

TITULO	"Elementos constructivos con plásticos reciclados".			
Palabras Clave	ecología – construcción – plásticos reciclados – vivienda económica			
Autor/es	Gaggino Rosana			
Tipo de Publicación	<input type="checkbox"/>	Art. publicados en rev. especializadas	<input type="checkbox"/>	Textos en periódicos y revistas
	<input type="checkbox"/>	Libros y capítulos	<input type="checkbox"/>	Otros
	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos en eventos	Aclarar:	
Año y Lugar	2004, Córdoba, Argentina			
Fuente	Jornadas sobre Procesos de adopción tecnológica para viviendas.			
¿Cómo citar este documento?	Gaggino Rosana. "Elementos constructivos con plásticos reciclados". En: <i>Jornadas sobre Procesos de adopción tecnológica para viviendas</i> . Córdoba, Argentina. Ed. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba. 2004. Libro, pp. 113 a 120.			
Archivo [nombre.prog]	3Gaggino.pdf			

AREA TEMÁTICA: LAS OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA VIVIENDAS
según la óptica de los fabricantes, los constructores, los diseñadores y los
investigadores.

TÍTULO DEL TRABAJO: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CON
PLÁSTICOS RECICLADOS

Nombre de la Autora: GAGGINO Rosana¹

¹ Arquitecta egresada de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba. Magister en Diseño Urbano y Arquitectónico de la misma Facultad. Actual Doctoranda de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán. Ex becaria de SECyT y CONICET. Actual Investigadora de CONICET. Miembro del equipo de investigación sobre Nuevos Materiales del CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica, de la ciudad de Córdoba). Trabajos de investigación realizados: Diseño experimental de elementos constructivos utilizando materiales de desechos industriales y agrícolas, para viviendas de interés social. Diseño experimental de elementos constructivos para viviendas de interés social, utilizando materiales de desechos perjudiciales para el medio ambiente. Desarrollo tecnológico de elementos constructivos para viviendas de personas de escasos recursos, utilizando en su elaboración materiales reciclados (sistema constructivo Semilla). E-mail: areatecnica@ceve.org.ar. Tel.-fax: 0351 4894442.

INTRODUCCIÓN

Se presenta el trabajo de investigación en ejecución en el CEVE¹, bajo la dirección del Arq. Horacio Berretta y del Arq. Enrique Ortecho, y co-dirección de la Arq. Mariana Gatani. Participa también en el mismo el SEHAS².

Está financiado por la Agencia Alemana GATE-GTZ³.

En el mismo se conjugan inquietudes tecnológicas, sociales, y ecológicas, para la producción del hábitat.

Es conocido en nuestro país y en el mundo el déficit habitacional existente para las mayorías de escasos recursos de Latinoamérica. El mismo constituye un problema grave por su incidencia en el deterioro de la calidad de vida (hacinamiento, promiscuidad, violencia).

Por otra parte, existen cantidades importantes de un material, de costo bajo por ser un residuo: el PET (polietileno - tereftalato), proveniente de envases descartables de gaseosas, sodas, jugos y agua mineral.

Este material, que no es bio-degradable, actualmente es enviado a predios de enterramiento sanitario municipal, o quemado en basurales clandestinos, generando graves problemas de contaminación ambiental. Sólo un pequeño porcentaje del mismo es reciclado.

En este proyecto se busca promocionar a sectores pobres de la población, mediante una capacitación a jefes y jefas de familias jóvenes para la producción de elementos constructivos de bajo costo elaborados con PET reciclado.

De esta manera se fortalece su potencial de auto-ayuda, permitiéndoles mejorar sus condiciones de vida con la ampliación o construcción de sus viviendas y eventualmente con la generación de empleos, para vender los productos excedentes a otras familias.

También se propone el reemplazo de una tecnología muy arraigada en nuestra sociedad latinoamericana, para la construcción de viviendas, como es la mampostería de ladrillo común de tierra cocida (elaborado con un recurso no renovable).

Este tipo de ladrillo, por sus dimensiones y condiciones físicas, ha resultado ser un material constructivo de aceptación universal.

No obstante, su forma de producción, a partir de la extracción de la capa de tierra superficial vegetal (humus), y posterior quemado en grandes hornos a cielo abierto, constituye un verdadero problema ecológico que se puede corregir, ya que produce:

- Desertificación del suelo.
- Contaminación atmosférica (por el humo generado).
- Tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno.

En este Proyecto se presenta una alternativa para la realización de mampuestos y paneles que, continuando o mejorando los logros del ladrillo común, puedan ser producidos sin las consecuencias negativas indicadas.

Se trata pues, de una tecnología "limpia y limpiadora", "apropiada y apropiable", posibilitadora de la auto-construcción, y generadora de nuevas fuentes de trabajo.

DISPONIBILIDAD DE LA MATERIA PRIMA

Hay diferentes formas de obtener en la ciudad de Córdoba el residuo de polietileno-tereftalato (PET).

Una es adquirirlo en la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos ubicada en el predio de enterramiento sanitario municipal de Bower (localidad situada a 36 km. de la ciudad). Dicha Planta es explotada por una Cooperativa privada denominada Villa Inés, la cual recibe parte de los residuos domiciliarios urbanos recolectados por la empresa privada CLIBA, los recicla y comercializa a un precio bajo⁴.

Según datos provistos por la empresa CLIBA,

“La cantidad de residuos que produce nuestra ciudad, cuya población es de 1.500.000 de habitantes aproximadamente, es de 40.000 a 42.000 ton/mes.

La misma es recogida actualmente por la empresa CLIBA, la cual la lleva casi en su totalidad a un predio de enterramiento sanitario, como sitio de destino final. Sólo se recicla una parte, la cual se separa, clasifica y comercializa en una Planta de Recolección Diferenciada.

La recolección diferenciada de residuos con el propósito de obtener materiales reciclables abarca sólo algunos barrios de Córdoba (600.000 habitantes) y se realiza una vez por semana, siendo tarea de cada uno de los vecinos de la ciudad hacer el acopio para ese día en bolsas que serán recogidas por la empresa.

Por ese motivo, solamente 3.000 ton/mes ingresa a la planta clasificadora de residuos de la empresa. Este material es cartón, bolsas plásticas, latas de aluminio, vidrio y polietileno-tereftalato (PET).

De esta cantidad se comercializan 200 a 300 ton/mes a diferentes empresas que lo utiliza como materia prima de sus productos”⁵.

Vemos entonces que la disponibilidad de materia prima por esta vía es abundante pero podría ser aún mayor si se ampliara el circuito de recolección diferenciada de materiales reciclables, abarcando más barrios, y si la población tomara conciencia de la importancia del reciclado y colaborara separando mayor cantidad de residuos útiles.

Otra forma de obtener la materia prima es mediante el reciclado de las botellas falladas producidas por fábricas embotelladoras.

Para ilustrar sobre la cantidad de este tipo de residuos, véase los siguientes números:

“Una fábrica embotelladora pequeña como la cordobesa Jurado produce 160 kg/mes de botellas falladas”⁶.

“Una fábrica de mediana envergadura como la cordobesa Pritty, cuya producción promedio de botellas es de 70.000 packs/día, tiene un rezago de 0,05 %. Esto equivale a 400 kg/mes de rezago”⁷.

Otra posibilidad es comprarle a comerciantes mayoristas los cuales a su vez le compran el material a recolectores domiciliarios marginales particulares. No hay datos oficiales sobre la cantidad de material reciclable recolectado de este modo.

OBJETIVOS

- Realizar un proceso de adopción tecnológica de un nuevo material, con jóvenes jefes y jefas de familia de escasos recursos, mediante la capacitación, el asesoramiento y el apoyo económico.
- Transferir una tecnología apropiada para la auto-construcción y la auto-gestión, para generar nuevas fuentes de trabajo y organización comunitaria en sectores de escasos recursos.
- Abaratar costos en la construcción de viviendas progresivas de interés social.
- Dar un destino útil a parte de la basura urbana o agrícola, con una visión ecológica.
- Reemplazar en parte sistemas constructivos tradicionales que producen a la larga deterioro del medio ambiente (por ejemplo, la mampostería de ladrillos comunes de tierra cocida).

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA

Se utiliza polietileno-tereftalato (PET) procedente de botellas descartables de uso alimenticio (Fig. 1).

Se tritura con una máquina para obtener partículas con las siguientes dimensiones: 2 – 7 mm. x 2 - 7 mm., espesor: 0,1 - 0,2 mm. (Fig. 2).

Se miden en volúmenes las cantidades de PET y de cemento necesarias según la dosificación elegida y se las coloca en una hormigonera. Composición: 3 a 6 partes de PET por cada parte de cemento en proporción de

Se coloca sobre las juntas de mortero, tanto transversales como longitudinal, una armadura consistente en hierros redondos del 4,2 soldados o atados con alambre.

Se coloca el mismo mortero descrito sobre las armaduras, hasta completar la altura de las juntas (Fig. 7).

Se realiza un barrido cementicio con una escoba mojada, sobre la superficie de la placa, desparramando la mezcla sobrante (Fig. 8).

A las 4 hs. se realiza el desmolde de la placa, y se la deja reposar 24 hs. antes de ser movilizada para su estiba y curado.

El curado consiste en regar con manguera en forma de lluvia fina, y mantener la humedad cubriéndola con un plástico.

A la semana puede ser utilizada en obra.

En el caso de la fabricación de placas monolíticas, se utiliza un molde de chapa con dientes en los cantos para facilitar el encastrado entre placas. El mismo debe ser ubicado sobre un piso bien nivelado y alisado.

Se aplica una primera capa de la mezcla en el molde, hasta completar una altura de 1 cm.

Se coloca una armadura de hierros redondos del 4,2, soldados o atados con alambre, cuyo diseño se puede ver en la Fig. 9.

Se vierte el resto de la mezcla hasta completar la altura del molde. Se alisa la superficie con un listón de madera.

Se desmolda a las 4 hs. La placa puede ser movilizada 3 días después, para ser llevada a estiba y curado. El curado se realiza igual que en el caso de la placa de ladrillos.

A los 28 días de haber sido elaborada se la puede utilizar en obra.

ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA

Existen numerosos ejemplos a nivel nacional e internacional de utilización de plásticos reciclados en elementos constructivos.

Se diferencian de la tecnología propuesta en este proyecto por:

- Utilizar distintos procedimientos de elaboración.
- Incorporar otros materiales constitutivos.
- Tener diferente dosificación de materiales.
- Poseer distinto diseño.

por la empresa Eco & Red de Esteban Echeverría, Provincia de Buenos Aires, República Argentina (2).

- Las placas de revestimiento elaborados con polipropileno proveniente de bolsas de plástico y paragolpes de autos, mezclados con fibras de madera, lino o yute, producidas por la Fábrica Woodstock, de Quilmes, provincia de Buenos Aires, República Argentina (3).

- Los juegos de jardín, pasamanos, señales viales, etc. fabricados con plásticos reciclados procedentes de embalajes, por la Empresa Innovaciones Plásticas de Madrid (4).

- Los paneles con termoplásticos provenientes de residuos sólidos urbanos, combinados con papel, cartón o viruta de madera, obtenidos en el Centro Tecnológico Gaiker del País Vasco, España (5).

- Las placas TEPLAK elaboradas con tetrabricks provenientes de envases de bebidas descartables molidos ligados con polímeros, que se comercializan ampliamente en nuestro país (6).

- Las numerosas composiciones patentadas en E.E.U.U. (7).

En todos estos interesantes trabajos arriba mencionados, se han utilizado materiales plásticos descartables en elementos constructivos.

En algunos casos se han obtenido productos de alta calidad utilizando tecnologías complejas, con procesos altamente mecanizados y automatizados, impracticables en nuestro medio por su alto costo.

La originalidad de este Proyecto es que se utiliza una tecnología barata, de fácil aprendizaje, adecuada para la ejecución de viviendas económicas y ecológicas, tema con mínimos antecedentes en nuestro país.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- **Peso:**

Los ladrillos, bloques y placas elaborados con PET son livianos por el bajo peso específico de la materia prima (570 kg/m³). Su peso es sustancialmente menor al de otros cerramientos tradicionales que se usan para la misma función, como podemos ver en la tabla 1 y 2.

- **Conductividad térmica:**

Los elementos constructivos obtenidos son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica, superior al de otros cerramientos tradicionales.

- **Resistencia mecánica:**

Un cerramiento realizado con placas de PET tiene una resistencia similar a la de otros cerramientos realizados con elementos constructivos tradicionales, como podemos ver en la tabla 2.

Por su resistencia, las placas de PET pueden ser utilizadas en viviendas de hasta dos pisos de altura con losas de hormigón, con estructura independiente; o con cubiertas livianas como chapas de zinc, sin estructura independiente.

- **Absorción de agua:**

Los elementos constructivos de PET tienen una baja absorción de agua, inferior al de otros elementos constructivos tradicionales, por ser el PET un material muy impermeable. Veamos los valores comparativamente en la tabla 1.

- **Comportamiento a la intemperie:**

Es excelente, según ensayos preliminares realizados en el CEVE. Las placas y mampuestos de PET fueron dejados a la intemperie durante un año y sometidas a la lluvia y al sol, no presentando alteraciones dimensionales ni daños aparentes. Falta completar ensayos normalizados en el INTI⁸.

- **Aptitud para el clavado y aserrado:**

Las placas y mampuestos de PET son fáciles de clavar y aserrar, según ensayos preliminares realizados en el CEVE, por lo que tienen aptitud para constituir sistemas constructivos no modulares.

- **Adherencia de revoques:**

Las placas y mampuestos de PET poseen buena aptitud para recibir revoques con morteros convencionales, según ensayos preliminares realizados en el CEVE, por su gran rugosidad superficial.

- **Costo:**

Un cerramiento realizado con ladrillos, bloques o placas de PET es económico porque:

Gran parte de la materia prima es un residuo (PET).

Por su buena aislación térmica se puede utilizar un menor espesor de cerramiento que en uno tradicional.

La técnica de fabricación es muy simple, fácilmente reproducible por personal no especializado. El costo de mano de obra no es mayor que el requerido para fabricar un hormigón “común” (con áridos convencionales: grancilla y arena gruesa).

No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material.

Las placas se fabrican en taller, pueden ser manipuladas por dos operarios, y permiten un montaje de la obra rápido, lo cual permite economía de mano de obra y tiempo, dando una inmediata solución a familias con necesidades urgentes. Se ahorra también en cantidad de material de unión entre elementos. Por su liviandad, se ahorra en transporte y en fundaciones.

Hay un “ahorro a largo plazo” por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclado de materiales de descarte.

NOTA: Variando la dosificación, se consiguen diferentes características. A medida que aumenta la relación cemento : PET se obtiene mayor resistencia, durabilidad y peso específico aparente, con mayor costo; y disminuyen la capacidad de aislación térmica, la capacidad de absorción de agua del material, y la facilidad para el clavado y aserrado.

ACTIVIDADES PREVISTAS

- 1) Ajuste de la tecnología propuesta en base a PET por parte del grupo de investigación del Área Técnica del CEVE.
- 2) Selección del grupo humano destinatario de la primera experiencia: 6 jóvenes de escasos recursos, jefes/as de familia, con expectativas de mejorar sus condiciones de vida, pertenecientes a barrios marginales de la ciudad de Córdoba, República Argentina. La selección estará a cargo del personal del SEHAS.
- 3) Realización de un módulo de capacitación del grupo destinatario, a cargo de personal técnico del CEVE.
- 4) Producción en serie de los elementos constructivos necesarios para la ampliación de las viviendas del grupo destinatario. La mano de obra estará a cargo del grupo

destinatario, materiales financiados por GATE - GTZ, y supervisión de personal técnico del CEVE.

- 5) Montaje de un módulo habitacional tipo.
- 6) Evaluación de la experiencia, con la participación conjunta del SEHAS, del CEVE y del grupo destinatario.
- 7) Formulación de pautas de mejoramiento de la experiencia para su futura aplicación a nuevos grupos destinatarios, a mayor escala.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

La adopción de tecnologías no tradicionales como ésta, indudablemente es un proceso lento pues se debe salvar la resistencia al cambio, sobre todo a comenzar a “construir con material reciclado”, en vez de utilizar otras soluciones ya probadas aunque no eficaces o no económicas.

Pero hay ciertos argumentos que pesan a favor y que tanto el Ente financiador del Proyecto, el Equipo de investigación, como el Grupo destinatario de la experiencia tienen en cuenta: el bajo costo de los elementos constructivos, su liviandad, alta aislación térmica, y que se trata de una tecnología ecológica (lo cual preocupa sólo a quienes tienen conciencia ecológica).

Pese a todas las cualidades descriptas, para vencer la resistencia inicial hacia “*lo nuevo*” y hacia “*lo hecho con residuos*” para la primera experiencia es necesario estimular el proceso mediante el apoyo económico. Por esta razón se les regala a los seis jóvenes destinatarios de la misma los materiales para que “*prueben gratis la nueva tecnología*”, como así también el asesoramiento técnico para llevarla a cabo y un mínimo sustento durante los meses que dura la experiencia.

Además del apoyo material y técnico, el otro gran aliciente es la contención social que se les brinda, con las posibilidades de “*formar parte de un grupo*”, de “*aprender algo nuevo*”, de “*salir del aislamiento*” y de “*salir de la desocupación*” (fantasmas que persiguen en particular a estos jóvenes marginales).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) NICOD G.: “Paneaux isolants pour Bariloche. Un projet d’Ingenieurs du Monde”, en Polyrama N. 87, Diciembre de 1990, Escuela Politécnica Federal de Lausana.
- (2) La Nación: “Productos desechados de plástico y PET se convierten en placas, bloques y viguetas”, artículo publicado en el diario el 30 de junio de 2002, Buenos Aires, República Argentina.
- (3) Idem anterior.
- (4) IMADE (Instituto madrileño de desarrollo): “Innovaciones plásticas”, en Iniciativas de desarrollo local, Madrid, 1996.
- (5) Instituto Tecnológico Gaiker: “Catálogo de Productos”, País Vasco, 1997.
- (6) TEPLAK: “Folleto técnico de la empresa”, Buenos Aires, 1997.
- (7) Internet: Patentes sobre materiales plásticos reciclados, en <http://patft.uspto.gov>, información actualizada al 20 / 08 / 02:
 - Patente titulada: “Cement mix and method for producing reinforced building sheets from a cement mix”, número: 5,030,287, propiedad de: Fibronit S.R.L., autor: MAGNANI Silvio, fecha: 9 de Julio de 1991.
 - Patente titulada: “Method for recycling plastic into cementitions building products”, número: 5,422,051, autor: SAWYERS John, fecha: 6 de Junio de 1995.
 - Patente titulada: “Concrete molding with improved acid resistance”, número: 5,691,050, propiedad de: Hoechst Aktiengesellschaft (DE), autores: BERG Volkmar y RINNO Helmut, fecha: 25 de Noviembre de 1997.
 - Patente titulada: “Pre-fabricated title board”, número: 5,816,005, autor: HAN Eddie Eui In, fecha: 4 de Setiembre de 1996.
 - Patente titulada: “Pre-fabricated building system for walls, roofs and floors using a foam core building panel and connectors”, número: 5,921,046, propiedad de: Recobond Inc. , autores: HAMMOND Jr. Y WARREN Scott, fecha: 13 de Julio de 1999.
 - Patente titulada: “Rubber composition obtained by recycling scrap material”, número: 5,948,827, autores: LUPO Joaquin y TRE Luis Jacinto, fecha: 7 de Setiembre de 1999.
 - Patente titulada: “Building block with insulated center portion”, número: 5,983,585, autor: SPAKOUSKY John, fecha: 16 de Noviembre de 1999.
 - Patente titulada: “Asymmetric structural insulated panel”, número: 6,205,729, autor: PORTER William, fecha: 27 de Marzo de 2001.

Patente titulada: "Composite building materials from recyclable waste", número: 5,789,477 , propiedad de: Rutgers, The State University, autores: NOSKER Thomas y RENFREE Richard, fecha: 4 de Agosto de 1998.

Patente titulada: "Articles from mixed scrap plastics", número: 5,073,416, propiedad de: General Electric Company, autores: AVAKIAN Roger y PAREKH Shashi, fecha: 17 de Diciembre de 1991.

Patente titulada: "Thermoplastic polymer concrete structure and method", número: 4,427,818, autor: PRUSINSKI Richard, fecha: 24 de Enero de 1984.

Patente titulada: "Method for producing composite material of plastic and rubber", número: 4,795,603, autor: NAGAYASU Nobuhiko, fecha: 3 de Enero de 1989.

Patente titulada: "Cementitious composition", número: 4,058,406, autor: RAPONI Dante, fecha: 15 de Noviembre de 1977.

Patente titulada: "Process and installation for recovering usable materials from waste material containing metals and non metals", número: 4,034,861, propiedad de: Stamicarbon B.V, autores: FONTEIN Freerk y DREISSEN Hubert, fecha: 12 de Julio de 1977.

Patente titulada: "Manufacture of molded composite products from scrap plastics", número: 5,075,057, autor: HOEDL Herbert, fecha: 24 de Diciembre de 1991.

Patente titulada: "Waste treatment process", número: 5,302,331, autor: JENKINS Robert, fecha: 12 de Abril de 1994.

NOTAS

- ¹ CEVE: Centro Experimental de la Vivienda Económica, ubicado en Igualdad 3585, Villa Siburu, Córdoba. E-mail: areatecnica@ceve.org.ar. Es un centro en el cual desde hace 35 años se realizan estudios, evaluación, investigación, experimentación y desarrollo de tecnologías constructivas, transferencia y capacitación en el campo habitacional. Es una Unidad Ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).
- ² SEHAS: Servicio Habitacional y de Acción Social, ubicado en Bv. Del Carmen 680, Villa Siburu, Córdoba. E-mail: sehas@nt.com.ar. Es un centro de servicios privado, sin fines de lucro, que desde 1979 desarrolla actividades tendientes a superar situaciones de exclusión social y pobreza a través de la participación, la capacitación, la organización y la solución de necesidades básicas de los sectores más pobres.
- ³ GATE – GTZ: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Organismo perteneciente al Ministerio Federal de Cooperación Económica del gobierno de Alemania que otorga fondos para Microproyectos de Tecnologías Apropriadas.
- ⁴ Precio del PET adquirido en la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos de Córdoba: 0,14 \$/kg (valor actualizado al 06 / 07 / 03).
- ⁵ Fuente: Información suministrada por el Ing. Hugo Scacchi, Jefe de Tratamiento y Disposición final de residuos de CLIBA (actual concesionaria de la recolección de basura domiciliar de Córdoba), dato del año 2002.
- ⁶ Fuente: Información suministrada por José Antonio Jurado, propietario de la empresa embotelladora de gaseosas, agua mineral y soda Jurado, ubicada en José Arredondo 2060, Villa Corina, Córdoba, dato del año 2003.
- ⁷ Fuente: Información suministrada por el Ing. Néstor Schachner, gerente de Control de Calidad de la fábrica Pritty, ubicada en Av. Las Malvinas 3500, Córdoba, dato del año 2003.
- ⁸ INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.