

<b>TITULO</b>	"Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento".			
<b>Palabras Clave</b>	ecología – construcción – plásticos reciclados – vivienda económica			
<b>Autor/es</b>	GAGGINO Rosana, ARGUELLO Ricardo, BERRETTA Horacio.			
<b>Tipo de Publicación</b>	<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:	
<b>Año y Lugar</b>	2007, Campo Grande, Brasil			
<b>Fuente</b>	IV Encuentro Nacional y II Latinoamericano. Edificaciones y Comunidades sustentables.			
<b>¿Cómo citar este documento?</b>	<b>GAGGINO</b> Rosana, <b>ARGUELLO</b> Ricardo, <b>BERRETTA</b> Horacio. "Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento". En: <i>IV Encuentro Nacional y II Latinoamericano. Edificaciones y comunidades sustentables</i> . Campo Grande, Brasil. 2007. Ed. Universidad Federal de Mato Grosso do Sul. Edición digital.			
<b>Archivo</b> [nombre.prog]	9Gaggino.pdf			

# APLICACIÓN DE MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS A BASE DE CEMENTO.

**Rosana Gaggino (1); Ricardo Arguello (1); Horacio Berretta (1)**

(1) Centro Experimental de la Vivienda Económica – Córdoba - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina - e-mail: areatecnica@ceve.org.ar

## RESUMEN

El trabajo muestra los resultados de una investigación llevada a cabo en el Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba -CEVE, en la cual se han desarrollado elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados. Estos elementos son ladrillos, bloques y placas que se utilizan como cerramiento lateral no portante en viviendas económicas.

La materia prima principal para su elaboración, el plástico, proviene de envases descartables de bebidas (residuo postconsumo) y de envoltorios de alimentos (residuo de fábrica por defectos de espesor o entintado).

Su procedimiento de elaboración es similar al de un hormigón común, reemplazando los áridos pétreos por los plásticos triturados.

El propósito del trabajo es aportar una alternativa a otras tecnologías de construcción tradicionales, que consumen recursos no renovables, o que producen impacto ambiental negativo.

La tecnología descrita es ecológica porque recicla residuos que en gran parte son enterrados en predios municipales, sin utilidad alguna; o acumulados y quemados en basurales, produciendo degradación del entorno. Además, su proceso de producción no contamina el medio ambiente.

También es económica, porque utiliza como materia prima principal residuos, lo cual la hace apta para viviendas de interés social.

**Palabras clave:** elementos constructivos, ecología, plásticos reciclados, vivienda social.

## ABSTRACT

The article shows the researching results of an investigation carried out in the Economic Housing Experimental Center –CEVE, about the development of constructive elements fabricated with recycled plastics. These elements are bricks, blocks and panels. They are used like non structural lateral closures in economic housing.

The work proposal is to give an alternative to another traditional constructive technologies, that consume no renewable resources, or produce negative environmental impact.

The technology proposed is ecological because it recycles waste that are buried in municipal sites, without utility, or accumulated and burned in dumps, producing surrounding degradation. Besides, the producing process is non contaminant for the environment.

It is economical too, because it uses waste like raw materials, so it is capable for social interest housing.

**Key words:** constructive elements, ecology, recycled plastics, social housing.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Producción de residuos e impacto medioambiental

La naturaleza produce residuos, pero tiene la suficiente capacidad de procesarlos, integrándolos de nuevo al ciclo vital. En las cadenas tróficas, animales herbívoros consumen vegetales, animales carnívoros consumen animales herbívoros u otros carnívoros, y finalmente, organismos que viven en el suelo (hongos y bacterias) están encargados de descomponer o degradar a los organismos muertos. De esta sabia manera, la naturaleza busca mantener el delicado equilibrio del sistema ecológico.

El ser humano representa una amenaza en este mecanismo, al producir residuos en grandes cantidades por su afán de consumo. Algunos de ellos son posibles de “absorber” nuevamente (por ejemplo, el caso de los residuos de alimentos, que pueden ser reciclados como abono para cultivos) y otros que, por su escasa o nula bio-degradabilidad, como en el caso de los plásticos, se acumulan, entierran o incineran en basurales (legales o ilegales) produciendo contaminación, y desaprovechando irracionalmente los recursos. De esta manera, el hombre causa un impacto negativo en el medio ambiente, con una miope visión cortoplacista.

