas multiuso**, las características generales que deben cumplir todos los pavimentos deportivos son: elasticidad, resistencia al deslizamiento y durabilidad. La elasticidad permite que el pavimento juegue un papel importante absorbiendo parte de la energía que el deportista transmite en sus impactos con el pavimento evitando así lesiones en sus articulaciones y en sus caídas.

Las capas elásticas de mejor calidad se fabrican con gránulos de caucho procedentes de la trituración de neumáticos fuera de uso, utilizando generalmente como aglomerante una resina de poliuretano, se fabrican en distintos espesores a pie de obra o se suministran prefabricadas en forma de rollos. La capa final de acabado debe garantizar la correcta estabilidad del

deportista en contacto con el pavimento así como el bote de la pelota por lo que la textura y calidad de ésta capa varía en función de distintos factores como son, la ubicación de la pista, en interior o al aire libre y el tipo de deporte.

• **Campos de hierba artificial,** existen en el mercado alfombras de hierba artificial, iniciadas para los campos de jockey, para la práctica del fútbol que consisten en una base asfáltica, seguidas de una capa de arena y otra de gránulos de caucho de neumáticos fuera de uso y por ultimo las fibras.

La utilización de granulado de neumáticos fuera de uso en campos de césped artificial presenta ventajas como la reducción en el consumo de agua, así como la simplicidad de mantenimiento del mismo debido a la durabilidad y resistencia climática del granulado. Existen dos vías de utilización del granulado en la construcción de césped artificial: como relleno de la fibra sintética junto a áridos o como capa de base para el propio césped artificial.

• **Colchonetas para animales**, recubiertas por 2 capas de tela sintética la cual protege al granulado contra los rayos ultravioleta. La capa interior es impermeable y puede lavarse y desinfectarse fácilmente.

• **Pavimentos de seguridad,** se utilizan principalmente en parques infantiles, guarderías y residencias de ancianos para evitar posibles lesiones por caídas al resultar un pavimento elástico.

La utilización de granulado de neumáticos fuera de uso en los suelos de parques infantiles o zonas de juego, resulta ser una aplicación muy interesante ya que evita graves lesiones de los más pequeños y da seguridad a los más mayores. Su composición es a base de gránulos de caucho aglomerados con resinas de poliuretano. Una variante puede ser como protector de guardarraíles.

• **Capas drenantes en vertederos**, el triturado de neumáticos fuera de uso es un buen material drenante, debido a la alta conductividad hidráulica que presenta. En los vertederos se puede utilizar en las siguientes capas estructurales:

- De recogida de lixiviados: espesor de la capa de drenaje > 0.5 mm. Esta capa requiere una permeabilidad superior a 10^{-3} m/s y los rellenos de neumáticos fuera de uso troceados superan este requisito (10^{-2}-10^{-1})

- De recogida de aguas superficiales.

- De recogida de biogás: en donde además de tener la función de material drenante, absorbe los empujes del propio residuo dentro del vertedero, evitando fracturas en el tubo de evacuación del biogás

Este material también es utilizado como relleno de las zanjas o pozos drenantes de recolección, protegido de la contaminación mediante una envuelta geotextil.

• **Sistemas de drenaje en carreteras**, se emplean los neumáticos fuera de uso troceados como material de relleno de capas y zanjas drenantes en carreteras, las propiedades elásticas del relleno proporcionan una protección mecánica a las tuberías. Las propiedades aislantes del caucho hacen que sea un material de relleno idóneo en zonas sometidas a temperaturas bajas, impidiendo la congelación del agua contenida en él.

• **Calzado**, las suelas de los zapatos fabricadas con polvo o granulado son muy duraderas y a menudo duran más que el cuerpo del zapato.

• **Equipamientos viales y ferroviarios**, se han utilizado productos reciclados en equipamientos viales prefabricados (bordillos, badenes, isletas, bandas sonoras, conos de señalización, barreras de seguridad, quitamiedos, etc.). En los equipamientos ferroviarios destaca la utilización de losetas flexibles en pasos a nivel, aunque también se ha empleado en la fabricación de traviesas compuestas.

