



Aplicación de la economía circular en las obras de construcción y demolición

Salvador Peirats, Francisco¹; Esteban Altabella, Joan¹; Sánchez Collado, Paula¹; Colomer Mendoza, Francisco J.^{2*}, Gallardo Izquierdo, Antonio².

¹ COCIRCULAR SUSTAINABLE SOLUTIONS S.L.U. Ronda de circunvalación, 188. 12003 Castellón de la Plana, España. +34 621 254 962. joan@cocircular.es

² INGRES, Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción. Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales. Universidad Jaume I. Avda. Vicent Sos Baynat, s/n. 12071 Castelló de la Plana, España.* fcolomer@uji.es Aplicación de la economía circular en las obras de construcción y demolición

Resumen

Los residuos de construcción y demolición (RCD) representan aproximadamente un tercio de los residuos totales generados en la Unión Europea. En España se generan anualmente más de 40 millones de toneladas. Con carácter general, el 60-70% de la composición de los RCD son materiales minerales inertes, compuestos principalmente por tierras, hormigón, ladrillos y cerámicos. El resto de las fracciones están formadas, en gran medida, por cantidades variables de madera, metales, cartón, plásticos, yesos y vidrio. En torno al 95% de estas fracciones no son peligrosas y pueden ser valorizadas para ser reintroducidas en los sistemas productivos como materias primas secundarias, reduciendo de este modo el consumo de recursos minerales. La posibilidad de su aprovechamiento se reduce considerablemente cuando éstos son mezclados o se contaminan por sustancias peligrosas, por lo que es necesario que se implanten en las obras sistemas de separación de las distintas fracciones durante la construcción. En este trabajo se presenta la aplicación de la economía circular a la gestión de RCD mediante varios casos reales de obras de construcción de edificios. De este modo, se demuestra que una adecuada separación de las distintas fracciones de RCD en los lugares de generación no sólo permite aprovechar una mayor cantidad de residuos y reducir el vertido, sino que además genera una reducción de costes para la empresa constructora, ya que se ahorra la mayor parte de los costes asociados a la separación y vertido en plantas de tratamiento consiguiendo alcanzar un aprovechamiento de residuos superior al 80%.

Palabras clave: RCD, economía circular, reciclaje, valorización, residuos inertes

Abstract

Construction and demolition waste (C&D waste) accounts for almost one third of all the waste in Europe. In Spain, more than 40 million tonnes are produced every year. Generally, around 60-70% of C&D waste composition are inert materials, mainly soil, concrete, bricks and ceramics. Most of the remaining portion consist in varying amounts of wood, metal, carton, plastic and glass. Around 95% of this portion are not hazardous and can be enhanced and brought back to the productive systems as secondary raw materials, minimizing by this means natural sources consumption. If those materials mix or get polluted by dangerous materials the potential uses are reduced, consequently the introduction of systems for the sort out of each material portions during the construction its essential. This study produces the implementation of the circular economy in the C&D waste management process through building projects genuine cases. Thus, a proper separation of C&D waste portions on generation sites not only allows for a

bigger waste enhancement and a minimized dumping, but also allows for a cost reduction to the construction companies, since they save most of the cost related to separation and dumping on treatment units achieving more than an 80% waste enhancement.

Key words: *C&D waste, circular economy, recycle, enhance, inert waste*

1. Introducción

En España se generan anualmente más de 130 millones de toneladas de residuos (INE, 2019) y se estima que al menos 40 millones provienen del sector de la construcción (Eurostat, 2016). Esta tipología de residuos continúa siendo en gran medida gestionada de forma irregular (Federación FEAEV-RCDs, 2017) a pesar de que es obligatorio realizar operaciones de tratamiento previo (RD105/2008), que está prohibida la mezcla entre residuos no peligrosos y peligrosos (Ley 22/2011) y que estos residuos son fácilmente reciclables si se implantan sistemas de separación en las obras (CGATE, 2020). Para resolver esta situación y conseguir que se incremente la valorización en detrimento del vertido de residuos, de acuerdo con lo establecido según el principio de jerarquía de residuos (RD 1481/2001), se ha publicado un nuevo proyecto de ley (Ley de Residuos y Suelos Contaminados 2021).