La disminución de la producción de residuos, el reciclado de los materiales reutilizables y la correcta disposición final de los residuos que realmente no pueden aplicarse para un nuevo uso, se visualizan como las mejores soluciones posibles dentro de esta problemática. El reciclado es además la mejor forma de evitar la extracción de materias primas.

Las legislaciones de muchos países intentan instalar la necesidad de proteger el medio ambiente presionando desde lo económico, al establecer que "quien contamina, paga", con diversos grados de éxito.

Las grandes ciudades han encontrado en los predios de enterramiento sanitario una solución higiénica para sus residuos. Esta modalidad de disposición reduce significativamente el problema de contaminación, pero es costosa para los municipios, y desaprovecha un recurso importante: la basura urbana, que podría en gran parte reciclarse.

En cambio, los pequeños municipios en Latinoamérica y otros países del mundo subdesarrollado todavía realizan la práctica de volcar los residuos en basurales al aire libre, y habitualmente hacen la quema de los mismos para reducir los volúmenes pestilentes. Esto trae como consecuencia contaminación del aire, del suelo y del agua, y riesgos de incendios.

En este trabajo de investigación se ha desarrollado una tecnología para la construcción en la cual se reciclan residuos plásticos urbanos, con el objetivo ecológico de colaborar en la reducción de la cantidad de los mismos.

### 1.1.1 *La realidad local en materia de disposición de residuos*

En la provincia de Córdoba, República Argentina, se constata también que la mayor parte de los residuos es llevada a basurales al aire libre, donde frecuentemente se originan incendios con consecuencias catastróficas para el medio ambiente.

*“La relación directa entre los basurales a cielo abierto y los incendios que redujeron a cenizas a más de 30.000 hectáreas de bosque serrano, arbustos y pastizales en las sierras chicas cordobesas, pusieron nuevamente en el centro de la discusión el grave problema ambiental que representa esta modalidad de eliminación de los residuos sólidos urbanos en el interior de la provincia” (Brondo, 2006).*

Para clausurar basurales a cielo abierto el gobierno provincial puso en marcha en el año 1999 el Programa denominado “Córdoba Limpia”, que consiste básicamente en la construcción de “vertederos controlados” regionales en donde se realiza el enterramiento de los residuos, y estaciones de transfe-

rencia que concentran los residuos en diferentes lugares de la provincia para luego ser desviados hacia los vertederos regionales.

Este Programa se encuentra en lenta ejecución, estando ya construidos el vertedero regional de Bower y las estaciones de transferencia de Villa Allende, Río Ceballos y Unquillo.

La lentitud en la aplicación de este programa obedece a causas económicas, según señalan los intendentes de los municipios pequeños.

*“La intención oficial es limpiar todos los basurales existentes en la geografía provincial, estimados en 700...Es factible que el proceso demore más tiempo de lo previsto, porque aún hay municipios que dudan acerca de si encarar o no la nueva modalidad que propone la Provincia. Hay que señalar que al día de hoy más del 90% de los municipios de la provincia tienen basurales a cielo abierto. Uno de los ejes de resistencia que plantean muchos municipios respecto del cerramiento de basurales y su traslado a los vertederos controlados se debe a los elevados costos que acarrearía el sistema, según la advertencia más común que formulan. Otro aspecto criticado es el que determina que los municipios deben clasificar la basura”* (Diario La Voz del Interior, 2006).

