

TRAZABILIDAD Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS DE YESO: ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

¹Jiménez Rivero, A.*; de Guzmán Báez, A.; Rodríguez Quijano, M., García Navarro, J.

¹Grupo de Investigación Sostenibilidad en la Construcción y en la Industria, giSCI-UPM, Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España
e-mail: ana.jimenez@upm.es

Palabras Clave: *Residuo de Yeso; Trazabilidad; Calidad; Proyecto GtoG*

1. Introducción

En ciertos países, como es el caso de España, los residuos de yeso provenientes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), son sistemáticamente enviados a vertedero. Sin embargo, este material es completamente reciclable [1]. Es por ello que existen sistemas de reciclaje ya implantados en distintos países europeos, como es el caso de Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Países Bajos, Reino Unido y Suecia [2]. Forman parte de los residuos de yeso reciclables la Placa de Yeso Laminado (PYL), los bloques de yeso y las placas de escayola.

Desde enero de 2013, el proyecto Life+ GtoG “*From Production to Recycling, a Circular Economy for the European Gypsum Industry with the Demolition and Recycling Industry*” trabaja para fomentar el mercado del yeso reciclado promoviendo prácticas de deconstrucción adecuadas para su optimización, la mejora del control de calidad del residuo y del material reciclado, y la reducción de los impactos asociados. El consorcio que desarrolla el proyecto está formado por 17 socios europeos de la industria del yeso, empresas de reciclaje, empresas de demolición y universidades, siendo Eurogypsum – patronal europea de los fabricantes de placa de yeso- el coordinador de los trabajos [3].

Con el objetivo de cerrar el ciclo de vida del producto, y considerando su cadena de valor, las principales fases que se distinguen en el fin de vida de los productos de base yeso son: la deconstrucción o desmontaje del elemento, el procesado o reciclado del mismo y la reincorporación del yeso reciclado en la planta de fabricación (Figura 1).

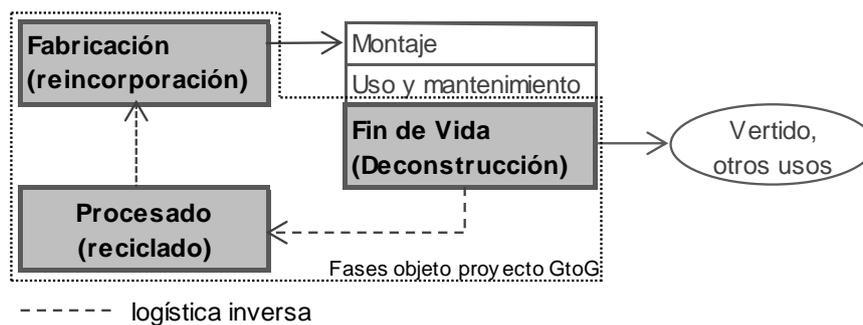


Figura 1. Esquema del fin de vida de los residuos de yeso. Recuadradas, las etapas que forman parte del Proyecto GtoG y del reciclaje en ciclo cerrado.

Es objeto de este trabajo la evaluación de la calidad y la trazabilidad del residuo de yeso, centrándose por tanto en las dos primeras fases del fin de vida del producto: deconstrucción y procesado o reciclado del residuo. Este control y seguimiento del residuo es importante para la transparencia en el análisis del proceso [4].

2. Metodología

La investigación que aquí se presenta se centra en el análisis de las prácticas llevadas a cabo en tres estados miembros (Reino Unido-UK, Alemania-DE y Francia-FR) recogidas a través de casos de estudio que incluyen la segregación en obra del residuo de yeso, el transporte y el reciclado del mismo (Figura 2).

La Tabla 1 aporta los datos generales del total de casos de estudio analizados en cada uno de los países. UK se corresponde con el caso de estudio I, DE con el caso II y FR con el caso III.

Tabla 1. Información de los casos de estudio

		I	II	III
Datos generales	Localización obra deconstrucción	UK	DE	FR
	Superficie construida (m ²)	23,784	3,450	31,992
	Número de plantas	12	1	9
	Uso	Terciario	Terciario	Terciario
	Año de construcción	-	1965	1968
	Año última renovación	1980	-	2005 - 2015
	Tipo de deconstrucción	Manual	Manual	Manual
	Residuo de yeso generado	PYL	PYL	PYL
	Tipo de PYL	12mm	-	BA13
	Tipo perfil	Metálico	Metálico y madera	Metálico
	Distancia deconstrucción-reciclaje (km)	199.00	-	86.00



Figura 2. Obra de deconstrucción (caso de estudio I), en la que el residuo de PYL es enviado desde las distintas plantas a través del hueco del ascensor (izq.) En el centro, residuos de PYL en contenedor de obra (caso de estudio II) y recepción del residuo en las instalaciones de una de las plantas de reciclado (drcha.).