Este nuevo marco jurídico, que incluye la aplicación del principio de responsabilidad ampliada a constructores y promotores o el endurecimiento del régimen sancionador, obliga a aplicar, entre otras medidas, operaciones de demolición selectiva y de separación de residuos en todas las obras, documentando en ambos casos la trazabilidad completa de los residuos desde el punto de generación en las obras hasta llegar a su destino final. Bajo esta premisa, resulta interesante realizar un estudio que demuestre las ventajas técnicas y económicas que conlleva la separación de residuos en las obras a fin de cerrar el ciclo de Economía Circular (Figura 1).



Figura 1: Esquema del proceso de gestión de RCD en la Economía Circular

2. Metodología

Para realizar este estudio se han analizado los sistemas de separación de residuos implantados en dos obras de distinta tipología ubicadas en Valencia (España). La primera corresponde a la construcción de un edificio de 105 viviendas y la segunda a la construcción de un bloque logístico de 4 naves industriales que fueron ejecutadas en 22 y 14 meses y que constan de 19.000 y 9.500 metros cuadrados construidos respectivamente. Para realizar el análisis se han revisado en primer lugar, todos los datos obtenidos de la generación y costes de gestión de los residuos que fueron desglosados según los flujos separados en la obra de acuerdo con lo establecido por la Lista Europea de Residuos (Orden MAM 304/2002). En segundo lugar, se ha calculado el porcentaje de residuos generados según los flujos separados y el volumen de generación por metro cuadrado construido con el fin de poder extrapolar estos datos de generación a otras obras de idéntica tipología constructiva.

A partir de los datos obtenidos se han planteado tres escenarios en cada una de las obras para realizar un análisis económico de los costes asociados a la gestión; obras que implementan un sistema de separación a origen estableciendo una previsión de la generación para optimizar el volumen de contenedores (1), obras que implementan un sistema de separación a origen sin establecer una previsión de la generación empleando el mismo volumen de contenedores para todas las fracciones (2) y obras que no realizan la separación a origen empleando un único contenedor para depositar todos los residuos mezclados (3). A partir de esta metodología se consigue medir el ahorro generado en el primer escenario que se corresponde con la aplicación del principio de Economía Circular con respecto a los sistemas que no implantan la separación en origen, ni se centran en optimizar el volumen de contenedores empleados para conseguir reducir los costes de gestión y el impacto medioambiental asociado al transporte.

Por último, finalizado este proceso de análisis, el siguiente paso ha consistido en la reiteración de este mismo proceso para obras en cinco ciudades españolas permitiendo obtener en cada una de ellas la reducción de costes medio que se podría obtener por metro cuadrado cuando se implantan sistemas que implementan la separación en origen y se centran en optimizar el volumen de contenedores empleados.

3. Resultados y Discusión

La cantidad de residuos generados por flujos y metro cuadrado construido, así como los porcentajes que representan con respecto al volumen total de residuos generados en la obra residencial, que alcanza los 1.490 m³, y la industrial, que se sitúa en torno a 518 m³, son los indicados en la Figura 2.



Figura 2: Generación por m² y porcentajes

Los resultados obtenidos de la obra residencial e industrial muestran que el porcentaje de residuos inertes representa el 73% y 39% respectivamente. Por su parte, del total de residuos generados en torno al 97% son no peligrosos en ambos casos. Finalmente, en cuanto al porcentaje de valorización de residuos cabe indicar que la separación a pie de obra permite alcanzar un 88% de aprovechamiento con respecto al 56% que se alcanza cuando todas las fracciones se recogen mezcladas. Esto implica que si se realiza la separación de residuos en las obras se puede reducir el vertido un 32%, por lo que en la obra residencial se ha evitado que 477 m³ vayan a vertedero y que en la industrial esta cifra de reducción se sitúe en torno a 166 m³.