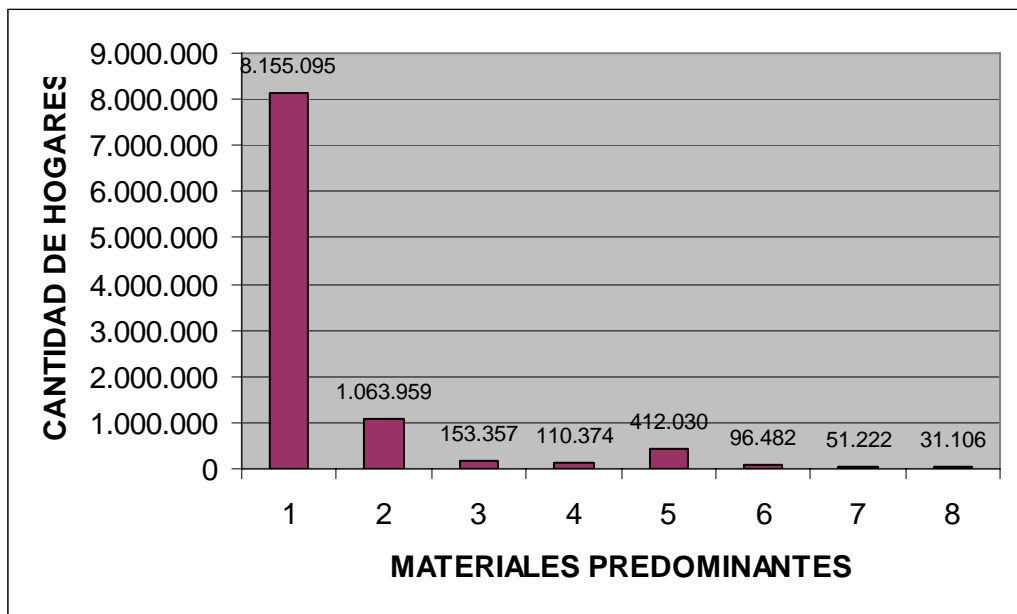
Para agilizar la puesta en marcha de este Programa, el gobierno provincial, decretó en marzo pasado la ley 9.088 de Residuos Sólidos Urbanos. Establece que desde marzo de 2004 los municipios y comunas de Córdoba no podrán quemar residuos ni disponerlos en basurales a cielo abierto. De todas maneras, es difícil que los intendentes puedan hacer cumplir esta reglamentación, por los motivos señalados.

## 1.2. Construcción del hábitat humano y relación con el medio ambiente

Las tecnologías tradicionales utilizadas en la República Argentina para la construcción causan impacto ambiental, en mayor o menor medida. Todas ellas implican la extracción de materias primas (piedra, arena, madera, suelo fértil, metales, etc.), en algunos casos recursos no renovables.

Es muy bajo el porcentaje de utilización de materiales reciclados, y se trata en general de residuos recuperados de demoliciones, por ejemplo, el caso de la fabricación de hormigones utilizando parcialmente como agregados restos de hormigones viejos triturados o cascotes de ladrillos. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Hogares de la República Argentina por material predominante en las paredes exteriores y presencia de revoques.



Total de hogares encuestados: 10.073.625.

## REFERENCIAS:

1. Ladrillo, piedra, bloque u hormigón con revoque.
2. Ladrillo, piedra, bloque u hormigón sin revoque.
3. Adobe con revoque.
4. Adobe sin revoque.
5. Madera.
6. Chapa de metal o fibrocemento.
7. Chorizo, cartón, palma, paja sola o material de desecho.
8. Otros.

Fuente de los datos: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

La actividad de fabricar ladrillos de barro cocido (una de las tecnologías de uso predominante para la construcción en la República Argentina) es un claro ejemplo de destrucción de suelo, puesto que para su elaboración se utiliza la capa fértil de la tierra. El consumo de suelo de la misma es semejante a la de los viveros y las fábricas de cerámicos. Produce deforestación, puesto que se talan los árboles de montes próximos para obtener la leña necesaria para el funcionamiento de los hornos, habitualmente sin reponer los ejemplares extraídos. Además, produce contaminación atmosférica por el humo que emiten los hornos. Este tipo de actividad es tolerada debido a la amplia aceptación que tienen estos ladrillos por sus buenas propiedades técnicas y bajo costo.

El suelo es un recurso difícilmente renovable, por lo que las tecnologías que lo destruyen deberían ser reemplazadas por otras alternativas.

