



SIGNUS

SISTEMA COLECTIVO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Guía de aplicaciones del Caucho Reciclado procedente del Neumático en las Ciudades





SIGNUS Ecovalor es una entidad sin ánimo de lucro creada como sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor a disposición de todos aquellos fabricantes e importadores (productores) que debe cumplir sus obligaciones legales en relación con los neumáticos fuera de uso.

La misión de SIGNUS es responder a la necesidad que tiene la sociedad de vivir en un entorno sostenible, garantizando el adecuado tratamiento de los neumáticos fuera de uso desde su generación hasta su transformación en recursos con valor.

La utilización de caucho reciclado para la fabricación de productos destinados a entornos urbanos se postula como una de las soluciones más sostenibles dentro del reciclaje del neumático al final de su vida útil y que contribuye, además, a los principios de Economía Circular al reducir el consumo de materias primas vírgenes con la consiguiente mejora ambiental de las ciudades.



AGRADECIMIENTOS

SIGNUS quiere agradecer a las plantas de tratamiento de neumáticos al final de su vida útil, GENEUS, GMN, INDUGARBI, RENEAL, RMD, RNC y VALORIZA NEO, por la información técnica compartida de las diferentes soluciones en las que se transforma el neumático.

Además, SIGNUS quiere agradecer a las empresas ACUSTTEL (ingeniería acústica), LAZAMA (instalador de pavimentos de caucho de parques infantiles, alcorques, etc.), MURARTE (fabricante e instalador de jardines verticales), PAVIGYM (especialistas en suelos de gimnasio) y EKKO 2030, NEUSUS URBAN y VALORIZA NEO por facilitar las imágenes incluidas en este documento.

EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La información recogida en este documento es fruto del análisis del mercado y de la experiencia adquirida en los diferentes destinos del caucho procedente del neumático al final de su vida útil durante los últimos años.

Los autores de la presente Guía han elaborado la misma con el mejor criterio y rigor técnico posible. Sin embargo, será en última instancia el buen criterio del usuario de la misma el único que puede garantizar un resultado satisfactorio, por lo que los autores y SIGNUS Ecovalor se eximen de toda responsabilidad derivada de su aplicación práctica.



1.PRESENTACIÓN DE LA GUÍA.....	8
2.CAUCHO RECICLADO	12
3.VENTAJAS GENERALES DEL CAUCHO RECICLADO	16
4.APLICACIONES	20
4.1.Pavimentos de seguridad	24
4.2.Superficies deportivas	26
4.3.Mezclas bituminosas / asfaltado de calles.....	36
4.4.Pavimentos urbanos.....	40
4.5.Alcorques	42
4.6.Mantas elastoméricas y sistemas vía en placa	44
4.7.Bolardos.....	46
4.8.Separadores carril bici.....	48
4.9.Topes de aparcamiento.....	50
4.10.Mobiliario urbano (banco, jardineras,...)	52
4.11.Ornamentación urbana	54
¿SABÍAS QUÉ?.....	60
REFERENCIAS	62

01





Presentación de la guía

En los últimos años, ha surgido un gran interés en diversificar y aumentar el empleo de caucho reciclado procedente del neumático al final de su vida útil (NFVU) en productos de gran potencial de consumo y alto valor añadido. En este sentido, la utilización de caucho de NFVU en productos de aplicación en entornos urbanos se presenta como una alternativa sostenible y ventajosa.

Por otro lado, hay un compromiso por parte de las ciudades por la Economía Circular, materializado inicialmente en el “Pacto Global de los Alcaldes sobre el Clima y la Energía (GCoM)” y el “llamamiento a las ciudades por una Economía Circular” firmado en 2015 en París. Estos compromisos han supuesto las primeras iniciativas internacionales en las que las autoridades locales asumieron un compromiso a favor de la Economía Circular, destacando la importancia de la implicación de los gobiernos locales en este proceso [1]. Recientemente, con el objetivo de dar un impulso al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) y a los procesos de descarbonización de nuestra sociedad se ha firmado la “Declaración de Valladolid: el compromiso de las ciudades por la Economía Circular” [1]. El modelo de reconstrucción de nuestras ciudades y pueblos debe ser acorde con los principios del Pacto Verde Europeo, asentado en la Economía Circular, el fomento de la energía limpia, la eficiencia energética, la movilidad sostenible, el incremento de la biodiversidad, la eliminación de la contaminación y la lucha contra el cambio climático.

El neumático, que durante años ha rodado por las ciudades, cuando llega al final de su vida útil se transforma en materiales reciclados que pueden

incorporarse en los entornos urbanos contribuyendo a la Economía Circular. De esta forma, el neumático juega un papel importante en la transformación de nuestras ciudades, dadas las numerosas aplicaciones que tiene.