Tabla 1: Ahorro generado con una gestión separada y racional en la tipología residencial

Tipología	Volumen	Gestión optimizada con valorizadoras				Total	Gestión con centro de transferencia			
		Capacidad	Cantidad	Coste ud	Capacidad		Cantidad	Coste unidad	Total	
NO PÉTREA	Asfalto	75 m ³	9 m ³	9 Ud	140 €	1.260 €	6 m ³	13 Ud	115 €	1.495 €
	Madera	94 m ³	30 m ³	3 Ud	150 €	450 €	6 m ³	16 Ud	110 €	1.760 €
	Metales	38 m ³	20 m ³	2 Ud	0 €	0 €	6 m ³	7 Ud	0 €	0 €
	Papel	45 m ³	20 m ³	3 Ud	150 €	450 €	6 m ³	8 Ud	110 €	880 €
	Plástico	21 m ³	9 m ³	3 Ud	140 €	420 €	6 m ³	4 Ud	110 €	440 €
	Vidrio	34 m ³	6 m ³	6 Ud	115 €	690 €	6 m ³	6 Ud	115 €	690 €
	Yeso	19 m ³	6 m ³	3 Ud	115 €	345 €	6 m ³	3 Ud	115 €	345 €
PÉTREA	Grava y Rocas trit.	75 m ³	9 m ³	9 Ud	140 €	1.260 €	6 m ³	13 Ud	115 €	1.495 €
	Arena y Arcilla	0 m ³	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €
	Hormigón	131 m ³	9 m ³	15 Ud	140 €	2.100 €	6 m ³	22 Ud	115 €	2.530 €
	Ladrillos	0 m ³	9 m ³	0 Ud	140 €	0 €	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €
	Tejas y Cerámicos	713 m ³	9 m ³	79 Ud	140 €	11.060 €	6 m ³	119 Ud	115 €	13.685 €
	Mezcla inertes	0 m ³	9 m ³	0 Ud	140 €	0 €	6 m ³	0 Ud	120 €	0 €
	RCDs mezclados	113 m ³	9 m ³	13 Ud	150 €	1.950 €	6 m ³	19 Ud	130 €	2.470 €

Volumen de residuos:	1.358 m³	Gestión optimizada:	19.985 €	Gestión separación:	25.790 €
-----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------	----------------------------	-----------------

Tipo de gestión	Ahorros en gestión de RCD			
	Coste	Si ya separan en obra	Si no separan aun	
Valorización optimizada:	19.985 €	15 €/m ³	5.805 €	9.438 €
Separación convencional en obra:	25.790 €	19 €/m ³	- €	3.633 €
Sin separación en obra:	29.423 €	21,67 €/m ³	- €	- €

Gestión mezclada	
Capacidad:	6 m ³
Coste:	130 €/Ud
	22 €/m ³

Tabla 2: Ahorro generado con una gestión separada y racional en la tipología industrial

