

Índice

	Introducción	7
1	Metodología para la realización de un Plan de gestión de residuos	9
	1.1 Objeto del Plan	9
	1.2 Criterios para la reducción de los residuos en la obra	11
	1.3 Criterios para la evaluación de los residuos de cada etapa de la obra	12
	1.4 Criterios para establecer el escenario de gestión externa	17
	1.5 Criterios para determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que se generarán en la gestión interna de los residuos de la obra y del derribo	18
2	Seguimiento de la gestión de residuos en la construcción de un conjunto residencial	21
	2.1 Descripción de la obra	21
	2.2 Aplicación del Plan de gestión de residuos	23
	2.3 Seguimiento del sistema de gestión	27
	2.4 Conclusiones	28
3	Seguimiento de la gestión de residuos en la desconstrucción de unos cuarteles militares	31
	3.1 Descripción de la obra	31
	3.2 Aplicación del Plan de gestión de residuos	33
	3.3 Seguimiento de la desconstrucción y del sistema de gestión de los residuos	36
	3.4 Conclusiones	40
4	Anexos	43
	Anexo 1. Minimización en las obras de construcción	43
	Anexo 2. Guía práctica para la gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición, según el marco legal vigente	47
	Anexo 3. Materiales potencialmente peligrosos	54
	Anexo 4. Mapa actual de valorizadores de Cataluña	73
	Anexo 5. Programa informático para prever el coste del Plan de residuos	75
	Anexo 6. Documentación complementaria acerca del seguimiento de la gestión de residuos en las dos obras analizadas	76



Introducción

En los últimos años, las exigencias medioambientales han tenido una amplia difusión y se han incorporado en algunas actividades industriales de forma ejemplar. No obstante, en la construcción, estas exigencias todavía no reciben la atención que merecen.

Así por ejemplo, durante la fase de construcción y demolición se producen una gran cantidad de residuos indiferenciados que van directamente al vertedero. En Cataluña, durante el año 1998, el sector de la construcción generó más de 3 millones de toneladas de residuos, cifra superior a los RSU (residuos sólidos urbanos).

En la actualidad, por circunstancias de inercia y de mercado, tanto la aplicación de criterios de minimización como la cantidad de producto procedente de residuos de obra y de derribo que se recicla son casi inapreciables. No existe, en este ámbito, una mentalidad generalizada de protección del medio, no se han tomado las disposiciones legales y administrativas adecuadas para conseguirlo y todavía no se han desarrollado los suficientes códigos de buena práctica para mejorar esta situación y concienciar a los agentes del sector.

Tan solo de forma aislada se han detectado ciertas inquietudes de control de los residuos de construcción en aquellos lugares en los que todavía no hay vertederos específicos o en aquellas empresas que han decidido implantar un Sistema de Gestión Medioambiental (ISO 14000).

Actualmente la utilización de técnicas de desmontaje selectivo (desconstrucción) tan solo se lleva a cabo en experiencias piloto, en demoliciones o rehabilitaciones parciales y por imposiciones administrativas derivadas de la aplicación de medidas de seguridad o de recuperación de elementos con características patrimoniales relevantes.

La falta de sensibilidad al respecto da lugar a situaciones lamentables en las que los residuos de construcción, inicialmente inertes, se mezclan con residuos banales y contaminantes y se depositan en vertederos no preparados para ello (con las consiguientes contaminaciones, de todo orden), o bien se producen vertidos al margen de la red de vertederos autorizados. Estas situaciones no se pueden resolver únicamente con una legislación y una policía adecuadas, sino que necesitan de una concienciación generalizada, aún pendiente.

Con este propósito se decidió emprender el Proyecto Life 98/351, Programa de acciones técnicas para fomentar la valorización, minimización y selección de residuos originados en las obras de construcción y demolición.

Sus principales objetivos son insistir en la aportación de medios y en la difusión de conceptos para aumentar la culturización del sector hacia una mayor sensibilidad medioambiental, dirigida, más concretamente, al control y la reducción de los residuos de composición heterogénea que genera este sector. Como se puede observar, en este caso nos referimos a la fase de ejecución, con la que se completa el ciclo iniciado con el anterior programa Life: La Enseñanza de la arquitectura y el medio ambiente sobre la fase de proyecto.

Una vez analizada la situación actual y tras haber propuesto actuaciones de mejora (véanse los documentos *Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de construcción y demolición* y *Manual de minimización y gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición*), hemos creído necesario confeccionar un nuevo documento, que no estaba previsto originalmente en el proyecto: una metodología para redactar una versión general de un Plan de gestión que racionalice y optimice, con criterios medioambientales, el tratamiento y la valorización de los residuos de construcción en las obras.

Al igual que ha sucedido con el Libro Blanco Análisis de la situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de construcción, se desarrolla a continuación un documento resumen de la metodología planteada, que se justifica por el gran volumen que ha ido adquiriendo el texto inicial.

1

Metodología para la realización de un Plan de gestión de residuos

1.1 Objeto del Plan

Este proyecto Life 98/351 tiene la misión básica de incidir en la cultura del personal de la obra con el fin de mejorar la gestión de los residuos que genera esta actividad industrial. Una gestión que ceñimos, principalmente, a los objetivos de minimizar y clasificar en origen.

Para ello se ha considerado importante elaborar una herramienta con la que, en fase de planificación de la obra, los constructores y las empresas de derribo puedan conocer las actividades y gastos (por fases de ejecución en el caso de la obra nueva) que ocasiona la gestión de los sobrantes que se van a generar. Y en este punto, la persona encargada de realizar el Plan de gestión debería ser la que -de entre las que forman el equipo que desarrolla el proyecto de construcción o de derribo- conozca mejor el funcionamiento de la obra y la que se ocupe habitualmente de los asuntos de seguridad y salud y control de calidad. Por lo demás, la cantidad de residuos y su sistema de gestión constituyen datos imprescindibles para la planificación de la obra y el derribo, y también para determinar, con cierta precisión, la fianza que se ha de depositar en aquellos ayuntamientos catalanes que apliquen el Decreto 201/94.

No obstante, se ha considerado aún más importante disponer de una herramienta de fácil aplicación que ayude a convencer, ni que sea por razones económicas, de la necesidad de reducir la cantidad de residuos, es decir, de plantear, desde una fase temprana de la obra y del derribo, criterios de minimización (véase el apartado 1.2).

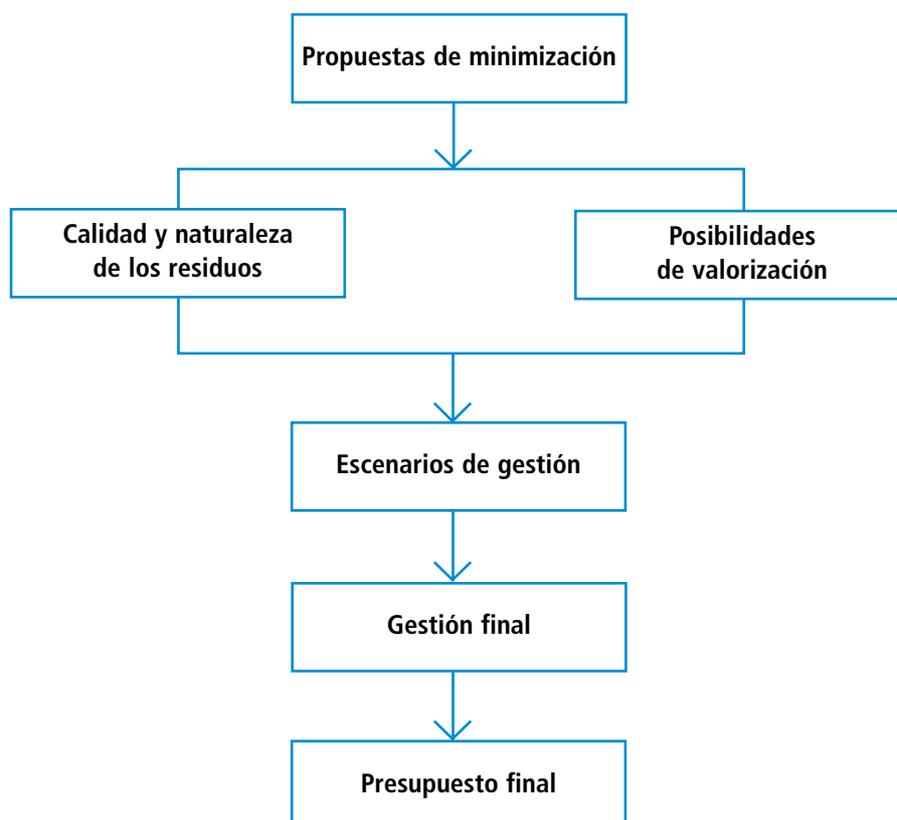
El método que aquí se propone es extremadamente simple. Se basa en establecer, primero, la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a generar (véase el apartado 1.3). Este objetivo se puede cumplir con arreglo a la experiencia del constructor y de la empresa de derribo, si ya han aplicado alguna vez criterios de clasificación (lo cual no es frecuente). En caso contrario, por defecto, proponemos los valores que se detallan en este documento (apartado 1.3), procedentes de un estudio realizado por el ITeC durante el análisis de la situación actual de los residuos de construcción (aunque podría ocurrir que, en algunos casos, no se ajustasen a los métodos, medios, etc., de la empresa).

Cumplida esta primera fase, cabría recopilar documentación acerca de los gestores de residuos que operan en las proximidades de la obra o del derribo. Es necesario conocer las características (condiciones de admisión, distancia, tasas, etc.) de los vertederos, de los recicladores, de los puntos verdes, de los centros de clasificación, etc., al efecto de poder definir un escenario externo de gestión (véase el apartado 1.4).

A partir del cruce de la información sobre la cantidad y tipología de los residuos con la procedente de haber definido un escenario de valorización formado por los gestores externos se podrán determinar en cada momento de la obra o del derribo los elementos de gestión interna con los que hay que contar (cantidad y características de los contenedores, depósitos para fluidos contaminantes, etc.) y que, presumiblemente, van a incidir en un menor coste de la gestión de tales sobrantes (véase el apartado 1.5).

Para facilitar el proceso de aplicación del Plan de gestión se ha desarrollado un programa informático sencillo (consúltese el anexo 5) con el que prever el coste de la gestión de los residuos (caracterización, cuantificación y gestión) utilizando los dos sistemas descritos anteriormente: los datos obtenidos por el ITeC en el seguimiento de obras o bien los procedentes de la propia empresa constructora o de derribo.

A continuación se puede observar un esquema que describe los pasos que hay que seguir en el desarrollo de este Plan:



Esta metodología es aplicable por todas aquellas empresas que ejecuten obras de construcción y demolición, con independencia del grado de complejidad de éstas (tamaño, ubicación, uso, etc.), y se halla centrada en la edificación (las construcciones de obra civil quedan para futuros planes de gestión de residuos).

En el documento se exponen dos casos concretos como ejemplo de aplicación: uno, para la obra nueva (construcción de un conjunto residencial en Mollet del Vallès, en Barcelona, descrita en el apartado 2); y otro, para el derribo (desconstrucción de unos cuarteles militares, en Hospitalet de Llobregat, que se analiza en el apartado 3).

Asimismo, para poder completar el desarrollo del Plan de gestión de residuos según los puntos anteriores, se han realizado una serie de trabajos que aparecen en el presente texto en forma de anejos. En el primero de estos anejos se exponen unas recomendaciones para poder minimizar la cantidad de residuos que habitualmente se generan en las obras de construcción. El anexo 2 contiene una guía de buenas prácticas para la gestión de los residuos ajustada a la legislación vigente. En el número 3 se lleva a cabo un exhaustivo repaso (identificación, tratamiento, normativa, etc.) de los productos potencialmente tóxicos que pueden aparecer en los derribos y en las obras. En el 4 encontramos un mapa con los principales gestores autorizados de Cataluña. En el 5 se expone una breve explicación sobre los objetivos y el funcionamiento del programa informático para calcular el coste de gestión de los residuos. Finalmente, el anexo 6 se refiere a las mencionadas obras de Mollet del Vallès y de la desconstrucción de unos cuarteles militares y recoge aquellos aspectos del seguimiento que no han podido ser tratados en detalle en el texto principal.

1.2 Criterios para la reducción de los residuos en la obra

Si observamos la jerarquía que propone la Comunidad Europea sobre las acciones que se han de llevar a cabo en la gestión de los residuos, comprobaremos que las prioridades principales son la prevención y la minimización. De esta forma se conseguirán, además, otras mejoras medioambientales, como la reducción del transporte de los sobrantes al vertedero o a la central recicladora, con la consiguiente disminución de la contaminación atmosférica y del consumo de energía.

Por minimización, se entiende el conjunto de acciones organizativas, operativas y tecnológicas necesarias para disminuir la cantidad y/o peligrosidad de los residuos, mediante la reducción y reutilización de los mismos en origen. Así pues, es imprescindible que la primera acción asociada a la gestión de los residuos sea intentar reducir su volumen en el emplazamiento donde se han generado.

- **Minimización de residuos en las obras de construcción**

De las fichas sobre recomendaciones para la reducción y gestión eficaz de los residuos que aparecen en el Manual se han extraído aquellas actuaciones que tienden a minimizar la cantidad de residuos producidos. En el anexo 1 se puede observar un listado ordenado según las diferentes fases de la obra: el proyecto, la programación y la ejecución.

Es ésta una etapa previa de singular importancia ya que de su implantación depende la cantidad final de material sobrante que haya de ser gestionado.

- **Minimización de residuos en los derribos**

El primer paso para optimizar la gestión de los residuos es concebir el derribo con criterios medioambientales, esto es, organizar las operaciones de demolición teniendo en cuenta que la cantidad de residuos que vaya a parar al vertedero sea mínima. Por lo tanto, estamos hablando de desconstrucción.

La desconstrucción es el conjunto de operaciones de desmantelamiento de un edificio que hacen posible un alto nivel de recuperación y de aprovechamiento de los materiales con el fin de reincorporarlos a las nuevas construcciones (el anexo 1 del documento *Manual de minimización y gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición* informa detalladamente sobre este sistema de demolición).

Teniendo en cuenta la definición de minimización ofrecida, los criterios para reducir los residuos que a continuación exponemos están centrados en la reutilización y reciclaje de materiales en el mismo emplazamiento donde se ha producido el derribo. Se trata de que la propia obra sea el lugar de digestión de los residuos que origina.

Por lo tanto, y siempre que sea posible, tendremos que coordinar las acciones de la demolición con las de la obra nueva de la siguiente manera:

- La empresa de derribo y el equipo técnico que ejecuten el proyecto de edificación deben planificar conjuntamente el tipo de derribo para poder introducir elementos reutilizados y reciclados en la propia obra.

Reutilización de elementos: pilares y vigas, cerchas, puertas, ventanas, mobiliario, pavimentos, etc.

Reciclaje de materiales: producción de granulados para rellenos y hormigones, utilización de virutas de madera y plástico para relleno de cámaras, etc.

- El proyecto de edificación debe ajustarse a criterios de coordinación dimensional respetando los formatos modulares de los materiales y elementos constructivos que se van a reutilizar.
- Desde la fase de proyecto se preverán qué espacios de la obra o de la urbanización podrán acoger materiales reciclados (granulados, maderas, etc.).

1.3 Criterios para la evaluación de los residuos de cada etapa de la obra

Para poder organizar y optimizar la gestión de los residuos es imprescindible realizar una aproximación sobre la cantidad y naturaleza de los materiales sobrantes que se van a generar.

A continuación pasamos a exponer distintas posibles metodologías para caracterizar y cuantificar los residuos de las obras y de los derribos.

- **Caracterización y cuantificación de los residuos en las obras de construcción**

Los estudios desarrollados por el ITeC sobre los residuos que genera una obra actual ejecutada mediante una construcción convencional y sin ningún tipo de control, han permitido establecer los siguientes valores medios para sus cantidades globales:

Fase de estructuras	0,01500 m ³ / m ² construido (encofrado de madera)
	0,00825 m ³ / m ² construido (encofrado metálico)
Fase de cerramientos	0,05500 m ³ /m ² construido
Fase de acabados	0,05000 m ³ /m ² construido

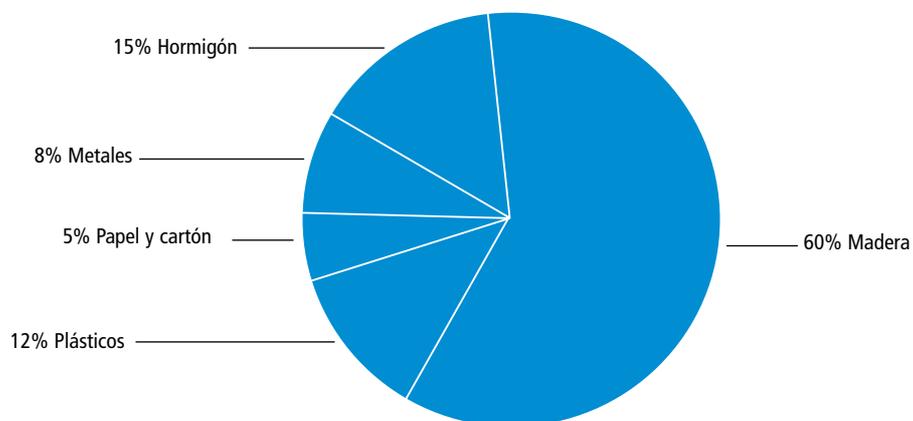
que dan un total de 0,1200 m³/m² construido (valor que ha sido contrastado con diferentes fuentes).

