

Fases del Proceso de Definición de Mampuestos con Agregado Plástico

María R. Sánchez de Colacelli, Juan G. Leguizamón, Marcelo Costilla,
Pablo Yala, Hortensia N. Gallardo

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

Resumen

En el marco del Proyecto de Investigación CIUNT "Definición de nuevos materiales de construcción, en el área de arquitectura, que incorporen material reciclado de residuos sólidos urbanos", se abordó el diseño de ladrillos con el agregado de telgopor de embalaje (EPS) reciclado. Esta investigación está motivada por la necesidad de reducir los niveles de contaminación del medio ambiente. Se trabajó para proponer ladrillos novedosos, elaborados con tecnologías elementales y de características técnicas similares o superiores a las de los tradicionales. Se describen las fases que se cumplieron hasta el presente, destacando en cada una de ellas, los objetivos parciales perseguidos y discutiendo los resultados alcanzados. La tarea comenzó con el diseño y fabricación de una máquina muy simple, útil para reciclar el EPS recuperado, que permite definir el tamaño de los elementos resultantes. El diseño de esta máquina se fue mejorando sucesivamente. En cada fase se modificó la cantidad y/o el tamaño del agregado de EPS en el mortero. En cada una de las muestras de ladrillos fabricadas se observaron las modificaciones que surgían tanto en el manejo de la pasta como en el acabado final del ladrillo. También se analizó la incidencia de la modificación del tipo de aglomerante en sus características mecánicas. Se describen siete fases de un proceso que aún está en evolución.

Palabras clave: poliestireno, mampuestos con residuos sólidos, ensayos de laboratorio.

Stages in the Process of Definition of Bricks with Plastic Aggregation

Abstract

As part of the CIUNT Research Project "Definition of new building materials in the field of architecture which incorporate recycled materials from urban solid residues", this work studies the design of bricks with the aggregation of recycled polystyrene from packing (EPS). This research is motivated by the need to reduce the level of environmental pollution. An innovative kind of brick is proposed, developed with basic technologies and technical characteristics similar or superior to the traditional ones. The stages so far accomplished are described, highlighting the pursued partial objectives and discussing the results obtained in each one of them. The task began with the design and manufacture of a very simple machine, useful for recycling the recovered EPS, capable of defining the size of the resulting elements. The design of this machine has been improved over the successive stages. In every stage, the quantity and/or the size of the aggregation of EPS in the mortar was modified. For each brick sample, the modifications arising both in the handling of the pasta and in the finishing of the brick were observed. The incidence of the modification of the type of binder according to its mechanical characteristics was also analyzed. This work describes seven stages of a process which is still in progress

Keywords: recycling EPS, new building material, bricks with plastic aggregation.

Antecedentes

Este artículo presenta avances sobre la información que se publicara en el N° 31 de esta Revista. En el desarrollo de este trabajo se destacan, especialmente, los objetivos perseguidos en cada una de las fases de la investigación y la correspondiente discusión de los resultados parciales que fueron alcanzándose. Al decir fase se está haciendo referencia a cada tramo de la investigación, tramos con delimitaciones difusas, planteados como sucesivas búsquedas superadoras de cada uno de los resultados parciales a los que se va arribando en el correspondiente proceso. Como ya se dijo en el artículo anterior, la primera tarea que se encaró, tendiente a la definición de mampuestos con telgopor de embalaje (EPS) reciclado, fue el diseño y fabricación de una máquina muy simple para reciclar el EPS recuperado, con posibilidad de definir el tamaño de los chips resultantes, a los efectos de calificar el agregado de EPS en los diferentes morteros y hormigones. El diseño de esa máquina chipeadora fue ajustándose a lo largo del proceso, a los efectos de mejorar la trabajabilidad de las mezclas. Se diseñó entonces, en la primera fase de la investigación, la herramienta de trabajo específica (figura 1).

A continuación, en una **segunda fase**, se ensayaron diferentes morteros - variando además de las proporciones y los tamaños de los chips, el tipo de aglomerante - a los efectos de determinar el de mejor resistencia mecánica.

El trabajo se desarrolla en el marco del Proyecto de Investigación CIUNT "Definición de nuevos materiales de construcción, en el área de arquitectura, que incorporen material reciclado de residuos sólidos urbanos". Se tomaron decisiones contemplando:

- el peso del mampuesto y su resistencia mecánica.