El objetivo de la presente Guía es dar a conocer los diferentes usos que tienen los materiales reciclados procedentes del neumático¹ en los entornos urbanos (pavimentos, mobiliario urbano, etc.). Dicho documento, dirigido principalmente a los ayuntamientos, está concebido para que sea una herramienta de ayuda para dar cumplimiento a su compromiso por la Economía Circular en las ciudades [1].

A lo largo del documento se presenta la siguiente información:

- Características y ventajas generales del caucho reciclado
- Productos y soluciones de diversa aplicación en entornos urbanos
- Ejemplos gráficos

¹ A lo largo del documento se usan indistintamente las denominaciones caucho de NFVU, caucho reciclado, o polvo/granulado de caucho para hacer referencia a la fracción de caucho obtenida del proceso de transformación del neumático al final de su vida útil (NFVU).



“El neumático juega un papel importante en la transformación de nuestras ciudades”



O2



Caucho reciclado

Los neumáticos son productos de gran complejidad que deben alcanzar elevados requerimientos técnicos en términos de seguridad, eficiencia en el consumo de combustible y durabilidad, entre otros. Para poder lograr estas óptimas prestaciones, los neumáticos están constituidos por más de doscientas materias primas y varios compuestos de caucho diferentes, los cuales varían en función del uso y tipo del propio neumático, dificultando los procesos de reciclaje y separación de dichos materiales una vez que el neumático ha alcanzado el final de su vida útil (NFVU).

Para su transformación y reciclaje, los neumáticos se someten a sucesivos procesos de trituración y molienda mecánica que conllevan una reducción del tamaño de las partículas de caucho, además de la separación de la fibra textil (mediante sistemas de aspiración) y los filamentos metálicos de acero (mediante equipos de separación magnética). El resultado es la obtención de granulado y polvo de caucho de diferentes tamaños (< 10 mm), fracción textil y fracción de acero.

El granulado/polvo de caucho, gracias a sus propiedades elásticas, morfología y durabilidad, se utiliza en diversas aplicaciones como material de relleno (campos de fútbol de césped artificial), productos moldeados donde las partículas se adhieren entre sí a través de aglomerantes

(pavimentos de seguridad o bases elásticas para superficies deportivas), o como aditivo en otros productos como mezclas bituminosas, hormigones y morteros modificados, entre otras.

Los diferentes materiales de caucho reciclado que comúnmente se emplean son los siguientes:

- **Polvo:** partículas de caucho de tamaño inferior a 0,8 mm obtenidas del proceso de granulación y separación de componentes del neumático.
- **Granulado:** partículas de caucho de tamaño entre 0,8 mm y 10 mm obtenidas del proceso de granulación y separación de componentes del neumático.
- **“Encapsulado”:** partículas de caucho de tamaño entre 0,8 mm y 10 mm obtenidas del proceso de granulación y separación de componentes del NFVU que posteriormente son sometidas a un proceso en el que se mezclan con resinas y/o pigmentos que le confieren diferentes colores manteniendo las partículas sueltas sin aglomerarse.

Para caracterizar el polvo y el granulado de caucho existen métodos de ensayo específicos. A continuación, se muestran algunas de las normas que se utilizan:

- **UNE-EN 14243-1** "Materiales producidos a partir de neumáticos al final de su vida útil. Parte 1: Definiciones generales relativas a los métodos para la determinación de sus dimensiones e impurezas."
- **UNE-EN 14243-2** "Materiales producidos a partir de neumáticos al final de su vida útil. Parte 2: Granulado y polvo. Métodos para la determinación de sus dimensiones e impurezas, incluyendo contenido de acero libre y textil libre."
- **UNE 53936:2015 EX** "Materiales de neumáticos fuera de uso. Granulado de caucho. Determinación del contenido de fibra textil mediante el índice visual."



“Los tres principales componentes del neumático son: caucho, acero y textil.”










03

A close-up photograph of a lawn where several rectangular pieces of dark, porous recycled rubber mulch are scattered. The mulch pieces are dark grey or black with a textured, cellular surface. They are resting on a vibrant green lawn. The background is a soft-focus grey, suggesting a larger area of mulch or a wall. The text is overlaid in the center-right of the image.

