

PROBLEMÁTICA DE LOS RCD. PROPUESTAS PARA SU GESTIÓN Y RECICLAJE

Del Río Merino, Mercedes

**Departamento Construcciones Arquitectónicas y su control. EUAT UPM.
Avda. Juan de Herrera 6. 28040 Madrid
Mercedes.delrio@upm.es**

RESUMEN

Durante años, los especialistas en el manejo de residuos sólidos se han ocupado sólo de la basura generada por hogares, comercios e industrias, mientras que el tratamiento seguro y eficiente de residuos procedentes de las construcciones y demoliciones de edificios (RCD) ha sido ignorado.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se generan en actividades propias de construcción, obra nueva, remodelación, rehabilitación o reforma, demolición o derribo de edificios o infraestructuras. También se consideran RCD los residuos generados en obra menor y reparación e incluso los procedentes de desastres naturales, tecnológicos o del terrorismo.

Cada año, se generan en Europa 890.000.000 toneladas de RCD, de los cuales se reciclan, de media, un 50% (excluyendo tierras sin sustancias peligrosas). Esta cifra está muy lejos de los objetivos marcados por la Directiva Europea para el año 2020.

Por otra parte, y aunque es difícil obtener datos de cada país, pues esto depende fundamentalmente de su forma de construir, de la actividad económica, e incluso de la forma de cuantificar dichos residuos, en España, la situación es aún más grave, encontrándonos en los últimos puestos de la tasa de reciclaje, por debajo de la media europea.

Todo ello ha dado lugar a que desde la Administración se impulsaran una serie de medidas, como las recogidas en el Real Decreto 105/2008, que obligan a seleccionar y recuperar algunos tipos de RCD que excedan de una serie de cantidades: >80t hormigón; >40t ladrillos y tejas; >2t metal; >1t madera; >1t vidrio; >0.5t plástico; >0.5t papel.

En esta misma línea, numerosos investigadores, organismos públicos de investigación y empresas del ámbito de la edificación, han decidido aportar nuevas propuestas que mejoren, tanto la gestión de estos residuos como su capacidad de reciclaje. En esta ponencia se pretende hacer un resumen de algunas de estas propuestas desarrolladas por investigadores, así como algunos de los trabajos del grupo de investigación TEMA (Tecnología Edificatoria y Medio Ambiente) de la Universidad Politécnica de Madrid, en las dos líneas de investigación antes referidas: la gestión de los RCD y la búsqueda de nuevas aplicaciones y por tanto la mejora de su capacidad de reciclaje.

Keywords: RCD, gestión, reciclaje, reutilización.

1.- Los RCD.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria [1].

Los RCD, pueden considerarse en general, no peligrosos, pues no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no son solubles ni combustibles, ni biodegradables, ni afectan a otras materias con las que entran en contacto contaminándolas, ni perjudican a la salud humana.

Sin embargo, estos residuos inertes, aparecen normalmente mezclados con otros tipos de residuos, como restos vegetales y de podas, metales y enseres domésticos, maderas y aglomerados, residuos orgánicos, plásticos e incluso residuos peligrosos en pequeña proporción como: el amianto, las fibras minerales, los disolventes, algunos aditivos del hormigón, las pinturas, las resinas, los plásticos y otros, que pueden reaccionar produciendo sustancias tóxicas.

El Lista Europea de Residuos (LER) [2], que entró en vigor en enero de 2002, establece los componentes de los RCD y los codifica agrupándolos del siguiente modo:

17 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)

17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos

17 02 Madera, vidrio y plástico

17 03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados

17 04 Metales (incluidas sus aleaciones)

17 05 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje

17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto

17 08 Materiales de construcción a base de yeso

17 09 Otros residuos de construcción y demolición

Dentro de cada grupo, el catálogo relaciona los distintos tipos de RCD que pueden darse, así como si son o no considerados peligrosos.

Algunos de estos residuos tienen un valor económico considerable, por lo que los propios constructores los reutilizan pero otros en cambio no poseen un valor intrínseco importante, por lo que suelen desecharse y tienen como destino final el vertedero, sin considerar su potencial como elementos reciclables.

1.1.- Problemática de los RCD

Los RCD son en la actualidad una de las principales tipologías de residuos, en cuanto a volumen de generación, hasta el punto de ser superiores a los residuos municipales.

En 1990, en la mayoría de los países europeos, se produjo un incremento importante en la generación de los RCD [3], aunque a día de hoy no se tienen datos de la generación y composición de RCD de todos los estados miembros de la Unión europea (UE). En 2006 la industria de la edificación generó el mayor volumen de residuos, suponiendo un 81% de todos los residuos generados por la actividad económica [4]. Por ello, el flujo de residuos de la construcción ha sido identificado como una corriente prioritaria por la Unión Europea, representando aproximadamente el 49% de la generación total de residuos en 2008. [5].