Como ya se ha comentado, en el anexo 5 se dispone de un programa informático para calcular la naturaleza y la cantidad de los residuos que se van a generar, mediante los valores por defecto expuestos anteriormente o del propio constructor.

Es importante tener en cuenta que el objetivo principal de estos valores y los referidos a tipologías de materiales es prever de manera "aproximada" la cantidad de materiales sobrante; no obstante, este cálculo puede presentar ciertas desviaciones en relación con la realidad, y por ello tendrá que ser corregido por el redactor del Plan a medida que disponga de un mayor número de datos concretos.

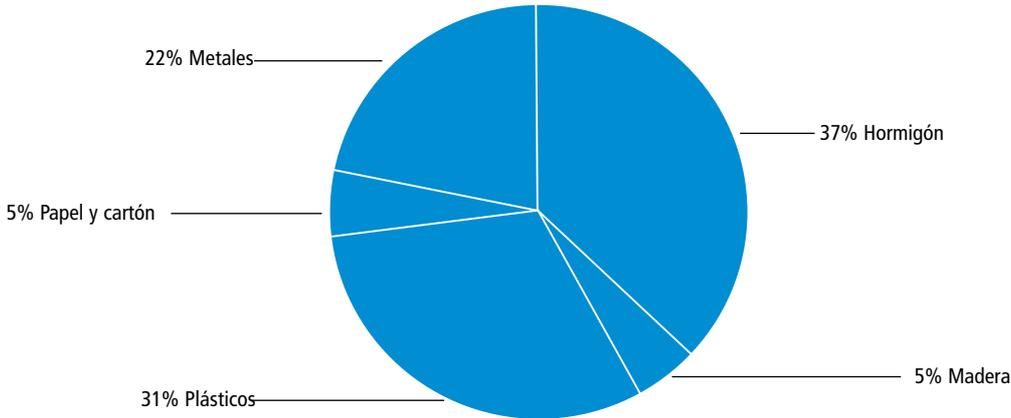
La distribución de estas cantidades entre los distintos tipos de sobrantes se puede determinar a partir de los siguientes valores medios:

Valores finales de referencia sobre las tipologías de residuos producidos en la fase de cimentación/estructuras con encofrado de madera (en volumen)



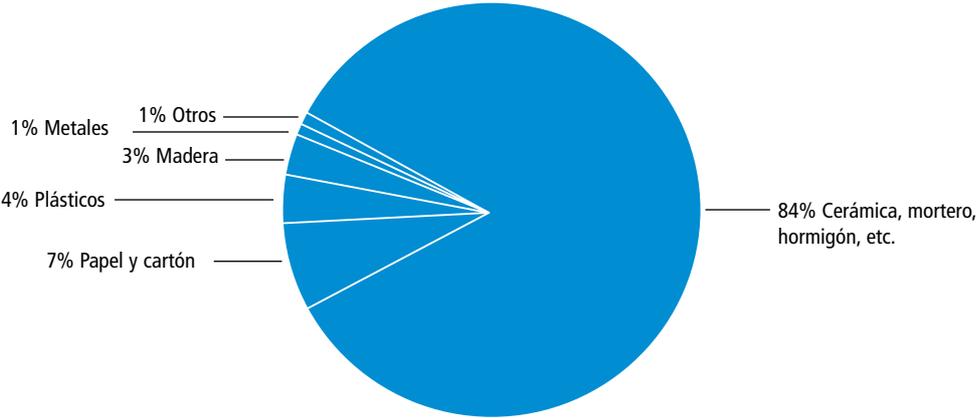
Fuente: ITeC

Valores finales de referencia sobre tipologías de residuos producidos en la fase de cimentación/estructuras con encofrado metálico (en volumen)



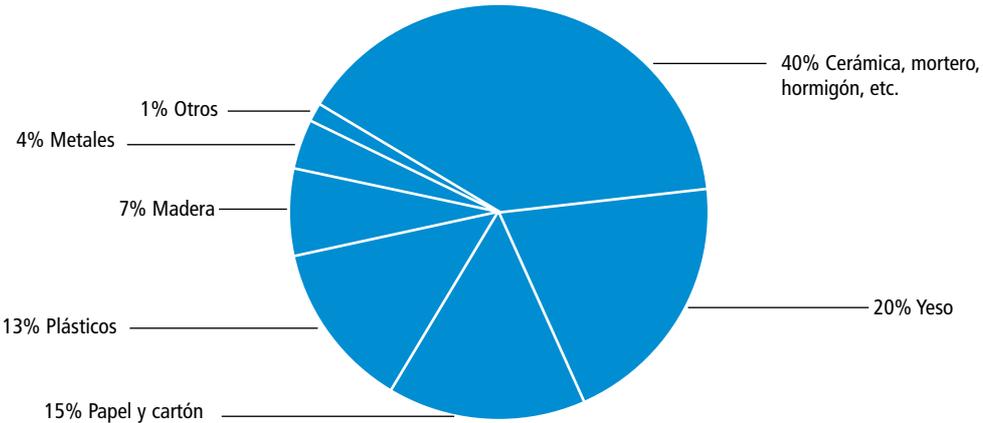
Fuente: ITeC

Valores finales de referencia sobre las tipologías de residuos producidos en la fase de cerramientos (en volumen)



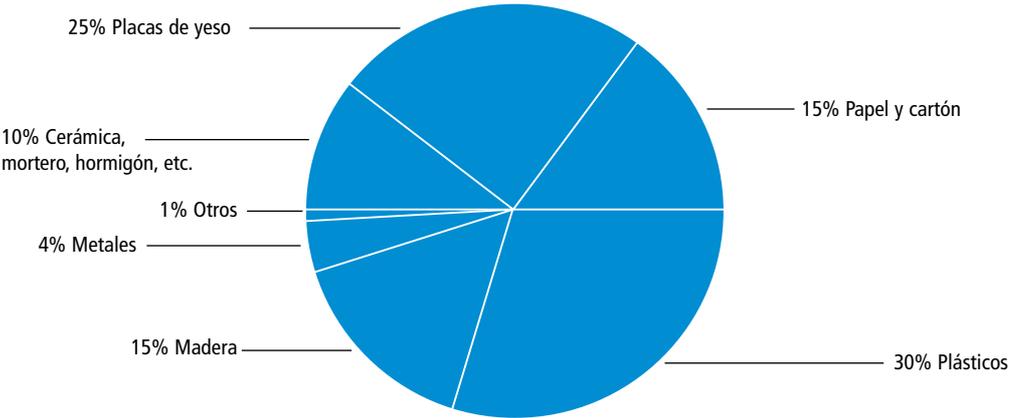
Fuente: ITeC

Valores finales de referencia sobre las tipologías de residuos en la fase de acabados tradicionales (en volumen)



Fuente: ITeC

Valores finales de referencia sobre las tipologías de residuos en la fase de acabados con cartón-yeso (en volumen)



Fuente: ITeC

En el caso de la fase de estructuras, la variación de los resultados en las obras analizadas fue sustancial, lo que explica que los valores de las tablas puedan presentar ciertas dispersiones.

Respecto a los materiales tóxicos, es conveniente que en el Plan se contemple una aproximación sobre los tipos y las cantidades que se producen en cada fase de obra (para facilitar la operación de identificación de las sustancias potencialmente peligrosas, consúltese el anexo 3).

- **Caracterización y cuantificación de los residuos en los derribos**

A diferencia de lo que ocurre en la evaluación de los residuos de obra, si queremos optimizar la gestión de los residuos del derribo (reutilización, reciclaje, etc.), deberemos cuantificar y caracterizar los materiales y los elementos mediante una exhaustiva medición del edificio. En esta caracterización del edificio objeto de demolición es necesario reflejar si se trata de un elemento o de un material, una aproximación sobre su cuantificación y su naturaleza y una primera idea de las posibilidades de valorización (reutilización, reciclaje, etc.).

A continuación exponemos una posible ficha tipo para poder establecer la medición:

Elemento	
Material	
Dimensiones, peso o volumen	
Tipo de residuos (inerte, no especial o especial)	
Posibilidades iniciales de valorización: (reutilización, reciclaje, tratamiento específico, no valorizables)	

En esta fase del derribo resulta muy importante identificar los materiales tóxicos o potencialmente peligrosos para que puedan ser separados de los demás y recibir un tratamiento específico.

Si no fuera posible una medición detallada -y puesto que la mayor cantidad de edificios se derriban a causa de su obsolescencia, técnica o funcional, y ello sólo ocurre a una determinada edad de los mismos-, es posible precisar la composición de las construcciones de una época determinada ya que, en la práctica, todas eran construidas de la misma manera. En este sentido, y según un estudio analítico realizado por el ITeC acerca de la composición de los edificios de entre 75 y 100 años de antigüedad, se determinó la siguiente tabla:

Evaluación del volumen de los residuos de derribo en edificación m³(volumen aparente)/m² construidos

MATERIALES	EDIFICIO DE VIVIENDAS DE OBRA DE FÁBRICA	NAVE INDUSTRIAL DE OBRA DE FÁBRICA	EDIFICIO DE VIVIENDAS DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN
Obra de fabrica	0,5120	0,5270	0,3825
Hormigones y morteros	0,0620	0,2550	0,5253
Pétreos	0,0820	0,0240	0,0347
Metales	0,0009	0,0017	0,0036
Maderas	0,0663	0,0644	0,0047
Vidrio	0,0004	0,0005	0,0010
Plásticos	0,0004	0,0004	0,0007
Betunes			0,0012
Otros	0,0080	0,0010	0,0153
TOTAL	0,7320	0,8740	0,9690

En el programa informático del anexo 5 se establece una primera aproximación a este tema calculando la producción de residuos según su naturaleza (pétreos, maderas, metales, etc.) y con arreglo a los valores de esta tabla.

1.4 Criterios para establecer el escenario de gestión externa

En este apartado se analizan los diferentes sistemas que permiten establecer las posibilidades de valorización de los residuos, para lo cual es necesario contar con una buena información sobre los gestores autorizados próximos a la obra.

Básicamente, es preciso conocer los siguientes datos:

- Información general de la empresa (persona de contacto, dirección, teléfono, etc.).
- Características del material de recepción y tipo de gestión que se lleva a cabo.
- Distancia desde la obra al punto de deposición del sobrante.
- Costes de alquiler de contenedores u otros sistemas de almacenamiento.
- Costes del transporte.
- Costes de aceptación y/o vertido del material.

El menor coste ambiental (y frecuentemente el menor coste económico) se consigue cuando:

- El gestor o gestores encargados de valorizar los residuos sean autorizados.
- La cantidad de residuos sea mínima.
- La distancia al lugar de deposición sea mínima y la red viaria esté en óptimas condiciones.
- Los materiales contenidos en los residuos estén aislados y separados unos de otros, puesto que así se facilita el reciclado o reutilización (el tipo de gestión depende de las posibilidades reales de valorización).

A cada gestor se le debe enviar estrictamente el residuo que va a aceptar, y hay que tener presente que cuanto más difícil sea la valorización del mismo, más costosa es su gestión. Vale la pena recordar en este punto que si un residuo pétreo (Clase I - menor coste de tratamiento) es contaminado por un material peligroso (Clase III - mayor coste), automáticamente la totalidad del residuo sobrante inerte pasa a ser de Clase III.

En algunos casos los vertederos y los centros de reciclaje de materiales inertes ya aplican sus tarifas en función del grado de homogenización de los contenedores. Por otro lado, si se desea reutilizar y reciclar los residuos y éstos no han sido separados correctamente, serán los centros de transferencia y clasificación los encargados de la gestión, y es éste el sistema más caro de valorización de sobrantes no tóxicos.

- Se genere el menor número de materiales potencialmente peligrosos, ya que su gestión es la que puede ejercer un impacto mayor y es la más costosa.

En el anexo 4 se ha elaborado una prueba piloto de confección de un mapa de gestores de residuos de construcción de Cataluña. (Téngase en cuenta, no obstante, que esta información puede sufrir importantes variaciones en periodos de tiempo muy cortos, de manera que deberá ser actualizada periódicamente a través de los organismos de cada Comunidad autónoma competentes en esta materia).

Es en esta etapa cuando, mediante el programa informático desarrollado en el anexo 5, se debe prever el coste de gestión de los residuos según diferentes escenarios de valorización, ya que esta información contribuye a decidir, en el siguiente apartado, el tipo de gestión y la organización de las operaciones en la obra y en el derribo.

1.5 Criterios para determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que se generarán en la gestión interna de los residuos de la obra y del derribo

Este apartado -y después de relacionar las cantidades y los tipos de residuos con los posibles valorizadores- se orienta a la selección de los sistemas de gestión y a la determinación de la organización de la obra y el derribo en función de las operaciones que se vaya a realizar.

En el caso del derribo, las posibilidades de valorización de los residuos definen tanto la organización de la gestión interna como el tipo de demolición selectiva. (El anexo 1 del *Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición* contiene información más detallada sobre este particular.)

A continuación exponemos un resumen de los principales criterios para esta etapa del Plan de residuos.

- **Para mejorar la manipulación de los residuos**

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

Se debe prever y optimizar el almacenamiento de los residuos para facilitar su transporte.

Los contenedores y las zonas donde se almacenarán los residuos deben estar claramente designados. Si se identifican de forma equivocada, se puede originar un problema ambiental grave.

Para poder llevar a cabo una correcta gestión de los residuos, se debe elaborar un plano de la obra y del derribo con un esquema de la distribución de los espacios de almacenamiento y del recorrido de la maquinaria.

Se debe prever la utilización de medios auxiliares específicos para la gestión de los sobrantes, según el tipo de clasificación que determine el plan de residuos. Por ejemplo, si se separan los residuos banales de los pétreos, es recomendable utilizar contenedores compactadores para los primeros, y una machacadora de obra o una planta recicladora para los segundos.

- **Sobre el transporte interno y externo de los residuos**

Los elementos de almacenamiento han de estar próximos a los accesos.

No se debe proceder a almacenamientos intermedios: cuantos menos movimientos se lleven a cabo desde el lugar en el que se originen los residuos hasta su deposición en el contenedor, mejor.

Las operaciones de transporte de residuos han de estar contempladas ya desde el propio proyecto, para que no interfieran -y para que se complementen- con las de ejecución de la obra y de derribo.

- **Para gestionar correctamente los residuos potencialmente peligrosos**

Deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice y debidamente protegida de la lluvia.

Se ha de impedir que un eventual vertido de estos materiales llegue al suelo, ya que de otro modo causaría su contaminación. Por lo tanto, será necesaria una impermeabilización del mismo mediante la construcción de soleras de hormigón o zonas asfaltadas.

Los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y cerrar perfectamente, para evitar derrames o pérdidas por evaporación.

Los recipientes en sí mismos también merecen un manejo y evacuación especiales: se deben proteger del calor excesivo o del fuego, ya que contienen productos fácilmente inflamables.

- **Para conocer el destino final de los sobrantes**

Es necesario describir en un formulario los residuos almacenados y su transporte, para así controlar su movimiento desde el lugar en que han sido generados hasta su destino final. Este formulario puede ser el albarán facilitado por los transportistas (el que certifica el vertedero o el gestor de residuos) o un documento específico realizado por la empresa constructora o de derribo donde figure el tipo de residuo, la cantidad y el destino final.

Se debe comprobar que los residuos han sido gestionados tal como se preveía en el Plan y que del proceso se han ocupado entidades autorizadas por las entidades competentes de cada Comunidad autónoma.

En definitiva, en este apartado se debe establecer la organización de la obra y el derribo, tanto en lo referido a las operaciones como a los procesos administrativos, siempre en función del sistema de gestión escogido:

Operaciones

- Descripción del tipo y disposición de los contenedores y de otras herramientas de gestión de los sobrantes (machacadora de obra, planta recicladora de materiales pétreos, compactadora, etc.) y de las zonas de almacenamiento de materiales.
- Descripción del flujo de los residuos y de los materiales dentro de la obra o del derribo, para evitar las interferencias y los desperdicios innecesarios.
- Etc.

Procesos administrativos y de gestión

- Descripción de los valorizadores encargados de la gestión de los residuos.
- Determinación de la información que se suministrará al personal de la obra y a las empresas subcontratadas, y establecimiento del tipo de contrato con esas empresas.
- Programación del seguimiento de la gestión y producción de residuos (fichas, partes, etc.).
- Selección del personal de obra encargado de las labores especiales relacionadas con la gestión de los residuos.
- Determinación de los procesos administrativos, según la legislación vigente de cada Comunidad autónoma.
- Etc.

En cualquier caso, por lo general siempre serán necesarios, como mínimo, los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para almacenamiento de materiales reutilizables.
- Un contenedor para residuos pétreos.
- Un contenedor y/o un compactador para residuos banales.
- Uno o varios contenedores para materiales contaminados.
- En el caso de obra nueva, y durante la fase de enyesados, un contenedor específico para este tipo de residuos.

La clasificación de los residuos banales en diferentes contenedores se realizará en función de si existen recicladores próximos y de si existe demanda de los mismos. Es decir, la proximidad de un reciclador de madera puede justificar la disposición de contenedores para separarla (y lo mismo con los plásticos, los metales y el papel).