*“Los suelos fueron producidos durante miles de años por ambientes naturales de bosques, matorrales y pastizales de altura... Cuando se destruye la vegetación las gotas de lluvia alcanzan el suelo y lo disgregan. Queda sometido entonces a los efectos erosivos del agua y del viento y a la insolación... La impermeabilidad de los suelos sin vegetación facilita la circulación del agua en superficie (escorrentía) y reduce la infiltración... En ambientes tropicales y templados se requiere de 220 a 1.100 años para regenerar 25 mm. de suelo” (Montenegro, 2006).*

También aparecen con frecuencia fisuras en estos suelos desertificados, por las cuales ingresa el agua de lluvia descontroladamente, y permanece en las napas subterráneas produciendo las áreas de “mallines”, es decir suelos colapsibles, muy riesgosos para la edificación y de bajo valor inmobiliario.

En este trabajo de investigación se han desarrollado elementos constructivos que pueden ser alternativas posibles al ladrillo tradicional de tierra cocida, con el objetivo de colaborar en frenar la desertificación del suelo, la deforestación, y la contaminación.

### *1.2.1. La realidad local en tecnología para la construcción*

Los ladrillos de tierra cocida son los elementos preferidos para cerramientos laterales de viviendas en la provincia de Córdoba. Se destaca el uso artístico del ladrillo visto gracias a la escuela iniciada por el arq. Togo Díaz, que impulsó el uso masivo de esta tecnología tanto en edificios como en viviendas.

En construcciones de inferior categoría en general se utiliza el bloque de mortero de cemento, algo más económico pero con problemas de fisuración en el caso de emplear productos de baja calidad.

En la construcción en altura se emplea frecuentemente el ladrillo cerámico hueco, por razones de liviandad, acompañado de una estructura independiente de hormigón armado.

El uso de madera en cerramientos exteriores es escaso, debido a su baja duración a la intemperie, y en general corresponde a viviendas precarias o transitorias (casillas) o bien para cabañas de uso turístico donde se busca una imagen de calidez.

Volviendo al tema de la producción de ladrillos de tierra cocida, tanto comunes como vistos, en esta provincia alcanza un volumen significativo (200.000 ladrillos mensuales en promedio). El bajo precio del mismo se explica porque los cortaderos trabajan en una informalidad total, y en condiciones precarias, lo cual atenta contra la salud de los trabajadores. En gran parte son inmigrantes indocumentados. Esta realidad fue denunciada en reiteradas oportunidades en los medios locales:

*“Alrededor de 30% de los trabajadores de 800 cortaderos que hay en la provincia son bolivianos, según la Unión Obrera Ladrillera (UOLRA). Más del 90 % se encuentra allí en condiciones irregulares: cobran en negro, no tienen obra social ni beneficio social alguno. El 98% de los 300 cortaderos inspeccionados este año por UOLRA no cumplía con las condiciones mínimas de seguridad e higiene. A veces cobran con bonos de supermercados locales, en donde sí o sí deben comprar”* (Litvinoff, 2006).

*“Se concretó una inspección en cortaderos de ladrillos (de la provincia de Córdoba)...No sólo los trabajadores relevados estaban en negro, sino que los propietarios de los cortaderos no contaban con ningún papel para determinar su razón social, los impuestos que pagan y todo lo que debe poseer una empresa para instalarse cumpliendo lo que exige la ley”* (Viñuelas, 2006).

Es pues, difícil competir económicamente con una tecnología protectora del medio ambiente como la que se presenta en este trabajo de investigación, si se pretende hacerlo desde la legalidad.

## **2. OBJETIVOS**

- Colaboración en la solución del déficit habitacional y la desocupación en nuestro país.
- Impulso de tecnologías ambientalistas dentro de la industria de la construcción.
- Desarrollo de nuevos procedimientos y búsqueda de nuevos materiales para elaborar elementos constructivos buscando mejorar propiedades técnicas, abaratar costos y descontaminar el ambiente.

## **3. METODOLOGÍA**

Se aplicará una metodología integrada de Investigación – Acción, descrita de la siguiente manera por el arq. Horacio Berretta:

*“La metodología integrada de Investigación – Acción implica la ejecución inter.-disciplinaria y grupal de tareas de gabinete y campo, con evaluaciones cíclicas capaces de ir generando un retorno para retro-alimento de la investigación”* (Berretta, 1987).