La generación de RCD por habitante en la UE y Noruega varía de forma significativa, Francia y Luxemburgo generan entre 5,5 y 15 toneladas/hab por año, respectivamente. Alemania e Irlanda de 2 a 4 toneladas/hab, mientras que el resto de los países generan entre 0,2 toneladas/hab (Noruega) y 1,9 toneladas/hab (Reino Unido) [4].

En general, en todos los países donde se tienen datos de más de un año, a excepción de Alemania, se constata un incremento en la generación de RCD por habitante, en el período comprendido entre 1995 y 2005.

En todo caso y aunque se dispone de datos sobre diferentes flujos de residuos, hay grandes variaciones en la calidad de estos datos y en los años de referencia [4], probablemente derivadas de:

- Diferencias en la tradición constructiva.
- La actividad económica en el sector.
- Desiguales niveles de control de los RCD en los Estados miembros.
- Las diferencias en la definición de RCD.

Por otra parte, en 1990, El Informe Symonds [3] establecía una tasa media de reciclaje de RCD en Europa, en torno al 40%. La situación actual ha mejorado ligeramente, aunque esta lejos de las metas marcadas en la Directiva Europea 2008/98/EC [6].

En la (fig.1), se muestran los diferentes niveles de reciclaje de los estados miembros en una escala de color.

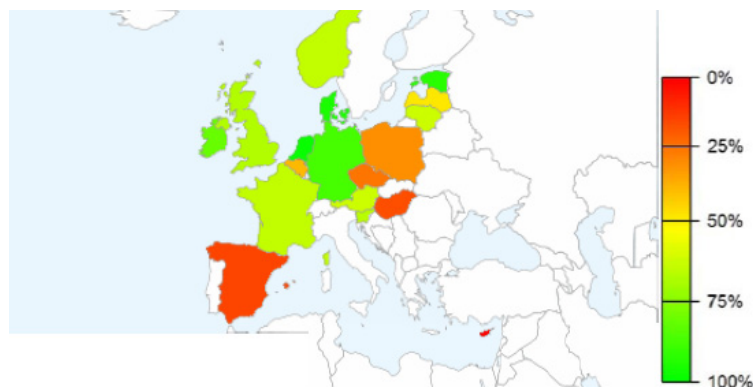


Fig. 1. “Índices de reciclaje de RCD en Europa”. [7]

El verde oscuro indica altos índices de reciclaje y el rojo oscuro, bajos índices. Los países de los que no se disponen datos aparecen sin colorear. Aunque los índices varían mucho entre los países, el índice medio es del 50% en la mayoría.

En la (fig. 2) se detallan las tasas de reciclaje en 18 países diferentes por un periodo de 10 años y se muestra que Dinamarca, Alemania, Irlanda, Holanda y Estonia, consiguen los índices de reciclaje que marca la Directiva, llegando por encima del 80% de los RCD generados, mientras que Austria, Bélgica, Francia y Reino Unido tienen índices entre 60-70%, y Latvia y Lituania entre el 40% y 60%, aunque tienen bajas tasas de generación de RCD.

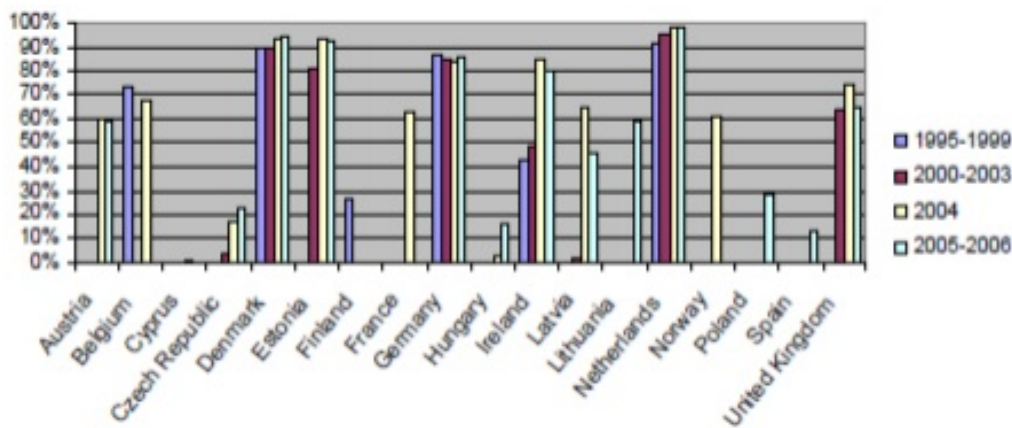


Fig. 2. "Reciclaje de RCD en la UE y Noruega". [7]

