

UTILIZACIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS “UNA OPORTUNIDAD FRENTE A LA SITUACIÓN ACTUAL”

Marilda Barra, Diego Aponte, Sergio H. Pielarisi, Susanna Valls, Enric Vazquez,

Departamento de ingeniería de la construcción. mail: marilda.barra@upc.edu,
diego.fernando.aponte@upc.edu, sergio.henrique.pielarisi@upc.edu, susanna.valls@upc.edu,
enric.vazquez@upc.edu

Palabras claves: árido reciclado, interfases, sulfatos, hormigón, mortero, suelocemento.

Resumen: *El impacto ambiental de la explotación de recursos naturales y el consumo desmedido de territorio con los vertederos impulsa la obtención y aplicación de áridos reciclados. El objetivo de los trabajos de nuestro equipo consiste en abordar los principales problemas que pueden dificultar aún esta aplicación y mejorar el conocimiento del comportamiento de estos nuevos materiales.*

1. INTRODUCCIÓN

El hormigón es el material de construcción por excelencia a nivel mundial, y el más utilizado en todos los tipos de trabajos relacionados con la ingeniería civil, incluyendo infraestructuras, edificación, protección ambiental, instalaciones sanitarias, etc. El hormigón es producto de la mezcla de cemento, áridos gruesos y finos, agua, adiciones y aditivos. La cantidad de los áridos (tanto finos como gruesos) forman la mayor parte del hormigón y provienen de arena y grava natural o triturada. Tradicionalmente los áridos han sido de fácil disposición y a precios económicos y de las calidades necesarias para adaptarse a las aplicaciones que se les han solicitado. Sin embargo, en los últimos años, la extracción masiva de éstos debido al crecimiento de las ciudades ha sido cuestionada a nivel mundial. También ha contribuido decisivamente la excesiva ocupación de territorio por los vertederos de residuos.

2. ÁRIDOS RECICLADOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Las normas europeas armonizadas establecidas por el Comité Europeo de Normalización (CEN) definen los áridos reciclados como: “los áridos resultantes del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en construcción”. A nivel español el Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) plantea el uso de éstos como zahorras, materiales tratados con cemento y hormigón magro vibrado entre otros. La Orden Circular 8/2001 sobre reciclado de firmes desarrolla el reciclado in situ y en central. Y la instrucción EHE en el Anejo 15 da las recomendaciones específicas sobre la utilización del árido reciclado en hormigón y, en el Anejo 18, sobre su utilización en hormigón no estructural.

Existen normas técnicas específicas para los áridos reciclados, que suelen incorporar especificaciones para su aplicación y usos recomendados, así como criterios de seguridad ambiental que deben cumplir. Los residuos de construcción y demolición, convenientemente tratados en una instalación de reciclaje, se convierten en áridos reciclados que pueden ser utilizados como materias primas en la construcción civil y en obras públicas y privadas cumpliendo todos los requisitos necesarios.

La transformación de los residuos de construcción y demolición, en productos aptos para ser utilizados nuevamente en ingeniería civil, a través del reciclaje, requiere equipos y procesos industriales específicos y un sistema de control de la producción que garantice la calidad de los productos.

Los áridos reciclados tienen dos criterios básicos de clasificación: (i) por granulometría o tamaño máximo de partícula y, (ii) por composición del material. Esta última permite determinar el porcentaje en peso de los distintos materiales que suelen contener los áridos reciclados. En general, los materiales más usuales son: piedra suelta, hormigón, material cerámico, asfalto y materiales contaminantes, que en alguna medida pueden ser perjudiciales como yeso, materia orgánica y otros.

3. USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS

Los áridos reciclados pueden ser usados en una amplia gama de aplicaciones, como pueden ser:

- **Zahorra:** pueden ser usados capas de base y subbase.
- **Rellenos:** como material drenante, como relleno en restauraciones.
- **Suelos:** como árido en suelo-cemento o en grava-cemento.
- **Hormigones magros:** como reemplazo parcial del árido natural en hormigones para capas de rodadura en caminos y viales, o capas de base de alta calidad en carreteras.
- **Hormigones en masa:** como reemplazo parcial del árido natural en hormigón estructural en masa, o en hormigón no estructural.
- **Hormigones estructurales:** En ellos se permite ya en España un 20% de árido de hormigón reciclado mayor de 4mm.
- **Prefabricados:** como reemplazo parcial o total de áridos naturales en bloques de hormigón, baldosas, tejas, bordillos, adoquines, mobiliario urbano, etc.

4. ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES DE LA INVESTIGACIÓN EN AR

Dentro del campo de investigación de áridos reciclados cabe destacar algunos aspectos que son relevantes y generan nuestros trabajos de investigación.

(i) **Expansión de áridos reciclados usados en grava-cemento o suelo-cemento:** como se menciona anteriormente, la normativa española permite el uso parcial o total de los áridos reciclados en unión con cemento Portland para producir bases o subbases de carreteras. El punto a resaltar es que los áridos reciclados pueden poseer un porcentaje de yeso que al entrar en contacto con el C_3A del cemento puede generar un ataque por sulfatos interno, causando la degradación del material. En la situación actual y en un futuro cercano dicha contaminación está y estará presente en la mayoría de las plantas recicladoras españolas. Situación que obliga a plantear estudios sobre la contaminación máxima permitida para no tener daños, combinación de materiales cementantes alternativos y los procesos de generación de los compuestos deletéreos con el tiempo. Este tema es objeto de la tesis de Gustavo Tovar. E

(ii) **Durabilidad de hormigones con áridos reciclados:** en la actual normativa EHE se permite el uso de áridos reciclados como reemplazo parcial de los áridos naturales hasta un 20%. Sin embargo, diferentes estudios muestran que es posible obtener hormigones con mayor contenido de árido reciclado y de igual resistencia a uno convencional, sin generar una disminución en su desempeño en durabilidad. Específicamente se ha observado que es posible que los áridos reciclados tengan un efecto sobre la fijación de cloruros, generando una mejora

en esta propiedad frente a un hormigón convencional. No obstante, se ha estudiado la cantidad máxima de árido permitido para no comprometer la durabilidad, el tipo de árido reciclado a utilizar, el tipo de cementante, y el proceso del diseño de mezcla del hormigón. Este tema forma parte de la tesis de Elaine Varela y de Viviana Andrea Ulloa.

(iii) Diseño de mezclas de hormigones con áridos reciclados: hasta la fecha el diseño de mezclas de hormigones con áridos reciclados se ha basado en un incremento del contenido de cemento para reducir la pérdida de resistencia a compresión generada por el mismo árido. No obstante, un incremento del contenido de cemento genera mayores inconvenientes en términos ambientales y de durabilidad. La dirección actual es valerse del contenido de mortero del árido reciclado para minimizar el contenido de cemento, y así obtener resistencias equivalentes a uno convencional sin comprometer los aspectos de durabilidad. Este es objeto de la tesis de Cristian Jimenez.

(iv) El problema de los áridos reciclados finos: A nivel mundial los áridos reciclados que se utilizan poseen tamaños que van de 4 a 35 mm. Esto deja un gran porcentaje de material (0 a 4 mm) sin utilizar que en la mayoría de los casos es depositado en vertederos. Al igual que los áridos reciclados de mayor tamaño los finos poseen problemas de contaminación con elementos que pueden generar expansión con el tiempo. Sin embargo, estos materiales se pueden utilizar en la fabricación de prefabricados, buscando generar una estructura interna con una porosidad determinada en la cual los elementos expansivos generados no causen daños, combinado con un cementante alternativo lo suficientemente eficiente para no comprometer las propiedades mecánicas necesarias para estos elementos. El tema forma parte de la tesis doctoral de Gustavo Tovar y las tesis de Andrea Pinochet y Mariana Jamaica.

(v) La mejora de la calidad de los hormigones de áridos reciclados a partir del conocimiento estructural y mecánico de las interfases árido reciclado - mortero propio y añadido. Este tema es el de la tesis doctoral de Anna Sidorova, de la tesis de master de Alexandra Descarrega y de la tesis de grado de Marcel Algué.

5. CONCLUSIONES

Los áridos reciclados se utilizarán de forma creciente en el hormigón y otras aplicaciones. Es necesario superar los problemas que aun surgen en su utilización. Los problemas citados son los principales temas del trabajo de nuestro equipo.