Tipología	Volumen	Gestión optimizada con valorizadoras				Total	Gestión con centro de transferencia			
		Capacidad	Cantidad	Coste ud	Capacidad		Cantidad	Coste unidad	Total	
NO PÉTREA	Asfalto	9 m ³	9 m ³	1 Ud	140 €	140 €	6 m ³	2 Ud	115 €	230 €
	Madera	28 m ³	30 m ³	1 Ud	150 €	150 €	6 m ³	5 Ud	110 €	550 €
	Metales	222 m ³	20 m ³	11 Ud	0 €	0 €	6 m ³	37 Ud	0 €	0 €
	Papel	15 m ³	20 m ³	1 Ud	150 €	150 €	6 m ³	3 Ud	110 €	330 €
	Plástico	7 m ³	9 m ³	1 Ud	140 €	140 €	6 m ³	2 Ud	110 €	220 €
	Vidrio	5 m ³	6 m ³	1 Ud	115 €	115 €	6 m ³	1 Ud	115 €	115 €
	Yeso	3 m ³	6 m ³	1 Ud	115 €	115 €	6 m ³	1 Ud	115 €	115 €
PÉTREA	Grava y Rocas trit.	7 m ³	9 m ³	1 Ud	140 €	140 €	6 m ³	2 Ud	115 €	230 €
	Arena y Arcilla	0 m ³	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €
	Hormigón	52 m ³	9 m ³	6 Ud	140 €	840 €	6 m ³	9 Ud	115 €	1.035 €
	Ladrillos	0 m ³	9 m ³	0 Ud	140 €	0 €	6 m ³	0 Ud	115 €	0 €
	Tejas y Cerámicos	88 m ³	9 m ³	10 Ud	140 €	1.400 €	6 m ³	15 Ud	115 €	1.725 €
	Mezcla inertes	0 m ³	9 m ³	0 Ud	140 €	0 €	6 m ³	0 Ud	120 €	0 €
	RCDs/mezclados	28 m ³	9 m ³	3 Ud	150 €	450 €	6 m ³	5 Ud	130 €	650 €

Volumen de residuos:	464 m³	Gestión optimizada:	3.640 €	Gestión separación:	5.200 €
-----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------	----------------------------	----------------

Tipo de gestión	Ahorros en gestión de RCD			
	Coste	Si ya separan en obra	Si no separan aun	
Valorización optimizada:	3.640 €	8 €/m ³	1.560 €	6.416 €
Separación convencional en obra:	5.200 €	11 €/m ³	- €	4.856 €
Sin separación en obra:	10.056 €	21,67 €/m ³	- €	- €

Gestión mezclada	
Capacidad:	6 m ³
Coste:	130 €/Ud
	22 €/m ³

En lo que respecta al ahorro de costes de gestión cabe indicar, como se observa en las tablas 1 y 2, que la separación de residuos a pie de obra contemplando la optimización de contenedores permite generar un ahorro del 22,5% en la construcción residencial y del 30% en la industrial con respecto a las obras que separan los flujos sin considerar la optimización y un 32% en la industrial y del 64% en la industrial con respecto a las que directamente mezclan todos los residuos empleando un único contenedor.

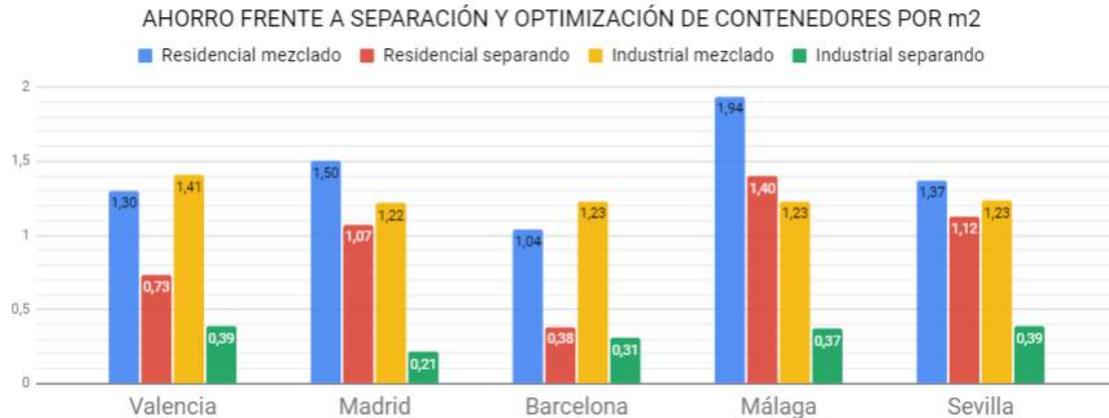


Figura 3: Ahorro en €/m² generado con la gestión en la tipología residencial

Por último, de acuerdo con lo indicado en la Figura 3, tras la reiteración de este mismo proceso para obras de cinco ciudades españolas obtenemos que la separación de residuos a pie de obra contemplando la optimización de contenedores permite alcanzar un ahorro promedio del 35% en construcciones residenciales y del 31% en industriales con respecto a las obras que separan los flujos sin considerar la optimización, y un promedio del 45% en las residenciales y del 63% en las industriales con respecto a las obras que directamente mezclan todos los residuos empleando un único contenedor.

En la ciudad de Málaga con una separación y gestión optimizadas se puede alcanzar un ahorro aproximado de 2 euros por metro cuadrado construido, frente a la gestión sin separación que es actualmente la más utilizada en la zona y que conlleva sobrecostes en la gestión de residuos de en torno al 219%. En el caso de la ciudad de Sevilla el ahorro promedio que se logra alcanzar es de 0,40 euros por metro cuadrado construido, frente a la gestión separada sin optimizar que conlleva sobrecostes del 244% para la gestión de residuos.

En estos cálculos no se han tenido en cuenta los abonos para determinados materiales, como por ejemplo los metales o el cartón, que en la actualidad ya se están abonando a 0,18 y 0,08 euros el kilogramo respectivamente. Esto representaría, por ejemplo, en las obras de Madrid descritas inicialmente un aporte de 2.736 euros por el metal y 720 euros por el cartón en el caso residencial, y 15.984 euros por el metal y 240 euros por el cartón en el caso industrial si han sido separados correctamente.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se ha podido comprobar que la separación de residuos a pie de obra y la optimización de los volúmenes de contenedores supone un gran ahorro de gestión de residuos en las obras residenciales e industriales. Esta situación genera un nuevo cambio de paradigma en el sector que durante años ha asumido sobrecostes innecesarios y que en la actualidad, considerando además el abono de los metales y el cartón bien separados, está conllevando un mayor interés por implantar efectivamente la separación de residuos y la optimización del volumen de contenedores en las construcciones de nuevos bloques de viviendas y naves industriales. No obstante, cabe indicar que el bajo ahorro obtenido en obras

de reformas con poca generación de residuos continúa generando poco interés en la implementación de la separación a pie de obra, por lo que los residuos continúan recogidos mezclados mayoritariamente. Para revertir esta situación y conseguir aplicar una economía circular en todo el sector, la Unión Europea y los países que la conforman están desarrollando marcos legislativos cada vez más restrictivos, como es el caso de la nueva Ley de Residuos y suelos contaminados de España mencionada en el presente estudio.

Esta adaptación de las empresas implica además un mayor interés por la formación de personal especializado en gestión de residuos que sea capaz, por una parte, de realizar estudios y planes de gestión de residuos mucho más detallados y, por otra parte, de supervisar y verificar todo el proceso a pie de obra con el fin de garantizar la implantación y asegurar que los residuos son entregados a gestoras autorizadas, una situación que está potenciando la creación de empleo verde.

Referencias y bibliografía

- INE: Instituto Nacional de Estadística (2019). *España en cifras*.
- Eurostat: Oficina Europea de Estadística (2016). *Generación de residuos*.
- Federación FEAEV-RCDs (2017). *Residuos profesional*.
- Real Decreto 105 de 2008. Por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. 1 de febrero de 2008.
- Ley 22 de 2011. De residuos y suelos contaminados. 28 de julio de 2011.
- *Helena Granados Menéndez, José Fernández Castillo, Juan López-Asiain Martínez, Consejo General de Arquitectura Técnica de España y Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (2020). Ratios nacionales.*
- Real Decreto 1481 de 2001. Por la que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. 27 de diciembre de 2001. *Boletín Oficial Del Estado*, 29 de enero, pp. 3507–3521.
- Proyecto de Ley de Residuos y Suelos Contaminados. Aprobado por el Consejo de Ministros el 18 de mayo de 2021.
- Orden MAM 304 de 2002. Por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. 8 de febrero de 2002.