España continua estando entre los países que menos reciclan junto con Chipre, Polonia y la República Checa, con un índice menor del 40%. Esto es debido a que, en general, en estos países:

- Los precios de vertido son muy bajos o inexistentes.
- Las materias primas son suficientes y más económicas que las materias procedentes del reciclaje (la industria del reciclaje no está implementada).
- Los modelos de gestión de RCD no consideran la protección del Medio Ambiente.
- No tienen legislación específica sobre gestión de RCD.

Sin embargo, en los países que tienen altas tasas de reciclaje suele deberse a:

- Altos precios para la deposición de los residuos.
- Fuertes medidas de la administración para incentivar la selección de residuos previa a su deposición.

En la actualidad, se está desarrollando un proyecto denominado "The Recycling Society and its Environmental Effects" en el que participan el Centro Europeo en recursos y gestión de residuos (ETC/RWM), en cooperación con la Agencia Europea del Medioambiente (EEA), que tiene como objeto identificar los niveles actuales de reciclaje de diferentes residuos municipales y de construcción demolición que generan los estados miembros de la Unión Europea y Noruega, así como su desarrollo a lo largo de los últimos 10 años.

2.- legislación vigente: Europa, España

Todos los Estados Miembros de la UE y del Área Económica Europea (Islandia Liechtenstein y Noruega) se rigen por los principios y objetivos introducidos en la legislación europea sobre residuos.

En la UE, a lo largo de los últimos 20 años, se han redactado numerosas directivas acerca de los residuos [8]. En general, estas normas se trasponen, a través de las leyes de cada estado miembro, que son los responsables de acometer la gestión de RCD según los principios de jerarquía. Se distinguen dos periodos distintos, los años anteriores y posteriores a 1990. [6].

Durante el periodo entre 1975 y 1990 no se definieron obligaciones sobre el tratamiento que debían realizarse a los RCD, excepto en el caso de los residuos de aceite. La legislación europea acerca de los RCD se enfocó en la definición de los requerimientos administrativos (los Estados miembros debían realizar sus Planes de

gestión y la UE organizar el catálogo Europeo de residuos que los Estados Miembros transpondrían en su normativa). Sin embargo, el periodo entre 1990 y 2008 se caracterizó por la introducción de una amplia gama de iniciativas y objetivos para el reciclaje. La Directiva sobre envases y residuos de envases (1994, 2004) [9], la Directiva sobre el final de la vida útil de los vehículos (2000) [10], la Directiva sobre residuos eléctricos y equipos electrónicos (2002) [11], la estrategia temática sobre la Prevención y el Reciclaje de Residuos (2005) [12], la Directiva sobre los residuos de baterías, pilas y acumuladores (2006) [13] y la Directiva Marco sobre Residuos (DMA), que considera los residuos de construcción y demolición y los residuos domiciliarios (2008) [6].

La DMA regula aspectos generales de la legislación europea sobre residuos y, define el concepto de residuo, las medidas de gestión y las obligaciones que incumben a los generadores y propietarios de los residuos, así como la obligación para los Estados miembros de prevenir la generación de residuos, en el caso de que esto no sea posible recuperarlos o reutilizarlos, si no es posible reciclarlos y por último depositarlos de manera ambientalmente compatible.

La Directiva propone como objetivo global (no fija objetivos para cada tipo de RCD) con respecto a los RCD: "En 2020 la reutilización, el reciclado y la recuperación de RCD, incluyendo las operaciones de relleno con residuos no peligrosos de construcción y demolición y excluyendo el material de origen natural definido en la categoría 17 05 04 de la LER [2] supondrá un mínimo del 70% en peso".

Para conseguir este objetivo, en el diseño de las normas sobre RCD de cada país miembro, se tendrían que considerar aspectos, tales como: el costo de los agregados naturales, el espacio en los vertederos, la sensibilización de la población, los agentes implicados y el costo de vertido, entre otras cuestiones. Por ello y pese a las diferencias sociales y políticas, en cada país se han desarrollado políticas específicas o reglamentos relativos a la gestión de RCD, que en general, han incorporado las siguientes medidas para reducir su generación:

La regulación de vertederos para un control más estricto de los vertidos. Por ejemplo, en Dinamarca, está prohibida la eliminación en vertederos de residuos que pueden ser incinerados, así como en los Países Bajos o Alemania, la eliminación de residuos que pueden ser reciclados. Además, Dinamarca cuenta con una alta tasa de eliminación en vertederos y un acuerdo voluntario con buenas prácticas ambientales y sistemas de gestión de las actividades de demolición. [14]. Por otro lado, los Países Bajos tienen una alta tasa de eliminación en vertederos (aproximadamente 83 € / t), en comparación con otros países como España donde la tasa promedio es de alrededor de 12 € / t.

