

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA TRANSFORMACIÓN DEL SUELO

¹Rivero Camacho, Cristina; ¹Marrero Meléndez, Madelyn; ¹Solís Guzmán, Jaime
Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, ETSIE
Universidad de Sevilla
41013
e-mail: *crivcam@mail.com

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de investigación es crear un nuevo modelo para la cuantificación de los residuos de construcción y demolición generados durante la transformación de terrenos rústicos a urbanizados. Se parte del modelo de cuantificación desarrollado en el grupo de investigación ARDITEC, en el que se utilizan una serie de coeficientes para el cálculo de las cantidades y tipos de residuos que se generan las obras. La idea parte de la necesidad de facilitar la gestión de los residuos de urbanizaciones en los ayuntamientos, en particular de la colaboración entre el grupo y la Mancomunidad de Écija. Estudiando cinco proyectos reales, se obtienen baremos extrapolables a otras obras de urbanización. Se ha creado una herramienta de cuantificación precisa que ayude a simplificar los cálculos y el control; los coeficientes generados se pueden aplicar directamente al Banco de Costes de la Construcción en Andalucía. El trabajo se incorporará a futuras investigaciones en el análisis del impacto ambiental causado por la transformación del suelo.

Keywords: Cuantificación de RCD, coeficientes de residuos, recursos naturales, urbanización.

1.- Introducción y objetivos

El progreso urbano es la creación de espacios comunes habitables, saludables y sostenibles donde desarrollar la vida humana y las múltiples interrelaciones en las que se basa. Una ciudad bien planificada y con una buena gestión de las zonas urbanas logrará más fácilmente que los demás factores que la conforman sean sostenibles, desarrollando entre ellos efectos sinérgicos y reduciendo los impactos. El entorno de la edificación en general y la industria de la construcción en particular son los mayores consumidores de recursos naturales y de energía. Además, el sector de la edificación es el mayor productor de residuos, por lo que la necesidad de reducir estos niveles de residuos se hace cada vez más necesario.

Para ello, los gobiernos con la ayuda de los organismos relacionados, buscan formas de reducir la cantidad de residuos producidos, creando medidas de regulación y mecanismos de control. El RD 2/2008 Ley del suelo [1], establece las bases económicas y medioambientales relacionadas con el suelo en todo el territorio estatal. La finalidad es alcanzar una construcción sostenible en la que se lleve a cabo un cambio de tendencia hacia la prevención en la generación de residuos, además de un aumento en el reciclaje, reutilización de residuos y utilización de energías renovables.

En el trabajo se presenta el estado actual de los estudios sobre cuantificación de residuos a nivel internacional. Se define una metodología para desarrollar un nuevo modelo de cuantificación en trabajos de urbanización y finalmente, se resumen los resultados del análisis de 5 proyectos reales con sus conclusiones.

En el modelo seguido, se tendrán en cuenta todas las actividades generadoras de residuos que se realizan en esta fase, entre las que se encuentran todas las operaciones necesarias de movimiento tierras y de acondicionamiento del terreno, con el fin de hacer un uso eficiente y responsable de todos aquellos recursos naturales de que disponga el suelo que sean susceptibles de convertirse en residuo. Además, también se tendrán en cuenta las obras de configuración de los viarios, acerados y aparcamientos, la introducción de todas las instalaciones de servicios urbanos, véase alcantarillado, suministro y evacuación de aguas residuales y pluviales, suministro de gas, alumbrado público, suministro de electricidad, tanto de baja tensión como de media e incluso alta tensión, instalaciones de telecomunicaciones y jardinería.

Para comparar resultados será necesaria la valoración de esos trabajos de gestión de los residuos, por lo que se realizará el presupuesto correspondiente. Dicho presupuesto tendrá en cuenta los posibles precios negativos, que lo serán cuando el residuo a tratar sea valorado por una empresa externa y reporte beneficios.

El proyecto surge por la necesidad de aliviar una carencia existente en la gestión y en el control de los residuos generados en urbanizaciones a nivel administrativo. Por petición del Ayuntamiento de Écija, en concreto por la mancomunidad que colabora con nuestro grupo de investigación en los proyectos sobre gestión de RCDs. Se pretende crear una herramienta que sirva para estimar la cantidad de residuos que generan las obras de urbanización, con la que gestionar las tasas y evitar el vertido incontrolado de residuos a vertederos no autorizados. Es necesaria la creación de baremos para el desarrollo de la herramienta que calculará los residuos de un proyecto de urbanización en función de las características del mismo, superficie, tipo, instalaciones que se incluyen... Con la creación de coeficientes se busca generalizar para facilitar al técnico la contabilización de los residuos que se generan así como su coste de gestión.