Para la toma de datos, se ha utilizado el protocolo de monitorización desarrollado en una de las acciones del proyecto. Este protocolo parte de la identificación y definición de parámetros técnicos, económicos, sociales y medioambientales, que se combinan para dar lugar a 34 indicadores. De entre los parámetros, se han seleccionado los más relevantes para el estudio de la trazabilidad y la calidad del residuo de base yeso generado en las obras. Según se muestra en la Tabla 2, la combinación de dichos parámetros da lugar a los tres indicadores significativos para el seguimiento y control del residuo de yeso.

Tabla 2. Parámetros cuantitativos vinculados a los indicadores objeto de estudio

Parámetros	Indicadores		
	T _R	C _R (h)	C _R (c)
Residuo generado en obra - PYL (t)	X		
Residuo generado en obra - bloques (t)	X		
Residuo de yeso generado en obra y enviado (t)	X		
Residuo de yeso recibido en planta (t)	X	X	X
Residuo de yeso con contenido de humedad (t)		X	
Impurezas (plásticos, metal, madera, etc.) (t)			X

T_R = Trazabilidad del residuo

C_R (h) = Calidad del residuo (impurezas)

C_R(c) = Calidad del residuo (humedad)

3. Resultados y Discusión

La tabla 3 muestra los parámetros analizados para el estudio de la trazabilidad y la calidad del residuo de base yeso generado, y la tabla 4 los resultados obtenidos de la aplicación de los indicadores.

Tabla 3. Parámetros seleccionados

Fase	Parámetros	Casos de estudio		
		I	II	III
Deconstrucción	Residuo generado en obra - PYL (t)	50.00	36.64	67.52
	Residuo generado en obra - bloques (t)	0.00	0.00	0.00
	Residuo de yeso generado en obra y enviado (t)	50.00	36.64	67.52
Reciclaje	Residuo de yeso recibido en planta (t)	48.60	37.00	67.00
	Residuo de yeso con contenido de humedad (t)	0.00	0.00	0.00
	Contaminantes (plásticos, metal, madera, etc.) (t)	0.60	0.00	0.00
	Presencia de impurezas en el residuo recibido			
	Plásticos y láminas	Baja	Nula	Nula
	Aislamientos	Baja	Nula	Nula
	Metales	Baja	Nula	Nula
	Madera	Baja	Nula	Nula
Otros	Baja	Nula	Nula	

El residuo generado en los distintos casos de estudio se corresponde con Placa de Yeso Laminado (PYL), no apareciendo residuo de bloque de yeso, dado que el uso del bloque de yeso es menos común. Por otro lado, los datos reflejan que el 100% de este residuo de PYL es reciclable y aceptado por el reciclador (un ejemplo de PYL no aceptada es la que presenta aislante adherido) de acuerdo a las especificaciones establecidas por los mismos, las cuales delimitan, en términos generales, un contenido de humedad menor al 10% y un máximo porcentaje de impurezas de entre el 2 y el 3% en peso.

Los deconstructores de los casos I y II especifican cómo los residuos se han almacenado en contenedores siempre cubiertos. Este hecho, junto a la existencia de un encargado de realizar inspecciones visuales periódicas de dichos contenedores, se considera crucial para el aseguramiento de la calidad del residuo. Tal y como se extrae del indicador C_R(h), los residuos recibidos en la planta de reciclado no presentan contenido de humedad (Tabla 4), lo que facilita el proceso. En caso contrario, los residuos se acopiarían en el almacén hasta

perder total o parcialmente la humedad que presenten, o se mezclarían con yeso en polvo (seco) para contrarrestar la humedad en el residuo previo a su procesado.

T_R muestra cómo la desviación es menor al 1% en todos los casos. Estas variaciones pueden deberse a una falta de rigurosidad en términos de cuantificación del residuo, que se atribuye a que en algunos casos este cálculo se realiza por número de camiones.

$C_R(c)$ indica una presencia de impurezas en el caso de estudio I del 1.2%. Conviene aclarar que mientras que en el caso de estudio II, los residuos son transportados al contenedor mediante el uso de carretillas, en los otros casos el residuo se transporta por el hueco del ascensor hasta el exterior (planta baja), cargándolos posteriormente con palas mecánicas en el contenedor. Este almacenamiento intermedio en el exterior del edificio puede significar la presencia de un mayor contenido de impurezas en la carga.