Los principios de jerarquía: el principio de prevención, el principio del que contamina paga y el principio de cooperación. El productor de los residuos (el que contamina) está obligado a considerar los impactos ambientales y los posibles riesgos de su actividad en colaboración con las otras partes involucradas (productores, distribuidores, consumidores, empresas de vertido y reciclaje, así como el Gobierno). El productor debe desarrollar un sistema que minimice los impactos negativos medioambientales y maximice la recuperación de los recursos (reciclaje, reutilización). Por esa razón, se deberá aplicar una política de gestión de residuos que incorpore medidas económicas (tasas de vertido), así como medidas legales, tales como: la obligación de una demolición selectiva, acuerdos voluntarios y

responsabilidades. De este modo, incluso durante la fase de producción, se establecerán las bases para la prevención medioambiental efectiva y compatible con la valorización de los residuos. Los fabricantes y distribuidores deben diseñar sus productos para minimizar la cantidad de residuos generados durante la fabricación, así como facilitar la eliminación ecológica de los residuos que no pueden ser reutilizados. Esta medida es ampliamente utilizada en el Reino Unido, Austria y Alemania.

Compromisos Voluntarios: La implementación de un compromiso nacional voluntario de la industria de la construcción tiene como objetivo reducir al 50% la cantidad de RCD depositados en vertederos. Esta medida se utiliza en Alemania desde 1996 [15], y está obteniendo buenos resultados.

Normas de calidad: La implementación de la regulación y normativa de las materias primas secundarias, por ejemplo con la definición de normas sobre la calidad de los materiales secundarios procedentes de RCD. Esta medida está bastante generalizada y se utiliza en Bélgica, Alemania y Finlandia. Por ejemplo, la normativa marco sobre RCD en Bélgica, considera la naturaleza de los residuos que pueden ser utilizados en edificación como materia prima secundaria.

A pesar de todo ello, siguen existiendo debilidades importantes en las políticas y estrategias sobre la gestión de residuos, entre ellas destacan:

- La carencia de prácticas para reducir la generación de residuos.
- La falta de prácticas para la segregación “in situ” de las diferentes fracciones de residuos.
- La falta de prácticas sobre el reciclaje de residuos.
- El vertido indiscriminado de los RCD, debido a los bajos costos asociados a esta alternativa, frente a los costes adicionales del tratamiento adecuado de los residuos.
- La falta de conocimiento de los agentes implicados sobre la prevención de RCD.
- La falta de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de RCD.
- La falta de una distribución homogénea de las infraestructuras en el territorio.

2.1.- Legislación vigente en España.

En España, la gestión de los RCD está regulada por las Comunidades Autónomas, que han ido definiendo sus planes de gestión de residuos en base al denominado principio de jerarquía, contemplado en el artículo 8 de la nueva Ley 11/2011 [16] de residuos y hace unos años en el artículo 1.1 de la Ley 10/1998 [17].

El I Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2000-2006) [18]. elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente, tenía como objetivo principal conseguir la recogida y correcta gestión ambiental de al menos el 90% de los RCD, el reciclaje o reutilización de al menos el 60% de los mismos y la adaptación de los vertederos de RCD a las nuevas exigencias de la Directiva europea de vertederos así como la clausura y restauración ambiental de los no adaptables. Estos objetivos se cumplieron sólo en parte por lo que se redefinieron en el II Plan Nacional Integrado de Residuos del año 2008 [19]. Enmarcado en dicho Plan, el Real Decreto 105/2008 [20], pretende dar respuesta a esos objetivos.

El objetivo fundamental del Real Decreto (RD) es establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los RCD con el fin de fomentar su prevención, reutilización,

reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los RCD destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado para de esta manera contribuir a un desarrollo sostenible de la construcción.