En este momento se están haciendo los estudios correspondientes a:

- conductibilidad térmica y resistencia acústica.

Además se evaluaron cualitativamente en cada fase del proceso, implícita o explícitamente, la participación de las variables socioeconómicas, sociales y políticas derivadas de la incorporación del

nuevo mampuesto a los procesos constructivos del hábitat social. Se considera en particular:

- la accesibilidad de los potenciales usuarios a la nueva tecnología, la adaptación de estos elementos a diferentes requerimientos arquitectónicos.

Continuación del proceso

- **Fase 3:** Con los datos obtenidos en las dos fases anteriores, que pueden llamarse preliminares (diseño básico de chipeadora, selección de mortero), en la tercera fase del proceso se entra de lleno en la definición del mejor mampuesto. Preocupados por el interés que estos elementos pudieran despertar en los potenciales constructores, se analizó la posibilidad de simplificar el proceso constructivo diseñando un elemento de dimensiones mayores a las de los

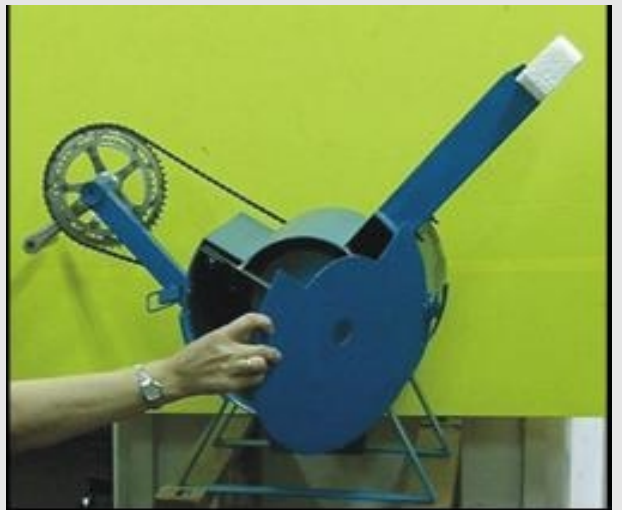


Fig. 1 Chipeadora, para desmenuzar el EPS.

1. Se llama así a los trozos que resultan al desagregar los bloques de EPS.

2. En este trabajo, llamamos hormigones a aquellas mezclas cuyo agregado de EPS es de diámetro igual o mayor a 10 mm. Cuando el agregado es de menores dimensiones, se la llama mortero.

ladrillos, simplificando las juntas. A tal efecto se propusieron varias alternativas formales de mampuestos, de dimensiones semejantes a las de los bloques de hormigón existentes en el mercado, de forma tal que pudieran trabarse entre sí (figuras 2 y 3).

• **Fase 4:** Resultaron elementos muy pesados para construir mamposterías (14,100 kg cada uno) considerando que los potenciales constructores serían hombres y/o mujeres. Se exploraron, a continuación, modificaciones a esa propuesta de bloques intertrabados, en una cuarta fase del estudio, buscando bajar su peso. A tal efecto se analizaron tres variantes de mampuestos con un mayor porcentaje de EPS, como se observa en la tabla 1:

Tabla 1: Resistencia a compresión de morteros que incorporan eps

VARIACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION EN FUNCION DE LA DOSIFICACION (kg/cm ²)			
Dosificación	Agregado		
cemento : agregado	100% arena	33% arena + 66% EPS	100% EPS
1:3	30,0	48,14	12,82
1:6	24,0	14,74	4,01
1:9	17,0	3,70	1,14

• Resultaron bloques con irregularidades inadmisibles, no solo en el acabado sino en su volumetría de conjunto, debido en parte al tamaño de los chips de EPS agregado, que siguieron siendo los mismos que se preparaban para hormigones en los que era menor la participación de EPS. No obstante los valores de resistencia mecánica estaban dentro de los márgenes esperados para mampuestos de elementos de cerramiento (figura 4).