## **4. LA TECNOLOGÍA DESARROLLADA EN CEVE CON PLÁSTICOS RECICLADOS**

En el curso de esta investigación se han obtenido elementos constructivos de las siguientes medidas:

- ladrillo: 5,5 cm. x 26,2 cm. x 12,5 cm. (ver Fig. 1).
- bloque: 20 cm. x 20,5 cm. x 40 cm. (ver Fig. 2).
- placa de ladrillos: 240 cm. x 28 cm. x 5,6 cm. (ver Fig. 3).

El procedimiento de elaboración de los mampuestos es similar al de los bloques de mortero de cemento, reemplazando la arena gruesa por los plásticos triturados.

Los plásticos que se utilizan son: PET (polietileno-tereftalato), procedentes de envases descartables de bebidas (residuo post-consumo); PE (polietileno), BOPP (polipropileno biorientado) y PVC (cloruro

de polivinilo), estos últimos procedentes de envoltorios de alimentos (residuo de fábrica por problemas de espesor o entintado).

El ligante que se utiliza es cemento Pórtland común. En el agua de mezclado se incorporan aditivos químicos que mejoran las propiedades técnicas.

La máquina que se utiliza para la postura de los mampuestos es una bloquera como la que se emplea para bloques de mortero de cemento, con un molde adaptado en el caso de la fabricación de ladrillos.

Luego de la postura, se dejan en reposo los mampuestos durante un día y se los moviliza hasta una pileta de curado con agua, en donde permanecen diez días. Después de este tiempo, se los retira y pueden ser almacenados en pilas a cubierto. A los 28 días de haber sido elaborados pueden ser llevados a obra para su uso en mamposterías de elevación, o en el caso de los ladrillos, para fabricar placas.

Las mismas deben ser revocadas con mortero común de albañilería (revoque grueso y fino), para evitar su deterioro a la intemperie.

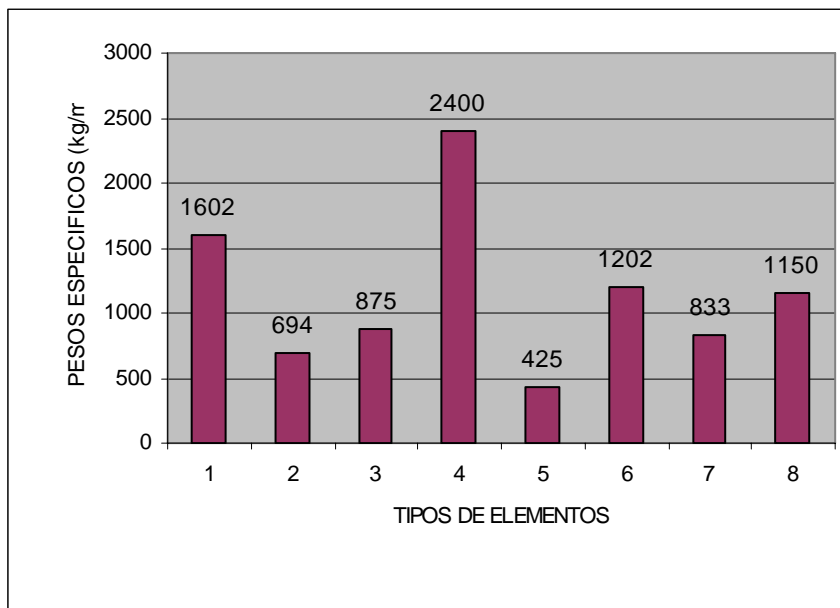


Figuras 1, 2 y 3: Elementos constructivos fabricados con plásticos reciclados.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Peso específico:** Es menor al de otros componentes constructivos tradicionales que se usan para la misma función, lo cual permite abaratar en traslados y en cimientos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Pesos específicos de elementos constructivos