Este proyecto continúa con la línea de investigación del departamento de Construcciones Arquitectónicas II, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Sevilla. Previas investigaciones, han conseguido

desarrollar herramientas para el control de los RCD de edificios residenciales. Ahora se pretende continuar con la transformaciones de los suelos, lo que hace indispensable este proyecto, es un eslabón de un conjunto de proyectos para proseguir con ello y avanzar en las investigaciones. Además contribuirá a los estudios actuales del cálculo de la huella ecológica en la transformación de suelos.

2.- Metodología

Para el desarrollo de la metodología debemos tener claros una serie de aspectos que serán los que nos den la configuración idónea. Para comenzar debemos realizar la cuantificación de los residuos que se van a generar, dependiendo de las partidas de obra en las que se generen. Tras la identificación de todos los trabajos, se deberán aplicar los coeficientes calculados, que servirán para calcular los residuos totales generados en cada proyecto, obteniendo el tipo y la cantidad de residuo por unidad de obra. Una vez calculadas dichas cantidades de residuos, procedemos a su valoración y posible reciclaje o reutilización para, finalmente, obtener los costes correspondientes a todo el proceso de tratamiento de residuos. Se utiliza un “Modelo de Presupuestación Detallado”.

Al tratarse nuestro estudio de trabajos de adecuación de terrenos rústicos a terrenos urbanos, no se diferencian variables específicas, sino una serie de actuaciones que en la mayoría de los casos serán las mismas en diferentes proyectos, como son la implantación de las diferentes instalaciones que serán necesarias en todo tipo de suelos para darle la consideración de suelo urbano. Por el contrario, como variación entre ellas se observa la diferencia de superficie total a tratar según el proyecto.

Proceso a seguir:

- Recopilación de la normativa y documentación que afecta a los residuos de construcción tanto nacionales como internacionales.
- Recopilación de proyectos de urbanización para su estudio.
- Definición de un modelo matemático para estimar la producción de residuos de construcción y demolición.
- Adaptación, unificación de criterios de medición de todas las partidas encontradas y aplicación de la clasificación sistemática.
- Obtención de volúmenes de cada tipo de residuo por separado. Identificación de residuos y creación de coeficientes.
- Resumen de cantidades, separación de residuos y codificación LER.
- Creación de nuevos baremos necesarios para la configuración interna de la futura herramienta informática de cálculo.
- Análisis de resultados y valoración de diferencias y semejanzas.

3.- Estudio de los casos

3.1.- Recopilación de proyectos de urbanización para su estudio.

Gracias a la colaboración de la Mancomunidad de Écija con nuestro grupo de investigación (ARDITEC), y el estudio de ingeniería Talio Ingenieros, hemos podido analizar 5 proyectos de transformación del suelo en este trabajo de investigación. Todos ellos son proyectos ejecutados o en ejecución en los últimos años en la provincia de Sevilla.

Los proyectos se pueden clasificar en:

- Industriales 1 y 2, con un Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de 17.823.408,83 € y 826.791,37 € respectivamente.
- Residenciales 1, 2 y 3, con un Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de 917.427.64 €, 280.449,62 € y 1.235.143,46 € respectivamente.

Posteriormente, y una vez analicemos los resultados, se podrán diferenciar a su vez en proyectos de pequeña, mediana y gran extensión en función de la superficie de los mismos.

3.2.- Definición de un modelo matemático para estimar la producción de residuos de construcción y demolición.

En este trabajo se presenta un método para cuantificar diversos tipos de residuos que se presentan en el emplazamiento de la obra. Para su desarrollo se utilizará una tabla en la que se incluirán todas las partidas generadoras de residuos, clasificadas y codificadas con arreglo a la Clasificación Sistemática [2], así como las cantidades totales de cada partida. Además, en cada partida se incluirá cada tipo de residuo que se prevé generar, de forma que tengamos identificados todos los residuos según cada capítulo, subcapítulo y partida.

En los procesos de construcción, se diferencian tres fuentes de residuos: demolición, restos y residuos de empaquetado. Estas fuentes de residuos también se diferencian en las obras en fase de urbanización. Los residuos de demolición son debidos a los procesos de la demolición de edificaciones, instalaciones existentes. El volumen de los restos se refiere a las pérdidas, a los despuntes y a la fractura de materiales durante la terminación del trabajo, incluyendo la tierra de los trabajos de excavación. Finalmente, los residuos de empaquetado incluyen el embalaje de los materiales, las latas, los envases, palet, etc.

Las unidades y los criterios de medida empleados proceden de las características geométricas de los componentes que conforman el ítem. El sistema de unidad es el utilizado tradicionalmente, y todos los datos se representan en los valores relativos que miden la cantidad de cada ítem en m, m², m³, kg o unidad por metro cuadrado construido.

3.3.- Adaptación, unificación de criterios de medición de todas las partidas encontradas y aplicación de la clasificación sistemática.