• Mampuestos con huecos (figura 5). Se trabajo con el mortero que incorpora el 66% de EPS, con chips de dimensiones pequeñas – iguales o menores a 10 mm - cuidando la compactación en el proceso de llenado, además de tratar con aceite las caras interiores de los moldes. Si bien se consiguió un mejor acabado aunque siguió siendo irregular, la disminución del peso fue

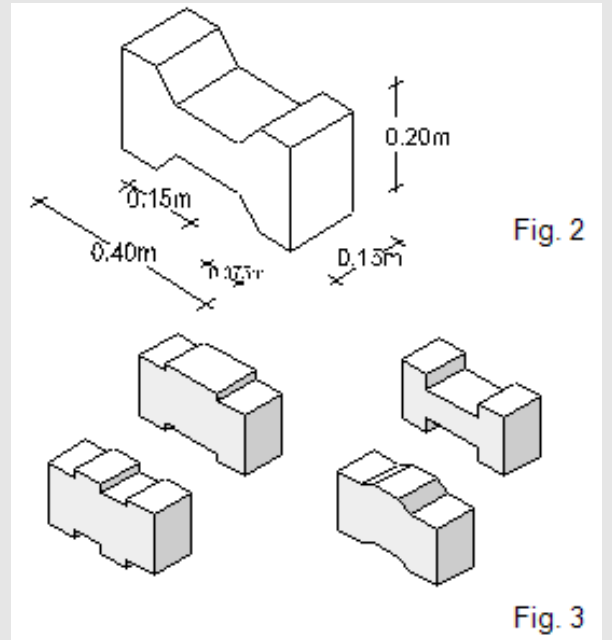


Fig. 2 y 3 Variantes formales de bloques intertrabados.



Fig. 4 Bloques intertrabados materializados con un mayor porcentaje de EPS, sin control del tamaño de los chips.

escasa - del orden del 15% - y no mejoró en los niveles deseados la maniobrabilidad del bloque. El acabado de sus caras resultó irregular.

El último estudio de esta fase, se hizo sobre bloques con huecos, reduciendo el tamaño de los chips de EPS – menores de 8 mm - (figura 6) y aumentando su participación en el mortero (al 80%), a los efectos de mejorar la plasticidad del mismo. Se determinaron reducciones considerables del peso unitario del mortero. El peso específico es menor a 1000 kg/m^3 , cuando la participación de EPS en el mortero es mayor al 60%. Los mampuestos resultaron propensos a la

rotura en las zonas de menor espesor.

Como conclusión de lo analizado en esta fase puede decirse que a medida que disminuye la proporción de EPS en el agregado se obtiene mayor resistencia, durabilidad y peso específico aparente, con mayor costo y disminuye la capacidad de aislación térmica, de absorción de agua y la facilidad de clavado y aserrado (tabla 1).



Fig. 5 Bloques intertrabado donde se atendió tanto al tamaño de los chips de EPS como a un tratamiento previo del molde.



Fig. 6 Bloques intertrabados con agregado de EPS, con huecos para disminuir su peso.

- **Fase 5:** Con el propósito de analizar propuestas formales de menor peso unitario, sin perder capacidad resistente, se encaró la quinta fase del proceso. Se propusieron mampuestos de dimensiones similares a las del ladrillo común: 5 cm x 13,5 cm x 26,5 cm, con el mismo mortero con el que se trabajó en la fase 3: se empleó una dosificación 1:3, (1 cemento, 1 arena + 2 EPS), con una resistencia a la rotura, 48,14 kg/cm², obtenida en ensayos de probetas en laboratorio (tabla 1). Los ensayos de compresión en probetas de ladrillos comunes de 1ª, llegan a una resistencia de 90 kg/cm² a la rotura. Buscando mejorar el acabado de las piezas se forraron los laterales de los moldes con papeles plásticos. Se obtuvieron mampuestos con 5 caras regulares, mejorándose en ese sentido los resultados anteriores (figura 7). Resultaron más livianos que el ladrillo común.

- **Fase 6:** En una sexta fase y con el propósito de resolver la mampostería con menores juntas, es decir, emplear menos mampuestos por metro cuadrado y también, para posibilitar la colocación en la obra en la cual se empleen estos mampuestos, de armadura sismorresistente, se diseñaron dos tipos de mampuestos: unos macizos y los otros, con dos huecos, ambos con el doble de altura que los de la fase quinta (figura 8).



Fig. 7 Mampuestos que incorporan EPS, de dimensiones similares a las de los ladrillos comunes, en los que se trató especialmente el molde para evitar irregularidades superficiales.

Se utilizaron 2 procedimientos para fabricar los mampuestos, buscando aproximarse a la realidad de una obra de construcción:

- uno siguiendo los procedimientos habituales, es decir con dosificaciones por volúmenes aparentes, sin humectar el EPS, sin utilizar mezcladora, ni llenado por capas, ni varillado.