Para conseguir este objetivo el RD propone una serie de acciones entre las que destacan las siguientes por su carácter innovador:

- Prohíbe el depósito de RCD en vertedero sin tratamiento previo, exceptuando los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable y los RCD cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el RD ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente.
- Obliga al productor (titular de la licencia) de los RCD, a la elaboración en el proyecto de obra de un estudio de gestión de RCD para los residuos que se produzcan, así como una valoración del coste previsto para su gestión.
- Obliga al poseedor de los RCD (el que ejecuta la obra) a establecer la separación y clasificación de los residuos, elaborar un plan de ejecución y asumir los costes.
- Afianza la posición empresarial de aquellos materiales reutilizables para los que ya existe un mercado (metal y madera) e incentiva la creación de otros mercados como el de los áridos reciclados.
- Propugna una actitud ejemplificante en aquellas obras en donde las administraciones públicas intervengan como promotores.
- Fomenta medidas como los acuerdos voluntarios entre los responsables de la correcta gestión de los residuos y los responsables de la restauración de los espacios ambientalmente degradados.

3.- Propuestas para la gestión de los RCD y su reciclaje

Atendiendo a esta situación, además de las medidas que la Administración ha ido incorporando en la legislación vigente (en el ámbito europeo y nacional), los organismos públicos de investigación, las Universidades y los investigadores, en general, llevan años trabajando en las debilidades y carencias de estas políticas, para ayudar a resolver el problema. Se pueden destacar dos líneas de trabajo:

1. Definición de medidas para la mejora de la gestión de los RCD. Es decir el diseño de buenas prácticas en las distintas fases del proyecto edificatorio (diseño, ejecución, vida útil, mantenimiento y demolición).
2. Definición de medidas para la mejora de la reciclabilidad de los RCD. Mediante la búsqueda de aplicaciones a los RCD generados a lo largo de toda la vida del edificio.

A continuación se relacionan algunos de los trabajos que se están desarrollando en estas líneas, particularizando en algunos que están desarrollando el grupo de investigación Tecnología Edificatoria y Medioambiente (TEMA) de la Universidad Politécnica de Madrid.

3.1.- Definición de medidas para la mejora de la gestión de los RCD

En la tabla 1, se relacionan algunos de los trabajos que se están desarrollando en esta línea:

Investigadores	Año	País	Fase	Buenas prácticas
Osmani et al	2008	United Kingdom	Design	<ul style="list-style-type: none"> - Design with standard dimensions and prefabricated units - Design for deconstruction - Study of waste estimation
Tam	2008	Hong Kong	On-site	<ul style="list-style-type: none"> - Use of prefabricated materials - Purchase management - Education and training - Proper site layout planning - On-site waste recycling operation
Begum et al	2009	Malaysia	On-site	<ul style="list-style-type: none"> - Education among employees - Contractor experience - Source reduction measures - Reuse of materials - Waste disposal behaviors - Attitudes towards waste management
Lu and Yuan	2010	China	All stages	<ul style="list-style-type: none"> - Waste management regulations - Waste management system (WMS) - Awareness C&D WM - Low-waste building technologies - Fewer design changes - Research and development in WM - Vocational training in WM.
Wang et al	2010	China	On-site	<ul style="list-style-type: none"> - Manpower - Market for recycled material - Waste sortability - Better management - Site space - Equipment for sorting waste

Tabla 1 “Estudios sobre buenas prácticas en la gestión de RCD”

En general, estos trabajos diseñan buenas prácticas en aspectos concretos del proceso edificatorio, pero no considerando globalmente el mismo [21]. En este sentido y siguiendo la metodología de trabajo llevada a cabo en la tarea 1.2 “Gestión integral de residuos”, del proyecto “CLEAM: Construcción limpia, Eficiente y Amigable con el Medioambiente” [22]. El grupo TEMA está desarrollando un Proyecto que pretende la definición de un Sistema de Gestión Integral de los RCD en obras de edificación, que se incorporó al Sistema de Gestión de Calidad de las empresas. El sistema, además de definir una serie de procedimientos para el diseño y seguimiento del Estudio y Plan de gestión de los RCD en fase de diseño y ejecución, define otro documento complementario, el Manual de ejecución del Plan de Gestión de RCD. Manual que incorpora, a través de diversos formatos e instrucciones, las herramientas necesarias para controlar la gestión de los RCD que se generan en las distintas unidades de obra, así como las buenas prácticas asociadas al diseño, a la ejecución y también asociadas a cada uno de los RCD que se generan en cada unidad de la obra, considerando también la cantidad de residuo generado [23].

La integración de los dos documentos básicos de gestión de residuos (Estudio y Plan de gestión de RCD) junto al Manual de Buenas Prácticas, potenciará la gestión medioambiental de la empresa (pretende implicarse a todos los agentes que intervienen en el proceso edificatorio), favoreciendo la cohesión de la organización en todas las etapas del proceso constructivo, dando pie a establecer responsabilidades en materia de residuos y aportando un mayor control del proceso.