En principio (hasta que la práctica del método haga posible adoptar valores más justificables), podemos considerar que la gestión interna de los residuos de la obra, cuando se aplican criterios de clasificación, cuesta, aproximadamente, 2,7 horas persona/m³.

Por último, una vez decidido el sistema de gestión, es posible conocer definitivamente el presupuesto de estas acciones mediante el programa informático del anexo 5.

2

Seguimiento de la gestión de residuos en la construcción de un conjunto residencial

El objetivo principal de este apartado es analizar, en un caso real, la aplicabilidad del Plan de gestión de residuos y de las recomendaciones desarrolladas en las fichas para los diferentes agentes que intervienen en una obra (véase el *Manual de minimización y gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición*).

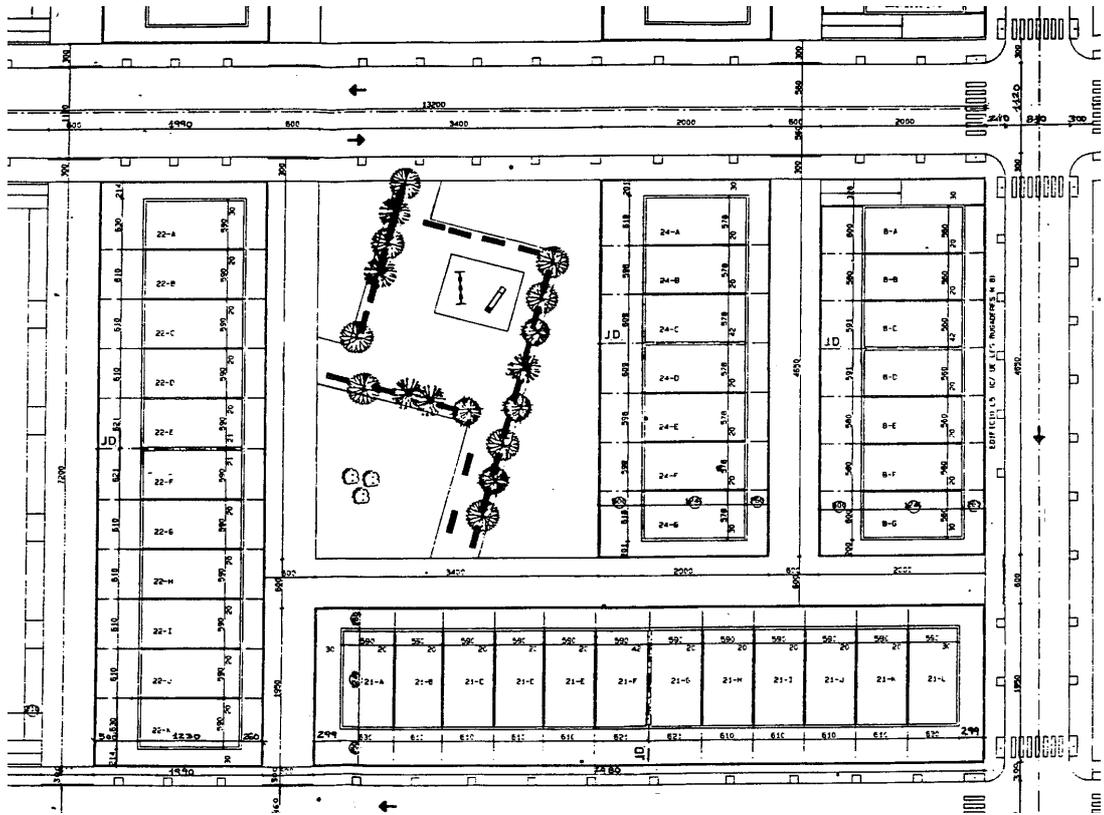
Cabe señalar que el seguimiento se realizó cuando las obras ya habían empezado y que, por lo tanto, algunos aspectos del Plan tan sólo se han podido analizar de forma parcial. En el anexo 6 se ofrece información detallada sobre diferentes aspectos de esta obra y de su seguimiento que, debido a su extensión, no son tratados en el presente apartado.

2.1 Descripción de la obra

El seguimiento se llevó a cabo durante la construcción de las fases 9 y 11 de un grupo residencial en Mollet del Vallès (Barcelona). El conjunto estaba formado por viviendas en hilera de planta baja y planta piso (con una superficie total aproximada de 5.000 m² construidos) y por bloques de cuatro alturas (con una superficie total aproximada de 8.399 m² construidos). En el caso de los bloques y en una parte de las viviendas en hilera se construyó una planta subterránea para aparcamientos. La urbanización contemplaba zonas verdes en los espacios libres entre los grupos de edificios.

Durante el seguimiento de las obras se observaron diferentes etapas de ejecución, tales como la estructura, los cerramientos interiores y exteriores y los acabados.

En los gráficos siguientes se presentan un plano y unas imágenes del conjunto.



Respecto a los sistemas constructivos utilizados, únicamente apuntar que se enmarcaban dentro de los que podríamos llamar construcción convencional. Remitimos de nuevo al anexo 6 para una descripción detallada de los diferentes elementos constructivos de los edificios.

2.2 Aplicación del Plan de gestión de residuos

● Objetivos generales

Los objetivos generales son parecidos a los descritos en el apartado 1.1, es decir:

- Incidir en la cultura del personal de la obra con el objeto de mejorar la gestión de los residuos que genera esta actividad industrial.
- Planificar y minimizar el posible impacto ambiental de los residuos de la obra. En este caso, esta gestión se ciñó, principalmente, a los objetivos de minimizar y clasificar en origen.
- Conocer las dificultades de establecer una metodología sencilla que facilite el control y la correcta gestión de los residuos generados durante todo el proceso de construcción.

● Objetivos particulares

- Reducir los residuos en la obra.
- Evaluar los residuos de cada etapa de la obra.
- Establecer el escenario de la gestión externa.
- Determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que genera la gestión interna.

Se desarrollan a continuación estos objetivos, siguiendo el índice establecido en el Plan de gestión.

● Sobre criterios para la reducción de residuos en obra

En este apartado tan solo se analizan los criterios de la fase de ejecución, ya que el Plan de residuos se aplicó con la obra ya empezada. No obstante, se pueden incluir algunas de las recomendaciones de la fase de programación.

Se resumen a continuación las principales acciones que se tuvieron en cuenta para reducir el volumen de residuos generados en la obra (en el anexo 6 aparece información más detallada sobre el desarrollo de cada uno de los siguientes puntos).

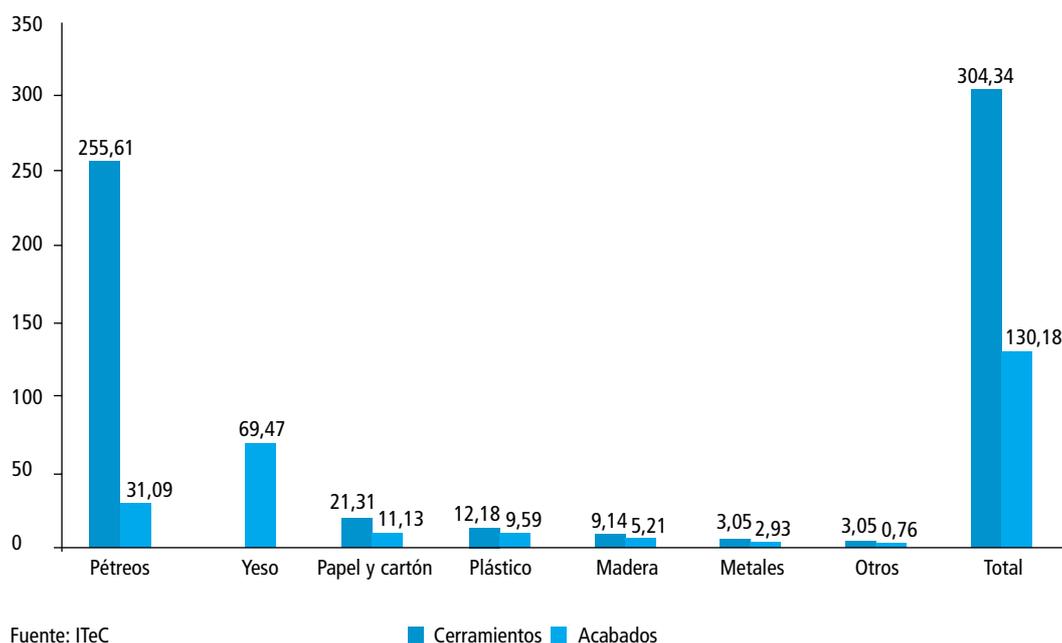
- Asegurar que cuantos intervienen en la obra (incluidas las subcontratas) conocían sus obligaciones en relación con los residuos y que se cumplían las normas y órdenes dictadas por la Dirección Técnica.
- Incluir las propuestas del constructor que tuvieran por finalidad minimizar, reutilizar y clasificar los residuos de la obra.
- Prever la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanecieran bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura de piezas y sus consiguientes residuos.

- Si se decidía la clasificación de los residuos, contar con los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se debe completar en el momento en que se originan.
 - Etiquetar debidamente los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos.
 - Disponer de maquinaria para el machaqueo de los escombros con el fin de fabricar áridos reciclados.
 - Incrementar, de manera prudente, el número de veces que se ponían en obra los medios auxiliares, como los encofrados y moldes, porque, una vez usados, se convertirán en residuos.
 - Impedir que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.
 - Extraer conclusiones de la experiencia en la gestión eficaz de los residuos de manera que pudieran ser aplicadas en la programación de otras obras.
- **Sobre criterios para la evaluación de los residuos de cada etapa de la obra**

Mediante los datos obtenidos por los estudios realizados por el ITeC y las condiciones particulares de la obra, se establecieron los valores teóricos de la producción de residuos por fases (véase el anexo 6) así como la determinación de los diferentes residuos peligrosos que se podían originar en cada una de ellas. En este punto conviene recordar que la aplicación del Plan corresponde tan solo a los dos meses en los que se llevó a cabo el seguimiento de la obra (en el apartado final de conclusiones se exponen las diferencias existentes entre los datos de referencia y los reales).

En el total de la obra, y teniendo en cuenta los diferentes bloques, se previeron los siguientes residuos:

Previsión de la producción de residuos (en volumen)



- **Sobre los criterios para establecer el escenario de gestión externa**

Con la finalidad de obtener un listado de las diferentes posibilidades de valorización (véase el anexo 6) se consultaron:

- El anexo 4, se ha elaborado una prueba piloto de confección de un mapa de gestores de residuos de construcción de Cataluña.
- El Registro General de Gestores de Residuos de Cataluña, de la Junta de Residuos de la Generalitat de Cataluña, donde se encuentran los gestores autorizados próximos a la ubicación de la obra.

- **Sobre los criterios para determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que se generarán en la gestión interna de los residuos de la obra**

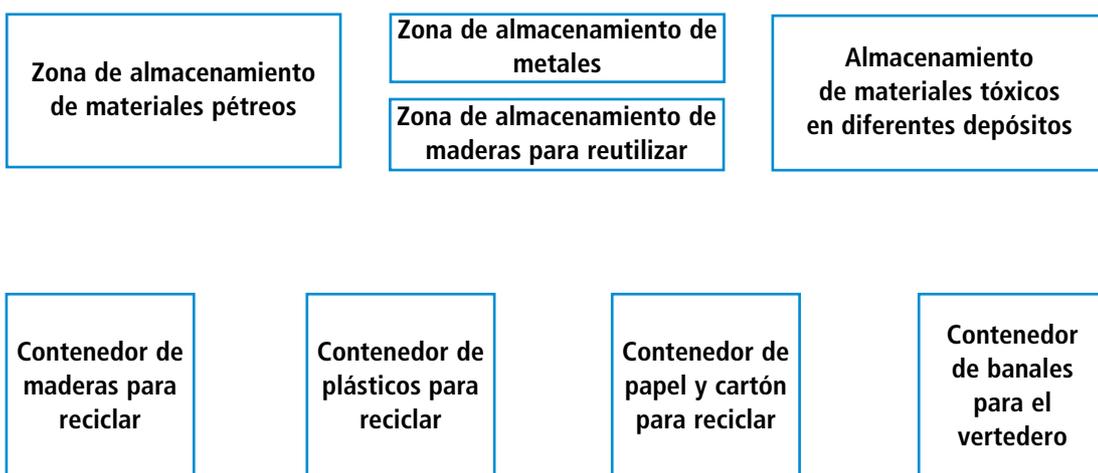
Una vez analizados los residuos que la obra generaba y sus posibilidades de valorización, se debía proceder a determinar la gestión de los mismos por tipologías de materiales. Además, era preciso organizar la obra en función del sistema de gestión definido (en el caso que nos ocupa, el anexo 6 compendia las recomendaciones particulares aplicadas por la empresa constructora).

Sistema de gestión previsto

Como modelo de gestión, y analizadas ya las diferentes posibilidades del apartado anterior, se escogió un solo gestor, responsable de valorizar los diferentes residuos de la obra de la siguiente manera (véase el anexo 6):

MATERIAL	ALMACENAMIENTO	TRACTAMIENTO EN OBRA	VALORITZACIÓ
Materiales pétreos	En la obra. No son necesarios contenedores	Machacadora (reducción del 50% de su volumen)	Reutilización en obra (relleno del ajardinamiento de las zonas verdes adyacentes)
Materiales no especiales, o banales	Sacos. Clasificación en obra. A cada material le corresponde un saco con un color determinado	Ninguno	Recicladora
Madera	En obra y contenedores. Clasificación en función de las posibilidades de valorización	Ninguno	Reutilización en obra Recogida por el propio suministrador Empresas recicladoras Vertedero
Plásticos, papel y cartón y metales	Los materiales procedentes de embalajes tendrán que ser gestionados por la empresa suministradora. La clasificación depende de si el material es reciclable o no. Los residuos no reciclables se depositan en el contenedor general de materiales banales. Los reciclables sin posibilidad de reutilización en la propia obra se depositan en diferentes contenedores de la empresa gestora (según la naturaleza del material). Los metales se almacenan directamente en el suelo (suelen ser gestionados en la propia obra)	Ninguno	Aplicación en la propia obra Recicladoras Chamarileros (en el caso de los metales)
Materiales potencialmente peligrosos	En un punto específico de la obra, debidamente protegido y señalizado	Ninguno	Retirados por la empresa encargada de su gestión (valorizador de residuos especiales)

Esquema de gestión de los residuos



Esta disposición respondía a unos planteamientos teóricos, ya que, debido a las dimensiones de la obra, algunos de los contenedores o el emplazamiento de las zonas de almacenamiento se tuvieron que reproducir en diferentes puntos para facilitar la gestión de los residuos.

Hasta este momento se ha previsto la gestión de los materiales sobrantes siguiendo los puntos propuestos por el Plan de residuos. A partir de aquí se expone el seguimiento de lo sucedido en la obra y las conclusiones finales sobre su aplicabilidad.

Tal como hemos comentado, una vez analizado el mapa de valorizadores establecido anteriormente, la gestión global de los residuos se adjudicó, por razones contractuales, a la empresa ya encargada de la gestión de los contenedores destinados al vertedero.

Gracias a la insistente intervención de los diferentes encargados de obra se completó una separación selectiva de los residuos.

Finalmente, es preciso saber que las diferentes subcontratas no se hacían cargo de los embalajes que producen y que tan solo asumían la obligación de acopiar los diferentes residuos generados durante la ejecución de la obra. Una vez limpia la zona de trabajo y almacenados los residuos en un único emplazamiento, los operarios encargados de la gestión de residuos separaron los diversos tipos sobrantes en diferentes sacos, que serían vertidos en los respectivos contenedores situados en la obra. (Esta operación hubiera requerido un esfuerzo mucho menor si fuesen los mismos operarios de las empresas subcontratadas los que hubiesen separado los residuos por tipologías a medida que los iban produciendo).

Es necesario que se haga cumplir el contrato con los diferentes industriales que intervienen en la obra, en el que se especifica que son ellos mismos los encargados de gestionar sus propios residuos. Asimismo cabe la posibilidad de especificar la alternativa de completar una clasificación selectiva en la obra.

Sobre este particular, los encargados insistían en la necesidad de educar al personal de obra y a las empresas subcontratadas, para paliar la falta de interés acerca de los residuos, interés del todo inexistente si no se vincula a obligaciones contractuales punitivas o incentivos económicos.

La clasificación selectiva de los residuos se llevó a cabo de una forma precisa durante las primeras semanas del seguimiento. Sin embargo, a partir de aquí, los residuos empezaron a aparecer mezclados debido a que la clasificación en origen no fue concebida correctamente o a que los sacos fueron vertidos indiscriminadamente en los diferentes contenedores sin tener en cuenta la naturaleza de los residuos, a pesar de que cada contenedor disponía de un cartel con el tipo de residuo que se debía depositar en su interior.

- **Materiales pétreos**

Iniciado ya el seguimiento de la obra, aparecieron una serie de problemas inesperados que modificaron la gestión prevista originalmente. Se refieren a los dos posibilidades para el machaqueo de los residuos pétreos (si bien, en última instancia, ninguna de ambas se llevó a cabo): la primera, comprar una machacadora de pequeñas dimensiones (la empresa constructora no consideró viable la operación económica); la segunda, realizar una prueba piloto con una machacadora de características similares, que se hallaba en fase de desarrollo industrial (durante el periodo del seguimiento aún no fue posible probarla).