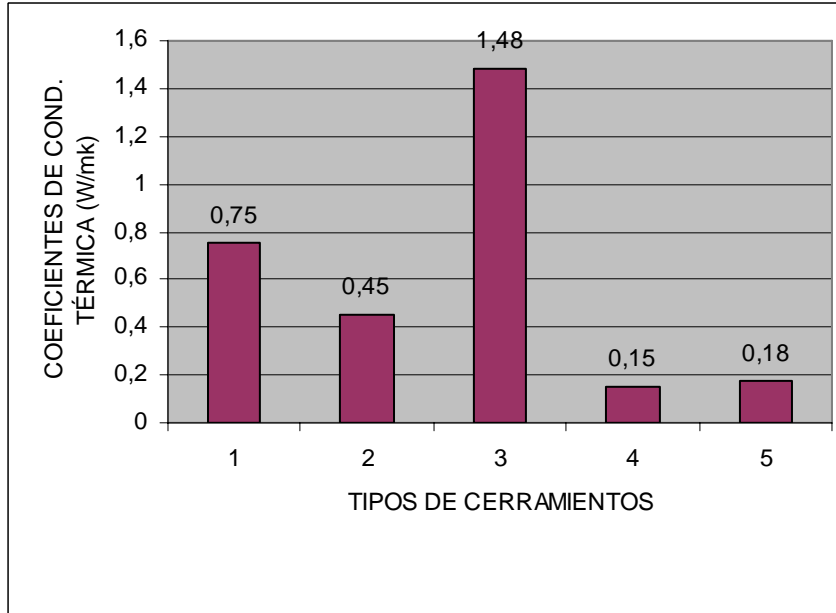


#### REFERENCIAS

- 1: Ladrillos comunes de tierra.
- 2: Bloques cerámicos huecos no portantes.
- 3: Bloques de hormigón no portantes.
- 4: Placa de hormigón común.
- 5: Bloques con PET.
- 6: Placa de ladrillos con PET.
- 7: Ladrillos con plásticos varios.
- 8: Ladrillos con PET.

- Conductividad térmica: Proveen una excelente aislación térmica, superior a la de otros componentes constructivos tradicionales (ver Tabla 3). Se pueden utilizar en cerramientos con un espesor menor, obteniendo el mismo confort térmico. Esto permite abaratar costos.

Tabla 3. Conductividad térmica de cerramientos



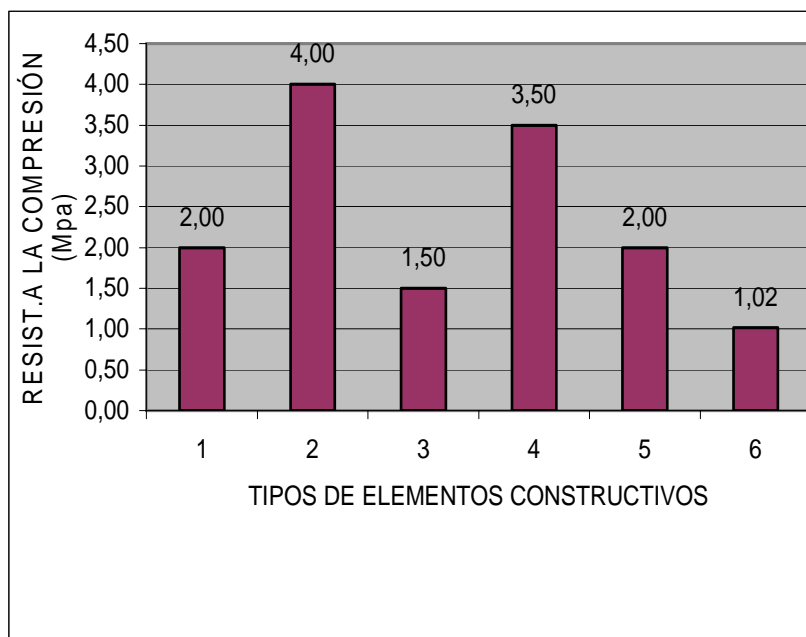
#### REFERENCIAS

- 1: Mampostería de ladrillos comunes de tierra.
- 2: Mampostería de ladrillos cerámicos huecos.
- 3: Mampostería de bloques de hormigón no portantes.
- 4: Mampostería de ladrillos con PET.
- 5: Mampostería de ladrillos con plásticos varios.

Nota: todos los cerramientos están revocados con mortero común ambos paramentos.

- Resistencia mecánica: Es suficiente para que puedan ser utilizados en cerramientos no portantes de viviendas con estructura independiente (ver Tabla 4).