Por otra parte se están desarrollando también modelos de gestión más específicos para residuos concretos. Tal es el caso del proyecto de tesis doctoral “Gestión de residuos procedentes de embalajes de materiales de construcción en obras de edificación. Aplicaciones como aditivos en materiales de construcción”. [24]. Tesis que tiene como objetivo definir una gestión específica para los residuos procedentes de embalajes de productos de construcción, incluyendo un manual de buenas prácticas y unas propuestas de valorización, entendiéndose que todo material que llega a obra lo hace protegido por algún tipo de embalaje, fundamentalmente cartón, plástico o madera, y que en la actualidad la gran mayoría acaba en un contenedor mezclado con el resto de residuos de la obra. Por otra parte, la creciente tendencia a utilizar materiales prefabricados incrementa el volumen de embalajes necesarios para transportar los productos y los materiales tradicionales también llegan más protegidos a base de embalajes, por lo que en el global del residuo de la obra suponen hasta el 50% de los RCD generados.

3.2.- Definición de medidas para la mejora de la reciclabilidad de los RCD

Varios países industrializados han alcanzado el objetivo de disminuir la cantidad de RCD que se descartan en rellenos sanitarios, mientras que otros están en proceso de evaluar las posibilidades de implementar programas de reutilización y reciclaje de estos desechos. Un ejemplo de todo esto son las reuniones que se están realizando en la Unión Europea, EE.UU. y Canadá, en las que se examinan las posibilidades económicas, estratégicas y barreras en la reutilización y reciclado de RCD, lo que está dando lugar al desarrollo de nuevas tecnologías (maquinas y equipos) en una industria que está transformando el problema de los RCD en negocio.

Gran parte de los elementos que configuran las construcciones contemporáneas pueden reutilizarse. Más concretamente, los clasificados como componentes (productos que llegan a la obra con la configuración definitiva, listos para ser montados) son los que más fácilmente pueden ser recuperados y, con una transformación poco compleja, reutilizados en otras construcciones. La lista de estos materiales puede ser muy extensa y diversificada, según las características constructivas de la obra. Los mercados potenciales existentes para la venta de materiales de producto reciclado son:

- Bases y sub-bases para firmes de carreteras de segundo orden, urbanizaciones, polígonos industriales y otras áreas de expansión.
- Áridos o residuos de ladrillos para drenajes, rellenos de zanjas y firmes de caminos.
- Áridos o residuos de ladrillos para lechos de patios y azoteas.
- Áridos para hormigones pobres.

Además, existe un mercado emergente en cuanto a:

- Residuos de chatarra férrea.
- Vidrio.
- Materiales nobles de la construcción y carpintería (cuarterones, cercos, rejas, portones, ventanas, marcos, etc.).
- Piedra labrada, fundamentalmente granito y basalto (adoquines, bordillos, losas, jambas, dinteles, etc.).

Por otra parte, algunos de los residuos que no se pueden reutilizar se pueden utilizar como materia prima de sustitución en la fabricación de materiales de construcción, como:

- Ladrillos y elementos cerámicos. Se utilizan como áridos artificiales en ambientes poco agresivos, para la fabricación de hormigones en masa, siempre que el contenido del material cerámico no sea superior al 10% en peso y la resistencia característica no supere los 125 k/cm².
- Materiales de hormigón. Se utilizan como granulados para la fabricación de nuevos hormigones en masa y armados si no incorporan altas cantidades de yesos y la resistencia característica no es mayor de 250 k/cm².
- Materiales de cemento. Debido a su alta porosidad, se pueden emplear como material absorbente siempre y cuando están libres de impurezas o elementos contaminantes.
- Aislamientos de fibras naturales. Podrán ser reciclados siempre que no lleven adheridos elementos como láminas de aluminio, placas de cartón-yeso.
- Productos de pizarra. Se emplean para la fabricación de piedras artificiales, de productos cerámicos.

Entre los años 1981 y 1988, se realizaron numerosos estudios sobre la calidad y cumplimiento de las condiciones exigidas de los materiales reciclados, llevados a cabo por RILEM TC-37-DCR (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos e Investigación sobre los Materiales y las Construcciones). Los resultados de estos estudios concluyeron que los áridos reciclados pueden ser destinados a una gran gama de aplicaciones casi tan amplia como los áridos naturales. Como continuación de este trabajo, en 1989 se reunió un nuevo comité de trabajo, RILEM TC-121-DRG, con el fin de establecer guías para la demolición y reciclado del hormigón y los materiales de mampostería. El documento RILEM recoge una serie de propiedades que deben tenerse en cuenta en los áridos reciclados para su uso en hormigón de acuerdo con las normas correspondientes, como son granulometría, resistencia estática, contenido de cloruros, contenido de hierro y vanadio...etc. En España existe el Grupo de Áridos Reciclados creado por la Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos (ANEFA) en el año 1996.