Ventajas generales del caucho reciclado

El caucho reciclado es un recurso material que presenta numerosas ventajas, no solo ambientales por ser un material procedente de un residuo, sino también técnicas por las propiedades que aporta a los productos. A continuación, se enumeran algunas de ellas:

VENTAJAS TÉCNICAS	
	Absorción de impactos
	Absorción de vibraciones y ruido
	Durabilidad: resistencia a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve) sin alteración de sus propiedades

VENTAJAS AMBIENTALES	
	Cumplimiento del principio de jerarquía de residuos
	Permite el ahorro en el consumo de recursos naturales al sustituir materias primas vírgenes



The image features a vibrant green background on the left side, decorated with several semi-transparent circles of varying sizes. A thin white line curves across the middle of the image, separating the green area from a photograph on the right. The photograph shows a close-up of a roof vent with a black, textured cap, mounted on a roof of grey asphalt shingles. In the background, there are green bushes and trees. The number '04' is printed in a large, white, sans-serif font over the vent and shingles.

04

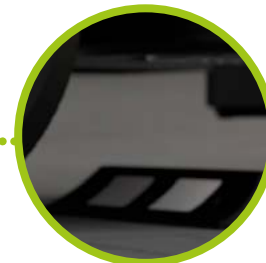
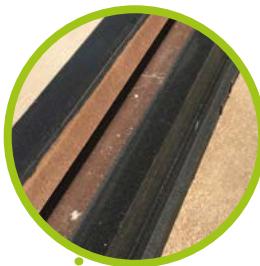
A modern outdoor bench is shown in a garden setting. The bench has a thick, rectangular seat with a black, pebbled texture. The seat is supported by a single, wide, metallic leg that tapers towards the bottom. The bench is placed on a paved area made of light-colored rectangular stones. In the background, there is a dense, green, textured shrub or hedge. The word "Aplicaciones" is written in white, bold, sans-serif font across the middle of the bench seat.

Aplicaciones

1 Pavimentos de seguridad	
2 Superficies deportivas	Pistas de atletismo
	Pistas multideporte
	Suelos de gimnasio
	Campos de césped artificial
3 Mezclas bituminosas/asfaltado de calles	
4 Pavimentos urbanos(carril bici, zona picnic, zona recreo escuelas, carril jogging, carriles de paso en campos de golf, plazas transitables, tráfico rodado no pesado vías interurbanas, etc.)	
5 Alcorques	



6 Mantas elastoméricas y sistemas vía en placa	
7 Bolardos	
8 Separadores de carril-bici	
9 Topes de aparcamiento	
10 Mobiliario urbano (bancos, jardineras, etc.)	
11 Ornamentación urbana	Rotondas, jardines, paseos
	Esculturas y juegos
	Jardines verticales



4.1. Pavimentos de seguridad

Descripción	<p>El granulado de caucho reciclado aglomerado con resina de poliuretano se puede utilizar como pavimento de seguridad en parques infantiles, escuelas y colegios, residencias de ancianos, parques de parkour y calistenia, etc., para evitar posibles lesiones por caídas al resultar un pavimento que absorbe los impactos. En general son sistemas bicapa que se aplican directamente 'in situ' con resina de poliuretano para conseguir el mayor ajuste de la superficie elástica al suelo.</p>
Tamaño de partícula del caucho	<p>Acabado superficial: 1 – 4 mm (encapsulado) Base: 2 – 8 mm</p>
Consumo de caucho reciclado	<p>Acabado superficial, espesor 1 cm: 8 – 9 kg/m² Base: 6 – 8 kg/m² por cm de espesor <i>Ejemplos base:</i> <i>zona balancines, espesor 3 – 5 cm: 17 – 20 kg/m²</i> <i>zona columpios, espesor 5 – 7 cm: 40 – 60 kg/m²</i> <i>zona torres altas, espesor 10 – 14 cm: 60 – 110 kg/m²</i></p>
Color	<p>Acabado superficial: encapsulado de hasta 12 colores.</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (cumplimiento de la altura de caída crítica o HIC) • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad y no se degrada) • Buena trabajabilidad en puesta en obra • Ahorro del consumo de resina frente a otros materiales • Bajos costes de mantenimiento • Alta capacidad de drenaje de agua • Antideslizante • Resistente a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve,...) sin alteración de sus propiedades
Normativa	<p>UNE-EN 1177 Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Métodos de ensayo para la determinación de la atenuación del impacto.</p>



Málaga



San Sebastián de los Reyes

4.2 Superficies deportivas

El caucho reciclado es uno de los materiales básicos en la composición de una gran mayoría de pavimentos deportivos como, por ejemplo:

- Pistas de Atletismo
- Pistas Multideporte: superficies deportivas donde se juega a más de un deporte, como, por ejemplo, balonmano, baloncesto, voleibol, fútbol sala, y que también pueden utilizarse para otras actividades deportivas.
- Campos de fútbol de césped artificial [2, 3]

En general, las ventajas técnicas de la utilización de caucho reciclado en superficies deportivas son:

- Elasticidad y resistencia al deslizamiento.
- Durabilidad: resistencia a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve) sin alteración de sus propiedades.
- Fácil instalación y bajo coste de mantenimiento.