3.1.3. Aplicaciones en materiales bituminosos

Los productos bituminosos son un mercado de gran potencial para los neumáticos fuera de uso. El sistema asfalto-caucho presenta como ventaja la tecnología simple, aunque necesita bombas especiales por la gran viscosidad, y como desventaja la alta sensibilidad a los parámetros (velocidad de calentamiento, tamaño, rango de temperatura…), con tendencia significativa a la separación por los enlaces débiles entre partículas de caucho y bitumen, que se elimina con una degradación química y una dispersión mecánica en presencia de agentes antisedimentación y/o entrecruzantes. Existen numerosos estudios, proyectos y patentes en relación con la modificación y mejora de las características del sistema asfalto-caucho.

• **En carreteras**: una de las aplicaciones de los neumáticos fuera de uso es en la red vial, lo que supone un gran mercado potencial capaz de consumir por si solo todo el neumático que se recicle. Las exigencias actuales en las carreteras hacen que sustituyamos el betún convencional por betunes modificados con polímeros, los más actualizados SBS (estireno-butadienoestireno), EVA (acetato de vinilo-etileno), polietilenos, EPDM (monómero dienoetileno-propileno), etc.

La aplicación en la red de carreteras tiene grandes ventajas para el empleo del caucho reciclado; se están utilizando productos elastoméricos a los que el caucho reciclado podría sustituir o complementar, pueden utilizar grandes volúmenes en cada obra y dado que la construcción de carreteras se da en todo el territorio nacional, no se necesita transportarlo a grandes distancias.

3.2. Valorización Energética

3.2.1. Producción de combustible

El alto poder calorífico de los neumáticos fuera de uso (7.500 Kcal/kg), superior al del carbón, les convierte en un buen combustible para instalaciones industriales de grandes consumos energéticos como la industria cementera. La utilización del neumático fuera de uso como combustible aprovecha la energía térmica que produce la combustión de sus componentes, derivados del petróleo gran parte de ellos.

Además de energía, en este proceso en concreto se aporta hierro para la composición del clínker. El neumático fuera de uso utilizado puede ser triturado o entero dependiendo del tipo de instalación.

La composición del neumático usado resulta ser muy ventajosa, tanto para la industria cementera como para el medio ambiente por las siguientes razones:

- Bajo contenido de humedad respecto a otro tipo de combustibles, por lo que no es necesario un sistema de secado previo a la entrada del horno.

- Contenido en azufre bajo, lo que supone una reducción de las emisiones de SO_x respecto a los combustibles convencionales.

- Disminución de las emisiones de CO_2 computables debido al origen renovable del contenido de caucho natural del neumático con la utilización de neumáticos se reducen las emisiones de NO_X y SO_2. Por lo que es absolutamente factible la valorización en hornos de cemento hasta un 20% del combustible utilizado.

3.2.2 Aprovechamiento energético por gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico de descomposición de la materia orgánica en un ambiente caracterizado por un déficit de aire respecto al estequiométrico necesario para realizar la combustión completa de la misma. Es un proceso a 600º C donde el combustible sólido reacciona con un agente gasificante (aire, oxígeno o vapor de agua).

En el tratamiento de neumáticos usados vía gasificación se obtienen 2 fases; una sólida (mezcla de negro de carbono (25% en peso del total de neumático usado) y acero (12% en peso del total de neumático fuera de uso)) en aprox. un 37 % en peso del total de los productos del proceso, y una fase gaseosa en un 63%. Los dos componentes de la fase sólida se separan fácilmente con un tropel rotatorio de tamizado. El gas generado sale de los gasógenos a una temperatura superior a 350º C y contiene 2 fases separables:

- Fase gaseosa no condensable; formada por una amplia gama de gases de gasificación (CO, H_2, CO_2, N_2, hidrocarburos tipo C1, C2, C3, C4,…). Representa, en media, un 38% en peso del total de neumáticos usados tratados en el proceso. Empleados como valorización energética en motores de gas adaptados al respecto.