Actualmente, los áridos reciclados se destinan a aplicaciones sin mayores exigencias, siendo principalmente su destino como relleno para bases y sub-bases de firmes y de carreteras. Sin embargo, el creciente desarrollo tecnológico posibilita mejores estudios sobre posibles usos. Así, los trabajos realizados por el ITEC y la Junta de Residuos de la Generalitat de Catalunya, demuestran que los materiales que cumplan las especificaciones en cuanto a granulometría, estabilidad volumétrica y mantenimiento de la capacidad portante, se pueden utilizar con buenos resultados para suelos y rellenos, así como para cimentaciones de edificaciones ligeras como viviendas unifamiliares, garajes...etc. Además las fracciones finas obtenidas en el reciclado del hormigón pueden ser utilizadas para la mejora de la granulometría de suelos, sistemas de drenaje y en la neutralización de suelos ácidos.

En esa misma línea se enmarcan los trabajos del grupo TEMA, sobre la búsqueda de aplicaciones de los RCD, como la tesis doctoral "Estudio experimental sobre las propiedades mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de la no calidad en prefabricación" [25]. En esta tesis se analiza la viabilidad de la utilización de los residuos que se generan en el proceso de fabricación de las plantas de

prefabricados de hormigón analizando el comportamiento mecánico de un hormigón elaborado con áridos reciclados procedentes de piezas prefabricadas de hormigón. Se ha trabajado con áridos reciclados en estado natural y sometidos a presaturación, con hormigones H40 y H50 autocompactantes, tomando como única variable la sustitución de fracción gruesa del árido con los porcentajes, 0%, 20%, 50% y 100%. Los ensayos realizados constataron un excelente comportamiento, quedando únicamente la absorción y la resistencia a la helada con sustituciones del 100% con valores algo superiores a los máximos exigidos por la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Los hormigones elaborados con áridos sin someterlos a saturación previa mostraron aumentos de resistencia a compresión con respecto al hormigón de comparación, alcanzando valores de resistencia superiores a 70 N/mm^2 , invirtiéndose esta tendencia para los hormigones con árido presaturado. Los resultados de los ensayos realizados indican que hormigones elaborados con áridos reciclados procedentes de elementos prefabricados pueden presentar una excelente calidad como hormigón estructural para su futuro uso como autoconsumo.

Otros trabajos desarrollados por TEMA y que pretenden la sustitución de la materia prima utilizada en los materiales de construcción por RCD, son los distintos estudios sobre el yeso y la escayola como: “Refuerzo del yeso mediante fibras tejidas procedentes del reciclaje” [26]; “Adición de residuos de yeso laminado tratado en el yeso de construcción” [27]; “Adición de RCD en una matriz de escayola” [28] o “Procesos para la reducción de la densidad del yeso y la mejora de sus prestaciones térmicas y acústicas con aplicación en la fabricación de prefabricados” [29]. En todos estos trabajos se busca la reducción de la densidad del yeso y la mejora de sus prestaciones mecánicas, térmicas o acústicas.

CONCLUSIONES

A pesar del aumento de la concienciación de la sociedad sobre la protección al medio ambiente y la necesidad del reciclaje, y a pesar de las iniciativas llevadas a cabo para promover estos principios, España todavía se encuentra en las primeras fases de resolución del problema. Los RCD aún encuentran una vía de escape en los vertederos, y mientras las tasas de vertido se mantengan bajas, se seguirá optando por esta solución. Una solución claramente no soportable en el futuro.

Varios países industrializados han alcanzado el objetivo de disminuir la cantidad de RCD, mientras que otros están en proceso de evaluar las posibilidades de implementar programas de reutilización y reciclaje de estos desechos. España, se encuentra en el grupo de países en donde la generación de RCD y las tasas de reciclaje no alcanzan los objetivos marcados por la Directiva Europea para el año 2020.

En ese sentido, se hace necesario que continúen las políticas llevadas por la Administración, en estos últimos años. La Administración, deberá dar ejemplo, como gran consumidor de productos y servicios, impulsando el desarrollo del mercado de materias primas secundarias y al mismo tiempo el desarrollo de empresas respetuosas con el Medio Ambiente, entre las que se encuentran tanto las dedicadas a la ejecución de obras públicas como las empresas de valorización de RCD. Para ello, sería importante que se revisasen los Pliegos de Condiciones de los procedimientos de licitación administrativa de manera que se premien, en el marco de la normativa comunitaria, los proyectos menos generadores de RCD, así como la máxima valorización de los mismos.