Finalmente se optó por la clasificación de residuos prevista y por el transporte del material pétreo a una central de reciclaje. Aunque esta decisión comportaba ventajas económicas y medioambientales, los residuos fueron conducidos al vertedero, tal y como se estipulaba en el contrato establecido con la empresa gestora de los residuos.

- **Materiales no especiales o banales**

Una vez desestimadas las diferentes posibilidades de reciclaje de las maderas, plásticos y cartones, se decidió almacenarlos conjuntamente en un solo contenedor y depositar-

los en un vertedero de residuos no especiales. La situación deja patente, desde el inicio, los problemas de cómo gestionar unos residuos de gran volumen y poco peso con unos medios auxiliares no preparados para este fin.

Este asunto resulta de suma importancia pues si no se resuelve convenientemente, se transporta aire, con el aumento del impacto ambiental (consumo de energía en el transporte) y del coste económico que ello comporta. En un primer momento se utilizaron sistemas rudimentarios de compactación mediante peso (palletes, bovedillas cerámicas u otras piezas de gran formato, etc.). Finalmente se optó por buscar en el mercado sistemas de contenedores que incorporaran procesos de compactación. En cuanto al hierro, y como es práctica habitual, fue gestionado por chatarreros próximos a la obra.

2.4 Conclusiones

Si analizamos punto por punto los diferentes apartados del Plan de residuos, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- **Sobre la minimización de los residuos**

La única recomendación consolidada -la reutilización en la propia obra de los residuos pétreos- finalmente no se llevó a término debido a problemas ajenos al desarrollo de la obra.

Respecto a los aspectos asociados a la compra y el almacenamiento de los materiales y la repercusión que ejercen en la generación de residuos, se puede afirmar que si bien es cierto que la empresa constructora tuvo en cuenta tales aspectos no lo es menos que el análisis no contemplaba suficientemente esa perspectiva, y por esa razón es posible introducir ciertas mejoras.

En cuanto a los medios auxiliares, las principales conclusiones son que no se reutilizaron suficientemente y que se hubieran debido buscar alternativas válidas para todo el proceso de la obra (como elementos de seguridad, como energía en las viviendas de los propios operarios o de los edificios vecinos, etc.); de hecho, la única minimización que se realizó fue la nada recomendable "quemar" de los residuos de madera.

El seguimiento ha refrendado asimismo la necesidad de cumplir las recomendaciones expuestas en el apartado 1.2 del presente documento. Cabe recordar en este sentido que la minimización constituye la prioridad más importante de la gestión de los residuos, ya que si se consigue generar menos materiales sobrantes, o reutilizarlos en la propia obra, disminuye radicalmente el problema ambiental que provoca su gestión.

- **Evaluación de los residuos de cada etapa de la obra**

Pese a las buenas intenciones del personal encargado de la obra, no se pudo realizar un seguimiento exhaustivo de estos aspectos debido al ritmo elevado de ejecución y a la necesidad de garantizar otros aspectos como el coste, la calidad y la seguridad. Por este motivo, existen algunas divergencias entre los datos obtenidos y las previsiones. No obstante, es posible establecer ciertas comparaciones respecto a los valores teóricos expuestos en el apartado 1.3.

En las fases de cerramiento han aumentado considerablemente (un 20% por término medio) los residuos considerados como "otros" y han disminuido los pétreos en la misma

proporción. Este desfase se puede atribuir a que realmente se generen menos residuos de origen pétreo respecto los valores teóricos (en porcentajes inferiores a los obtenidos) y a la posible falta de precisión durante el seguimiento.

En la fase de acabados también se han reducido los sobrantes pétreos y, en cambio, se han incrementado los residuos procedentes de embalajes (plásticos y cartón). En este caso, los motivos podrían ser parecidos a los expuestos anteriormente: cierta desviación en los valores de referencia y en el proceso de evaluación de la producción de residuos.

Recuérdese, en relación con todo ello, que el seguimiento se practicó cuando la obra ya estaba empezada y que, por lo tanto, no se pudo analizar ninguna etapa de forma completa. Este hecho puede haber influido en los resultados obtenidos, sobre todo en la fase de acabados, ya que los residuos no se producen de forma lineal en el tiempo.

Respecto el volumen total de residuos, se observan diferencias importantes debido a dos posibles desviaciones:

- La parte proporcional construida en cada fase de la obra y en cada bloque durante los dos meses y medio de seguimiento se ha obtenido de forma aproximada, a partir de la información suministrada por el encargado de la obra.
- El valor de referencia de $0,1200 \text{ m}^3/\text{m}^2$ construido presenta, precisamente, la particularidad de ser un valor promedio teórico, susceptible de variaciones en razón del tipo de obra, del quehacer de los operarios, etc.

En cualquier caso, es importante que los valores de referencia vayan siendo corregidos por el constructor de la obra a medida que vaya disponiendo de un mayor número de datos acerca de la producción de residuos.

En cuanto a los sobrantes especiales, en el lugar específico de almacenaje de estos materiales se encontraron pilas, algunos botes de pinturas y siliconas, aerosoles y aceites. La recogida y la deposición de estos materiales se llevaron a cabo correctamente, gracias a la insistencia, tanto por vía oral como escrita, de los encargados de la obra. Sea como fuere, se debe tener presente que la gestión de los sobrantes tóxicos era el principal aspecto sobre residuos de construcción que la empresa constructora imponía como obligatorio en el marco del desarrollo de sistemas de calidad ambiental en las obras de construcción.

• Establecimiento del escenario de gestión externa

Los residuos se acostumbraban a valorizar mediante un único sistema (el vertedero), de modo que entre los responsables de la obra no existía el hábito de buscar y tratar con distintos valorizadores. En este caso, después de analizadas las distintas opciones, se decidió, por motivos contractuales, que los residuos serían valorizados mediante un único gestor, el mismo que se encargaba de la gestión hasta el momento de iniciar el seguimiento, al que se le asignó la valorización completa determinada en el apartado 2.2. En el caso de los residuos especiales se escogió el centro más próximo, uno de los pocos que tratan estos residuos en Cataluña.

A este respecto, y a pesar de que existe el Registro de Valorizadores de la Junta de Residuos de la Generalitat de Cataluña, se echa a faltar una herramienta más dinámica –por ejemplo, mediante la internet- con la que obtener información sobre los posibles gestores de una determinada cantidad y tipología de residuos de forma optimizada desde el punto de vista económico y medioambiental.

● Establecimiento de la gestión interna

El funcionamiento actual del sector hace difícil que los operarios, las empresas subcontratadas y los propios responsables de la empresa constructora lleven a cabo tareas medioambientales si no existen ciertas mejoras económicas o imposiciones legislativas importantes. En este caso, y como ya se ha comentado, no se reutilizó ni se recicló ningún tipo de residuo y tan solo se completaron acciones de separación en origen (materiales pétreos, no especiales y especiales) para, finalmente, depositar los sobrantes en sus respectivos vertederos. Los motivos de todo ello no se han podido acabar de establecer (contractuales, intereses particulares, etc.).

La relación entre la empresa constructora y el gestor de residuos se establecía en un marco en que ambas partes priorizaban los intereses económicos y particulares. Durante el seguimiento fue imposible conseguir que los residuos fuesen objeto de valorización por parte de diferentes gestores; asimismo, una vez determinado el gestor encargado y a pesar de realizar clasificación selectiva, también resultó imposible reciclar los residuos. Además, en algunos casos, las opciones de valorización no escogidas resultaban más económicas. Tampoco se estableció ningún tipo de control sobre el destino final de los residuos y sobre su coste (los porcentajes del alquiler del contenedor, del transporte o de las tasas de vertedero y reciclaje).

La clasificación de los residuos se realizaba correctamente si los encargados y jefes de obra disponían de tiempo para controlarla y supervisarla (en su opinión se trata de un problema de sensibilización).

Las operaciones de clasificación pueden llegar a multiplicar por dos las tareas habituales destinadas a limpieza de la obra y deposición de los residuos en los contenedores.

No obstante, cabe destacar que el proceso de separación realizado en la obra se hubiera podido optimizar fácilmente si fuesen los propios operarios quienes hubieran procedido al acopio de los materiales de forma selectiva en el lugar de trabajo.

En resumen, durante el seguimiento de la gestión de los residuos se han podido constatar algunos de los temas tratados en el análisis de la situación actual, resumidos ahora en los siguientes puntos:

Las obras siguen desarrollándose bajo criterios claramente consumistas, sin prestar atención a los problemas medioambientales. Este factor ha incidido directamente en el seguimiento de la obra y los resultados obtenidos.

Queda aún mucho esfuerzo para despertar una verdadera preocupación medioambiental en las obras, y es por ello importante desarrollar herramientas que faciliten la introducción de métodos de minimización en las fases iniciales del proyecto.

A pesar de la implantación de Sistemas de Calidad Medioambiental (exceptuando, quizás, los residuos especiales y los servicios de gestores autorizados), la planificación y ejecución de las obras no contemplan aspectos medioambientales y de gestión de los residuos, o, en el caso de incorporarlos, no se hacen cumplir.

Se debe promover la cultura de la minimización, la reutilización y el reciclaje entre los diferentes agentes que intervienen en la obra, ya que actualmente este tipo de criterios aparece desatendido.

No existe conciencia de la cantidad de residuos generados ni del coste de su gestión. Tampoco se establecen planes de gestión ni ningún control sobre la disposición final de los residuos.

En definitiva, y como conclusión general, podemos afirmar que los residuos todavía no forman parte de la cultura de la obra. Los planes de gestión de residuos se presentan como una herramienta imprescindible para mejorar la situación actual.

3

Seguimiento de la gestión de residuos en la desconstrucción de unos cuarteles militares

Dos son los principales objetivos de este apartado; por una parte, analizar un proyecto de desconstrucción en el que el ITeC ha colaborado mediante la aportación de las recomendaciones desarrolladas en las primeras fases de este proyecto Life (véase el *Manual de minimización y gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición*); y, por otra, determinar los problemas y las divergencias surgidas entre el seguimiento de la obra y la etapa de proyecto con el fin de alcanzar unas conclusiones que mejoren y optimicen la gestión actual de los residuos en los derribos.

En el caso a que nos referimos no se pudo aplicar directamente el Plan de gestión expuesto en el presente documento, y por esa razón se ha tomado como elemento de referencia el proyecto ejecutivo de la desconstrucción. (Remitimos de nuevo al Anexo 6 para recabar información detallada acerca de aquellos aspectos del derribo y del seguimiento que, debido a su extensión, no han sido tratados en este apartado).

3.1 Descripción de la obra

- Antecedentes

En 1997 el Ministerio de Defensa desalojó el presente cuartel militar, situado en los términos municipales de Barcelona y Hospitalet de Llobregat. El motivo de este desalojo fue la venta tanto de los edificios como del terreno a la Generalitat de Cataluña para ubicar en un futuro la Ciudad de la Justicia, un conjunto de dependencias destinadas a diferentes servicios judiciales.

- Historia

El cuartel fue proyectado el año 1929 en unos terrenos propiedad del Conde de Caralt, quien los vendió a la Junta Mixta del Estado español para establecer el Régimen de Ingenieros del Ejército de Tierra. Las obras se prolongaron hasta el año 1934, si bien a

lo largo de los años los edificios sufrieron diversas ampliaciones y acondicionamientos. El estilo general del conjunto se puede calificar como de "renacentista".

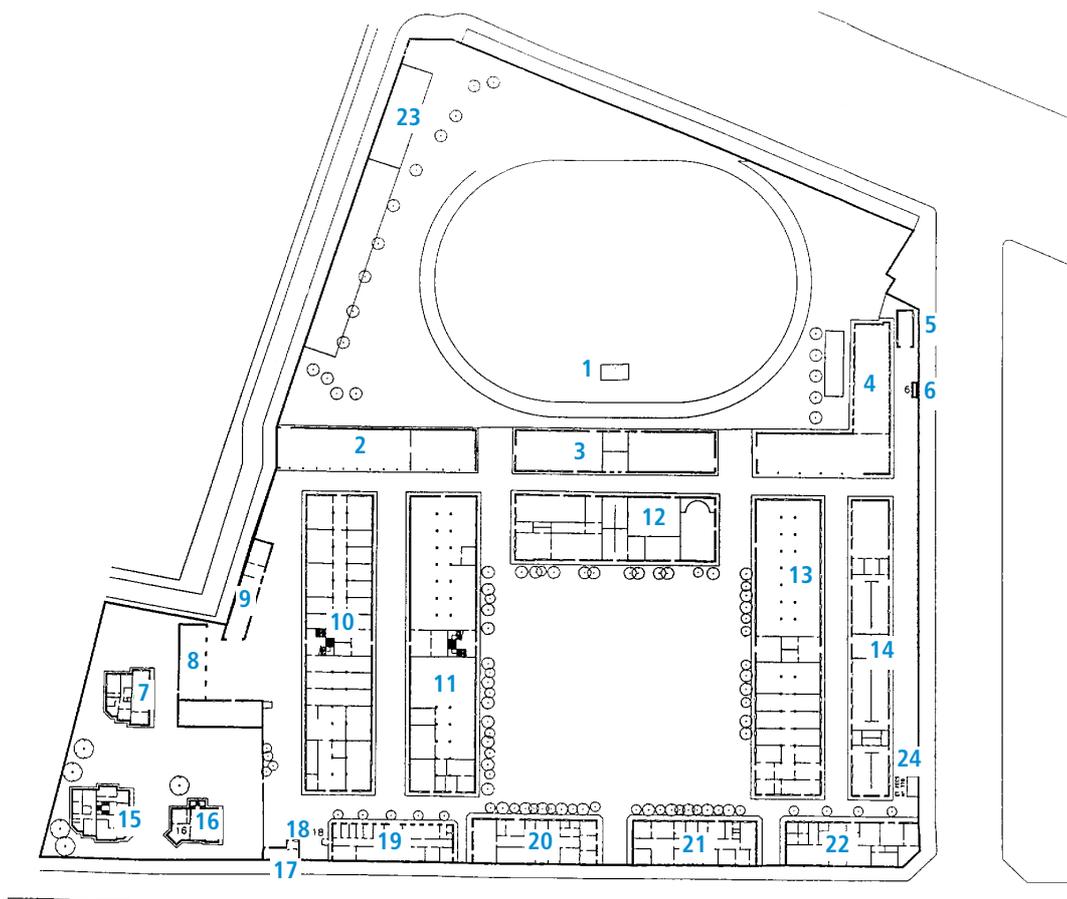
La mayoría de los edificios, nueve en total, están sujetos a una catalogación patrimonial por parte del Ayuntamiento de Hospitalet de Llobregat, por lo que fue necesario tramitar la descatalogación para iniciar la desconstrucción de los mismos.

● Descripción del recinto

Dentro del recinto enmarcado por un muro de obra de fábrica existen un total de 23 edificios de alturas variables entre planta baja y un máximo de planta baja más tres alturas. El acceso principal está situado en la Gran Vía de les Corts Catalanes, aunque existen numerosas entradas secundarias.

Las construcciones están dispuestas según el plano siguiente, y de entre ellas las más características -que además son las que están catalogadas- son las nueve que rodean el Patio de Armas. En la zona sur del recinto está situada la zona noble, un total de tres viviendas unifamiliares donde residían los altos cargos militares.

En la siguiente figura podemos observar un plano general de las instalaciones.



La construcción del conjunto es tradicional, a base de una estructura de paredes de fábrica de ladrillo y forjados realizados con viguetas de acero laminado en caliente y bovedillas cerámicas. Todos los edificios están rodeados por calles pavimentadas y algunas jardineras. El recinto dispone de un antiguo campo de deportes y varios talleres/garajes de estructura metálica y chapas de fibrocemento. En total, 29.933 m² construidos, de los cuales 25.549 m² están catalogados.

● Objetivos generales

Los objetivos generales son los mismos que los descritos en el apartado 1.1, es decir:

- Incidir en la cultura del personal de la obra con el objeto de mejorar la gestión de los residuos que genera esta actividad industrial.
- Planificar y minimizar el posible impacto ambiental de los residuos de la obra. En este caso, esta gestión se ciñe, principalmente, a los objetivos de minimizar y clasificar en origen.
- Conocer las dificultades de establecer una metodología sencilla que facilite el control y la correcta gestión de los residuos generados durante todo el proceso de construcción.

● Objetivos particulares

- Reducir los residuos en la obra.
- Evaluar los residuos.
- Establecer el escenario de la gestión externa.
- Determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que genera la gestión interna.

Se desarrollan a continuación estos objetivos, siguiendo el índice establecido en el Plan de gestión.

● Sobre criterios para la reducción de los residuos en obra

En el caso de un derribo, y tal como se ha expuesto en el apartado 1.2, existen dos sistemas principales para conseguir reducir los residuos. El primero es sustituir el derribo por la rehabilitación. El segundo consiste en reutilizar los materiales sobrantes en la propia obra.

Rehabilitación: una solución óptima para reducir al máximo los residuos

En el caso que nos ocupa se barajó inicialmente la posibilidad de someter los edificios existentes a un proceso de rehabilitación, tras el cual destinarlos a los nuevos cometidos. De esta manera se podrían haber reducido al mínimo los residuos generados, y haber cumplido directamente la primera de las tres erres (Reducción, Reutilización y Reciclaje), puesto que la mejor forma de gestionar los residuos es que no se generen. No obstante la tipología de los edificios y su poco valor arquitectónico y funcional han sido motivos suficientes para desestimar esta operación.