Fig. 8 Mampuestos macizos y con huecos, de mayor altura.

- El otro mampuesto se obtuvo a partir de un mayor control en la dosificación por volúmenes aparentes, humectando previamente el EPS, llenando el molde por capas y con vibración manual para lograr una masa más compacta y homogénea.

En el 1º caso los valores de resistencia, en comparación a la probeta inicial, realizada siguiendo todas las normas de laboratorio, disminuyeron significativamente. La resistencia a la rotura llegó en el menor de los casos a 7,36 kg/cm².

Para el 2º caso se obtuvo una resistencia a la rotura de

una madera de fibra vulcanizada de densidad media (medium density fiberboard en inglés) conocida como MDF, de 3mm, en reemplazo del encabezado con azufre, o cementicio, variantes previstas por las normas. Los valores obtenidos se consideran válidos para esta etapa experimental.

- **Fase 7:** A los efectos de lograr un mortero mas trabajable y, simultáneamente reducir costos, se trabajó en una séptima fase del estudio, repitiendo los mampuestos de la sexta fase, con mortero de las mismas proporciones, reemplazando el cemento portland por cemento de albañilería. Entre un aglomerante y otro existe una diferencia aproximada de costo del 40%. Resultó un mampuesto de muy buena trabajabilidad, caras regulares y resistencia similar a la del ladrillo común.

- La disminución del peso específico fue de aproximadamente un 30%, mientras que la resistencia bajó a un 85% del valor obtenido con cemento portland.

Observaciones de los ensayos

- Las muestras comienzan a presentar fisuración a partir del 65% del valor de la carga máxima de rotura.
- Se considero haber alcanzado el valor de rotura cuando el 50%, aproximadamente, de la muestra alcanzó el estado de fisuración. En ese momento su deformación era superior al 10%.
- Las muestras continuaron absorbiendo carga pero con deformaciones inadmisibles y un estado de fisuración casi total.
- Evidenciaron gran aplastamiento.

Conclusiones

Los mampuestos, que incorporan EPS reciclado, son un aporte altamente satisfactorio a la construcción, tanto desde el punto de vista económico como tecnológico, con una resistencia a la compresión similar a la de los mampuestos existentes en plaza. Estas piezas son de menores costos, menor peso específico, mejores resistencia térmica.

Permiten recuperar parte de los residuos sólidos urbanos al evitar el enterramiento o quema, contribuyendo a mejorar el medio ambiente, tanto del suelo como del aire.

Los elementos ensayados son de reducido peso, lo que



Fig. 9 Ensayo de mampuestos a compresión.

- Por razones de practicidad y costos, a sugerencia del Director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) de la FAU, se utilizó para los ensayos

facilita su utilización con las técnicas tradicionales de ejecución de mamposterías, reduciendo la cantidad de juntas, por lo tanto el volumen de morteros de asiento.

Como elementos de cerramiento, enmarcados por columnas y vigas de hormigón, pueden reemplazar al ladrillo tradicional o al bloque de hormigón y recibir el mismo tratamiento de terminaciones exteriores o interiores.

Bibliografía

Informes de la Construcción. Vol. 60.509.35-43. Enero-marzo 2008. ISSN: 0020-0883 e ISSN: 1988-3234

Publicaciones varias del Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina.

Informe del Taller de Capacitación y Orientación (11 y 12 de marzo de 2004). GEOTUCUMAN 2004.

Sánchez de Colacelli, M. R., Costilla, M., Gallardo, H., Salvatierra, A., Leguizamón, J. y Saavedra, A. (2008) Reciclado de residuos sólidos urbanos para la construcción de viviendas de interés social. Libro de Resúmenes de las XI Jornadas de Ciencia y Tecnología de la UNF Formosa.

Sánchez de Colacelli, M. R., Costilla, M. y Leguizamón, J. (2008) Una propuesta constructiva que cuida el ambiente urbano. Libro de Resúmenes de las Primeras Jornadas Universitarias del Norte Grande Argentino sobre Medio Ambiente. ISBN 978-987-1366-23-1. Tucumán, Argentina.

Sánchez de Colacelli, M. R., Costilla, M., Leguizamón, J. y Saavedra, A. (2007) Morteros y hormigones con agregado de poliestireno expandido. Libro de Resúmenes de la X Jornadas de Ciencia y Tecnología de la UNaF. ISSN 1851-8923. Formosa, Argentina.