PISTAS DE ATLETISMO

Tamaño de partícula del caucho	Sistema completo (base + acabado superficial de EPDM): Base: 2 – 4 mm
Consumo de caucho reciclado	Base, espesor 1,2-1,5 cm: 10 – 12 kg/m ²
Color	Color negro para la base
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (prestaciones actividad deportiva, homologado) • Prevención de lesiones • Antideslizante • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad y no se degrada) • Buena trabajabilidad en puesta en obra • Ahorro del consumo de resina frente a otros materiales • Alta permeabilidad al agua • Resistencia a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve) sin alteración de sus propiedades.
Normativa	Sistema de certificación World Athletics para instalaciones de atletismo en pista [4]



Fuente: SIGNUS



Base elástica de una pista de atletismo. Fuente: VALORIZA NEO

PISTAS MULTIDEPORTE

Tamaño de partícula del caucho	1) Sistema completo (base + acabado superficial): <ul style="list-style-type: none"> • Base: 2 – 4 mm • Acabado superficial: 1 – 4 mm (encapsulado) 2) Monocapa: 1 – 4 mm (encapsulado)			
Consumo de caucho reciclado			Espesor	Consumo
	Sistema completo	Base	2 cm	12 – 16 kg/m ²
		Acabado superficial	1 cm	8 kg/m ²
Monocapa		1,2 – 1,5 cm	10 – 12 kg/m ²	
Color	Encapsulado rojo, verde, marrón, azul marino.			
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (prestaciones actividad deportiva, homologado) • Prevención de lesiones • Antideslizante • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad y no se degrada) • Buena trabajabilidad en puesta en obra • Alta permeabilidad al agua? • Resistencia a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve) sin alteración de sus propiedades. • Instalación adaptable sin obra (rehabilitación de instalaciones antiguas) 			
Normativa	UNE-EN 14877:2014 "Superficies sintéticas para espacios deportivos de exterior. Especificación" (de carácter voluntario)			



SUELOS DE GIMNASIO

Tamaño de partícula del caucho	(1) Prefabricado en losetas: 0,5 – 2,5 mm (2) Monocapa in situ: 1 – 4 mm		
Consumo de caucho reciclado		Espesor	Consumo
	Prefabricado en losetas	2 – 4 cm	19 – 27 kg/m ²
	Monocapa in situ	2 cm	16 kg/m ²
Color	Sí		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (prestaciones actividad deportiva) • Prevención de lesiones • Antideslizante (evita desplazamiento de maquinaria y materiales de entrenamiento) • Aislamiento acústico (absorción ruido) • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad, resistencia al desgaste) 		
Normativa	UNE-EN 1177 Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Métodos de ensayo para la determinación de la atenuación del impacto.		



CAMPOS DE FÚTBOL DE CÉSPED ARTIFICIAL

Tamaño de partícula del caucho	Material de relleno: 0,5 – 2,5 mm Base: 2 – 8 mm
Consumo de caucho reciclado	Material de relleno: 10 – 12 kg/m ² Base, espesor 2,5 cm: 14 kg/m ²
Color	Negro. En algunos casos, encapsulado de color verde o arena como material de relleno.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente jugabilidad (cumple prestaciones exigidas en cuanto a absorción de impactos, deformación vertical, bote vertical de balón y tracción rotacional). • Prevención de lesiones • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad <p>Específicas para el material de relleno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ahorro del consumo de agua de riego • Respetuoso con el medio ambiente: no necesita fertilizantes ni productos fitosanitarios. • Resistencia a cualquier condición climática (sol, lluvia, nieve) sin alteración de sus propiedades. <p>Específicas para la base elástica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite reducir la cantidad de material de relleno. • Alta permeabilidad al agua. • Durabilidad ante el estrés térmico, humedad y compresión.
Normativa	UNE-EN 15330-1, UNE-EN 15330-4, FIFA, WR ^a , FIH ^b , ESTC ^c



Base elástica

4.3. Mezclas bituminosas / asfaltado de calles

El empleo de polvo de caucho procedente de NFVU para la fabricación de mezclas bituminosas [5-10] es cada vez más importante, puesto que además de contribuir a minimizar el impacto ambiental causado por estos residuos, permite mejorar las prestaciones mecánicas y durabilidad de los asfaltos.