Reaprovechamiento de los residuos en la propia obra

Un segundo criterio para reducir el volumen de residuos es que la propia obra digiera los sobrantes que ha generado el derribo. En nuestro caso, el material pétreo podría haber sido reutilizado, tras haber sido convenientemente clasificado y tratado, aunque únicamente para prestaciones inferiores (como por ejemplo rellenos, trasdosados, etc.), ya que se trata esencialmente de productos cerámicos de resistencia baja. Sin embargo, y debido a que aún se desconoce el proyecto de ejecución de la futura Ciudad de la Justicia, no ha sido factible realizar esta operación.

- Sobre criterios para la evaluación de los residuos

Valoración de la generación de residuos, según el proyecto ejecutivo

Los cálculos no se realizaron a partir de la Guía de aplicación del Decreto 201/1994 de la Generalitat de Cataluña, sino a partir de una medición a pie de obra, en la que se estableció un cómputo aproximado de todos los materiales con sus correspondientes espesores. Una vez determinados los volúmenes, se contactó directamente con gestores de residuos para que facilitaran los diferentes coeficientes de densidad y poder establecer sus pesos.

Distribución de los residuos según los materiales:

TIPO MATERIAL	KG TOTALES
Material pétreo	58.347.000
Acero laminado	635.600
Hierro colado	4.680
PVC	1.450
Madera	134.000
Fibrocemento	61.000
Otros	8.900

Respecto a los materiales peligrosos o tóxicos, el proyecto ejecutivo contemplaba la eventual aparición de soluciones ácidas, soluciones alcalinas, sales, pinturas y disolventes, aceites, CFC, etc.

Valoración de la producción de residuos según la Guía

Aunque para averiguar la magnitud de residuos a que dará lugar la desconstrucción no se han seguido los datos propuestos por la Guía, sí se ha querido comparar los valores obtenidos en ambas metodologías para así determinar las desviaciones respecto a la cantidad real de sobrantes generados.

Se ha escogido como modelo el ejemplo de la nave industrial, porque responde a la tipología de edificios que más se aproxima al cuartel. Y así, según la Guía, se obtienen los siguientes valores:

MATERIAL	VOLUMEN REAL (m ³)	VOLUMEN APARENTE (m ³)	PESO (kg)
Obra fábrica	9.279	15.775	16.702.921
Hormigones	4.490	7.633	10.327.075
Pétreos	419	718	1.047.674
Metales	30	51	233.482
Maderas	1.137	1.928	688.472
Vidrio	9	15	23.947
Plásticos	6	12	11.973
Otros	18	30	179.601

- **Sobre los criterios para establecer la gestión externa de los residuos**

Para seleccionar los posibles valorizadores autorizados de los residuos producidos (véase el Anexo 6) se consultó la lista que facilita la Junta de Residuos de la Generalitat de Cataluña (Registro General de Gestores de Residuos de Cataluña). Para cada tipo de residuo se estudió la gestión más adecuada, considerando los costes de su recuperación y/o extracción y de selección, junto con la valorización económica que se obtendría de su venta a la planta de tratamiento, depósito controlado o ecoparque.

- **Sobre los criterios para determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que se generan en la gestión interna de los residuos de obra**

A continuación se describe la gestión de residuos prevista para la desconstrucción del cuartel, según lo descrito en el proyecto ejecutivo.

Se divide el proceso de desconstrucción del cuartel en dos fases; una primera en la que se procede a una limpieza de los inmuebles y a la extracción de todos aquellos materiales no pétreos reutilizables; y una segunda fase en la que se lleva a cabo la demolición de los edificios por medios manuales y mecánicos, tras la cual se completa la selección y recogida de los escombros.

Se puede apreciar que la desconstrucción está más enfocada a una revalorización de los materiales mediante el reciclaje, que mediante la reutilización: tan solo una pequeña parte de los mismos será transportada a un depósito controlado.

A continuación se muestran los dos apartados en los que se ha dividido el sistema de gestión previsto.

Identificación, clasificación y características de los materiales

El primer paso es distinguir los materiales y elementos que componen las diferentes edificaciones según sean elementos reutilizables, materiales tóxicos o materiales reciclables (no se alude a los materiales destinados a vertederos controlados).

- **Elementos reutilizables**

El Proyecto Ejecutivo no considera reutilizable ningún elemento constructivo. Esto se debe a que las diferentes construcciones han quedado en muy mal estado a causa del paso del tiempo y al vandalismo padecido. No obstante, se menciona que avisará a las bolsas de material usado de construcción por si hubiera algún interesado en adquirir los perfiles laminados y las cerchas de madera.

- **Materiales tóxicos**

Se expone un listado de las posibles sustancias tóxicas presentes en el recinto, aunque no se ha observado ninguna de ellas durante el reconocimiento previo.

- **Materiales reciclables**

En este grupo se consideran reciclables el material pétreo, el metal y la madera, y se excluyen, en cambio, el vidrio, el plástico, el material textil, el papel y el asfalto.

Aunque el Proyecto no muestra un tercer grupo que englobe los residuos destinados a

vertedero, sí menciona que elementos como colchones, baterías, etc. serán llevados al ecoparque o punto verde más cercano a la obra y que los restantes materiales serán trasladados a un vertedero controlado.

Gestión de los residuos

El proyecto ejecutivo dedica este apartado al tipo de gestión elegido diferenciando cada uno de los materiales existentes.

- Material pétreo

Este material será transportado a un depósito controlado de residuos de la construcción y demolición (en adelante RCD) autorizado por la Junta de Residuos.

- Material metálico

Todos los materiales férricos y otras aleaciones se transportarán hasta la planta de reciclaje, donde serán de nuevo fundidos. En este apartado se alude a la posible reutilización de los perfiles laminados. En el caso de que no se encuentren interesados, también serán llevados a la planta de tratamiento.

- Madera

Se reciclará toda la madera que se extraiga del recinto, que será transportada a un gestor especializado en el reaprovechamiento de este material.

- Materiales desechables

El Proyecto Ejecutivo no menciona explícitamente el vertido de los residuos como última opción para la eliminación de los mismos, pero lo hace indirectamente negando la posibilidad de revalorizar el material a través de la reutilización o el reciclaje. Así sucede con el plástico, el textil, el vidrio, el papel y el cartón y el asfalto, que tendrán que ser trasladados a un vertedero controlado o a un ecoparque. Tan solo aparece un material del que se precisa su destino en un vertedero específico, y es el fibrocemento procedente de los talleres y garajes.

Con estos datos se completan los diferentes puntos que forman el Plan de gestión de residuos, si bien, como se ha comentado ya, en el caso que analizamos el estudio se basa en el Proyecto Ejecutivo de la desconstrucción, ya que el Plan de residuos no pudo ser aplicado de forma directa.

Los siguientes apartados están dedicados al seguimiento del derribo y a las conclusiones finales sobre lo observado en la obra.

3.3 Seguimiento de la desconstrucción y del sistema de gestión de los residuos

- Ejecución material de la desconstrucción

- Limpieza de edificios

El hecho de que los inmuebles tan solo presentaran tres tipos de materiales (material pétreo, metal y madera) y que la instalación eléctrica fuera extraída y recuperada con

anterioridad, facilitó enormemente la limpieza de estas dependencias. Fundamentalmente, las operaciones de limpieza consistieron en la extracción de madera, del metal no estructural y de las planchas de fibrocemento.

- Madera

La separación de materiales consistía en el desmontaje de toda la madera procedente de puertas y hojas de ventanas –prescindiendo de los marcos-, que una vez desmontada se tiraba por las mismas aberturas al exterior. Desde las calles que rodeaban los edificios –donde caían- una pala cargadora las transportó directamente sobre camiones.

- Metal

Se decidió no reutilizar el metal estructural, ya que habría aumentado excesivamente la duración y coste de la obra. Los únicos elementos recuperados íntegramente fueron las rejas y barandillas de hierro de fundición (a pesar de que la operación no estaba contemplada en el proyecto de ejecución). El sistema de desmontaje consistió en soldar los extremos de las rejas/barandillas y almacenarlos en la planta baja.

- Fibrocemento

El procedimiento seguido consistió en regar las placas con agua como medida preventiva para evitar que se levantara polvo durante su desmontaje y éste fuese aspirado por los operarios. A continuación, y con la ayuda de un soplete se extrajeron las puntas que fijaban las placas sobre los cabios, de manera que éstas quedaron sueltas inmediatamente. Una vez completada esta operación se bajaron a nivel del suelo con una cuerda provista de un gancho y desde allí fueron almacenadas en un contenedor específico.

- Polvorín

En el proyecto ejecutivo no se mencionaba una sustancia desconocida que se observó en el polvorín durante una visita de obra. Por esa razón, antes de proceder a la demolición del mismo, se tuvo que analizar dicha sustancia en un laboratorio especializado para conocer sus características y así proponer una gestión adecuada. Finalmente se comprobó que se trataba de talco.

- Viviendas unifamiliares

En este tipo de viviendas no se realizó ningún tipo de limpieza debido a la gran suciedad producida por los colectivos que residían en ellas tras la desocupación de las instalaciones militares. Tal decisión se adoptó como medida de precaución y seguridad de los operarios. El resultado, no obstante, fueron unos residuos muy heterogéneos, razón por la cual no pudieron ser llevados al depósito controlado de residuos del Puerto Autónomo de Barcelona.

- Demolición

- Edificios sociales y viviendas unifamiliares

La demolición por cable fue el procedimiento empleado para los edificios. Las operaciones proseguían con la separación del material metálico estructural del material pétreo, con la ayuda de la pala cargadora. La madera procedente de los marcos de puertas y ventanas se clasificó manualmente.

- Talleres y garajes

La demolición se ejecutó mediante empuje. Una vez demolidos los talleres, se clasificó el material. Este tipo de edificio no presentaba apenas material pétreo, ya que la estructura era esencialmente metálica. Durante la demolición se recuperaron los cabios de madera sobre los que se apoyaban las chapas de fibrocemento, que fueron depositados en un contenedor específico.

● Gestión de los residuos

- Materiales pétreos

El material pétreo estaba compuesto esencialmente por cerámica (tochana), un pequeño porcentaje de hormigón y escayola. Se desestimó su reciclaje debido:

- Al alto coste que supone una maquinaria apropiada.
- Al aumento de la duración total de la obra.
- A la acumulación de material pétreo en el recinto.
- A la mala calidad del material pétreo (cerámica).
- A la proximidad de un vertedero controlado que reutiliza este tipo de residuo para la ampliación del puerto.

Tan solo se reincorporó a la obra una pequeña parte de este material para rellenar el sótano del polvorín y la piscina.

- Metal

Únicamente se destinaron a la reutilización las rejas y las barandillas procedentes de los edificios sociales y algunas de las jácenas que no sufrieron daños durante la demolición. Estos elementos fueron adquiridos por el mismo gestor que se quedó la madera reutilizable (a excepción de las jácenas, de las que aún se desconoce el comprador). El material metálico procedente de la estructura fue separado y posteriormente recogido por el propio gestor.

- Madera

Toda la madera fue destinada al reciclaje debido a la mala calidad de la misma y a los recubrimientos que presentaba. Aun así hubo un pequeño porcentaje que se pudo reutilizar: los cabios de madera de los talleres. El proceso se desarrolló con dos gestores distintos, el primero estaba especializado en el reciclaje, mientras que el segundo actuaba simplemente como punto de reventa al que suelen acudir profesionales del sector de la construcción y de la ebanistería.

- Fibrocemento

Debido a las características cancerígenas de este material cuando se desprenden las fibras de amianto, se estipuló su transporte a un vertedero industrial de residuos no especiales.

- Otros

Materiales como el plástico, el vidrio, los textiles, etc. fueron separados y llevados a un vertedero controlado, pues, de hecho, su volumen era insignificante.

- Residuos producidos durante la obra y comparación de resultados

MATERIALES kg	GUÍA DE APLICACIÓN del Decreto 201/1994 kg	PROSPECCIÓN SEGÚN EL PROYECTO EJECUTIVO kg	RESULTADOS REALES kg	PESOS REALES DE LOS RESIDUOS kg/m ²
Pétreos	28.077.670	58.347.000	42.788.000	1.429,00
Metales	233.482	640.280	413.280	14,00
Madera	688.472	134.000	76.900	2,60
Vidrio	23.947			
Plástico	11.973	1.450		
Fibrocemento		61.000	4.900	0,16
Otros	179.601	8.900	54.000 ¹	1,80
TOTAL	29.215.145	59.192.630	43.337.080	1.448,00

Analizando los datos extraídos de la Guía, de la prospección realizada por la dirección de obra y de los resultados reales, se aprecia que tanto los valores parciales de cada material como el valor total de los residuos presentan divergencias importantes entre sí.

Esto puede hacer pensar que tanto la metodología propuesta por la Guía como la medición realizada a pie de obra no son lo suficientemente exactas para calcular de antemano la magnitud aproximada de residuos que se van a generar. Sin embargo, hay que puntualizar que, por la tipología constructiva del cuartel, no es de extrañar que el edificio no se adaptara totalmente a uno de los tres modelos de edificios propuestos en la Guía.

Por tanto, mientras no se cuente con una muestra estadística lo suficientemente amplia y representativa, es difícil disponer de unos valores lo suficientemente rigurosos como para establecer unos valores rigurosos para capa tipo de construcción.

El desfase respecto los datos obtenidos mediante la prospección realizada a pie de obra en el proyecto ejecutivo se puede deber a una cierta inexperiencia que aún persiste en el sector de la construcción para valorar correctamente los RCD. En la falta de precisión también puede haber influido la inexistencia de herramientas de trabajo apropiadas, las grandes dimensiones del recinto y la larga duración y costes que supondría dicha medición.

Por lo demás, hay que tener en cuenta que los valores reales de residuos obtenidos en los meses entre febrero y mayo han sido facilitados por los gestores de residuos, mientras que el peso generado durante el mes de junio es estimativo, debido a que se desconocen los datos en el momento de la redacción de este informe.

En síntesis, y aunque los resultados obtenidos podrían servir para hacer una primera previsión sobre los residuos que se generarán en el derribo, se debe ampliar el número de edificios que actualmente aparecen en la Guía y se han de crear nuevas herramientas que ayuden a realizar una correcta medición del edificio para poder obtener una mejor estimación de los materiales sobrantes que deberemos valorizar.

1. Este valor corresponde a los residuos no clasificados procedentes de los edificios de la zona noble y que han sido llevados a un vertedero controlado.

En este caso, a diferencia de la obra de Mollet del Vallès, el planteamiento inicial del proyecto ya incorporaba criterios medioambientales, básicamente centrados en el reciclaje de los materiales.

Como aspectos más importantes podemos destacar los siguientes:

- **Desconstrucción acorde con el escenario actual de valorización**

En general, es posible afirmar que, a pesar de que en algunas actuaciones en concreto han prevalecido los criterios económicos, se ha llevado a cabo una desconstrucción acorde con el escenario actual de valorización.

- **Desconstrucción orientada al reciclaje**

Se decidió realizar una desconstrucción orientada al reciclaje ya que la mayoría de elementos constructivos carecían de valor en el mercado debido a la sencillez de los mismos o a su precario estado y porque con su venta no se habrían cubierto los gastos de desmontaje.

- **Necesidad de redactar un Plan de gestión de residuos**

Se ha constatado la necesidad de elaborar un Plan de gestión de los residuos (que podría formar parte del proyecto de derribo) con el que prever y optimizar los sistemas de valorización, ya que se ha podido comprobar que la gestión de residuos durante la desconstrucción se ha visto modificada en numerosos casos en relación con la gestión propuesta por el proyecto ejecutivo.

Es necesario, por consiguiente, desarrollar un buen plan de trabajo para garantizar la menor duración y coste de la obra. Para ello se deberían especificar la sucesión de los grupos de desmontaje, los gestores definitivos de residuos, la cantidad y disposición de contenedores (que en el caso que nos ocupa no tenían una ubicación predeterminada), etc.; datos de los que aún carecen los proyectos ejecutivos.

- **Necesidad de herramientas de trabajo**

Se debería establecer un sistema de medición de los residuos generados con el que conseguir una aproximación más exacta a los valores reales, pues, como se aprecia en la tabla anterior, los valores obtenidos por las diferentes metodologías aplicadas no han sido lo suficientemente ajustados a la realidad.

Si se desconoce de antemano la magnitud aproximada de residuos que se generarán durante la desconstrucción/derribo, no se podrá desarrollar un buen plan de residuos que certifique la mejor gestión de cada material e, implícitamente, el menor coste y duración de la misma. Por lo tanto, es de suma importancia desarrollar herramientas que faciliten y aceleren la medición de este tipo de sobrantes.

En estos momentos el ITeC ultima un sistema informático asociado a los programas de presupuestos para que, tras la medición exhaustiva del edificio, se obtenga el volumen de los residuos generados.

- **Reutilización**

Como ya se ha comentado en el apartado 3.3, el sistema de gestión previsto por el Proyecto Ejecutivo no preveía la reutilización de ningún tipo de elemento constructivo,

aunque durante la ejecución material de la desconstrucción se constató la viabilidad de recuperar varios elementos.