Como sabemos, las mediciones del proyecto constan de una relación de partidas en las que se desarrollan las mediciones de cada unidad de obra. Con el fin de unificar criterios a la hora de la codificación se ha utilizado la Clasificación Sistemática [2] en base al Banco de Costes de la Construcción de Andalucía, BCCA [3]. En este proyecto se han unificado alrededor de 260 partidas, 65% corresponden a nuevos códigos creados siguiendo la estructura del BCCA todos éstos, se proponen para su futura incorporación al banco. Además se han calculado más de 200 nuevos coeficientes de generación de residuos.

3.4.- Obtención de volúmenes de cada tipo de residuo por separado. Identificación de residuos y creación de coeficientes.

Una vez identificados los residuos que se van a generar, se realiza la medición de las cantidades de cada tipo de residuo. Para ello nos valdremos de las transferencias de aquellas partidas generadoras de residuos, las cuales habrán sido identificadas y codificadas anteriormente. Para la medición será necesario crear una serie de coeficientes con el fin de hacer coincidir las unidades y los criterios de medición entre las partidas origen y las partidas de la medición de residuos. Estos coeficientes se apoyan en la siguiente formulación matemática (ec.1) para el cálculo de las cantidades:

$$Q_r = Q_i (CR*CC*CT) \quad (1)$$

Donde:

Qr = Cantidad de residuos

Qi = Cantidad de la unidad de obra que genera residuos

CR = Coeficiente para medir la parte del elemento constructivo origen que se convierte en residuo.

CC = Coeficiente para convertir la unidad de medida de la partida origen en la unidad de origen de la partida destino.

CT = Coeficiente para transformar el criterio de medición de la partida origen en el criterio de medición de la partida destino.

El desarrollo de los citados coeficientes, complementarán los ya expuestos en “Retirada Selectiva de Residuos: Modelos de Presupuestación” [4]. Con este estudio se busca tener una lista de coeficientes lo más amplia posible, con el fin de contar con un método de cuantificación que permita tener en cuenta proyectos de urbanización.

Para ello diferenciaremos dos grandes etapas dentro de las obras a realizar, que serán la etapa de trabajos previos y movimiento de tierras y la etapa de urbanización, en la que se engloban todos aquellos trabajos de adecuación e implantación de instalaciones. En este trabajo los proyectos de urbanización estudiados son de dimensiones suficientes para acoger el mayor número de partidas, con el fin de contar con una herramienta que aúne una relación de partidas extrapolable a la mayoría de proyectos de urbanización.

La siguiente tabla (Tabla 3.4) nos muestra el modelo de transferencia de partidas utilizado. La medición de las cantidades de residuos se clasificará según la codificación establecida mediante el BCCA, relacionándola con la codificación LER que utilizaremos para la medición de las cantidades totales. Con estas transferencias se logra unificar dos tipos de clasificación, lo cual facilita la cuantificación de los residuos y permite que se establezcan lazos de unión entre los dos tipos de codificación. Para cuantificación de los residuos que se generan en cada una de ellas, se aplican los valores establecidos con anterioridad para los coeficientes CR, CC y CT.

MEDICIÓN									
IDENTIFICACIÓN			DIMENSIONES				RESULTADOS		
Código LER	Código BCCA	Concepto	Qi	CR	CC	CT	Auxiliar	Parcial	Total
17		RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICION							
17 01	17H	(INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONT.)							
		Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos							
17 01 01	17HHH00100	Hormigón (m3)							
		09ISS00110	4320	0,1	0,041	1,25	22,14		
		15AAA00015	552	0,1	0,68	1,1	41,29		
		15AAA00015	552	0,05	0,685	1,1	20,8		
		15ACH00055	496	0,1	0,5	1,1	27,28		
		15ACH00260	1190	0,1	0,79	1,1	103,4		
			7788,0						
		15ACP00006	2	0,05	0,007	1,1	2,998		
		15ACP00007	490	0,05	0,008	1,1	0,216		
			1352,1						
		15ACP00008	4	0,05	0,009	1,1	0,669		
		15ACP00009	381	0,05	0,01	1,1	0,21		

Tabla 3.4 “Medición de cantidades de residuos clasificados según LER. Ejemplo”.

3.5.- Resumen de cantidades, separación de residuos y codificación LER.

Una vez hecha la medición de todos los residuos identificados, se realizará un resumen (Tabla 3.5) con las estimaciones de las cantidades totales de cada residuo tanto en toneladas como en metros cúbicos, según el Real Decreto 105/08 [5].

Para ello será necesario utilizar las densidades de dichos materiales, que se pueden encontrar en el CTE-DB-SE/AE (Acciones de la Edificación) Anexo C [6]. Tras la identificación de aquellas partidas generadoras de residuos y su posterior cuantificación mediante el modelo detallado, con el cálculo de coeficientes y la clasificación en base al BCCA [3], pasamos a la clasificación según LER, por Orden MAN/304/2002 [7].

CÓDIGO	CONCEPTO	VOLÚMEN (m ³)	PESO (T)
17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)		
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos		
17 01 01	Hormigón	4114,68	9875,232
17 01 02	Ladrillos	97,736	131,95
17 02	Madera, vidrio y plástico		
17 02 01	Madera	0	0
17 02 02	Plástico	20,559	28,782
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados		
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	573,88	631,27
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)		
17 04 01	Cobre	0,097	0,864
17 04 02	Aluminio	1,27	3,43
17 04 03	Acero	0,123	0,96
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje		
17 05 04	Tierras y piedras que no contienen sustancias peligrosas	488405,21	830288,85
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.		
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	1,08	0,162
15	RESIDUOS DE ENVASES; ABSORBENTES, TPAOS DE LIMPIEZA; MATERIALES DE FILTRACION Y ROPAS DE PROTECCION NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA		
15 01	Maderas, papeles, cartones, plásticos, sintéticos y vidrios		
15 01 01	Envases de papel y cartón	1,114	1,225
15 01 02	Envases de plástico	1,83	2,558
15 01 03	Envases de madera	2,104	8,427
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas. Plástico y metal	4,15	5,8057363
TOTAL		493223,83	840979,511

Tabla 3.5 "Tabla Resumen de Cantidades, tipología en t y m³. Capítulo 17 para Industrial 1".

3.6.- Presupuesto.

En este apartado se valorarán los trabajos de separación, reutilización, valoración y eliminación de los residuos, utilizando mediante transferencias las cantidades calculadas anteriormente en la etapa de cuantificación. Para ello utilizaremos el modelo propuesto por el manual de Retirada Selectiva de Residuos: Modelos de Presupuestación [4].

Para estimar el importe total de la correcta gestión de los residuos, se utilizarán los precios incluidos en la última actualización de la Base de Costes de la Construcción

de Andalucía. Para ello nos valdremos de las cantidades calculadas con el modelo detallado, que han sido resumidas por tipo de residuo y con las unidades de medida en t y m³. A continuación se muestra parte del presupuesto correspondiente al proyecto de urbanización “Industrial 1” (Tabla 3.6) como referencia del modelo de presupuestación seguido para el cálculo de los costes de gestión de los RCD.

PRESUPUESTO: DETALLE					
IDENTIFICACION		DIMENSIONES		IMPORTE	
CÓDIGO	CONCEPTO	MEDICIÓN	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
17T.	TERRENOS				
17TTT00110	m ³ RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 10 km Retirada de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 10 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado.				
		488405,206	7,46	3643502,837	
	TOTAL SUBCAPÍTULO 17H: TERRENOS.....				3643502,837
17W.	VARIOS				
17WWW00100	t RETIRADA EN CONTENEDOR DE 3 m3 RESIDUOS PELIGROSOS Retirada en contenedor de 3 m3 de envases contaminados con sustancias peligrosas en obra a planta de valorización situada a una distancia máxima de 15 km, formada por: transporte interior, carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el peso en báscula puesto en planta.				
		5,81	41,54	241,37	
	TOTAL SUBCAPÍTULO 17H: VARIOS.....				241,37
TOTAL DE PRESUPUESTO DE GESTION DE RESIDUOS					3.745.691,124 €

Tabla 3.6 “Presupuesto de residuos clasificados según LER, Industrial 1 (Parte 3)”.

4.- Resultados obtenidos.

Para facilitar la labor y poder hacer estimaciones rápidas y sencillas, se crearán unos baremos de generación de residuos. Estos irán en función del tipo y de la superficie del terreno a transformar, así como de alguna peculiaridad del proyecto para afinar más los resultados obtenidos. Serán en base a una extensión de 1000m² de parcela, para así obtener valores de una proporción aceptables para su posterior estudio y comparación. Esto será de gran ayuda a las administraciones y ayuntamiento, e incluso a los promotores, para así generar una idea previa, de los costes de las tasas en lo relativo a la gestión de los residuos de una obra en concreto.

Como observación principal, podemos destacar los resultados obtenidos en los proyectos Industrial 1 y Residencial 2. Ambos se diferencian significativamente ya sean de volumen de RCD, precio o coste. No podemos olvidar destacar el papel tan importante que juegan las tierras en la gestión de los residuos. Se puede observar que es el principal residuo generado en las obras de urbanización. Lo que hace muy evidente la manera de reducir en los costes de gestión de los mismos a través de la reutilización de las tierras. En las tablas comparativas generadas, podemos ver las grandes reducciones que conseguimos con los distintos porcentajes de tierra a reutilizar.

4.1.- Superficie por proyecto.

En la siguiente gráfica (fig. 4.1) se representan los m² correspondientes a cada proyecto para poder comparar de una forma visual el tamaño de unos con respecto a otros.

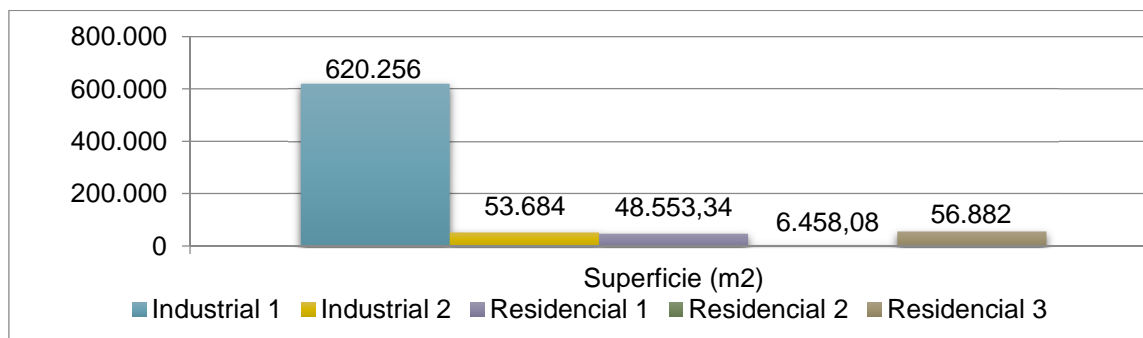


Figura 4.1 “Superficie comparativa entre proyectos, medida en m²”

Con respecto a estas observaciones podemos decir que tenemos que diferenciar tres tipos de proyectos de urbanización en función de su superficie:

- Proyectos de urbanización cuya superficie sea menor o igual a 20.000 m²
- Proyectos de urbanización cuya superficie este comprendida entre 20.000 a 80.000 m².
- Proyectos de urbanización cuya superficie sea mayor o igual a 80.000 m².

Éste será un parámetro fundamental en la herramienta informática de cuantificación que se creará en un próximo proyecto de nuestro grupo de investigación.

A la hora de introducir los datos de cualquier proyecto en dicha herramienta, quedará clasificado inicialmente según su superficie. Posteriormente se seguirá introduciendo el resto de la información para precisar en la estimación de los residuos generados en cualquier proyecto así como de sus costes de gestión.

4.2.- Costes gestión de residuos por superficie.

A continuación se representan (fig. 4.2) los costes correspondientes a la gestión de residuos de cada proyecto, repercutidos a la superficie de los mismos. De los resultados, podemos extraer varias observaciones.

Por un lado el Industrial 1 tiene la mayor superficie de todos los proyectos. Este hecho causa un aumento considerable en la cantidad obtenida de residuos de la categoría de tierras. Recordemos que en concreto, este tipo de residuo, tiene un porcentaje sobre el 90% de la totalidad de los residuos. Por lo que los costes de gestión se elevan notoriamente, así como todos los baremos calculados para este proyecto. Por otro lado, el Residencial 2, siendo el más pequeño de todos en superficie, resulta el proyecto de mayor costes de gestión m² debido al aumento del coste en repercusión. Al igual que cualquier proyecto de urbanización, contiene todas las instalaciones básicas para el consumo humano, así como pavimentaciones, etc. Esos gastos cuentan con menos superficie donde repartirse cuanto menor sea la superficie del proyecto.

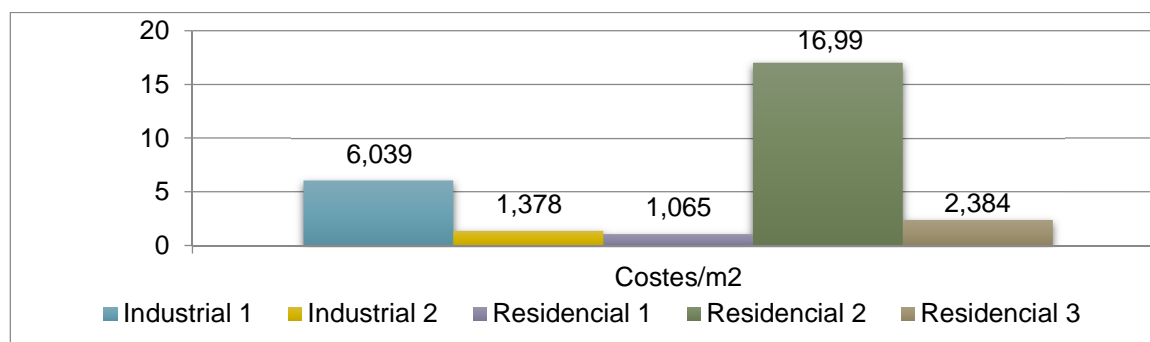


Figura 4.2 “Costes comparativa entre proyectos, medido en €/m²”

4.3.- Comparativa de residuos generados en cada proyecto. Clasificación por cubas.

Como comparativa general (fig. 4.3) se representan los volúmenes clasificados por materiales y correspondientes a cada proyecto, medidos en m³ por cada 1000 m² de la parcela correspondiente. Se representan todos los materiales excepto las tierras para evitar que los gráficos se distorsionaran. Los resultados se expresan en logaritmos en base 10, así como desglosados en la tabla contigua para facilitar su comprensión gráfica.

Podemos comprobar que el material que más abunda en los residuos después de las tierras es el hormigón, seguido de los ladrillos. Estos serán los materiales a estudiar en profundidad en los estudios de gestión de residuos de este tipo de proyectos.

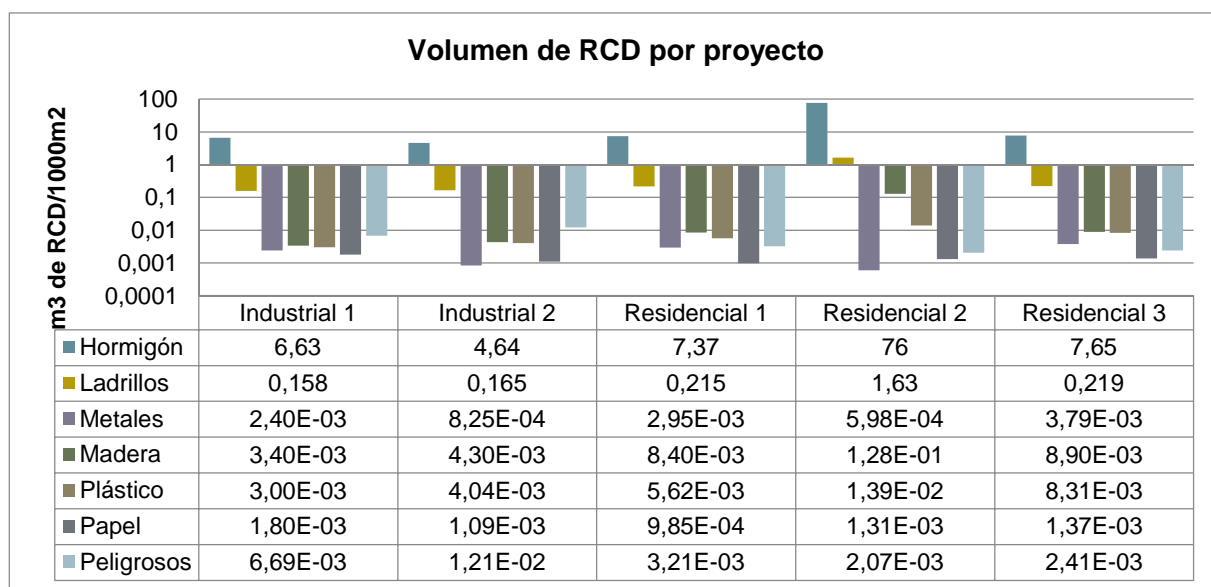


Figura 4.3 “Volumen de RCD comparativa, medido en m³/1000m² de parcela”

4.4.- Comparativa de tierras generadas en cada proyecto.

Seguidamente, se representa el volumen de tierras correspondientes a cada proyecto (fig. 4.4.1). Se dividen en tierras extraídas y en pérdidas de tierras. Se miden en m³ por cada 1000 m² de la parcela correspondiente. Se representan individualmente ya que representan aproximadamente el 97% del volumen total de RCD del proyecto (fig. 4.4.2).

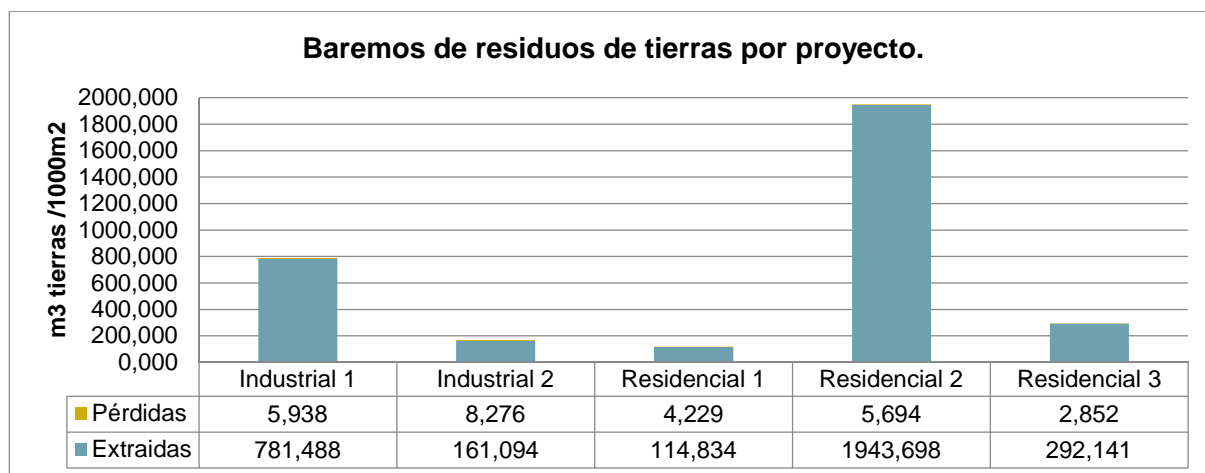


Figura 4.4.1 “Volumen de RCD de tierras, comparativa entre proyectos, medido en m³/1000m² de parcela”

Cabe destacar el porcentaje que representan las tierras en el volumen total de los residuos. Esto hace indispensable un buen estudio para la reutilización de las mismas, ya que esto se traducirá en un gran ahorro en los costes de gestión de RCD y en el consumo de recursos naturales, disminuyendo así el impacto ambiental que ocasionan los proyectos de urbanización.

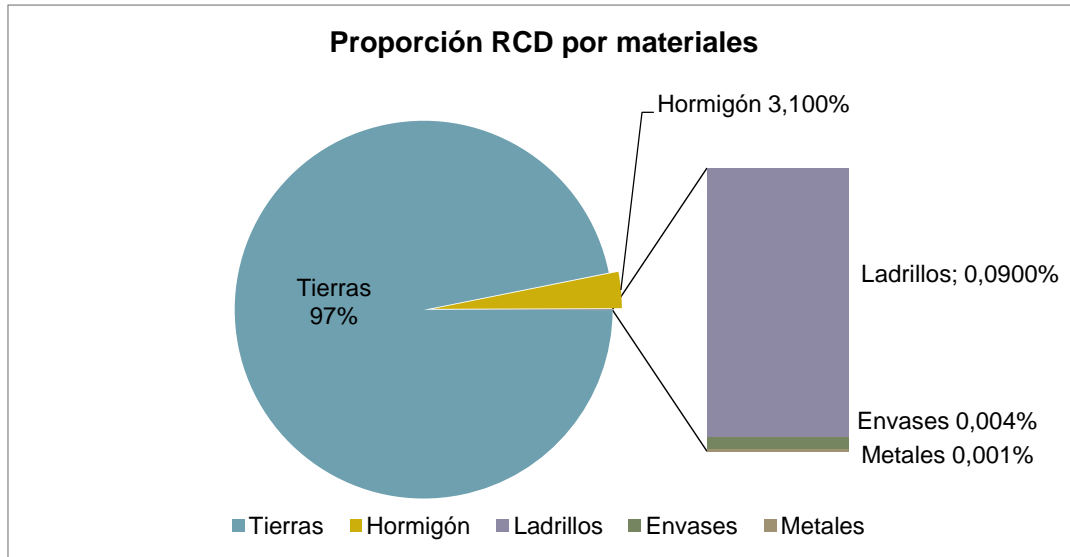


Figura 4.4.2 “Proporción media de residuos generados en los proyectos”.

4.5.- Porcentaje de tierra reutilizada.

Como comentábamos con anterioridad, el alto porcentaje que representan las tierras en la totalidad de los residuos generados en las obras de urbanización, las hace muy recurrentes para optimizar los gastos de la gestión de los mismos (fig. 4.5).

Con la herramienta creada para calcular las variaciones de los volúmenes de RCD de tierras y los costes, hemos obtenidos los porcentajes individuales para cada proyecto. Con la tabla siguiente, se hace la media de dichos porcentajes para que sean de aplicación a cualquier proyecto de extensión media. Será igualmente una opción más a seleccionar en la herramienta que se desarrollará en próximos proyectos.

Con gráfico de barras, podemos comprobar que la reducción del presupuesto es siempre proporcional independientemente de la superficie del proyecto. Esto se debe a que la partida principal en el presupuesto del estudio de gestión de residuos, corresponde a las tierras (alrededor del 90% como vimos en los apartados anteriores).

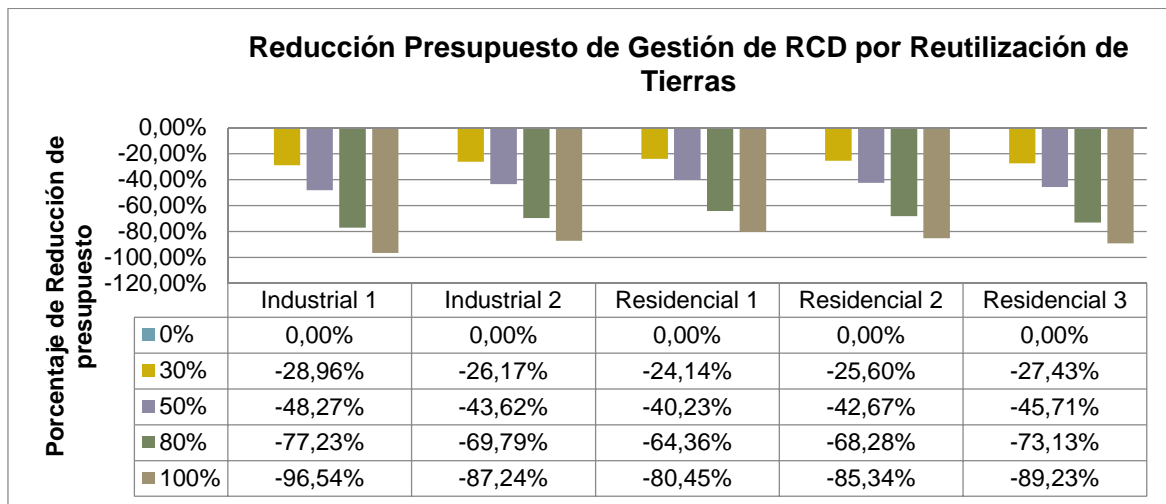


Figura 4.5 “Porcentajes de reducción del presupuesto”

5.- Conclusiones

- Tanto los trabajos de eliminación de arbolado y desbroces como los de movimientos de tierras, son los que más cantidades de residuos producen. Hemos podido comprobar en los proyectos analizados que representan alrededor del 90% del volumen total de los RCD de urbanizaciones, ya sean industriales o residenciales.
- La correcta gestión de los residuos correspondientes a los terrenos, pueden suponer un ahorro importante al promotor del proyecto de urbanización. Aplicando los porcentajes de reutilización de tierras analizados en cada proyecto, hemos comprobado cómo podemos reducir entorno al 85% del presupuesto de gestión de residuos. De esa forma también se contribuye a que el impacto ambiental se reduzca.
- La nueva herramienta creada para comparar las variaciones del volumen de residuos según el porcentaje de reutilización de tierras, así como del presupuesto, será muy útil no solo para proseguir con el estudio de los residuos de urbanización, sino que también será útil para cualquier otra urbanización en fase de proyecto. Como ella se podrá optimizar los recursos fácilmente y hallar notables ahorros en el presupuesto.
- La superficie es un dato fundamental para clasificación de los proyectos de urbanización. Hemos comprobado como en función de la superficie de los proyectos, se pueden empezar a intuir tres tipos de proyectos de urbanización. Este hecho es muy notorio en los porcentajes de RCD por instalación y m^2 , ya que en áreas pequeñas aumenta considerablemente. Esto es debido a que las instalaciones básicas para el consumo humano, siempre estarán presente en los proyectos y su repercusión a los terrenos será mayor cuanto menor sea su superficie.
- Los resultados aquí obtenidos, no podrán probarse ni compararse con otros casos, ya que es la primera vez que se analizan impactos completos de proyectos de urbanizaciones sin edificación. Será el inicio de una investigación para poder afinar los datos obtenidos y probarlos en casos reales y comprobar que los errores estén dentro de los límites establecidos.

- Esta herramienta se pretende implantar en el desarrollo de los coeficientes de transformación aplicados al BCCA. De esta forma, se obtendría un modelo adaptado al BCCA y que permitiría la simplificación de la cuantificación, así como la unificación de criterios para el desarrollo del modelo de cuantificación para cualquier proyecto de urbanización. Además, con la aplicación de estos coeficientes, se pretende desarrollar un modelo en el que se tenga en cuenta el impacto ambiental producido.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Mancomunidad de Écija, por su colaboración con nuestro grupo de investigación y la Universidad de Sevilla, facilitando información para las investigaciones realizadas. Al estudio de ingeniería Talio de Écija, por facilitarme la documentación para el estudio de los proyectos de urbanización de una forma tan desinteresada. Sin ellos este proyecto no habría sido posible. Esta investigación se está realizando dentro del proyecto HERVEEA, subvencionado por la Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía (AOPJA), y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Vivienda. 2008 Real Decreto 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo. BOE 154 de 26 de junio de 2008.
- [2] Ramírez de Arellano, A. y otros, 2010: Clasificación Sistemática de Precios Básicos, Auxiliares y Unitarios.
- [3] Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, 2010. Base de Costes de la Construcción de Andalucía 2010. Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, Sevilla, España.
- [4] Ramírez de Arellano, Antonio; Llatas Oliver, Carmen y otros (2002): Retirada Selectiva de Residuos: Modelo de Presupuestación, Fundación Cultural del Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla, Sevilla.
- [5] Ministerio de la Presidencia, 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. BOE 13/02/2008.
- [6] Ministerio De Vivienda. 2006 Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008. Revisión vigente desde 13 de Septiembre de 2013.
- [7] Ministerio de Medio Ambiente. 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.