Sánchez de Colacelli, M. R., Costilla, M., Gallardo, H., Salvatierra, A. y Leguizamón, J. (2007) Sistema constructivo de bloques de hormigón con telgopor reciclado. *Revista Arquitectura y Construcción, No 271. Tucumán.*

Este trabajo fue realizado en el segundo semestre del año 2012, en la Cátedra de Tecnología, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán.

María Rosa Sánchez de Colacelli

Arquitecta por la Universidad Nacional de Buenos Aires. Doctora en Arquitectura por la Universidad Nacional de Tucumán. Profesora Titular con dedicación exclusiva, en la Carrera de Grado de la FAU UNT, de Tecnología, con extensión a Introducción al Proceso de Investigación Científica y Diseño con Membranas Tensadas, ambas materias creadas por ella. Miembro del Comité Académico de la Carrera de Doctorado de la FAU - UNT. Miembro del Comité Académico de Carrera de Especialización en Investigación Educativa. Profesora en las carreras de PG Especialista en Investigación Educativa y Doctorado en Arquitectura. Se desempeña en la dirección y como miembro de la comisión de supervisión de tesis de Maestría y Doctorado. Dictó conferencias por invitación, en el país y en el exterior. Docente Investigador Categoría I.

Directora, desde hace más de 15 años, de Proyectos de Investigación, aprobados y financiados por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNT. Dirigió el Proyecto de Investigación "De la Trama articular entre el Nivel Medio y Superior", aprobado y financiado por el CIUNT, de 4 años de duración. Publica en Congresos y en Revistas nacionales e internacionales. La temática de una cantidad considerable de esas publicaciones

está referida a problemáticas de enseñanza y aprendizaje. Publicó un libro. Recibió el Premio Luis V. Migone, a la trayectoria. Otorgado por la Academia Nacional de Ingeniería. Ocupa ininterrumpidamente cargos de gestión en el seno de FAU UNT, desde su ingreso a la misma.

En el año 1998 se desempeñó como Vice Decano de la FAU UNT, en calidad de Vice Decano Subrogante a cargo.

Ángel Marcelo Costilla

Arquitecto egresado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT. Especialista en Investigación Educativa (FAU – UNT). Profesor Asociado de las cátedras Introducción Técnica, Tecnología y Diseño y Construcción de Escaleras, en la carrera de grado Arquitectura y Urbanismo (UNT). Docente – Investigador Categoría 3, integrante desde hace más de 20 años de equipos de profesionales que desarrollan proyectos de investigación en el área tecnológica. Ha realizado numerosos cursos de Postgrado. Actualmente cursa la Carrera de Postgrado Doctorado en Arquitectura. Permanentemente está participando, como asistente y presentando trabajos en seminarios y jornadas relacionados con la especialidad. Es autor y coautor de publicaciones con fines didácticos y de temática del área tecnológica.

Juan Gerardo Leguizamón

Arquitecto egresado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Título de Postgrado: Especialista en Investigación Educativa. Docente Investigador Categoría: "4", C.I.U.N.T. Integrante de Proyecto de Investigación C.I.U.N.T. Fue beneficiario de una Beca de Investigación de la Convocatoria C.I.U.N.T., Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNT.

Actualmente es Jefe de Trabajos Prácticos, Cátedra "Introducción a la Tecnología Arquitectónica" y Jefe de Trabajos Prácticos Cátedra "Introducción Técnica", en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNT.

Pablo Marcelo Yala

Arquitecto de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Año 2001. Curso de Postgrado en "Emprendimientos Inmobiliarios" Fundación Magíster y la Universidad de Belgrano (Bs. As.) 2005. El área principal de desempeño académico – profesional es Tecnología y sistemas constructivos. Integra el equipo de investigación C.I.U.N.T. que investiga sobre "Definición de nuevos materiales de construcción, en el área de arquitectura, que incorporen material reciclado de residuos sólidos urbanos".

Hortensia Gallardo

Arquitecta, egresada en 1980 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Docente Universitaria desde el año 1982. En la actualidad se desempeña como Profesora Adjunta de la Cátedra de Tecnología de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. En el año 2013 obtiene el título de Magíster en Arquitectura. Desde el año 1994, es Docente Investigadora Categoría III.

Participa en varios congresos y eventos, con presentación de temas relacionados con los proyectos de investigación en la que participa.