Por otra parte, que los investigadores del sector se deberán sumar a las actuaciones de la Administración definiendo nuevas propuestas, tanto en la gestión de estos residuos, como en la búsqueda de nuevas aplicaciones de los mismos. Además, es fundamental contar con la complicidad de las empresas del sector, entendiendo que sólo a través de la implicación de todos los agentes que forman parte del proceso edificatorio y considerando este como un proceso global (de la cuna a la cuna) podremos alcanzar la meta de residuos cero.

REFERENCIAS

- [1] Comunidad Autónoma de Madrid. 2002. Plan de gestión de RCD (2006-2016).
- [2] Gobierno de España. 2002. Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista Europea de residuos.
- [3] Symonds; Argus; Cowi; PRC Bouwcentrum. 1999. "Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts". Final Report to DGXI, European Commission.
- [4] European Commision. 2011. Estadísticas EUROSTAT.
- [5] Tsotsos, D; Brodersen, J; Juul, J; Jacobsen, H. 2002. "Review of selected waste streams: Sewage sludge, construction and demolition waste, waste oils, waste from coal-fired power plants and biodegradable municipal waste." European Topic Centre on Waste and European Environment Agency. Copenhagen.
- [6] European Parliament. 2008. Directive 2008/98/EC Waste Framework Directive targeting construction and demolition waste and waste from households.
- [7] Almut, R; Fischer, C; Werge, M. 2008. "EU as a Recycling Society. Present recycling levels of Municipal Waste and Construction & Demolition Waste in the EU". ETC/SCP working paper 2/2009. European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production (ETC/SCP). Copenhagen. Denmark.
- [8] European Commission. 2012. "The story behind the strategy. EU Waste Policy." Web: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/story_book.pdf
- [9] European Parliament. 2005. Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste and the Directive 2005/20/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 2005 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste.
- [10] European Parliament. 2000. Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles.
- [11] European Parliament. 2002. Directive 2002/96/EC on waste electrical and electronic equipment.
- [12] European Commision. 2005. Thematic strategy on the prevention and recycling of waste.
- [13] European Parliament. 2006. Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators.
- [14] 4th National congress for demolition and recycling. Zaragoza, Spain. May 2009.
- [15] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2006 "Waste management in Germany. A driving force for jobs and innovation". Berlin, Germany.
- [16] Gobierno de España. 2011. Ley 11/2011 de residuos y suelos contaminados
- [17] Gobierno de España. 1998. Ley 10/98 de Residuos.
- [18] I Plan Nacional de RCD (2001-2006). Ministerio de Medio Ambiente
- [19] Gobierno de España. Plan Nacional Integrado de Residuos para el Período 2008-2015. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2009.
- [20] Gobierno de España. 2008. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- [21] del Río Merino, M; Salto-Weis Azevedo, I; Izquierdo Gracia, P. 2010. Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. Waste Management and

- Research, 28 (2) 118-129.
- [22] de Guzman Báez, A; Villoria Sáez, P; del Río Merino, M; García Navarro, J. "Methodology for quantification of waste generated in Spanish railway construction works". Waste Management. Doi: WM-110.1016/j.wasman.2012.01.007
 - [23] Villoria Sáez, P; del Río Merino, M; Porras-Amores, C. "Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain". Waste Management & Research, 30 (2) 137-146.
 - [24] González Pericot, N; del Río Merino, M. 2011. "Management of waste from packaging of construction materials in building construction works". The Open Construction and Building Technology Journal, 5 (5) 149-155.
 - [25] Pérez Benedicto, J.A; del Río Merino, M. 2012. "Características mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de la no calidad en prefabricación". Materiales de Construcción. En publicación.
 - [26] Romaniega Piñeiro, S. 2010. El proyecto de tesis doctoral: "Refuerzo del yeso mediante fibras tejidas procedentes del reciclaje".
 - [27] Rodríguez Orejón, A. 2010. "Adición de residuos de yeso laminado tratado en el yeso de construcción".
 - [28] Valoriza Servicios Medioambientales S.A. 2010. "Desarrollo de Tecnologías de recuperación de placas de yeso laminado (PYL). Aplicación como RCD".
 - [29] Farraús S.A. 2012. "Procesos para la reducción de la densidad del yeso y la mejora de sus prestaciones térmicas y acústicas con aplicación en la fabricación de prefabricados"