En la actualidad existen dos técnicas de fabricación de mezclas bituminosas con polvo de caucho consolidadas:

- vía húmeda, consistente en la mezcla previa de polvo de caucho (convencional o aditivado) con el betún, obteniéndose un betún mejorado o modificado con caucho que será empleado como ligante en la fabricación de la mezcla.
- vía seca, en la que el polvo de caucho (convencional, aditivado o pretratado) se incorpora directamente a la amasadora de la central de fabricación de la mezcla bituminosa, como uno más de sus componentes.



MEZCLAS BITUMINOSAS/ASFALTADO DE CALLES

Tamaño de partícula del caucho	Vía húmeda	Polvo convencional o aditivado	< 0,8 mm
	Vía seca	Polvo convencional	< 0,5 mm
		Polvo aditivado o pretratado	< 0,8 mm
Consumo de caucho reciclado	Vía húmeda: 7 – 18 % en masa sobre ligante Vía seca: 0,5 – 2% sobre mezcla		
Color	No aplica		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ● Mayor resistencia a la fisuración ● Mayor durabilidad del pavimento (mantiene su elasticidad y no se degrada) ● Menor mantenimiento ● Reducción del ruido ● Material reciclado (Economía Circular) ● Reducción de la huella de carbono 		
Normativa	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)		



Fuente: SIGNUS



Fuente: VALORIZA NEO

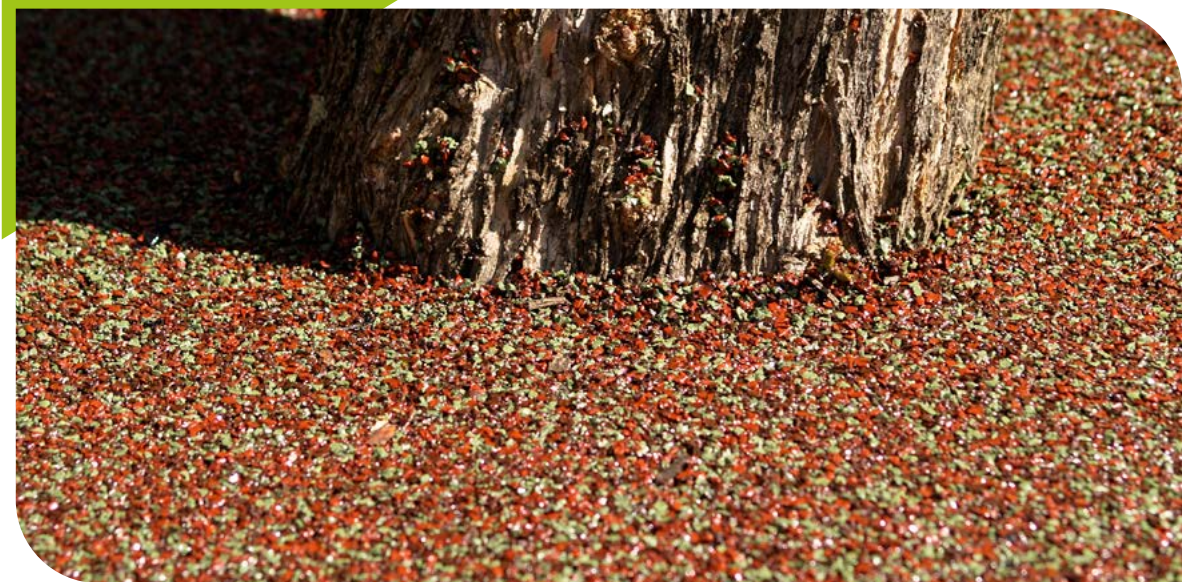
4.4. Pavimentos urbanos

Descripción	Se trata de pavimentos en los que se emplea granulado de caucho reciclado mezclado con áridos y todo ello aglomerado con resina de poliuretano aplicado directamente "in situ": carril bici, zona picnic, zona recreo escuelas, carril jogging, carriles de paso en campos de golf, plazas transitables, vías interurbanas para tráfico rodado, etc.		
Tamaño de partícula del caucho	0,6 – 8 mm		
Consumo de caucho reciclado		Espesor	Consumo
	Carril bici, zonas peatonales, tráfico ligero	1 cm	4,5 – 7 kg/m ²
	Tráfico rodado normal (coches, autobuses, etc.)	1,5 – 2 cm	11 – 14 kg/m ²
	<i>Ejemplo: carril bici de ancho 1,5 m, espesor 1 cm: 7 kg/m²</i>		
Color	Sí		
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos • Material reciclado (Economía Circular) • Pavimento fonorreductor • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Ajuste a la superficie del suelo • Buena trabajabilidad en puesta en obra • Menor mantenimiento • Posibilidad de implementar sistemas de absorción de NOx y COVs. 		
Normativa	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)		



4.5. Alcorques

Descripción	Los alcorques son elementos urbanos para delimitar el espacio para la plantación de un árbol o arbusto en un entorno pavimentado. Estos alcorques se pueden rellenar con caucho reciclado aglomerado con resina, convirtiendo la vía pública en un espacio transitable en su totalidad y permitiendo el desarrollo completo del árbol.
Tamaño de partícula del caucho	Base: 2 – 8 mm Acabado superficial: 1 – 4 mm (encapsulado)
Consumo de caucho reciclado	Base, espesor 3 cm: 18 kg/m ² Acabado superficial, espesor 1 cm: 8 – 10 kg/m ²
Color	Acabado superficial: encapsulado de hasta 12 colores.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad para peatones eliminando barreras arquitectónicas • Aumento de las zonas transitables • Permite el desarrollo completo del árbol • Drenante, permite el riego • Bajo mantenimiento (evita aparición de malas hierbas) • Fácil limpieza (sopladoras, agua a presión o cepillos barrenderos) • Mejora de la higiene y limpieza de la zona al evitar acumulación de suciedad • Durabilidad (resistencia a impactos, no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Material reciclado (Economía Circular) • Instalación fácil y adaptable a la superficie • La gama de colores permite adaptarse al diseño urbanístico
Normativa	No



4.6. Mantas elastoméricas y sistemas vía en placa

Descripción	Las mantas elastoméricas y los sistemas vía en placa empleados para la atenuación de vibraciones y ruido generados por el tráfico ferroviario, metro o tranvía, pueden fabricarse con caucho reciclado aglomerado con resina.
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 – 4 mm
Consumo de caucho reciclado	Mantas elastoméricas: 6 – 8 kg/m ² por cm de espesor Vía en placa: 30 kg/m lineal
Color	No
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Atenuación de vibraciones • Atenuación de ruido • Mejora del confort del viajero • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad y no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...)
Normativa	No



Sistemas vía en placa



Mantas elastoméricas

4.7. Bolardos

Descripción	Son elementos presentes en las ciudades, principalmente para evitar que los vehículos accedan o se estacionen en zonas peatonales.
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 – 4 mm polvo 0 – 0,8 mm
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. Aproximadamente 4 – 9 kg de caucho reciclado por unidad
Color	No
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (daños menores ante un impacto, tanto a vehículos como a peatones) • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (mantiene su elasticidad y no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Personalizable
Normativa	Orden TMA/851/2021



Fuente: NEUSUS URBAN

4.8. Separadores carril-bici

Descripción	Los separadores de carril-bici son elementos de la vía pública que delimitan el espacio entre el carril-bici y la carretera, permitiendo la circulación segura de los ciclistas.
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 – 4 mm polvo 0 – 0,8 mm
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. Aproximadamente 2 – 6 kg de caucho reciclado por unidad.
Color	Generalmente color negro, aunque se pueden personalizar pintándolos.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (daños menores ante un impacto) • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (a impactos, no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Personalizables
Normativa	No



Fuente: NEUSUS URBAN

4.9. Topes de aparcamiento

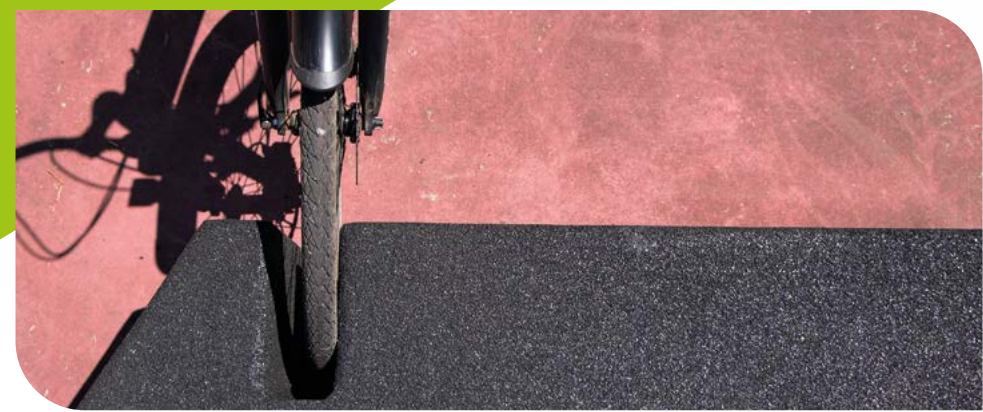
Descripción	Los topes de aparcamiento son elementos que delimitan y señalizan el espacio de las plazas de estacionamiento, deteniendo el vehículo en un espacio seguro. De ese modo, se previenen impactos con otros vehículos o elementos constructivos.
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 – 4 mm polvo 0 – 0,8 mm
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. Aproximadamente 5 – 8 kg de caucho reciclado por unidad.
Color	No encapsulado, a veces pintada la pieza final.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente absorción de impactos (daños menores ante un impacto) • Material reciclado (Economía Circular) • Durabilidad (a impactos, no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Instalación adaptable a la superficie • Personalizables
Normativa	No



Fuente: NEUSUS URBAN

4.10. Mobiliario urbano (bancos, jardineras,...)

MOBILIARIO URBANO	
Descripción	Conjunto de elementos presentes en la vía pública con un propósito determinado, como por ejemplo, bancos, jardineras, aparca-bicis, etc. Estos elementos se pueden fabricar con caucho reciclado aglomerado con resina.
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 – 4 mm polvo 0 – 0,8 mm
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. <i>Ejemplos:</i> <i>Jardineras: 30 – 60 kg caucho reciclado por unidad</i> <i>Bancos/aparca-bicis: 50 – 200 kg caucho reciclado por unidad</i>
Color	No encapsulado, a veces pintada la pieza final.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad (a impactos, vandalismo, no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Material reciclado (Economía Circular) • Personalizables (diseños atractivos y ergonómicos de bancos/asientos)
Normativa	No



4.11. Ornamentación urbana

Conjunto de elementos presentes en la vía pública para embellecer los espacios y crear ambientes utilizando recursos decorativos, como por ejemplo, esculturas, jardines verticales, rotondas, etc. Dependiendo del tipo, estos elementos se pueden fabricar con los siguientes materiales:

- Encapsulado de caucho reciclado: rotondas y jardines.
- Caucho aglomerado con resina: esculturas y juegos.
- Piezas procedentes del troquelado de neumáticos: jardines verticales.

ROTONDAS Y JARDINES	
Tamaño de partícula del caucho	Con aglomerante (tipo resina): granulado 1 – 4 mm Material suelto: 8 – 20 mm
Consumo de caucho reciclado	Con aglomerante (tipo resina): 5 – 10 kg/m ² por cm de espesor Material suelto: 15 – 20 kg/m ²
Color	Sí
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Material reciclado (Economía Circular) • Instalación adaptable a la superficie • Personalizables
Normativa	No



Fuente: RMD

4.11. Ornamentación urbana

ESCULTURAS Y JUEGOS	
Tamaño de partícula del caucho	granulado 1 - 4 mm
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. Entre 40 – 900 kg de caucho reciclado por unidad.
Color	No encapsulado, a veces pintada la pieza final.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad (a impactos, vandalismo, no se degrada) • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Material reciclado (Economía Circular) • Absorción de impactos • Personalizables
Normativa	No




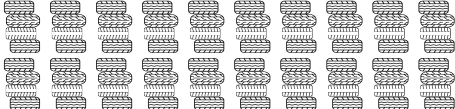
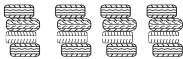




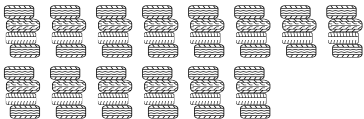



4.11. Ornamentación urbana

JARDINES VERTICALES	
Descripción	Piezas procedentes del troquelado de neumáticos
Consumo de caucho reciclado	Depende del diseño del producto. En promedio 10 NFVU / m ²
Color	Piezas pintadas
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a la intemperie (rayos UV, temperatura, humedad,...) • Mejora de la percepción de los entornos urbanos al evitar el vandalismo (pintadas,...) • Material reciclado (Economía Circular) • Posibilidad de implementar sistemas de absorción de NOx y COVs.
Normativa	No



Fuente: MURARTE

¿Sabías qué?

APLICACIÓN	NEUMÁTICOS, EN UNIDADES (DATOS PROMEDIO)	
1 Parque infantil (superficie media 150 m ²)	850 neumáticos	
1 Pista de atletismo	9.500 neumáticos	
1 Pista multideporte	2.000 neumáticos	
Suelo de gimnasio (superficie 150 m ²)	270 neumáticos	
Mezclas bituminosas/ asfaltado de calles	500 – 1.800 neumáticos/km	
Carril bici	2.300 neumáticos/km	
Alcorques (superficie 1 m ²)	6 neumáticos	
Sistemas vía en placa	7.000 neumáticos/km	
Bolardos	1 – 2 neumáticos/unidad	
Separadores de carril-bici	1 neumático/unidad	
Topes de aparcamiento	1 neumático/unidad	



Referencias

[1] "Declaración de Valladolid, el compromiso de las ciudades por la Economía Circular", Federación Española de Municipios y Provincias, 30 de junio de 2021 en el marco de las Jornadas sobre Economía Circular, Reconstrucción y Entidades Locales.

http://femp.femp.es/Microsites/Front/PaginasLayout3/Layout3_Personalizables/MS_Manestra_3/_MznynrPoTrXKv5bey-7NcwsmWRvwm_gXrG-zj7FCwcJ-E2J4ldajuQ

[2] "Caucho reciclado procedente del neumático en los campos de césped artificial", 2021, SIGNUS ECOVALOR, S.L.

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2021/03/Campos_Césped_Artificial.pdf

[3] "Bases elásticas de caucho reciclado procedente del neumático en superficies deportivas", 2023, SIGNUS ECOVALOR, S.L.

<https://www.signus.es/wp-content/uploads/2023/06/BasesElasticas.pdf>

[4] Sistema de Certificación de la World Athletics (www.worldathletics.org)

<https://worldathletics.org/about-iaaf/documents/technical-information>

[5] "Guía para la fabricación de betunes con polvo de neumático", 2014, J.M. Bermejo Muñoz, J. Gallego Medina, L. Saiz Rodríguez, ISBN 978-84-616-9263-7 (Depósito legal C 377-2014)

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2017/06/Guia_betunes_signus_def.pdf

[6] "Guía para la fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas con polvo de neumático", 2017, J. Gallego Medina, L. Saiz Rodríguez, ISBN 978-84-697-2998-4 (Depósito legal M 14258-2017)

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2017/10/Guia_de_mezclas_2017_WEB.pdf

[7] "20 años de mezclas asfálticas con polvo de neumático en las carreteras españolas", 2018, L.A. de León Alonso, L. Saiz Rodríguez, R. Pérez Aparicio, (Depósito legal C 754-2018)

<https://www.signus.es/mezclas-asfalticas-con-polvo-de-neumatico/>

[8] "Mezclas semicalientes con polvo de caucho procedente del neumático al final de su vida útil", 2019, J. Gallego Medina, A.M. Rodríguez Alloza, L. Saiz Rodríguez, R. Pérez Aparicio, ISBN 978-84-09-11306-4 (Depósito legal M 22414-2019)

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2019/05/mezclas_bituminosas_semiclientes.pdf

[9] "Manual de recomendaciones para el diseño y puesta en obra de mezclas bituminosas con polvo de caucho por vía seca", 2022, F. Moreno Navarro, M.C. Rubio Gámez, M. del Sol Sánchez, R. Tauste Martínez, G. García Travé, L. Saiz Rodríguez, R. Pérez Aparicio, ISBN 978-84-09-38497-6 (Depósito legal M 6800-2022)

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2022/06/Manual_caucho_mezclas_bituminosas_via_seca_2022.pdf

[10] "Análisis del Ciclo de Vida: Estudio comparativo entre una carretera con caucho reciclado y una carretera convencional", 2022, A.M. Rodríguez Alloza, L. Saiz Rodríguez, R. Pérez Aparicio.

https://www.signus.es/wp-content/uploads/2022/10/ACV_carretera-caucho_2022.pdf

LAZAMA, S.L.

<http://www.lazama.es/>

MURARTE GLOBAL

<https://www.murarteglobal.com/>

ACUSTTEL

<https://acusttel.com/>

PAVIGYM

<https://www.pavigym.com/>

GENEUS CANARIAS, S.L.

https://gestoresderesiduos.org/manager_centers/geneus-canarias-s-l

Gestión Medioambiental de Neumáticos, S.L. (GMN)

<http://www.gmn.es/>

INDUGARBI NFU'S

http://www.heraholding.com/referencias_residuos.php

Reciclado de Neumáticos de Castilla León, S.L. (RENECAL)

<https://renecal.es/>

Recuperación Materiales Diversos, S.A. (RMD) y Neusus Upcycling

<https://www.rmDSA.com/>; <https://neusus.com/es/>

Reciclaje de Neumáticos y Caucho, S.L. (RNC)

<https://rncmurcia.com/>; <https://www.ekko2030.com/>

VALORIZA NEO

<https://www.valorizasm.com/es/>



SIGNUS

SISTEMA COLECTIVO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

SIGNUS Ecovalor, S.L

C/Caleruega, 102, 5ª
28033 Madrid
T: +34 91 768 07 66
info@signus.es

www.signus.es

Síguenos en:

