

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN: APLICACIÓN A LA PLANA DE CASTELLÓN

David Blanco Fernández⁽¹⁾; Francisco Pardo Fabregat⁽¹⁾; Teófilo Sanfeliu Montolio⁽¹⁾; Antonio Gallardo Izquierdo⁽²⁾; Ana Belén Vicente Fortea⁽¹⁾; Amparo Soriano Rodriguez⁽¹⁾

(1) Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. (2) Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I de Castellón.

Abstract

In recent years, due to the large amount of construction and demolition waste (RCD) that are generated, Spain has established itself as one of the leading producers in Europe.

At present, there are no methodologies that accurately develop the quantification of these residues in terms of the existing building typology in the study area. Crude approximations are applied to each and every one of the types of existing buildings alike, regardless of how they are built or that the materials are in each geographical area.

In this paper we have designed a methodology for quantifying the RCD to manage in a given environment. It pays particular attention to the realization of building type analysis of the areas to be treated, the study of materials that integrate existing buildings, the analysis of the identification, characterization and quantification of waste generated and its management. This methodology was verified through its application in a case study in Plana de Castellón.

Keywords: *RCD; quantification of waste; sustainable construction; waste inert; waste management*

Resumen

Durante estos últimos años, debido a la gran cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que se generan, España se ha situado como uno de los principales productores de Europa.

En la actualidad, no existe una metodología que desarrolle fielmente la cuantificación de estos residuos en función de la tipología edificatoria existente en el área a estudiar. Se utilizan aproximaciones que se aplican a todos y cada uno de los tipos de edificaciones existentes por igual, sin tener en cuenta como están construidas ni que materiales las constituyen en cada ámbito geográfico.

En el presente trabajo se diseña una metodología para la cuantificación de los RCD a gestionar en un entorno determinado. En ella, se presta especial atención a la realización del análisis de la tipología edificatoria de las áreas a tratar, al estudio de los materiales que integran las edificaciones existentes, al análisis de la identificación, caracterización y

cuantificación de los residuos a generar y a su gestión. Se verifica esta metodología mediante su aplicación en un caso práctico en La Plana de Castellón.

Palabras clave: RCD; cuantificación de residuos; construcción sostenible; residuos inertes; gestión de residuos

1. Introducción

La construcción es una actividad que mueve grandes masas de material desde el momento de la obtención de las materias primas, en la producción de los materiales de construcción, en la realización de las obras y en su derribo. Esta actividad no suele ser muy contaminante en comparación con otros sectores de la industria (los materiales utilizados suelen ser casi siempre inertes), pero genera importantes impactos al medio natural por el elevado volumen de residuos que se generan (Sanfeliu, T, et al 2008; Blanco, D. et al. 2011).

El artículo 45 de la Constitución Española establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente.

El problema ambiental que plantean estos residuos se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. En efecto, a la insuficiente prevención de la producción de residuos en origen se une el escaso reciclado de los que se generan.

Entre los impactos ambientales que ello provoca, cabe destacar la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados (Pardo et al, 2011), el deterioro paisajístico (Pardo et al, 2010) y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables. Esta grave situación debe corregirse, con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva.

La situación actual de los RCD en España podría resumirse en que de los cerca de 40 millones de toneladas que se producen anualmente, se someten a algún tratamiento de valorización menos de 15 millones de toneladas (el 37 %).

Pero el resultado final es que, de forma directa, o como rechazo de alguna operación previa de tratamiento, acaban en vertedero más de 35 millones de toneladas, es decir más del 90% generado, según el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (II PNRCD).

Existen numerosas aproximaciones que realizan la estimación de la cuantificación de los volúmenes de residuos de construcción y demolición. En todas ellas se obtiene el volumen de cada familia de residuos relacionándola con la superficie construida de los edificios, es decir, se realizan estimaciones muy poco rigurosas sobre el volumen de residuos que se generan, ya que no se tienen en cuenta las características intrínsecas de las edificaciones en particular, ni los sistemas constructivos empleados, ni la tipología constructiva de las construcciones, las cuales son muy distintas dependiendo de la zona de a estudiar (las construcciones no son iguales en la zona costera de Málaga que en las zonas montañosas de los Pirineos, ni a las de la ciudad de Cuenca, ni a las existentes en el centro de Madrid).

Todas estas aproximaciones se utilizan en el ámbito de la construcción por su rapidez de uso, para la confección de Estudios de Gestión de Residuos y Planes de Gestión de Residuos, los cuales son de obligatoria realización a la hora de la redacción de los proyectos de construcción de los inmuebles.

Varias de las tablas de cuantificación de residuos de las más utilizadas se resumen en:

- Las tablas en las que se establece un porcentaje fijo para cada tipo de residuo, independientemente de la edificación u obra en general se vaya a demoler:
- Hojas de cálculo para la estimación de residuos, en las que se obtiene el peso de los residuos en función de los m² construidos, sin tener en cuenta el tipo de edificación ni de los materiales que intervienen específicamente en cada ámbito de estudio:

Como puede observarse, en todas ellas se asigna un porcentaje o una cantidad de cada tipo de residuo por metro cuadrado, lo que indica la falta de rigurosidad a la hora de la realización del cálculo de volúmenes de residuos existente en la actualidad.

Por este motivo, es necesaria la elaboración una metodología para la determinación del volumen de residuos teniendo en cuenta tanto las características de los edificios a demoler (número de plantas, año de construcción, m² construidos,...) como la tipología constructiva de la zona donde se ubica el ámbito de estudio y los materiales que intervienen en la construcción de cada uno de los inmuebles existentes y que se van a demoler en cada una de las localidades estudiadas.

2. Objetivos

Para el diseño de la metodología para la realización de la cuantificación de los residuos de construcción y demolición generados en las áreas concretas, se deben plantear los siguientes objetivos específicos, los cuales se desarrollan en el caso práctico propuesto:

- Realización de un análisis cuantitativo y cualitativo de las edificaciones existentes más susceptibles de ser demolidas en las poblaciones estudiadas. La realización de este análisis tiene su especial dificultad, ya que es necesario el estudio de todas y cada una de las viviendas de las poblaciones, una por una.
- Realización un estudio tipológico de las edificaciones existentes en las localidades estudiadas, de modo que se obtenga la relación y el volumen de materiales que componen dichos inmuebles.
- Estudio de los diferentes tipos de actuaciones en las viviendas, como son la demolición, la rehabilitación y la restauración, de modo que se pueda cuantificar el volumen y clase de residuo que se generará en cada caso para las edificaciones estudiadas.
- Realización del estudio de la Gestión de los Residuos de manera que, cumpliendo la normativa vigente, se separen y cuantifiquen las fracciones de los distintos tipos de materiales para su correcta gestión.
- Cuantificación de los residuos generados para las actuaciones de demolición, restauración y rehabilitación de la totalidad de las viviendas existentes en las poblaciones estudiadas.

La metodología propuesta debe ser aplicable a cualquier ámbito de la geografía española y mundial (Gallardo et al., 2005), ya que, en todos los casos y en todas las zonas y ámbitos se ha de estudiar la tipología constructiva de las viviendas más susceptibles de ser demolidas para la correcta cuantificación de los residuos a generar.

3. Metodología

La realización de la cuantificación de los residuos se ha realizado siguiendo la metodología descrita en la figura 1, teniendo en cuenta la importancia de la diversidad de tipologías constructivas dependiendo del área que se estudie:

Figura 1: Metodología para la cuantificación de residuos



- **Recopilación bibliográfica.** En este estadio, se ha recogido toda la información necesaria para el encuadre geográfico y ambiental de la zona objeto de estudio (se han estudiado sus características geográficas, climatológicas, precipitaciones, temperatura, evapotranspiración e índices climáticos, características hidrológicas, características geológicas, aspectos geomorfológicos, aspectos hidrogeológicos, aspectos estructurales, efectos sísmicos y características geotécnicas), la realización del análisis estadístico de las edificaciones (atendiendo al año de construcción de los edificios, al número de plantas y a la superficie construida principalmente) y, por otra parte, se han tomado los datos pertenecientes a las tipologías constructivas de las edificaciones en las localidades a estudiar (modo de vida y tipologías edificatorias, haciendo hincapié en todos y cada uno de los elementos constructivos existentes en las edificaciones), con el fin de que sirvan de apoyo al posterior análisis a efectuar una vez realizada la labor de campo y de investigación.
- **Trabajo de gabinete.** Se ha estudiado toda la bibliografía obtenida para la realización del diseño de los aspectos a incidir en el trabajo de campo, es decir, es necesario realizar una preparación previa del trabajo de campo, haciendo hincapié en los aspectos más importantes para el desarrollo del trabajo a desempeñar.

En este momento es donde se estudia qué tipo de análisis se va a realizar y cuál va a ser la muestra representativa del total y sobre la que se ha de enfocar el trabajo, justificando la elección realizada.
- **Trabajo de campo.** Se han realizado las visitas a las edificaciones previamente seleccionadas y debidamente justificadas durante el trabajo de gabinete, que se han considerado las más representativas de los barrios a estudiar en cada una de las localidades y se debe desarrollar la metodología de trabajo diseñada en el gabinete para este estadio de trabajo.
- **Recopilación de los datos.** Se procedió a la recogida de todos los datos para su ordenación y gestión, de manera que ha podido realizar un análisis exhaustivo de los mismos con el fin de llegar a cumplir los objetivos propuestos en el presente trabajo.

- **Análisis de los datos.** Se procede al análisis de todos y cada uno de los datos obtenidos en cada una de las fases anteriores, de manera que se llegan a obtener conclusiones sobre el trabajo realizado y ver cumplidos los objetivos del presente trabajo doctoral.

En este estadio se realiza un análisis estadístico y tipológico de todos los datos obtenidos con anterioridad, de manera que se obtienen los valores de las cantidades de residuos que se generan en el área de estudio, tanto en el caso de practicarse una intervención de demolición, de restauración o de rehabilitación en los inmuebles.

Una vez establecidos estos volúmenes e identificado el tipo de materiales y cantidad de residuos generados, se concreta la forma de actuación para cada uno de ellos, teniendo en cuenta la prioridad de la reutilización, el reciclaje y la valorización frente a la eliminación de dichos residuos en vertedero.

Como resultado final, una vez calculados los volúmenes de materiales reutilizados, reciclados o valorizados, se obtiene el volumen de materiales eliminados en vertedero, por lo que es necesario cubicar el volumen que ha de tener un vertedero de RCD que asimile dicha cantidad de residuos, que es uno de los objetivos principales del presente trabajo.

4. Caso práctico: La Plana de Castellón

Para la realización del presente Caso Práctico, se han tomado como referencia tres poblaciones de entidad suficiente de la plana de Castellón: Castellón y Borriol, pertenecientes a la comarca de la Plana Alta, y Vila-real, de la comarca de la Plana Baja, las cuales quedan reflejadas en la figura 2.

Figura 2: Localización de las poblaciones de Castellón, Vila-real y Borriol.



Ambas poblaciones forman un triángulo con una superficie aproximada de 3.100 Ha en la plana de Castellón, y cuya población total asciende a 236.235 habitantes, según el Instituto

Nacional de Estadística (INE). "Padrón Municipal Continuo: Revisión del Padrón Municipal" (año 2009).

Descripción de la casa tipo

Tanto en base a los resultados obtenidos, como en base a la parte meramente estadística y en la parte más tipológica y descriptiva, se puede realizar una abstracción y obtener las dimensiones y características tipológicas de una "Casa tipo" que represente a todas las estudiadas y, por este mismo motivo, que sea la representativa de las poblaciones incluidas en el presente trabajo.

De esta manera, se puede contabilizar la clase y volumen de materiales existentes en el edificio y se puede extrapolar a su totalidad, de cara a una más que posible intervención en los mismos, ya sea para su demolición, como para su rehabilitación o restauración.

En la parte más meramente estadística del presente trabajo, se ha calculado que la edificación media está desarrollada en planta baja + dos alturas y que la media de la superficie construida es de 193,31 m². El año de construcción de la misma está entre 1.900 y 1.940.

En cuanto a la parte más descriptiva y tipológica, se deben tener varios aspectos en cuenta:

- **El solar** tiene una forma rectangular y alargada, siendo el ancho de fachada de entorno a 5 metros de longitud.

Según esto, si nuestra vivienda tipo tiene 193,31 m² y está desarrollada en planta baja + dos alturas, cada planta ha de tener entorno a 69 m² cuadrados de superficie. Además, también se puede calcular que si tiene 64,50 m² cuadrados de superficie y 5 metros de longitud de fachada, el fondo ha de ser de 12,90 m, con lo que el solar obtenido para la casa tipo tiene unas dimensiones de **5 x 12,90 m²**.

- **La fachada** está realizada con ladrillo macizo y está enlucida con mortero de cal y pintada en colores claros. Es completamente lisa y tiene un zócalo de mortero monocapa hasta una altura de 1,00 m.

Su composición está marcada únicamente por los elementos que componen los huecos: la puerta de madera de dos hojas de amplitud necesaria para que entrase en el inmueble el carro, un balcón en la primera planta con una barandilla simple de forja y una puerta balconera de madera de dos hojas, con altura de forjado a forjado prácticamente, y una simple ventana de madera en la segunda planta que dé luminosidad a la misma.

También tiene una cornisa, de 30 o 40 cm de saliente, resuelta con la disposición progresiva de ladrillos volados consiguiendo una solución decorativa del alero.

Un canalón visto de zinc recorre toda su longitud y recoge las aguas de lluvia del faldón de cubierta que da a fachada. A su vez, una bajante por el exterior también de zinc, evacua las aguas desde el canalón hasta el nivel de la calle, en la que apenas 10 cm. separan suelo y tubería.

- **La estructura** se compone de muros de carga de mampostería de 0,30 m de espesor excavados 0,50 m en el terreno. Estos muros de mampostería suelen estar compartidos entre las edificaciones de medianería, por lo que para el cálculo de los residuos que se generarían en una demolición del mismo, únicamente se contará como si se demoliese un sólo muro de medianería por vivienda.

Los forjados, para cubrir la luz existente, están formados por vigas de madera de gran canto, mientras que en el espacio de entrevigado, se dispondrán viguetas

también de madera con una sección aproximada de 0,20 m y a una distancia unas de otras de 0,50-0,70 m.

Los revoltones de los forjados están realizados con ladrillo macizo y enlucidos con mortero de cal y pintados de color blanco.

El relleno de los forjados es de cascotes pétreos y cerámicos, los cuales, estarán cubiertos con una capa de mortero y con un suelo realizado con baldosa cerámica.

- **La distribución interior** se divide entre la planta baja y las dos alturas. Así, en la planta baja se realizará el acceso a la finca, a un habitáculo destinado a garaje, desde el que se accede al resto del inmueble. Desde este garaje se llega a un pasillo que conduce a las escaleras, un baño, una cocina y un salón, que está comunicado con el patio interior de la edificación.

A la planta primera se accede mediante las escaleras, las cuales desembarcarán en un pasillo distribuidor, el cual, a un lado llevará hacia una habitación y al otro hacia otras tres habitaciones y un baño. En la segunda planta, se disponen dos grandes habitaciones bajo cubierta, una a cada lado de la escalera.

- **La cubierta** es a dos aguas, formada por vigas y viguetas de madera a la molinera debido a la reducida luz a salvar.

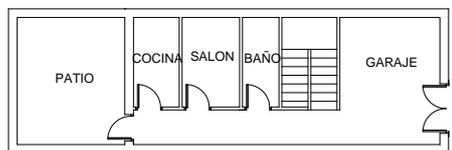
Sobre las viguetas de madera y en dirección perpendicular a las mismas, se colocan tablones también de madera de entre 20 y 30 cm de anchura.

La protección de la cubierta se realiza con teja árabe sin ningún tipo de adhesivo, simplemente con la colocación de piedras planas de unos 30 cm de diámetro sobre el tejado.

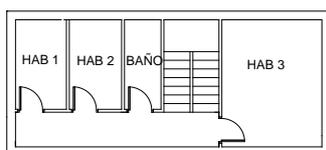
- **La tabiquería** es de ladrillo cerámico hueco tomado con mortero.
- **La carpintería**, tanto la interior como la exterior es de madera, teniendo tanto la ventana balconera del primer piso como las demás ventanas un vidrio y una contraventana de madera.
- En cuanto a **los acabados**, el interior de la vivienda está con mortero a la cal y pintada de color blanco, los suelos serán cerámicos y, en la planta baja, tanto en el garaje como en el pasillo y en las habitaciones húmedas, se dispondrá de un zócalo cerámico.
- **La instalación eléctrica.** La red eléctrica tiene el cableado de la instalación transcurriendo grapado por las paredes y puertas de la vivienda y conectado únicamente a un sólo PIA en la caja general de protección. Los mecanismos son de plástico, generalmente, aunque también existen casos en los que son cerámicos.
- **La instalación de fontanería** está formada por tuberías de plomo que van desde la acometida en la fachada principal hasta los baños y la cocina. En algunos casos, también existe una toma de agua en el patio interior de la edificación. La grifería es hierro colado o, más comúnmente, de acero inoxidable.
- **La instalación de saneamiento.** La red de saneamiento de este tipo de edificaciones está principalmente constituida por tuberías de fibrocemento y arquetas de fábrica de ladrillo. Generalmente los inodoros y demás elementos de la instalación de saneamiento se fabrican de porcelana, pero también pueden encontrarse realizados de loza, aunque suele ser mucho menos frecuente.

Así, según todos estos datos observados, calculados, y recopilados, se puede establecer que la “**casa tipo**” se puede definir mediante los croquis de planta, alzado y sección de las figuras 3 y 4.

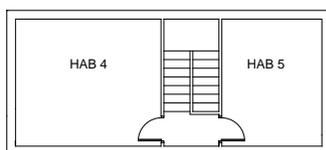
Figura 3: Croquis de plantas de la “casa tipo”



PLANTA BAJA

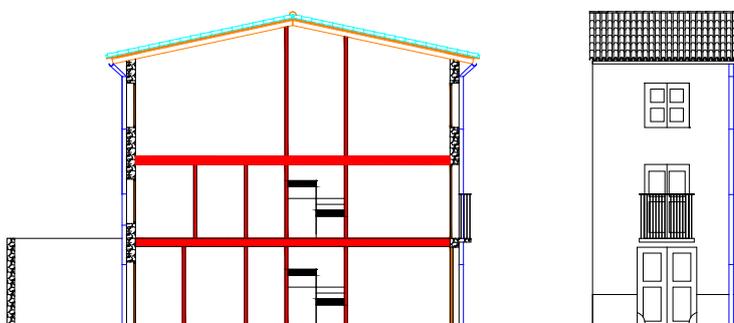


PLANTA PRIMERA



PLANTA SEGUNDA

Figura 4: Croquis de sección longitudinal y alzado de la fachada principal de la “casa tipo”



Caracterización y cuantificación de los residuos

En este apartado, se realiza una cuantificación del volumen de residuos de cada clase que se fuesen a generar, tanto en el caso de producirse una demolición, como una restauración o una rehabilitación del inmueble.

El modelo a seguir a la hora de cuantificar todos los residuos generados es similar al de la estructura de un presupuesto de construcción de un inmueble, es decir, se han realizado subdivisiones en capítulos para tener una mayor facilidad y agilidad a la hora de su identificación y cuantificación. Los capítulos en los que se ha dividido la obra son los siguientes:

- Excavación

- Estructuras (Muros, Forjados, Escaleras)
- Cubiertas
- Fachadas
- Albañilería
- Solados y alicatados
- Revestimientos
- Cerrajería y carpintería de madera
- Instalaciones de electricidad, de fontanería y sanitarios
- Vidrios
- Pinturas
- Mobiliario y complementos

Para ello, se ha realizado una medición de cada uno de los elementos y materiales de cada uno de los capítulos, que se deconstruirán en cada uno de los casos, y se ha reflejado en unas tablas que serán de gran utilidad en la cuantificación de cada una de las familias de residuos en las que se dividirá la totalidad de los mismos.

Asimismo, se ha tenido en cuenta un coeficiente de esponjamiento de un 30% a añadir al volumen de residuos generado.

Una vez obtenidos todos y cada uno de los volúmenes de residuos que se generarán en la demolición del inmueble conocido como “casa tipo” en el presente estudio, se procede al agrupamiento en familias para su fácil y correcta gestión.

Dichos volúmenes de residuos agrupados en familias se han reflejado en la tabla 1:

Tabla 1: Cuantificación del volumen de residuos (demolición completa)

Cuantificación del volumen de residuos (demolición)	
Residuos	Volumen (m3)
Tierra superficial y de excavación	39,41
Hormigón y piedra	166,35
Cerámicos	55,37
Metales	0,75
Madera	65,065
Vidrios	0,19
Residuos especiales	15,42

Por lo tanto, ya se han obtenido los volúmenes totales de cada familia de residuos de construcción y demolición, los cuales se deberán de gestionar intentando evitar, en la medida de lo posible, su eliminación en vertedero controlado.

Cuantificación total de los residuos

Se determina la cuantificación total de los residuos de cada familia a partir de los siguientes datos:

- El número total de viviendas existentes en los tres municipios estudiados, cuya fecha de construcción está entre 1900 y 1940. Según el Instituto Nacional de Estadística es de 2.799, estando 1.122 en Castellón, 1.395 en Vila-real y 282 en Borriol.
- La cuantificación ya realizada de cada clase de residuos generados en la “casa tipo”.

Demolición completa

Si en la totalidad de las viviendas estudiadas en la presente investigación se produjese una demolición completa, el volumen de los residuos generados se cuantificaría según lo reflejado en la tabla 2:

Tabla 2: Cuantificación del volumen de residuos totales (demolición completa)

Cuantificación del volumen de residuos totales (demolición)		
Residuos	Volumen (m3)	Volumen total (x 2.799 viv.) (m3)
Tierra superficial y de excavación	39,41	110.308,59
Hormigón y piedra	166,35	465.613,65
Cerámicos	55,37	154.980,63
Metales	0,75	2.099,25
Madera	65,065	182.116,94
Vidrios	0,19	531,81
Residuos especiales	15,42	43.160,58
Total		958.811,45

Teniendo en cuenta que el destino último de los residuos de todas estas familias excepto de la de residuos especiales si no se reciclasen, reutilizasen o valorizasen los materiales, sería su eliminación mediante depósito en vertedero de residuos inertes, el volumen total de residuos que se eliminaría en vertedero de inertes sería de **915.650,87 m³**.

Por otro lado, el volumen de residuos que se eliminaría mediante depósito en vertedero de residuos peligrosos sería el correspondiente a los residuos especiales, que es de **43.160, 58 m³**.

Por lo tanto, para la realización de los cálculos de los volúmenes de los residuos en el presente estudio, se toman como valores de base de las actuaciones de reutilización + reciclaje los previstos en el Plan Nacional Integral de Residuos 2007-2015, que asciende a un total de un **55%** a partir del año 2011.

Este 55% de porcentaje de recuperación y reutilización de los residuos de construcción y demolición puede considerarse como un poco optimista en la actualidad, pero debido a los avances que se producen continuamente en cuanto a la gestión de los residuos y a la concienciación por parte de las administraciones y los gobiernos de la necesidad de su

minimización, se puede considerar que este porcentaje puede ser un buen valor promedio de recuperación en los próximos 5 años.

Teniendo en cuenta, entonces, el 45% del volumen total que será eliminado en vertedero, los volúmenes necesarios de vertedero de residuos inertes y de vertedero de residuos peligrosos para la acogida de todos estos residuos generados en cada una de las actuaciones propuestas en el presente estudio, será el que se representa en la tabla 3:

Tabla 3: Volumen eliminado de residuos

Actuación	Tipo vertedero	Volumen total (m³)	Volumen eliminado (45%) (m³)
Demolición	Residuos inertes	915.650,87	412.042,89
	Residuos peligrosos	43.160, 58	19.422,26

En definitiva, para el caso en el que más residuos se generan, que es el de la demolición completa, el volumen de residuos a eliminar en vertedero es de un total de **412.042,89 m³**, por lo tanto, esta sería la capacidad que debería de tener el vertedero de residuos inertes para poder recibir todos los residuos generados en el área de estudio.

Una vez obtenidos los volúmenes de residuos y la capacidad necesaria del vertedero de residuos inertes, solamente sería necesario saber o conocer qué empresas pueden realizar la gestión de esos residuos en el entorno de la zona objeto de estudio y de la localización del vertedero o vertederos necesarios para la acogida de todo ese volumen de residuos generados.

5. Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas en este trabajo han sido las siguientes:

- Se ha realizado un análisis cuantitativo y cualitativo de las edificaciones existentes más susceptibles de ser demolidas en las poblaciones estudiadas.
- Se ha realizado un estudio tipológico exhaustivo de las edificaciones existentes en las localidades analizadas, de modo que se ha obtenido la relación y el volumen de materiales que componen dichos inmuebles.
- En base a los análisis cualitativo y cuantitativo de las viviendas y al estudio tipológico exhaustivo realizado en las mismas, se han establecido las características de la "casa tipo" de la Plana de Castellón para su análisis pormenorizado.
- Se ha cuantificado el volumen y clase de residuo que se genera en las edificaciones estudiadas.
- Se ha realizado la cuantificación de los residuos generados para las actuaciones de demolición de la totalidad de las viviendas existentes en las poblaciones estudiadas.
- Por último, se ha cuantificado el volumen de residuos final que se eliminará en vertedero de RCD, una vez gestionada la recuperación, reutilización y reciclaje de los materiales demolidos. De esta manera, se pueden ubicar los vertederos necesarios para dar servicio a un determinado entorno poblacional.

6. Bibliografía

1. Blanco Fernández, D., Pardo Fabregat, F., Restauración de una cantera de áridos mediante cambios de uso: extractivo-vertedero de residuos de construcción y demolición (RCD)-forestal. 4º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. México 2011.
2. Gallardo, A., Bovea, M.D., Bordás, R. (2005), LIGRE: una herramienta para la generación de mapas de orientación a la ubicación de instalaciones de gestión de residuos. Aplicación al emplazamiento de vertederos en la provincia de Castellón. Revista Residuos nº 83, pags 2-9.
3. Ministerio de Medioambiente (2.007). II Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015, Versión preliminar, Anexo 6.
4. Pardo Fabregat, F., Blanco Fernández, D., Meseguer Costa, S., Jordán Vidal, M. M., Sanfeliu Montolio, T. "Disipación de los efectos del cambio climático en la restauración edáfica y vegetal de una cantera". 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos y 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos. Brasil 2010.
5. Pardo Fabregat, F., Blanco Fernández, D., Meseguer Costa, S., Sanfeliu Montolio, T, Jordán Vidal, M. M. "Restauración ambiental y paisajística de un vertedero incontrolado en Castellón (este España)". 4º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. México 2011.
6. REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
7. Sanfeliu Montolío, T., M.M. Jordan, S. Pina, García-Sánchez, E., F. García-Orenes. A + T. Uso conjunto de estériles mineros y lodos de depuradora en la restauración ecológica de canteras de roca caliza. Movilidad de nitratos, cloruros y sulfatos en columnas. Num. 10. pp. 93-96. 2008 Nacional.