- **Gestión de residuos peligrosos**

Aunque el cuartel no presentara sustancias tóxicas o peligrosas, se ha prestado una especial atención en llevar a cabo los análisis de aquellas sustancias cuya composición se desconocía. También se ha mostrado un especial cuidado en el desmontaje y almacenamiento del fibrocemento, que ha logrado que no se hayan desprendido fibras de amianto al entorno que pudieran haber afectado gravemente la salud de los operarios y los vecinos. Estos dos aspectos demuestran la paulatina concienciación respecto a este tipo de materiales.

- **Necesidad de un mayor número de plantas de transferencia y de recicladores**

Durante el seguimiento de la desconstrucción se ha observado que la revalorización de algún material -como la madera o el metal, por ejemplo- ha comportado, en numerosos casos, unos desplazamientos superiores a la hora de duración. Este factor repercute en el incremento del coste de la gestión del residuo (gasolina + transportista + gasto deposición en planta de tratamiento) y además induce a una reflexión: determinar qué impacto ambiental es superior, si el que genera la conducción de este material al vertedero controlado (prescindiendo, por consiguiente, de su revalorización) o el que ocasionan las emisiones y el consumo energético que se producen durante el transporte al revalorizador.

En consecuencia, para fomentar y facilitar al poseedor de los RCD la correcta gestión de los mismos, hay que implantar en todo el territorio un mayor número de plantas de transferencia y de empresas recicladoras.

- **Cumplimiento de las prescripciones de seguridad**

Es importante destacar que en todo momento cumplieron las prescripciones relacionadas con la seguridad de los trabajadores y del entorno.

Por último, y como conclusión del seguimiento, señalamos algunos de los asuntos tratados en el análisis de la situación actual que se han podido contrastar en esta obra:

A pesar de las buenas intenciones de los participantes en el derribo (promotores, Dirección Facultativa, empresas de derribo, etc.), algunos aspectos todavía se desarrollan bajo criterios de tipo economicista, sin prestar suficiente atención a los problemas medioambientales.

Es necesario que en las obras promovidas por la administración se realice una máxima desconstrucción y reaprovechamiento de los residuos, siempre teniendo en cuenta el mercado actual de valorizadores y, evidentemente, criterios de coste.

Asimismo, se han de respetar los criterios de jerarquía en la gestión de los residuos. Se debe insistir en minimizar y reutilizar los derribos en el propio emplazamiento (algo que no sucedió en el derribo de los cuarteles, donde básicamente se ha apostado por el reciclaje, dejando de lado la reutilización, por motivos económicos y de tiempo).

Igualmente, se tiene que estimular la aplicación de Planes de gestión de los residuos para poder prever y optimizar los sistemas de valorización.

Por fin, y como ya se ha anunciado repetidamente, en todo momento se ha promovido la cultura de la reutilización y el reciclaje entre los diferentes agentes que intervienen en el derribo.

4

Anexos

Anexo 1. Minimización en las obras de construcción

A continuación se exponen las recomendaciones que aparecen en el *Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición* relacionadas con la reducción del volumen de residuos, según las tres fases principales de la obra: el proyecto, la programación y la ejecución.

- En la fase de proyecto
 - Prever, desde el proyecto mismo, la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a generar.
 - Optimizar las secciones resistentes de los elementos constructivos que forman el grueso de la obra con el objeto de emplear menos recursos y, por lo tanto, originar menos residuos.
 - Los proyectos se deben ajustar a criterios de coordinación dimensional respetando los formatos modulares de los materiales y elementos constructivos utilizados.
 - Usar elementos prefabricados e industrializados, ya que se montan en la obra sin apenas transformaciones que originen residuos.

Los elementos constructivos de cerramiento exterior o interior han de ser resueltos mediante la yuxtaposición de capas de materiales adecuados, para de este modo facilitar la recuperación selectiva de materiales homogéneos durante los procesos de construcción, mantenimiento o derribo.

- Planificar las grandes obras de manera que en su ejecución se origine un "residuo nulo".

Se trata de que la propia obra sea el lugar de digestión de todos los residuos que origina. Por ejemplo: en la construcción de rellenos de firmes, subbases de pavimentos, hormigones de baja resistencia, etc. se pueden incorporar áridos procedentes del reci-

clado mediante machaqueo de los residuos de naturaleza pétreo, que alcanzan un 85% de los residuos que se originan habitualmente.

- Introducir en el proyecto elementos reutilizados que provengan de construcciones anteriores, puesto que se contribuye así a minimizar la producción de residuos.
- Incluir aquellas propuestas del constructor que tengan por finalidad minimizar, reutilizar y clasificar los residuos de la obra.

En este sentido, y siempre que sea posible, resulta conveniente organizar reuniones informativas entre la Dirección Facultativa y la empresa constructora para determinar aquellos aspectos del proyecto de edificación susceptibles de ser mejorados para conseguir minimizar y mejorar la gestión de los residuos.

- Limitar y controlar la utilización de materiales potencialmente tóxicos, tales como fluidificantes, desencofrantes, líquidos de curado del hormigón, pinturas, etc.
- Proponer alternativas o limitar el empleo de técnicas que generen una gran cantidad de residuos de difícil valorización o que perjudiquen a los demás sobrantes, como, por ejemplo, el enyesado.

● En la fase de programación de la obra

- Es necesario optimizar la cantidad de materiales, ajustándolos a los estrictamente necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar que la rotura de piezas dé lugar a residuos.
- Los residuos originados deben ser gestionados de la manera más eficaz para reducir la cantidad y mejorar su valorización. Para lograrlo, es necesaria la aplicación de un Plan de residuos que optimice y planifique esta gestión.
- La planificación de la obra ha de partir de las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización (identificación de las cantidades y características de los residuos), y disponer de un directorio de los compradores de residuos, los vendedores de materiales reutilizados y los recicladores más próximos.
- Se prestará especial atención a la correcta gestión de los residuos potencialmente peligrosos que se generan durante la ejecución de las obras.
- El personal de la obra que participa en la generación y en la gestión de los residuos debe poseer una formación suficiente acerca de los aspectos medioambientales y legislativos necesarios.

En este sentido, se deben organizar reuniones con el personal de obra para dar a conocer los problemas medioambientales, el Plan de residuos y los aspectos relacionados con la minimización. Asimismo, los operarios han de ser capaces de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), de verificar la calificación de los transportistas; y de supervisar que los residuos no se manipulen de modo tal que bajo escombros de la obra se escondan o mezclen otros que deberían ser depositados en vertederos especiales. Asimismo, en Cataluña es preciso que conozcan, cuando menos, el Decreto 201/1994 sobre gestión de los residuos de construcción.

- En aquellas obras que originen un volumen suficiente de residuos, se ha de contar con maquinaria para el machaqueo de los escombros con el fin de fabricar áridos reciclados, teniendo en cuenta las previsiones realizadas en la fase de proyecto.

Una manera eficaz de reducir los residuos pétreos será disponer de una machacadora de residuos pétreos que sea fácilmente transportable por la obra, ya que con ella se consigue el reciclaje in situ de los mismos, o bien que ocupen menos volumen, si se opta por enviarlos a una central recicladora o a un vertedero.

- Extraer conclusiones de la experiencia en la gestión eficaz de los residuos, para que tales conclusiones puedan ser aplicadas en la programación de otras obras.

La mejora en la gestión de los residuos pasa inevitablemente por un proceso de aprendizaje, en el que la experiencia adquirida, debidamente evaluada, permitirá acumular un conocimiento práctico que será útil para una gestión más eficaz.

● En la fase de ejecución de la obra

- Fomentar, mediante reuniones informativas periódicas con el personal de la obra, el interés por reducir los recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados.
- Comprobar que todos cuantos intervienen en la obra (incluidas las subcontratas) conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las directrices del Plan de residuos.
- Aplicar en la propia obra las operaciones de reutilización de residuos establecidas en las fases de proyecto y de programación.

Si los residuos son reutilizados en la propia obra, no constituyen sobrantes que deban ser gestionados. De modo que la manera más eficaz de reducir el volumen de residuos es fomentar, como se ha dicho, las aplicaciones en la propia obra: rellenos en cámaras, trasdosados de muros de contención, bases de soleras, etc.

La Dirección Técnica de la obra debe tener siempre conocimiento de tales aplicaciones si no estuvieran previstas en el proyecto.

- Incrementar, de un modo prudente, el número de veces que los medios auxiliares, como los encofrados y moldes, se ponen en obra, ya que una vez usados se convertirán en residuos.
- Establecer una zona protegida de acopio de materiales, a resguardo de acciones que puedan inutilizarlos.
- Si se clasifican los residuos, disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. Por lo demás, la separación selectiva se debe efectuar en el momento en que se originan.

El control de los residuos desde que se producen es la manera más eficaz de reducir la cantidad de éstos. Quiere esto decir que han de permanecer bajo control desde el primer momento, en los recipientes preparados para su almacenamiento, porque si se mezclan con otros diferentes, la posterior separación incrementa los costes de gestión.

- Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos descontrolados.
- Vigilar que los residuos líquidos y orgánicos no se mezclen fácilmente con otros, y a consecuencia de ello resulten contaminados. Para conseguirlo, se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Los residuos se deben gestionar en recipientes preparados a tal efecto, de manera que permanezcan en su interior y sin peligro de que se mezclen unos con otros. De no ser así, se originarán residuos de difícil gestión, que probablemente acabarán en el vertedero.

- Mantener el seguimiento previsto sobre los materiales potencialmente peligrosos, separándolos en el momento en que se generan y depositándolos, debidamente clasificados y protegidos, en emplazamientos específicos de la obra hasta que un gestor autorizado complete su valorización.
- Los recipientes contenedores de residuos se deben transportar cubiertos.

Los recipientes, ya sean contenedores, sacos, barriles, o la propia caja del camión que transporta los residuos, deben estar cubiertos, de manera que los movimientos y las acciones a que están sometidos no sean causa de un vertido descontrolado, ni siquiera de pequeñas cantidades (que, precisamente por tratarse de pequeñas cantidades, son difícilmente gestionables).

- Impedir malas prácticas, que de forma indirecta originan residuos imprevistos y el derroche de materiales durante la puesta en obra.

Anexo 2. Guía práctica para la gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición, según el marco legal vigente

El presente anexo se ha preparado como una guía práctica para la gestión de los residuos en las obras de construcción y demolición, a partir del marco legal vigente y teniendo presente la realidad del sector.

En primer lugar, no obstante, cabe destacar que nos hallamos en una etapa en que las normas legales sobre estos asuntos se encuentran en fase de desarrollo, lo que explica que muchos aspectos normativos aparezcan poco claros y que existan grandes diferencias entre Comunidades autónomas e incluso Ayuntamientos. Por otra parte, la transposición directa de Directivas e Reglamentos europeos, sin una adecuación a los problemas propios del sector en nuestro país, a menudo provoca problemas difíciles de resolver. Para finalizar, cabe señalar que la falta de infraestructuras también puede impedir el cumplimiento de la normativa.

La gestión de los residuos está sujeta a la legislación medioambiental, que establece las responsabilidades de los agentes participantes en la cadena de gestión de los residuos, define los tipos de residuos y establece los procedimientos para su correcta gestión.

La gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) se enmarca en esta legislación general, pero cuenta con:

- Un desarrollo específico derivado de las propias características de las actividades que los generan y de su inclusión en el programa de flujos de residuos prioritarios europeos.
- Una relación con regulaciones específicas sobre residuos especiales que también se generan en las actividades de construcción, demolición y reforma-mantenimiento: residuos radiactivos, residuos tóxicos y peligrosos, residuos voluminosos, residuos de envase y embalaje, etc.

En el caso de los residuos tóxicos y peligrosos, y debido a su incidencia sobre los propios operarios en las obras, pueden estar sujetos igualmente a la legislación sobre salud y riesgos laborales.

Finalmente, determinadas disposiciones afectan a las empresas comprometidas con la calidad a través de normas voluntarias del tipo ISO -en especial con las de la serie ISO 14000-, puesto que deben cumplir con los objetivos y procedimientos específicos descritos en ellas en materia de gestión de residuos.

Esta Guía se divide en dos partes, que responden al tipo de composición de los residuos generados y a la distribución de responsabilidades entre los agentes. La primera parte se dedica a las obras de demolición y derribo, donde la fracción inerte suele superar el 90% del volumen total de residuos producidos y donde el número de empresas que participan en el derribo físico es limitado (en ocasiones una sola empresa). La segunda parte se centra en las obras de construcción, donde los residuos producidos acostumbra a ser diversos, y donde el número de empresas subcontratistas y suministradoras suele ser elevado.

Como se podrá comprobar en las tablas siguientes, en los casos en que existía normativa competente de las Comunidades autónomas, se ha especificado la referida a Cataluña.

● Generalidades

La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22 de abril) establece el marco legislativo básico de la gestión de los residuos:

- Concepto de residuo: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se deshaga o tenga la intención o la obligación de desprenderse.
- Clasifica los residuos, según sus características de peligrosidad, en tres grupos: inertes, no especiales y especiales.
- A efectos de la gestión, los clasifica en los grupos: residuos sólidos urbanos, residuos industriales, residuos de construcción y demolición, vehículos fuera de uso, residuos de envase y embalaje.
- Define los principales agentes y sus responsabilidades:
 - Productor: toda persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos, y toda persona física o jurídica que realice operaciones de tratamiento, mezcla u otros que ocasionen un cambio de naturaleza o composición de estos residuos.
 - Poseedor: cualquier persona física o jurídica que tenga los residuos en posesión y que no cuente con la condición de gestor de residuos.
 - Gestor: cualquier persona física o jurídica inscrita como tal en el registro de gestores de residuos.
- Define las principales alternativas de gestión de los residuos:
 - Valorización: recuperación o reciclado de determinadas sustancias o materiales contenidas en los residuos, incluyendo la reutilización directa, el reciclado y la incineración con aprovechamiento energético.
 - Tratamiento: conjunto de operaciones destinadas a inertizar o a reducir el potencial contaminador de los residuos, incluidos los procesos físicos, químicos y biológicos.
 - Deposición o eliminación del rechazo o eliminación: incluye la incineración sin aprovechamiento energético y el vertido controlado en depósitos, según las características del residuo y de sus lixiviados.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) constituyen un flujo de residuos específico y prioritario, sujeto a un desarrollo normativo especial y a una planificación específica. Los RCD constituyen el mayor flujo de residuos, en términos cuantitativos, excepción hecha de los de la minería y de la agricultura.

Algunas comunidades autónomas han desarrollado dicha normativa (Cataluña, el País Vasco, Navarra y Madrid), y en la actualidad se encuentra en fase de aprobación el Programa Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

Los RCD se clasifican en tres grupos: residuos procedentes del derribo, residuos de la construcción y residuos de excavación.

La composición del flujo de los RCD varía en función de las materias primas y los productos utilizados en la construcción, las técnicas arquitectónicas y las prácticas locales de construcción y derribo. Los principales residuos presentes en este flujo son: tierra, hormigón, asfalto, ladrillos, losetas y tejas, yeso, materiales de albañilería, madera, metales, papel y plástico.

- Los residuos de excavación están formados por tierras y piedra. Su destino normal es la reutilización directa en la misma obra o en otra obra cercana. También se emplean como relleno y nivelación en otro tipo de terrenos o en usos constructivos en los vertederos. (En el caso de tierras contaminadas, se exige su descontaminación o un vertido adecuado).

- Los residuos de demolición tienen una composición mayoritaria de materiales de origen mineral (hormigones y obra de fábrica, según el tipo de construcción), que representa más del 90% del volumen total. El resto de materiales son principalmente metales, yeso y maderas, aunque en proporciones muy variables, al igual que las fracciones de elementos peligrosos. En la demolición hay tener en cuenta, además, la posible presencia de residuos abandonados en el edificio.
- Los residuos de construcción presentan una composición mucho más diversa, ya que la fracción de origen mineral no supera el 50% del peso y la presencia de residuos de envase y embalaje es muy significativa. En cualquier caso, la composición de los residuos varía en cada fase de la obra.

Los residuos peligrosos constituyen una proporción significativa de este flujo de residuos. Aunque su presencia sea relativamente pequeña en comparación con el volumen total del flujo, es preciso adoptar precauciones especiales para su manejo, ya que pueden contaminar todo el flujo de residuos y causar problemas durante la generación, recuperación y vertido de los RCD.

Los materiales peligrosos siguientes pueden estar presentes en los derribos: asbestos, hidrocarburos, pinturas, colas, maderas tratadas con preservantes, tierras contaminadas, otros materiales que contengan PCB, etc.

Obras de demolición

PREVENCIÓN

<p>Proyecto técnico de evaluación de residuos (el Anexo 3 contiene información detallada sobre los residuos potencialmente peligrosos)</p>	<p>Evaluación de los tipos, características y cantidades de residuos estimados que se generarán en la obra. La clasificación se debe adecuar a los tipos especificados en el Catálogo de Residuos europeo o catalán, y, por razones prácticas, se propone la siguiente agrupación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • residuos de excavación (tierras de excavación) • residuos de demolición: inertes y mixtos • residuos de construcción: mixtos • residuos especiales (véanse las siguientes casillas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos. Resolución de 17 de noviembre de 1998, de publicación del catálogo europeo de residuos • Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999) • Decreto de la Generalitat de Cataluña 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción
<p>Suelos contaminados por sustancias diversas</p>	<p>Suelos contaminados por sustancias diversas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, de residuos tóxicos y peligrosos
<p>Residuos de amianto</p>	<p>Residuos de amianto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 108/9, de 1 de febrero • Orden Ministerial de 7 de enero de 1987 • Orden Ministerial de 31 de octubre de 1984
<p>Residuos de PCB y PCT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • barnices, aditivos de hormigón, retardantes de fuego, aislantes, selladores especiales de muros, colas y pegamentos, plastificadores • elementos de PVC • transformadores eléctricos, resistencias, inductores, condensadores eléctricos, arrancadores y equipos con fluidos termoconductores 	<p>Residuos de PCB y PCT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • barnices, aditivos de hormigón, retardantes de fuego, aislantes, selladores especiales de muros, colas y pegamentos, plastificadores • elementos de PVC • transformadores eléctricos, resistencias, inductores, condensadores eléctricos, arrancadores y equipos con fluidos termoconductores 	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, de PCB y PCT • Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, de residuos tóxicos y peligrosos • Orden Ministerial de 13 de octubre de 1989
<p>Otros residuos tóxicos y peligrosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • revestimientos con pinturas de plomo • tuberías de plomo • tubos fluorescentes • lámparas de vapor de mercurio 	<p>Otros residuos tóxicos y peligrosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • revestimientos con pinturas de plomo • tuberías de plomo • tubos fluorescentes • lámparas de vapor de mercurio 	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, de residuos tóxicos y peligrosos • Real Decreto 952/1997, de 20 de junio
<p>Residuos radiactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pararrayos radiactivos • detectores iónicos de humo 	<p>Residuos radiactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pararrayos radiactivos • detectores iónicos de humo 	<ul style="list-style-type: none"> • Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, sobre pararrayos radiactivos • Real Decreto 53/1992, de 24 de enero, del Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

PREVENCIÓN

<p>Estudio o estudio básico de seguridad y salud en la obra</p>	<p>Relación de los tipos de residuos, sustancias y materiales que aparecen en la obra, del estado y forma en que aparecen y de la fase de la obra en la que aparecerán; determinación del responsable; la forma de gestión y las medidas correctas que se han de adoptar para su manipulación</p> <p>Se debe poner especial énfasis en aquellos materiales y elementos calificados como tóxicos y peligrosos: amiantos, aislamientos, instalaciones, equipos y maquinaria y restos abandonados en el edificio o en el solar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales • Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Reglamento de los servicios de prevención • Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
<p>Contrato de previa aceptación con un gestor autorizado</p>	<p>El gestor autorizado de los RCD puede orientar y aconsejar sobre los tipos de residuos y su forma de gestión más adecuada (por ejemplo, posibilidades de reciclaje y de reutilización en origen), en especial acerca de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • los tipos y tarifas de los RCD en sus instalaciones (lo que permite adoptar decisiones sobre la separación en origen) • los residuos especiales objeto de una gestión específica en instalaciones adecuadas (el gestor, en tanto que productor de residuos especiales, puede, mediante guías y hojas de seguimiento, dirigir estos residuos directamente a las instalaciones de destino, lo que dará lugar a un ahorro en transporte y manipulación del residuo y a que el promotor no deba darse de alta como productor de residuos especiales) 	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto de la Generalitat de Catalunya 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción

EJECUCIÓN

<p>Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo</p>	<p>Determinar los procedimientos y operaciones a que deba ser sometido cada tipo de residuo generado en la obra, en función del momento de su generación, la forma en que se genera y las acciones necesarias (contenedores, equipamiento para la manipulación, gestores externos contratados, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales • Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Reglamento de los servicios de prevención • Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
<p>Buenas prácticas de gestión de los RCD en origen</p>	<p>Las buenas prácticas de gestión consisten en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • separar las fracciones y los elementos tóxicos y peligrosos del flujo general de los residuos (en contenedores específicos) • evitar la mezcla de los diferentes tipos de residuos, si éstos se generan de forma separada (como sucede en las fases de desmontaje y desconstrucción parcial de ciertos elementos) • separar los elementos y materiales especiales: más voluminosos (maderas, vigas, cerramientos, etc.) del acopio de residuos generado en la obra (durante la carga al transporte) 	

GESTIÓN

<p>Documentación sobre la gestión de residuos</p>	<p>Adjuntar los certificados de gestión de los RCD y las guías de transporte de los residuos producidos en la obra a la documentación que acompaña al expediente municipal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto de la Generalitat de Catalunya 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción
---	--	--

Obras de construcción

PREVENCIÓN

Proyecto técnico de evaluación de residuos	Evaluación de los tipos, características y cantidades de residuos estimados que se generarán en la obra. La clasificación se debe adecuar a los tipos especificados en el Catálogo de Residuos (la información sobre residuos especiales se recoge en el apartado de derribo y en el Anexo 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos • Resolución de 17 de noviembre de 1998, de publicación del catálogo europeo de residuos • Decreto de la Generalitat de Cataluña 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción
Proyecto de obra	<ul style="list-style-type: none"> • establecer por contrato las responsabilidades del subcontratista, en materia de los residuos que generarán sus actividades • establecer por contrato las responsabilidades del suministrador en materia de envases y residuos de envase • establecer el sistema de contenedores que se ha de utilizar en la obra, con arreglo a los objetivos de gestión de los RCD generados 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos • Real Decreto 782/1988, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases
Estudio o estudio básico de seguridad y salud en la obra	Relación de los tipos de residuos, sustancias y materiales que aparecen en la obra, del estado y forma en que aparecen y de la fase de la obra en la que aparecerán; determinación del responsable, la forma de gestión y las medidas correctas que se han de adoptar para su manipulación	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales • Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Reglamento de los servicios de prevención • Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
Contrato de previa aceptación con un gestor autorizado	El gestor autorizado de RCD puede orientar y aconsejar sobre los tipos de residuos y la forma de gestión más adecuada de éstos (por ejemplo, posibilidades de reciclaje y de reutilización en origen)	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto de la Generalitat de Cataluña 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción

EJECUCIÓN

Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	Determinar los procedimientos y operaciones a que deba ser sometido cada tipo de residuo generado en la obra, en función del momento de su generación, la forma en que se genera y las acciones necesarias (contenedores, equipamiento para la manipulación, gestores externos contratados...)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales • Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Reglamento de los servicios de prevención • Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
Buenas prácticas de gestión de los RCD en origen	<p>Las buenas prácticas de gestión consisten en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • separar las fracciones y los elementos tóxicos y peligrosos del flujo general de los residuos (en contenedores específicos) • evitar la mezcla de los diferentes tipos de residuos, si éstos se generan de forma separada (como sucede en las fases de desmontaje y "desconstrucción" parcial de ciertos elementos) • separar los elementos y materiales especiales más voluminosos (maderas, vigas, cerramientos, etc.) del acopio de residuos generado en la obra (durante la carga al transporte) 	

GESTIÓN

Documentación sobre la gestión de residuos	Adjuntar los certificados de gestión de los RCD y las guías de transporte de los residuos producidos en la obra a la documentación que acompaña al expediente municipal	<ul style="list-style-type: none">• Decreto de la Generalitat de Catalunya 201/1994, de 26 de junio, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción
--	---	--

Metodología aplicada

El presente anexo se ha preparado a partir del estudio del marco legislativo vigente y del conocimiento actual de la peligrosidad de algunos de los residuos que produce la construcción. El objetivo principal de la lista ha sido el de recoger, de la forma más amplia posible y siempre aplicando el principio de la prevención, aquellas recomendaciones mínimas para mejorar la gestión de los residuos de la construcción.

La información se ha estructurado con la intención de facilitar la consulta de problemas concretos. En este sentido, el anexo se divide en dos apartados: en primer lugar, el que se refiere a los residuos producidos en la fase de obra nueva y, en segundo lugar, el que se refiere a los residuos producidos en la fase de derribo de un edificio existente.

Para cada uno de los materiales o productos especificados en estas dos partes se indica su procedencia, el tipo de peligrosidad y las mínimas medidas de precaución que se deben tomar para gestionar correctamente el residuo.

Finalmente, se dedican las dos últimas columnas de la tabla a la normativa aplicable. En primer lugar, se documenta la clasificación más habitual de ese residuo y, en segundo lugar, se recoge la normativa aplicable más próxima. En este último punto, se presentan los referentes de normativa estatal y, separada por una línea, aquella normativa propia de la Comunidad Autónoma de Cataluña que complementa o mejora la gestión del residuo objeto de consulta. También se podrá observar que en algunos casos se hace alude al Manual de Calidad de Obras del Ayuntamiento de Barcelona, que, a pesar de ser de ámbito municipal, muestra la tendencia europea de control de las actividades de la construcción desde las competencias de los municipios.

A continuación se expone un listado ordenado de los residuos tratados en este anexo:

- **En la fase de obra**

ESTRUCTURA

Agua sucia con lechada de cemento pórtland
Recortes de maderas tratadas con conservantes
Restos de productos conservantes de la madera
Restos de aceites desencofrantes
Aceite de maquinaria

INSTALACIONES

Recortes de tuberías de PVC

CUBIERTA

Polvo de fibrocemento (si contiene amianto blanco)
Recortes de fibrocemento (si contiene amianto blanco)

ACABADOS

Sobrantes de pinturas, hidrofugantes y barnices
Botes y latas vacíos de pinturas y barnices
Restos de productos antioxidantes
Restos de adhesivos (colas, resinas, etc.)
Pinceles y rodillos impregnados con pinturas
Alquitranes sobrantes
Líquidos para pulir el terrazo
Ácidos para acabados de hormigón arquitectónico
Detergentes básicos o ácidos de limpieza de fachadas

- En la fase de derribo

ESTRUCTURA

Suelos contaminados

Flocado con amianto de estructuras metálicas

Protecciones individuales en la eliminación de amianto (filtros, monos, caretas, etc.)

Madera tratada con conservantes

COBIERTA

Placas de fibrocemento

Láminas de PVC

INSTALACIONES

Tuberías de plomo

Calorifugado de tuberías con amianto

Tuberías y bajantes de fibrocemento

Depósitos de fibrocemento

Equipos de aire acondicionado que contienen clorofluorocarburos

Tubos fluorescentes

Lámparas de vapor de mercurio

Pararrayos radiactivos

Detectores iónicos de humo

Transformadores eléctricos con PBC o PCT

Tuberías de PVC

Cerramientos

Carpintería de PVC

ACABADOS

Revestimientos pintados con pinturas de plomo

Placas de cielo raso que contienen amianto

Pavimentos vinílicos que contienen amianto

Productos de decapado de pinturas

En la fase de obra

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ESTRUCTURA					
Agua sucia con lechada de cemento pórtland	Agua resultante de la limpieza de hormigoneras y camiones-hormigoneras en la obra	Se trata de un agua altamente alcalina que puede contaminar los freáticos cercanos	El agua sucia de lechada de cemento pórtland debe ser tratada antes de su vertido al alcantarillado El Ayuntamiento de Barcelona no permite el vertido directo al alcantarillado público del agua de la limpieza de hormigoneras	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999) Manual de Calidad de las Obras. Implantación e incidencia en el ámbito de dominio público. Ayuntamiento de Barcelona, marzo de 1999
Lodos de perforación, si contienen cemento pórtland	Lodos utilizados en la perforación de pilotes y pantallas a los que se les ha añadido cemento pórtland	Se trata de un producto altamente alcalino que puede contaminar los freáticos cercanos	La mayoría de lodos pueden regenerarse o, en todo caso, ser tratado antes del vertido. No pueden verterse al alcantarillado pues provocan obstrucciones	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999).
Restos de aditivos del hormigón (superfluidificantes, aireantes, etc.) o latas vacías	Restos de los aditivos que suelen añadirse, a pie de obra, a la llegada del camión hormigonera	Algunos de estos productos son perjudiciales para el medio ambiente	Dada la variedad de características de estos productos, el fabricante debe informar del tratamiento más adecuado para los sobrantes	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ESTRUCTURA					
Recortes de maderas tratadas con conservantes	La madera presenta un tono oscuro y en muchos casos verdoso. En la sección transversal de la pieza se observa el grado de penetración del producto	Pueden contaminar los freáticos cerca del lugar de vertido con productos altamente tóxicos por lixiviación	Los recortes y sobrantes se deben separar, almacenar en contenedores y trasladar a un vertedero de residuos especiales	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Restos de productos conservantes de la madera	Restos en envases medio vacíos de productos conservantes	Pueden contaminar los freáticos cerca del lugar de vertido con productos altamente tóxicos	Los botes deben cerrarse; y si no se puede utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Restos de aceites desencofrantes	Las sobras de aceites desencofrantes son habituales en las obras de hormigón armado	Pueden contaminar los terrenos y freáticos cerca del lugar de vertido con productos altamente tóxicos	Los sobrantes de aceites desencofrantes deben entregarse a un gestor autorizado para recibir tratamiento En Cataluña, si la cantidad de aceite es inferior a 400 litros, se puede contactar con el servicio público gestionado por Cator, SA.	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Orden, de 6 de septiembre de 1988, sobre prescripciones en el tratamiento y la eliminación de los aceites usados. (DOGC 1055, de 14/10/1988) Orden, de 28 de febrero de 1989, mediante la cual se regula la gestión de los aceites usados, modificada por la Orden de 13 de junio de 1990 Ley 6, de 28 de julio de 1993, reguladora de los residuos (DOGC 1776, de 28/07/1993)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ESTRUCTURA					
Restos de soldadura	Pequeñas cantidades de escoria que se generan durante la soldadura a pie de obra con electrodos	Es aconsejable no mezclar los restos de soldadura con los residuos inertes de la obra	Es aconsejable recoger las escorias generadas y depositarlas en un contenedor de recuperación de pequeñas cantidades	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/B/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Aceite de maquinaria	En las obras se deben controlar las pérdidas y vertidos de aceite por parte de la maquinaria de obra (grúas, elevadores, motores, excavadoras, etc.)	Pueden contaminar los terrenos y freáticos cerca del lugar de vertido con productos altamente tóxicos	Los aceites de maquinaria usados deben ser entregados a un gestor autorizado para recibir tratamiento En Cataluña, si la cantidad de aceite es inferior a 400 litros, se puede contactar con el servicio público gestionado por Cator, SA	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Orden, de 6 de septiembre de 1988, sobre prescripciones en el tratamiento y la eliminación de los aceites usados. (DOGC 1055, de 14/10/1988) Orden, de 28 de febrero de 1989, mediante la cual se regula la gestión de los aceites usados, modificada por la Orden de 13 de junio de 1990 Ley 6, de 28 de julio de 1993, reguladora de los residuos (DOGC 1776, de 28/07/1993)
CUBIERTA					
Polvo de fibrocemento (si contiene amianto blanco)	La normativa vigente en el Estado español permite la inclusión de amianto blanco en el fibrocemento hasta el año 2005. Sólo una pequeña parte del mercado usa fibras substitutivas	El polvo producido al recortar o agujerear placas o tubos es cancerígeno por inhalación	Se deben seguir las normas de trabajo de la norma UNE 88-411-87. El polvo se debe almacenar en doble sacos de polipropileno o bidones etiquetados con el símbolo de amianto para trasladarlos a un vertedero de residuos especiales	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
CUBIERTA					
Recortes de fibrocemento (si contienen amianto blanco)	La normativa vigente en el Estado español permite la inclusión de amianto blanco en el fibrocemento hasta el año 2005. Sólo una pequeña parte del mercado usa fibras substitutivas	Los recortes pueden desprender una cantidad muy pequeña de fibras al aire, pero que son cancerígenas por inhalación	Se deben seguir las normas de trabajo de la norma UNE 88-411-87. Los recortes se deben almacenar separados de los residuos inertes y trasladados con un contenedor o en palets a un vertedero de residuos no especiales	No especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Recortes de láminas de PVC	Recortes de láminas de impermeabilización de cubiertas compuestas por PVC	En el momento de su eliminación (si son incineradas), se emiten, en la mayoría de instalaciones, dioxinas al aire, que son altamente peligrosas	Con la tecnología actual, la acción más recomendable es que un gestor autorizado se haga cargo del residuo para reciclarlo	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999)
INSTALACIONES					
Recortes de tuberías de PVC	Recortes de tuberías de agua y bajantes de aguas residuales fabricados con PVC	En el momento de su eliminación (si son incineradas), se emiten, en la mayoría de instalaciones, dioxinas al aire, que son altamente peligrosas	Con la tecnología actual, la acción más recomendable es que un gestor autorizado se haga cargo del residuo para reciclarlo	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999)
ACABADOS					
Sobrantes de pinturas, hidrofugantes y barnices	Sobrantes de pinturas que suelen quedar durante la obra y que no son reutilizables en otra situación	Los sobrantes pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles, y algunas pinturas, además, contienen metales pesados que pueden contaminar el agua	Los botes deben cerrarse, y si no se puede utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento En Cataluña deben llevarse al Centro para el y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ACABADOS					
Botes y latas vacíos de pinturas y barnices	Botes y latas vacíos o medio vacíos generados durante los trabajos de pintura en obra	Las latas pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles, y algunas de las pinturas, además, contener metales pesados que pueden contaminar el agua	Los botes deben cerrarse; y si no se pueden utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Restos de productos antioxidantes	Sobrantes de productos antioxidantes que suelen quedar durante la obra y que no son reutilizables en otra situación	Los restos pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles, y algunas pinturas, además, contener metales pesados que pueden contaminar el agua	Los botes deben cerrarse; y si no se puede utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Restos de adhesivos (colas, resinas, etc.)	Sobrantes de adhesivos que suelen quedar durante la obra y que no son reutilizables en otra situación	Los sobrantes pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles o contaminar el agua	Los botes deben cerrarse; y si no se puede utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Pinceles y rodillos impregnados de pintura	Sobrantes de pinturas que suelen quedar durante la obra y que no son reutilizables en otra situación	Las latas pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles, y algunas pinturas, además, contener metales pesados que pueden contaminar el agua	Los pinceles y rodillos deben ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ACABADOS					
Restos de aerosoles	Antiguamente los aerosoles (proyección de poliuretano, pinturas en spray, etc.) utilizaban CFC; en la actualidad, sin embargo, la mayoría usan HCFC y HFC	Aunque a una escala menor, los gases HCFC y HFC dañan la capa de ozono y aumentan el efecto invernadero	En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	Especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999) Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Alquitranes sobrantes	Restos de alquitranes utilizados en pavimentaciones o impermeabilizaciones	Las características cancerígenas de los alquitranes recomiendan un tratamiento cuidadoso de estos residuos y mantenerlos alejados del contacto con personal ajeno a la empresa contratada	Los sobrantes deben depositarse en un vertedero de residuos no especiales	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999).
Líquidos para pulir el terrazo	Soluciones básicas usadas en diferentes fases de la colocación del terrazo (rebajado, abrillantado, etc.). Por ejemplo, durante la primera fase de abrillantado se suele utilizar una solución de fosfocato de magnesio. En la segunda pasada, se emplean ceras de abrillantado	Si estos líquidos se vierten inadecuadamente, pueden contaminar freáticos	Los sobrantes deben trasladarse a un gestor autorizado para que regere las bases	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ACABADOS					
Ácidos para acabados de hormigón arquitectónico	En algunas situaciones el hormigón arquitectónico puede estar tratado, en taller o en obra, con sustancias ácidas como ácido clorhídrico	Los residuos generados y los sobrantes de estos productos son agentes agresivos para la salud de las personas y para el medio ambiente	Los residuos deben librarse a un gestor autorizado para que aplique un tratamiento físico-químico de regeneración de ácidos	Especial	<p>Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997)</p> <p>Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)</p>
Detergentes básicos o ácidos para la limpieza de fachadas	Detergentes en disolución empleados durante la limpieza de fachadas.	Las aguas de limpieza suelen verterse en la vía pública o al alcantarillado. Por lo tanto se aumenta considerablemente la contaminación de las aguas residuales de la red pública de alcantarillado.	Las aguas sucias provenientes de la limpieza de fachadas se recogerán, se filtrarán y se conducirán directamente al alcantarillado. No se permite su vertido en la vía pública.	Especial	<p>Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997)</p> <p>Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999).</p> <p>Manual de Calidad de las Obras. Implantación e incidencia en el ámbito de dominio público. Ayuntamiento de Barcelona, marzo de 1999</p>