- Fase gaseosa condensable; constituida por todo el espectro de alquitranes, aceites medianos y ligeros, BTX, etc. Constituye un 25% del peso total de los neumáticos tratados. Los aceites condensados se pueden valorizar energéticamente como sustitutivo de un fuel-oil ligero o emplear en aplicaciones industriales específicas.

3.2.3 Aprovechamiento energético mediante pirólisis

Un método específico de la valorización energética por gasificación es la valorización energética por pirólisis. Mediante la pirólisis se obtiene, de modo general, carbono pirolítico (33% en peso), gases (20% en peso), aceites (35% en peso) y residuo metálico (12% en peso).

Según las condiciones de procesado (velocidad de calentamiento, tamaño partícula, rango de temperatura,..) se obtendrán distintos porcentajes en peso de los elementos pirolíticos, así como características diferentes de los mismos.

Numerosos estudios se centran en obtener productos valiosos de carbono pirolítico, por ser los que presentan mayor potencial de valorización. Las vías de valorización del carbono pirolítico pueden ser: como combustible de sustitución (mezcla con carbón), como negro de carbono para carga en materiales poliméricos, o como materia prima en la fabricación de carbón activo.

Los aceites obtenidos se pueden emplear como combustible en hornos convencionales. Los gases no condensables tienen un poder calorífico del orden de 68-84 MJm^{-3}, compuesto principalmente por hidrocarburos ligeros (olefinas y C1-C4 parafinas) junto con H_2, CO, CO_2, H_2S, elementos que pueden ser empleados para calentar el reactor de pirólisis, o como combustible en las cementeras. Sin embargo, la valorización energética mediante pirólisis no está muy difundida debido al coste de las instalaciones necesarias.

4. Conclusión

Un claro problema medioambiental es qué hacer con los residuos que se generan en las sociedades desarrolladas actuales y este problema es aún mayor en el caso de residuos como los neumáticos usados, voluminosos y a primera vista poco aprovechables. Sin embargo, en este trabajo, que recoge sólo algunas aplicaciones, queda patente que sí es posible una segunda vida para estos residuos, que presentan, multitud de aplicaciones que nos rodean sin darnos cuenta en nuestra vida cotidiana. Todas estas aplicaciones y otras que se seguirán desarrollando dan un respiro para el medioambiente e incluso en algunos casos una ayuda extra (véase el caso de los arrecifes artificiales) y no una fuente de contaminación más. Es por tanto sumamente beneficioso el seguir trabajando en el desarrollo de formas de aprovechamiento de los residuos, tanto por ser una forma de “deshacernos” de ellos como por el hecho de ahorrar nuevas fuentes o materias primas.

5. Bibliografía

[1] Smith WF. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. 2ª ed. McGraw-Hill, 1992.

[2] Autores varios. Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento, 2007.

[3] Hernandez-Olivares F, Barluenga G, Bollati M, Witoszek B. Static and dynamic behaviour of

[4] The European Tyre Recycling Association. "Introduction to tyre recycling: 2006"

[5] "Orden circular 5bis/2002 sobre las condiciones para la adición de polvo de neumático usados en las mezclas bituminosas". Jornadas sobre utilización de neumáticos fuera de uso en carreteras 2002. Anejo2.

[6] http://www.ecostreet.com/blog/eco-friendly-parenting/2008/04/02/eco-diy-recycle-a-tractor-tyre-into-a-childs-sandpit/

Otras fuentes consultadas:

http://www.tnu.es/

http://www.rmdsa.net/rmdsa/

http://www.fecyt.es/especiales/residuos/7.htm

http://www.signus.es/

http://worldisgreen.com/2007/01/25/tyres-environment-and-business-opportunity/

Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso. CIMTAM. Universidad Carlos III de Madrid y Parque Científico Leganés Tecnológico. Junio 2008

Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso. Actualización. Informe ejecutivo. Junio 2008

QuímicaViva

ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

*Revista **QuímicaViva***

Número 1, año 11, Mayo 2012

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar