

TEJAS ELABORADAS EN BASE A RESIDUOS. UN PRODUCTO INNOVADOR Y SUSTENTABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN.

GAGGINO ROSANA

CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica)
Igualdad 3585, Córdoba, Argentina. E mail: rgaggino@ceve.org.ar

POSITIERI MARÍA

Universidad Tecnológica Nacional / CINTEMAC (Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad).

Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Argentina.
E mail: mpositieri@yahoo.com.ar

KREIKER JERÓNIMO

CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica)
Igualdad 3585, Córdoba, Argentina. E mail: jkreiker@ceve.org.ar

SANCHEZ AMONO MARÍA PAZ

CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica)
Igualdad 3585, Córdoba, Argentina. E mail: arq.mpsa@gmail.com

ARGUELLO RICARDO

CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica)
Igualdad 3585, Córdoba, Argentina. E mail: rarguello@ceve.org.ar

BARONETTO JUAN CARLOS

Universidad Tecnológica Nacional / CINTEMAC (Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad).

Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Argentina.
E mail: ingbaronetto@yahoo.com.ar

RESUMEN

En la actualidad los nuevos modelos de consumo de la sociedad, influenciados por el acelerado crecimiento demográfico, generan un malgasto creciente de los recursos naturales. En lo que respecta a la construcción, las tecnologías tradicionales han sido en general concebidas siguiendo objetivos técnicos y económicos, pero sin tener en cuenta objetivos ecológicos, por lo cual es discutible su sustentabilidad a largo plazo. Tanto los materiales empleados, como los modos de producción, ocasionan un fuerte impacto medioambiental. Involucran en menor o mayor medida, la extracción de materias primas las cuales en su mayoría, son recursos no renovables.

En la última década surge el concepto de Construcción Sustentable, el cual propone una profunda innovación en el diseño y producción de los distintos elementos que conforman el hábitat humano, sin perjudicar a las generaciones futuras. Una de sus premisas es la implementación de nuevos procedimientos de fabricación de componentes constructivos, que resuelvan el destino final de los residuos, y que a su vez, sustituyan materias primas de origen natural. Esta investigación adhiere a esta premisa, y tuvo como resultado el desarrollo tecnológico de un componente para cubiertas de techos.

El procedimiento de fabricación consiste en el termo-moldeo y compactación de una mezcla de partículas de plásticos reciclados, procedentes de la industria alimenticia; y de partículas de caucho reciclado, procedentes de neumáticos en desuso.

Este producto es novedoso respecto a lo hasta hoy conocido por utilizar una composición diferente de materiales, por utilizar otro procedimiento de fabricación, por las propiedades técnicas alcanzadas, por el diseño morfológico de los productos, o por las aplicaciones de los mismos.

Las tejas que se utilizan tradicionalmente en la construcción de cubiertas inclinadas son principalmente las cerámicas y las de hormigón. En mucha menor proporción se utilizan las tejas

compuestas de materiales plásticos diferentes a los de esta investigación, producidas por lo general por inyección.

En los aspectos técnicos, las principales ventajas de las tejas desarrolladas en este proyecto con respecto a las tradicionales son su menor densidad, menor absorción de agua, mayor resistencia al impacto duro (granizo) y a la flexión.

En los aspectos ecológicos, la principal ventaja es que contribuyen a la descontaminación del medio ambiente, por estar íntegramente constituidas por materiales de desecho reciclados, en lugar de utilizar materias primas no renovables.

Los objetivos de esta investigación fueron aportar una tecnología alternativa para la construcción de cubiertas de techo, basada en el reciclado de desechos de caucho y plásticos, aplicable a viviendas y construcciones en general, que cumplan con las normas vigentes en nuestro país.

La metodología empleada fue exploratoria y comprendió los siguientes pasos: evaluación del estado de la técnica, programación de formulaciones y fabricación de probetas, diseño de componentes, elaboración de los mismos, realización de ensayos de caracterización, análisis de resultados, ajustes de proceso y selección de alternativas.

La importancia económica de la implementación de esta tecnología es que se reducirían gastos para los municipios en recolección y disposición final de los residuos, colaborando en la descontaminación del medio ambiente.

Palabras claves: CONSTRUCCION, RECICLADO DE MATERIALES, TEJA, INNOVACIÓN.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas ha surgido una fuerte preocupación ambiental debido a las consecuencias que ocasiona el destino final de los residuos. El manejo ineficiente que hoy se realiza con los mismos (quemados a cielo abierto, disposición en vertederos de basura) provoca problemas tales como la contaminación de napas freáticas por la filtración de líquidos lixiviados, situaciones riesgosas como incendios o acumulaciones de gases, proliferación de vectores infecciosos que transmiten enfermedades, produciendo problemas de salud y daños al ambiente. El reciclado de residuos es una excelente alternativa para disminuir la cantidad de los mismos en vertederos de basura. Esta premisa ha servido de base para analizar su aplicación en la elaboración de componentes constructivos.

Según datos aportados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SADYS) dependiente del Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, la Argentina produce 12.325.000 toneladas de basura por año (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008)

En promedio, los argentinos producimos 1 kg de basura por persona por día. En primer lugar, debe señalarse que el manejo de los RSU en Argentina, es de incumbencia municipal, sobre cuyos gobiernos recae la responsabilidad de su gestión. En general, el manejo de los residuos constituye un problema creciente para la mayoría de sus autoridades, ya que su gestión se reduce a la realización de la recolección domiciliar y a la disposición final de los residuos efectuada, en muchos casos, en Basurales a Cielo Abierto (BCA) con escasos controles ambientales y técnicos, y los consiguientes riesgos derivados para la salud y ambiente (Engirsu, 2005). En el área de la construcción, las tecnologías empleadas siempre han generado impacto ambiental en todas sus etapas: extracción de la materia prima, fabricación de los componentes constructivos, construcción del edificio y su eventual demolición. Los materiales que se usan tradicionalmente para la construcción derivan de la naturaleza, por ejemplo arena, barro, piedras, etc., y son recursos no renovables cuya extracción implica gasto de energía, contaminación por las emisiones y generación de residuos. Ahora bien, la extracción, transformación y deposición de los residuos en vertederos al finalizar su vida útil, asume una parte significativa del impacto medioambiental global de nuestra sociedad. Por esta razón, las innovaciones tecnológicas y sociales juegan un papel primordial en el logro de la construcción de un hábitat sostenible y en la búsqueda de alternativas utilizando materias primas no renovables.

En el siglo pasado surge el concepto de Desarrollo Sostenible definido en el informe Brundtland como aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (Informe Brundtland, 1987).

Citando a Cáceres “la sostenibilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno de asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente” (Cáceres Teran, 1996).

Uno de los residuos que aún no cuenta con un sistema formal de recuperación en la provincia de Córdoba, Argentina, es el de los neumáticos fuera de uso (NFU), cuyo destino actual es la recuperación en un circuito informal para diferentes destinos de aplicación a pequeña escala, pero la mayoría se desecha y se entierra en vertederos, con el consiguiente desaprovechamiento de este recurso. Según un informe del INTI “Se estima que en nuestro país, la generación de neumáticos fuera de uso supera las 100.000 toneladas anuales” (INTI, 2010).

Otros residuos que ocupan un lugar importante dentro de los residuos sólidos urbanos son los plásticos. Los mismos constituyen el 13,3% del total de los residuos urbanos (en peso) en la Argentina. Esto equivale al 30% del total de volumen” (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008) . Su principal uso es el de embalajes (bolsas y láminas de plástico, geomembranas, contenedores, etc.).

Existe una abundante disponibilidad de estos materiales, lo cual justifica la realización de una investigación sobre sus posibles aplicaciones. Y con respecto a sus propiedades, ambos poseen buenas características mecánicas. Como alternativa para reducir la contaminación ambiental se propone el reciclado de residuos para elaborar componentes constructivos.

Según Schumpeter J.A., la innovación es la introducción en el mercado de un nuevo bien, es decir, un bien con el cual los consumidores aún no están familiarizados, o de una nueva clase de bienes. La introducción de un nuevo método de producción, es decir, un método aún no experimentado en la rama de la industria afectada, que requiere fundamentarse en un nuevo descubrimiento científico (Cilleruelo Carrasco, Sánchez Fuente y Begoña, 2008).

Podemos decir que son varios aspectos los que hacen que el producto obtenido en esta investigación sea innovador. Se diferencia de los tradicionales porque tienen diferente dosificación, materiales constitutivos, procedimientos de elaboración, diseño, propiedades físicas y químicas, aplicaciones y costo.

El procedimiento de fabricación consiste en el termo-moldeo y compactación de una mezcla de partículas provenientes de materiales reciclados.

En cuanto a los antecedentes a nivel mundial de utilidades de partículas plásticas y de caucho recicladas en elementos constructivos, podemos mencionar algunos ejemplos que nos sirvieron como punto de partida de esta investigación:

- La pizarra elaborada con una mezcla de plásticos (PVC, CPVC, PVDC, ABS, ASA y EVA), patentada por Zhang en Europa (Zhang, 2001).
- Las tejas desarrolladas en Brasil con embalajes de larga vida, compuestas por una lámina de cartón y plásticos (Fiorelli J., Morceli J., Vaz R. y Dias, 2009).
- Las chapas para techo elaboradas con fibras de nylon que simulan tejas, desarrolladas en EE.UU (Bacon, 2005).
- Las tejas Tejalar elaboradas por la Fábrica Recypack en La Rioja, Argentina, compuestas por láminas de cartón y plásticos procedentes de embalajes de bebidas (Recypack, 2004).
- Las tejas tipo colonial y placas para pared elaboradas con secciones arqueadas de trozos de neumáticos, calentadas para enderezar los bordes, patentadas por García (García, 1996).
- Los componentes para techos patentados en Europa por Boor, elaborados con polietileno, polipropileno, caucho y áridos diversos (Boor, 2009).

- La mezcla de bitumen proveniente de neumáticos en desuso con polietileno reciclado, para la ejecución de techados e impermeabilizantes, desarrollada en España (Navarro F., Partal P., Martínez-Boza F. y Gallegos C, 2010).
- Las tejas elaboradas con grumos de caucho mezclados con gramos de sílice, ligados con un aglutinante líquido polimerizable, sometidas a la acción de calor, patentadas por Crivelli (Crivelli, 1993).
- Los productos para techos que simulan pizarras o tejas de arcilla, elaborados con polietileno de ultra baja densidad como ligante y un material de carga que puede comprender productos de caucho reciclado tales como EPDM (monómero de etileno propileno dieno) y SBR (caucho de estireno butadieno), patentados por Edson (Edson, 2004).
- Las tejas curvas elaboradas con caucho y plásticos, moldeadas por compresión, que poseen crestas y conectores para formar una sola pieza que cubre un techo, patentada por Meyer (Meyer, 2004).
- El material compuesto por caucho reciclado, microesferas termoplásticas expandibles y aditivos convencionales, que se puede aplicar en tejas y otros productos, patentado por Degerman (Degerman, 2002).
- Las tejas Euroshield Roofing Products, elaboradas con caucho y polvo de pizarras, desarrolladas por la empresa Global Environmental Manufacturing. Información provista por el fabricante (Euroshield, 1999).

Se propone como alternativa aplicar los desechos de neumáticos fuera de uso mezclados con polietileno de baja densidad para desarrollar un componente constructivo (teja) y que sea apto tanto para viviendas, como para espacios de uso común, con ventajas desde los puntos de vista ecológicos, técnicos y económicos.

Esta investigación tuvo como objetivos:

- Desarrollar morfológicamente todos los componentes del sistema constructivo de cubierta.
- Evaluar y optimizar las propiedades técnicas de los componentes constructivos desarrollados para cumplir con las normas vigentes en Argentina para su aplicación en viviendas.
- Fabricar un prototipo y evaluar su desempeño.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN

Materiales: Para la elaboración de las tejas, se emplean dos tipos de residuo: polietileno de baja densidad -PEBD- (2-3 mm) procedente de bidones y caños desechados (Figura 1) y caucho proveniente de NFU (1-2 mm) (Figura 2).

Fig.1: Partículas de polietileno de baja densidad (PEDB).

Fuente: Archivo fotográfico de CEVE



Fig.2: Partículas de caucho.
Fuente: Archivo fotográfico de CEVE



Procedimiento: Estos componentes se obtienen mediante el proceso de termo-moldeo con compactación utilizando un equipo de prensa con temperatura. Esta máquina especialmente diseñada para este proceso, cuenta con una prensa neumática, la cual es controlada por la manipulación de aire a presión (Figura 3). El aire es forzado en un tubo que se llena con el aire y se aplica con presión que hace que la prensa se desplace hacia abajo. Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de las válvulas, los resortes mecánicos haciendo que la bomba se mueva de nuevo hacia arriba. Para comenzar con el proceso, la mezcla conformada por las dos materias primas mencionadas anteriormente se ingresa a la tolva en estado sólido. Luego éstas, al pasar por el tornillo, son calentadas a medida que la mezcla avanza por tres zonas de calentamiento hasta el extremo final donde se encuentra el punto de mayor temperatura. De ahí, el líquido viscoso obtenido se coloca en la matriz (molde), desparramando el material (Figura 4) y es sometido a un proceso de compactación (10 t) mediante el uso de la prensa neumática durante 4 minutos aproximadamente.

Fig.3: Equipamiento para fabricar tejas.
Fuente: Archivo fotográfico de CEVE



*Fig.4: Mezcla vertida sobre matriz.
Fuente: Archivo fotográfico de CEVE*



Luego la teja se retira del molde y se enfría en un bastidor especial durante 10 minutos. (Figuras 5 y 6).

*Fig.5: Bastidor para secado de tejas.
Fuente: Archivo fotográfico de CEVE*



*Fig.6: Teja a base de NFU y plásticos.
Fuente: Archivo fotográfico de CEVE*



RESULTADOS

Se han obtenido tejas y otras piezas complementarias tales como cenefa y cumbrera, elaboradas con materiales reciclados; y se ha realizado una comparación entre las propiedades de las tejas desarrolladas con materiales reciclados y tejas tradicionales de hormigón y cerámicas.

Las propiedades de las tejas de hormigón y cerámicas han sido establecidas en el Laboratorio del Centro de Investigación en Tecnología de Materiales y Calidad-CINTEMAC, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

Características geométricas y masa (valores promedio):

Dimensiones: Las tejas con materiales reciclados son más pequeñas que las tejas de hormigón cuyas medidas son: Largo: 420,6 mm. Ancho: 331,3 mm.; y también más pequeñas que las tejas cerámicas cuyas medidas son: Largo: 427,3 mm. Ancho: 224,7 mm.

Masa: Las tejas con materiales reciclados tienen una masa de 1,29 kg, un 26 % menor que la teja de hormigón (4,8 kg) y un 48 % menor que la teja cerámica (2,68 kg).

Resistencia a la heladicidad:

Tanto las tejas elaboradas con materiales reciclados como las tejas de hormigón y cerámicas cumplen con la Norma Iram 11632-2 para tejas de hormigón, que establece que no deben observarse deterioros ni descascamientos superficiales después de realizado el ensayo.

Permeabilidad al agua:

Tanto las tejas elaboradas con materiales reciclados como las tejas de hormigón y cerámicas cumplen con la Norma Iram 11632-1 para tejas de hormigón, que establece que no deben desprenderse gotas de agua en la parte inferior de las tejas durante la duración del ensayo.

Permeabilidad al aire:

Las tejas elaboradas con materiales reciclados son de permeabilidad muy baja, según la Norma Suiza SIA 262/2003; en cambio las tejas de hormigón son de permeabilidad alta, moderada y baja (según la terminación superficial); y las tejas cerámicas son de permeabilidad alta y moderada (según si están esmaltadas o no).

Absorción de agua:

Las tejas con materiales reciclados tienen un porcentaje de absorción de agua de 0,3 %, 91 % menor que las tejas de hormigón (porcentaje de absorción 3,5 %); y 97 % menor que las tejas cerámicas (porcentaje de absorción 10 %). Tanto las tejas con materiales reciclados como las tejas de hormigón y cerámicas cumplen con la Norma Iram 12528-03, la cual establece que las tejas inmersas en agua por 24 hs. no deberán absorber una cantidad de agua mayor al 15 % de sus respectivas masas en estado seco.

Resistencia al impacto:

Las tejas elaboradas con materiales reciclados y las tejas de hormigón tienen un resultado Satisfactorio en este ensayo, cumpliendo con la Norma Iram 12528-2, la cual establece que luego de haber realizado el ensayo, la teja no debe romperse ni presentar defectos superficiales tales como: ampollado, astillado, cráteres, desperfecto de rebabado, fisura superficial, microfisuración superficial del esmalte o del engobe (cuarteo) ni rebabas.

Las tejas elaboradas con materiales reciclados superan a las tejas cerámicas en este ensayo, las cuales presentan defectos superficiales tales como cráteres, astillado, etc. luego del ensayo. Es conocido que las tejas cerámicas no resisten impactos duros ocasionados por un granizo fuerte.

Resistencia a la flexión:

Las tejas cerámicas resisten una carga máxima de 1000 N.

Las tejas de hormigón resisten una carga máxima de 3200 N, cumpliendo con la Norma Iram 12528-2 que establece que ninguna de las tejas ensayadas debe romperse bajo una carga menor o igual a 1200 N.

Las tejas elaboradas con materiales reciclados son muy flexibles, por lo cual resisten cargas mayores que las tejas cerámicas y de hormigón, pero con una deformación excesiva, inadmisibles por las condiciones de apoyo. El ensayo a la flexión se debe detener no por la rotura de la pieza sino por la deformación de la misma (Figura 7).

Se llega a la conclusión de que es necesario desarrollar y/o adaptar la normativa vigente para los productos tradicionales a las nuevas tecnologías y a los nuevos materiales.

Conductividad térmica:

Las tejas elaboradas con materiales reciclados son más aislantes que las tradicionales. El coeficiente de conductividad térmica de las tejas con materiales reciclados ($0,33 \text{ kcal/mhC}^\circ$) es un 73 % menor que el de las tejas de hormigón ($1,2 \text{ kcal/mhC}^\circ$) y un 50 % menor que el de las tejas cerámicas ($0,65 \text{ kcal/mhC}^\circ$).

Los datos de los coeficientes de conductividad térmica de las tejas de hormigón y cerámicas fueron tomados de informaciones de los fabricantes de los productos.

Figura7: Teja durante el ensayo de flexión.

Fuente: Archivo fotográfico de CEVE



COSTOS

Se ha realizado un estudio preliminar de costos de producción teórico, considerando una fabricación en serie con todos los equipamientos necesarios, en un galpón especialmente acondicionado para la realización de la actividad. En este estudio de costos han colaborado cuatro estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

Los valores aún no son definitivos, puesto que aún se están considerando distintas opciones para optimizar el proceso.

El precio unitario de la teja de caucho y plástico (20 \$/unidad) resultó similar al de la teja cerámica esmaltada (19 \$/unidad) que se puede comprar en corralones de materiales de la ciudad de Córdoba, según información provista por la Revista Arquitectos, que es la revista oficial del Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba, en el mes de agosto de 2015.

Consideraciones sobre este estudio: Los materiales principales que se utilizan (caucho y polietileno) se obtienen gratuitamente de vertederos de basura del municipio. Solamente se computa el costo de traslado y triturado de los mismos. Costo de materiales por teja: 5 \$.

Si se considerara que los materiales son comprados en comercios que venden materiales reciclados, su costo sería de 10 \$ por teja (valores consultados en la provincia de Córdoba en comercios del rubro, en agosto de 2015). Esta opción no es viable económicamente, porque el producto no sería competitivo frente a otras soluciones tradicionales como la teja cerámica o de hormigón.

La mano de obra considerada es la de operarios especializados del Sindicato del Caucho, según información oficial del mismo de agosto de 2015 (mano de obra con beneficios sociales). Costo de mano de obra por teja: 5,5 \$. La mano de obra comprende las siguientes actividades: dosificación de materiales, extrusión de los mismos, prensado y moldeo, desmolde, transferencia al área de enfriado, armado de los pallets y almacenamiento.

El resto del costo lo componen otros ítems tales como: amortización de equipos, alquiler de espacio físico, electricidad, gastos administrativos, mantenimiento, y el beneficio del empresario sueño del negocio.

Aún debemos trabajar para reducir costos, para competir económicamente con otras soluciones tradicionales (reduciendo por ejemplo el espesor de la teja, y optimizando el proceso de producción con otro tipo de maquinarias de mayor rendimiento).

Debe tenerse en cuenta que las tejas con caucho y plástico poseen ventajas técnicas con respecto a las tradicionales, pues son más resistentes al granizo, a las heladas y a la flexión, son más aislantes térmicas y más livianas. Todos estas ventajas técnicas deben ser evaluadas pues implican un valor económico.

La importancia económica de la implementación de esta tecnología es que se reducirían gastos para los municipios en recolección y disposición final de residuos; y en general en la descontaminación del medio ambiente, puesto que se usan residuos en vez de recursos no renovables.

La factibilidad económica de realizar un emprendimiento productivo reciclando estos residuos está condicionada fuertemente por las posibilidades de obtención de los materiales, pues implica que se realice la recolección diferenciada de residuos. No son materiales de construcción que se puedan adquirir en un corralón o ferretería, a diferencia de los materiales tradicionales.

Se estima que municipios que poseen vertederos de basura son potenciales candidatos para utilizar esta tecnología, pues tienen acceso gratuito a los residuos en cantidad, la necesidad de hacer la disposición final adecuada de los mismos, y también deben construir viviendas para los sectores que las demanden.

CONCLUSION

La sustentabilidad no debe considerarse como un concepto estático, ya que depende no sólo de las características de los recursos y del medio ambiente, sino también de la capacidad para desarrollar nuevas tecnologías para la explotación de los recursos y su conservación. Podría decirse que esta invención es un aporte a la Construcción sustentable.

En base a las experiencias realizadas, estos componentes constructivos tienen varias ventajas respecto a las tradicionales: una ecológica, por reciclar residuos, colaborando en la descontaminación del medio ambiente; otra técnica, ya que son más livianas y resistentes a la flexión y al granizo; y finalmente una ventaja social, ya que durante los procesos de recolección del desecho y la elaboración del componente constructivo se generan fuentes de trabajo para personas de escasos recursos.

REFERENCIAS

Argentina comienza a reciclar neumáticos fuera de uso. *Noticiero Tecnológico Semanal INTI* (2010, 26 de julio). NTS Noticiero Tecnológico Semanal, 218.

Bacon F. "Roofing materials made with nylon fiber composites". Patente de EE.UU. número: 20050170141, fecha: 4 de Agosto de 2005.

Boor B. "Composite material roofing structure". Patente europea número WO 2009152213 (A1). Fecha: 17 de diciembre de 2009.

Cáceres Terán, Johanna (1996) *Desenvolupament Sostenible* (Revista Tracte, Número 66, Octubre del 1996. ISSN 1132-7081).

Carrasco Ernesto Cilleruelo, Sánchez Fuente Francisco y Begoña Etxebarria Robled

Compendio de definiciones del concepto «innovación» realizadas por autores relevantes: diseño híbrido actualizado del concepto. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao

Dirección y Organización, Núm. 36, Octubre 2008 | ISSN: 1132-175X.

Crivelli. "Incorporation of rubber tire crumbs and siliceous crystalline grains in construction products." Patente EE.UU. 5258222. Fecha: 2 de noviembre de 1993

Degerman, R. Procedimiento para reutilizar caucho vulcanizado y productos obtenidos. Patente europea 935 636. Fecha: 1 de julio de 2002.

Edson. "Water proof, durable products made from recycled rubber products". Patente EE.UU. 6, 703,440. Fecha: 9 de marzo de 2004.

Engirsu (2005). Estrategia Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos Urbanos. República Argentina: Ministerio de Salud y Ambiente Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Euroshield (1999). Global Environmental Manufacturing (G.E.M.) Inc., the manufacturer of Euroshield® Recycled Rubber Roofing Product [Folleto]. Recuperado de

<http://www.euroshieldroofing.com/products/eurolite-shake/>

Fiorelli J., Morceli J., Vaz R. y Dias A. "Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Vol.13 no.2 Campina Grande Marzo / Abril 2009.

García, E. "Roof or wall tiles made from recycled rubber tires". Patente de EE.UU. número: 5,675,954, fecha: 7 de Marzo de 1996

Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Informe anual de gestión integral de residuos sólidos urbanos. Ley 1.854. Buenos Aires, Argentina. 2008, p.7.

Informe Brundtland. *Comisión Mundial de Medio Ambiente y desarrollo*, 1987, p.45.

Meyer et al. "Curved roofing tile structure" Patente EE.UU. 6,706,366. Fecha: 16 de marzo 2004.

Navarro F., Partal P., Martínez-Boza F. y Gallegos C. "Novel recycled polyethylene/ground tire rubber/bitumen blends for use in roofing applications: Thermo-mechanical properties". Polymer Testing Volume 29, Issue 5, August 2010, Pages 588-595.

Recypack (2004). Productos Ecológicos para la construcción. [Folleto]. Recuperado de <http://www.recypack.com.ar/productos/tejas-tejalar/>

Zhang C. "Plastic roof tiles". Patente Europea número WO2001CA00243 20010227. Fecha: 20 de septiembre de 2001.