Tabla 4. Resistencia a la compresión de elementos constructivos



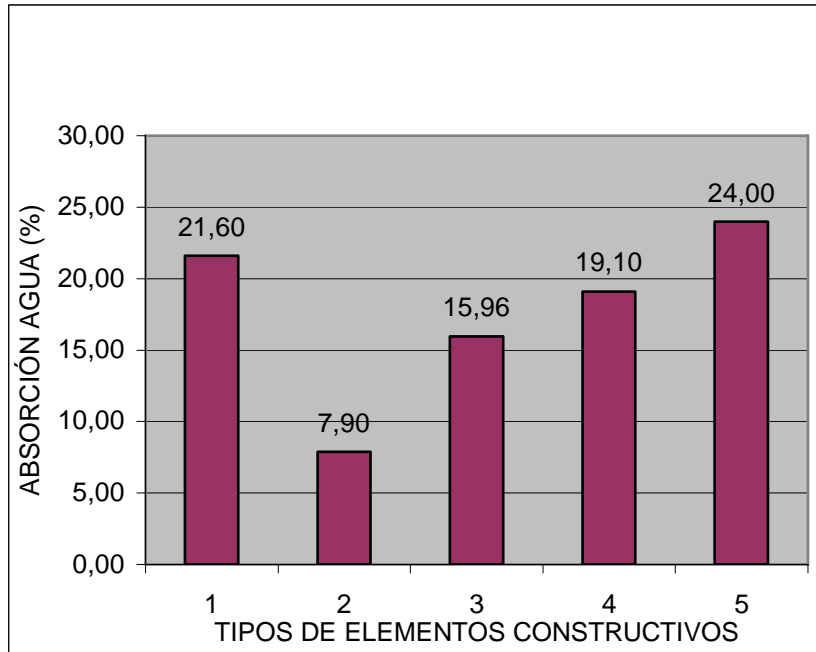
#### REFERENCIAS

- 1: Bloques no portantes de hormigón.
- 2: Bloques portantes de hormigón.
- 3: Ladrillos y bloques cerámicos no portantes.
- 4: Ladrillos y bloques cerámicos portantes.
- 5: Ladrillo con PET.
- 6: Bloque con PET.

Nota: se consideró tensión de rotura, y sección bruta de mampuestos.

- Absorción de agua: Es similar a la de otros cerramientos tradicionales (ver Tabla 5).

Tabla 5. Absorción de agua en elementos constructivos.



#### REFERENCIAS

- 1: Ladrillo común de tierra.
- 2: Bloque de hormigón no portante.
- 3: Bloque con PET.
- 4: Ladrillo con PET.
- 5: Ladrillo con papeles plásticos.

- Permeabilidad al vapor de agua: Es similar a la del hormigón con agregado pétreo (entre  $1,76$  y  $3,81 \times 10^{-2} \pm 4\%$  g/mhkPa).
- Resistencia acústica: Es de 41 db, en el caso de un muro de 0,15 m. de espesor construido con ladrillos de PET reciclado revocado de ambos lados, similar a la de un muro del mismo espesor construido con ladrillos cerámicos (42 db).
- Comportamiento a la intemperie: Son resistentes a la acción de los rayos ultravioleta y ciclos alternados de humedad, según ensayo de envejecimiento acelerado utilizando el método del Q.U.V Panel.
- Aptitud para el clavado y aserrado: 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: Poseen buena aptitud para recibir revoques con morteros convencionales, por su gran rugosidad superficial. Tensión de adherencia: 0,25 MPa.
- Resistencia al fuego: Tienen buena resistencia al fuego, según se comprobó en Ensayo de Propagación de Llama, del cual surge su clasificación como “Clase RE 2: Material combustible de muy baja propagación de llama”.

Las propiedades técnicas de estos elementos constructivos han sido establecidas en laboratorios especializados de la Universidad Nacional de Córdoba y del INTI en Capital Federal, República Argentina.

Por cumplir con los requisitos establecidos por la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Nación, los ladrillos y bloques con PET reciclado han obtenido el Certificado de Aptitud Técnica que permite la utilización de estos elementos constructivos en planes oficiales de vivienda, a partir de mayo del año 2006.