Tabla 4. Indicadores y resultados

Indicador	Descripción y unidad	Cálculo	Casos de estudio		
			I	II	III
Trazabilidad del residuo	Desviación en la trazabilidad del residuo de yeso (%)	$T_R = \frac{\text{residuo de yeso recibido en planta}}{\text{residuo de yeso generado en obra y enviado}}$	2.8%	-1.0%	0.8%
Calidad del residuo (humedad)	Porcentaje de yeso con contenido de humedad (%)	$C_R(h) = \frac{\text{residuo de yeso con contenido de humedad}}{\text{residuo de yeso recibido en planta}}$	0.0%	0.0%	0.0%
Calidad del residuo (impurezas)	Impurezas presentes en el residuo de yeso (%)	$C_R(c) = \frac{\text{impurezas}}{\text{residuo de yeso recibido en planta}}$	1.2%	0.0%	0.0%

Tras el procesado del residuo de yeso, se obtiene en torno a un 93% de yeso reciclado. Teniendo en cuenta que la totalidad del residuo es PYL, que de media presenta en torno a un 4% de papel [5]–[8], el material obtenido del proceso de reciclado se encuentra dentro de los márgenes esperados (Figura 3). Por otro lado, el porcentaje en peso de residuo de papel obtenido (6.7%) es mayor al 4% propio de la PYL debido a que parte del yeso reciclado y/o impurezas quedan adheridas a la superficie de éste.

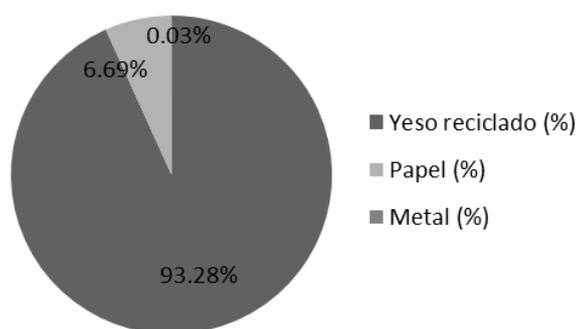


Figura 3. Proporción de yeso reciclado, papel y metal en el yeso reciclado obtenido

3. Conclusiones

Esta investigación analiza la calidad y la trazabilidad del residuo de yeso a través de casos de estudio en Reino Unido, Alemania y Francia, que incluyen la segregación en obra del residuo de yeso, el transporte y el reciclado del mismo. Para su estudio se han seleccionado seis parámetros, extraídos del protocolo de monitorización desarrollado en una de las acciones del proyecto. Estos parámetros se combinan para dar lugar a tres indicadores significativos para el seguimiento y control del residuo de yeso. Del análisis de resultados se extraen las siguientes conclusiones:

- La totalidad del residuo de yeso generado es reciclable, aceptado por el reciclador de acuerdo a las especificaciones establecidas por los mismos.
- Los residuos recibidos en la planta de reciclado no presentan contenido de humedad, lo que facilita el proceso. En caso contrario, los residuos se acopiarían en el almacén hasta perder total o parcialmente la humedad que presenten, o se mezclarían con yeso en polvo (seco) para contrarrestar la humedad en el residuo previo a su procesado.
- La desviación en la trazabilidad del residuo analizado es menor al 1%. Esta variación se atribuye a la falta de rigurosidad durante la cuantificación del mismo.
- Un almacenamiento prolongado de los residuos en obra, previo a su transporte al contenedor, puede significar la presencia de un mayor contenido de impurezas en la carga.
- Tras el procesado de la PYL, se obtiene en torno al 93% en peso de yeso reciclado y 7% de residuo de papel, porcentajes que se encuentran dentro de los márgenes esperados.
- Este porcentaje de residuo de papel obtenido es mayor al 4% propio de la PYL. Esto se debe a que parte del yeso reciclado y/o impurezas quedan adheridas a la superficie de éste.

Referencias

- [1] European Commission, “Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste - SR1,” 2011.
- [2] GtoG Project, “Executive Summary DA1 - Inventory of Current Practices,” 2013.
- [3] Eurogypsum, “GtoG LIFE 11 ENV/BE/001039,” 2013. [Online]. Available: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4191. [Accessed: 23-Nov-2014].
- [4] D. C. Wilson, L. Rodic, M. J. Cowing, C. A. Velis, A. D. Whiteman, A. Scheinberg, R. Vilches, D. Masterson, J. Stretz, and B. Oelz, “‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities,” *Waste Manag.*, vol. 35, pp. 329–342, Nov. 2014.
- [5] T. Bjorklund and A.-M. Tillman, “LCA of Building Frame Structures. Environmental Impact over the Life Cycle of Wooden and Concrete Frames.” Technical Environmental Planning. Chalmers University of Technology, 1997.
- [6] WRAP, “Technical Report: Life Cycle Assessment of Plasterboard,” 2008.
- [7] Gyproc Saint-Gobain, “Environmental Product Declaration Gyproc Normal - Standard Plasterboard S-P-00388,” no. July. pp. 0–5, 2013.
- [8] British Gypsum Saint-Gobain, “Environmental Product Declaration - 12.5mm Gyproc WallBoard,” no. December. 2013.