## 6. Viviendas construidas con esta tecnología

Se han construido siete prototipos experimentales con mampostería de ladrillos con plásticos reciclados (ver fotos 4, 5 y 6), a saber:

- Una oficina en planta del CEVE con ladrillos de PET reciclado.
- Los cerramientos laterales de la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos de Unquillo (provincia de Córdoba) con ladrillos de PET reciclado.
- Cinco ampliaciones de viviendas y una tapia en barrios marginales de la ciudad de Córdoba, con ladrillos y placas de ladrillos fabricados con plásticos de envoltorios de alimentos reciclados.



Figuras 4, 5 y 6: Prototipos fabricados con ladrillos de plásticos reciclados.

## 7. Costo

Comparando el costo de producción de un ladrillo con plástico reciclado con el de un ladrillo común de tierra cocida, se puede decir que es prácticamente igual, puesto que si bien en el ladrillo con plástico gran parte de la materia prima es gratuita por tratarse de un residuo, se debe computar el costo del triturado.

La economía está en que por su buena aislación térmica, se pueden utilizar en cerramientos con un espesor menor; y que por su liviandad, se abarata en traslados y en cimientos.

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

## 8. Conclusiones

La degradación del planeta producida por la contaminación puede ser revertida en gran medida si el hombre cambia de mentalidad y realiza actividades consuntivas sólo si hay garantías de que el sistema neutralice o digiera el impacto.

Esta reflexión es válida para los distintos campos del quehacer humano, y yendo específicamente al tema de la construcción del hábitat, es necesario revisar las tecnologías que se están usando, para mejorar o suprimir aquellas que consumen recursos no renovables o difícilmente renovables, necesitan demasiada energía o producen contaminación.

La tecnología con plásticos reciclados presentada en esta investigación es una alternativa posible, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica que otras tradicionales; con una resistencia mecánica suficiente para su aplicación en la construcción de cerramientos no portantes. Reduce la cantidad de un residuo que actualmente se acumula o entierra, produciendo contaminación y desaprovechando un recurso.

Por su bajo costo y tecnología simple los elementos constructivos desarrollados son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social.

Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en la etapa de recolección de la materia prima como en la de elaboración de los elementos constructivos.

Esto es de interés permanente para la Institución donde se desarrolló esta investigación (CEVE) buscando cubrir necesidades socio-económicas y ambientalistas de los sectores mayoritarios y pobres de nuestro país.

## **REFERENCIAS**

BERRETTA, H.: Vivienda y Promoción para las Mayorías, Humanitas, 1987, pág. 280. Buenos Aires, Rep. Argentina.

BRONDO, H. El fuego avivó el problema de los basurales a cielo abierto. En Diario La Voz del Interior, 5 de octubre de 2006, pag. 14 A. Córdoba, Rep. Argentina.

Diario La Voz del Interior. Promueven que la basura del área metropolitana sea tratada en Córdoba. 1 de agosto de 2006. Córdoba, Rep. Argentina.

LITVINOFF, E. Bolivianos en Córdoba. Mano de obra clandestina. En Anuario 2006 de La Voz del Interior, pág 76 a 78. Córdoba, Rep. Argentina.

MONTENEGRO, R. Incendios y desmonte, un cóctel letal. En Diario La Voz del Interior, 8 de octubre de 2006, pág. 4F y 5F. Córdoba, Rep. Argentina.

VIÑUELAS, R. Cortaderos: sigue la informalidad. En Diario La Voz del Interior, 13 de mayo de 2006, pág. 8 A. Córdoba, Rep. Argentina.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a:

-el Laboratorio de Ensayos del Departamento Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba, en particular al Director del Departamento Estructuras: Ing. Gerald Pirard, y a la Jefe del Laboratorio de Ensayos: Ing. Patricia Irico, por el asesoramiento brindado.

- la Agencia Córdoba Ambiente del Gobierno de la Provincia, por la donación de los envases plásticos que se utilizaron para esta investigación.

- la Empresa Converflex – Arcor, por la donación de los envoltorios plásticos de alimentos que se utilizaron para esta investigación.