En la fase de derribo

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ESTRUCTURA					
Suelos contaminados	Se trata de terrenos que han sido alterados al estar en contacto con compuestos orgánicos volátiles (hidrocarburos) o compuestos inorgánicos. Suelen estar contaminados los suelos próximos a industrias, gasolineras, etc.	Depende del tipo de vertido que ha contaminado el suelo	Los suelos contaminados deben ser recuperados con una tecnología adecuada para cada caso en particular	No especial	Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE 96, de 22/4/1988)
Flocado con amianto de estructuras metálicas	Se trata de un revestimiento que desprende fibras con mucha facilidad. La protección de estructuras metálicas por proyección (flocado) fue prohibida en el Estado español desde 1984. A falta de datos más precisos, puede encontrarse este tipo de aplicación en edificios de los años 60 y 70	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Deben establecerse estrictas medidas de seguridad para su eliminación. Se deberá contar con un Plan de trabajo aprobado por la Autoridad Laboral competente, y la empresa contratada ha de estar inscrita en el registro de empresas especializadas en trabajos con amianto El polvo se debe almacenar en dobles sacos de polipropileno o bidones etiquetados con el símbolo de amianto para trasladarlos a un vertedero de residuos especiales	Especial	Orden, de 31 de octubre de 1984, que recoge el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 267, de 7/11/1984) Orden, de 7 de noviembre de 1984, que rectifica el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 280, de 22/11/1984) Orden, de 7 de enero de 1987, que establece Normas complementarias del Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 13, de 15/1/1987) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Protecciones individuales para la eliminación de amianto (filtros, monos de trabajo, caretas, etc.)	Todo el material utilizado durante la eliminación de amianto queda contaminado de fibras que podrían afectar a terceras personas	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Todo el material se debe almacenar en dobles sacos de polipropileno o bidones etiquetados con el símbolo de amianto para trasladarlos a un vertedero de residuos especiales	Especial	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ESTRUCTURA					
Madera tratada con conservantes	La madera presenta un tono oscuro y en muchos casos verdoso. En la sección transversal de la pieza se observa el grado de penetración del producto	Pueden contaminar los freáticos cerca del lugar de vertido con productos altamente tóxicos por lixiviación	La madera tratada se debe separar, almacenar en contenedores y trasladar a un vertedero de residuos especiales	Especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
CUBIERTA					
Placas de fibrocemento	Las placas de fibrocemento, cuando son nuevas y en buen estado de conservación, no suelen desprender cantidades significativas de fibras al aire. Sin embargo, la cara expuesta a la intemperie se degrada lentamente a causa de la lluvia ácida, los cambios térmicos, la erosión eólica y el ataque de microorganismos vegetales	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Durante las operaciones de desmontaje las placas se deben manipular una a una sin dañarlas, apilar y embalar para ser trasladadas a un vertedero de residuos no especiales. Si la cara exterior estuviese envejecida, antes de la operación de desmontaje, se debe barnizar para impedir el desprendimiento de fibras	No especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Láminas de PVC	Láminas de impermeabilización de cubiertas compuestas por PVC	En el momento de su eliminación (si son incineradas), se emiten, en la mayoría de instalaciones, dioxinas al aire, que son altamente peligrosas	Con la tecnología actual, la acción más recomendable es que un gestor autorizado se haga cargo del residuo para reciclarlo	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
INSTALACIONES Tuberías de plomo	Las tuberías de plomo se han utilizado desde la antigüedad para transportar agua en los edificios. También es posible encontrar alguna instalación de gas anticuada con partes con tubo de plomo	La ingestión o inhalación de plomo puede causar saturnismo, anemias, parálisis o encéfalopatías graves. En este sentido, la nueva Directiva europea sobre agua potable obligará a eliminar casi la totalidad de tuberías de plomo empleadas para el abastecimiento de agua en los edificios	La vía lógica parece ser la de la reutilización y reciclaje en otras aplicaciones que no impliquen riesgo sanitario	Inerte	Orden, de 9 de abril de 1986, que aprueba el Reglamento para la prevención de riesgos y protección de la salud de los trabajadores por la presencia de plomo metálico y sus componentes iónicos en el ambiente de trabajo (BOE 98, de 24/4/1986) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Directiva 98-24-CE, de 7 de abril de 1998, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89-391-CEE) (DOCE-L 131, de 5/5/1998) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Calorifugado de tuberías con amianto	Algunas tuberías de instalaciones de calefacción están aisladas con amianto en forma de fieltro o trenzado. Generalmente esta aplicación está vendada o revestida de mortero que evita el desprendimiento de fibras. No obstante, existen situaciones de riesgo al cambiar válvulas o durante el desmontaje de la instalación	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Se deben establecer estrictas medidas de seguridad para su eliminación. Se deberá contar con un Plan de trabajo aprobado por la Autoridad Laboral competente, y la empresa contratada ha de estar inscrita en el registro de empresas especializadas en trabajos con amianto Las mantas de fieltro, el polvo o el amianto trenzado han de ser almacenados en sacos dobles de polipropileno o en bidones etiquetados con el símbolo del amianto para trasladarlos a un vertedero de residuos especiales	Especial	Orden, de 31 de octubre de 1984, que recoge el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 267, de 7/11/1984) Orden, de 7 de noviembre de 1984, que rectifica el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 280, de 22/11/1984) Orden, de 7 de enero de 1987, que establece Normas complementarias del Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 13, de 15/1/1987) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
INSTALACIONES					
Tuberías y bajantes de fibrocemento	Las tuberías de fibrocemento fueron fabricadas en el Estado español desde 1926 hasta 1987 con la variedad más peligrosa de amianto, el amianto azul. Posteriormente se ha utilizado el amianto blanco. Aunque el riesgo de desprendimiento de fibras es bajo, éste se puede producir si se originan roturas	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Durante las operaciones de destrucción las tuberías deben manipularse una a una sin dañarla, aplastarla y embalarlas para trasladarlas a un vertedero de residuos no especiales	No especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Depósitos de fibrocemento	Aunque el riesgo de desprendimiento de fibras es bajo, éste se puede producir si se originan roturas	Las fibras que se desprenden son cancerígenas por inhalación	Durante las operaciones de destrucción las placas se deben manipular una a una sin dañarla, aplastar y embalar para ser trasladadas a un vertedero de residuos no especiales	No especial	Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
INSTALACIONES					
Equipos de aire acondicionado que contienen clorofluorocarburos	La mayoría de equipos de aire acondicionado han utilizado los CFC como gas expansor	Los CFC no son tóxicos para el hombre pero son los máximos responsables de la destrucción de la capa de ozono del planeta	El equipo que contiene el gas debe ser tratado en una planta especial de recuperación de CFC para evitar que se libere el gas y ascienda por la atmósfera hasta la capa de ozono Cataluña dispone de un servicio público gestionado por Técnicas de Protección Ambiental, SA (TPA) donde se separan los gases para su tratamiento	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Ley 6, de 28 de julio de 1993, reguladora de los residuos (DOGC 1776, de 28/07/1993) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Tubos fluorescentes	Tubos fluorescentes procedentes de recambios, reformas o demoliciones de edificios	Los vertidos descontrolados de mercurio son altamente tóxicos para el medio ambiente. Son tóxicos para el hombre, por ejemplo, a través de la ingestión de alimentos contaminados	Se deben entregar sin roturas a una empresa especializada autorizada para recuperar el mercurio La empresa concesionaria del servicio público en Cataluña es RF. PROCÉS, SA, la cual se encarga de la recogida, el transporte y el tratamiento de las lámparas fluorescentes que se generan en Cataluña	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Ley 6, de 28 de julio de 1993, reguladora de los residuos (DOGC 1776, de 28/07/1993) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Lámparas de vapor de mercurio	Lámparas de vapor de mercurio procedentes de recambios, reformas o demoliciones de edificios	Los vertidos descontrolados de mercurio son altamente tóxicos para el medio ambiente. Son tóxicos para el hombre, por ejemplo, a través de la ingestión de alimentos contaminados	Se deben entregar sin roturas a una empresa especializada autorizada para recuperar el mercurio La empresa concesionaria del servicio público en Cataluña es RF. PROCÉS, SA, la cual se encarga de la recogida, el transporte y el tratamiento de las lámparas de vapor de mercurio que se generan en Cataluña	Especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Ley 6, de 28 de julio de 1993, reguladora de los residuos (DOGC 1776, de 28/07/1993)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓ	TIPUS DE PERILLOSITAT	MESURES QUE HAN DE SER ADOPTADES	CLASSIFICACIÓ DEL RESIDU	NORMATIVA APLICABLE
INSTALACIONES					
Pararrayos radiactivos	Los pararrayos radiactivos están prohibidos desde 1986	La intensidad de radiación que pueden emitir los antiguos pararrayos radiactivos pueden dañar la salud de las personas que los manipulan o conviven en sus proximidades	La empresa pública ENRESA se encarga de retirar gratuitamente los pararrayos radiactivos	Radiactivo	<p>Real Decreto 1522/1984, de 4 de julio, por el que se autoriza la constitución de la "Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A (ENRESA)" (BOE 201, de 22/8/84)</p> <p>Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, sobre pararrayos radiactivos (BOE 165, de 11/7/1986)</p> <p>Decreto 172/1988, de 14 de abril, sobre pararrayos radiactivos (DOGC 1028, de 8/8/1988)</p> <p>Orden, de 19 de julio de 1988, sobre las condiciones que han de cumplir las empresas encargadas del mantenimiento de pararrayos radiactivos (DOGC 1028, de 8/8/1988)</p>
Detectores iónicos de humo	Se trata de detectores de humo procedentes de instalaciones de protección contra incendios	Algunos detectores iónicos antiguos y que no se hayan renovado últimamente pueden emitir radiaciones por encima de los valores admisibles	Se debe consultar el destino de los equipos a la empresa pública ENRESA	Radioactivo	<p>Real Decreto 53, de 24 de enero de 1992, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (BOE 37, de 12/2/1992)</p> <p>Directiva 96-29-EURATOM / 19960513 por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes (DOCE-L 159, de 29/6/1996)</p>
Transformadores eléctricos con PCB o PCT	<p>Pueden contener policlorobifenilos (PCB) o policloroterfenilos (PCT) los transformadores eléctricos, las resistencias, los inductores, los condensadores eléctricos, los arrancadores y los equipos con fluidos termoconductores</p> <p>Todos los aparatos que contienen PCB han de estar inventariados por la correspondiente Comunidad Autónoma antes del 1 de septiembre de 2000</p>	<p>Los PCB están considerados como probables cancerígenos para el hombre. También pueden afectar los fenómenos de reproducción y el desarrollo infantil</p>	<p>Existen dos alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descontaminar los aparatos hasta un nivel de PCB inferior al 0,05% en peso • Eliminar los PCB según el Real Decreto 1217/97, sobre incineración de residuos peligrosos <p>Está prevista la elaboración del Plan nacional de descontaminación y eliminación de PCB durante el año 2001</p>	Especial	<p>Real Decreto 1217/1997, de 18 de julio, sobre incineración de residuos peligrosos (BOE 189, de 8/08/1997)</p> <p>Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (BOE 206, de 28/08/1999)</p> <p>Orden, de 9 de septiembre de 1986, de limitación del uso de los policlorobifenilos y los policloroterfenilos. (DOGC 757, de 24/10/1986).</p>

MATERIAL	IDENTIFICACIÓ	TIPUS DE PERILLOSITAT	MESURES QUE HAN DE SER ADOPTADES	CLASSIFICACIÓ DEL RESIDU	NORMATIVA APLICABLE
INSTALACIONES					
Tuberías de PVC	Tuberías de agua y bajantes de aguas residuales fabricados con PVC	En el momento de su eliminación (si son incineradas), se emiten, en la mayoría de instalaciones, dioxinas al aire, que son altamente peligrosas	Con la tecnología actual, la acción más recomendable es que un gestor autorizado se haga cargo del residuo para reciclarlo	No especial	
CERRAMIENTOS					
Carpintería de PVC	Carpinterías fabricadas con perfiles extrusionados de PVC	En el momento de su eliminación (si son incineradas), se emiten, en la mayoría de instalaciones, dioxinas al aire, que son altamente peligrosas	Con la tecnología actual, la acción más recomendable es que un gestor autorizado se haga cargo del residuo para reciclarlo	No especial	
ACABADOS					
Revestimientos pintados con pintura de plomo	Durante muchos años las pinturas a la cola han contenido carbonato de plomo. Estos pigmentos se han denominado indistintamente blanco de plomo, blanco de España, cerusa y albayalde	En Francia se ha demostrado el riesgo de estas pinturas en dos situaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Intoxicación crónica de niños por ingestión de polvo o descascarillados de pintura • Intoxicación accidental de trabajadores o habitantes por inhalación de polvo durante trabajos de rehabilitación 	Todo el polvo debe transportarse en sacos herméticos a un vertedero de residuos especiales. (Consultese AAVV: Les peintures au plomb dans l'habitat ancien. Guide à l'usage des professionnels. Ministère du Logement)	Especial	Orden, de 9 de abril de 1986, que aprueba el Reglamento para la prevención de riesgos y protección de la salud de los trabajadores por la presencia de plomo metálico y sus componentes iónicos en el ambiente de trabajo (BOE 98, de 24/4/1986) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Directiva 98-24-CE, de 7 de abril de 1998, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (decimocuarta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89-391-CEE) (DOCE-L 131, de 5/5/1998) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ACABADOS					
Placas de cielo raso que contienen amianto	Algunas placas de cielo raso para oficinas habían contenido amianto, por sus propiedades ignífugas y acústicas. Para identificar si la placa contiene estas fibras debe realizarse una microscopia óptica con luz polarizada	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Se deben establecer estrictas medidas de seguridad para su eliminación. Se deberá contar con un Plan de trabajo aprobado por la Autoridad Laboral competente y la empresa contratada ha de estar inscrita en el registro de empresas especializadas en trabajos con amianto Las placas se deben almacenar en dobles sacos de polipropileno o bidones etiquetados con el símbolo de amianto para trasladarlos a un vertedero de residuos especiales	Especial	Orden, de 31 de octubre de 1984, que recoge el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 267, de 7/11/1984) Orden, de 7 de noviembre de 1984, que rectifica el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 280, de 22/11/1984) Orden, de 7 de enero de 1987, que establece Normas complementarias del Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (BOE 13, de 15/1/1987) Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante el Real Decreto 833/ 1988, de 20 de julio (BOE 160, de 5/7/1997) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Pavimentos vinílicos que contienen amianto	Existen dos tipos de pavimentos vinílicos que contenían amianto. Los que mezclaban fibras de amianto azul con la masa para aumentar la resistencia del pavimento a la abrasión y los que utilizaban un fieltro en la cara pegada al substrato. El riesgo de desprendimiento de fibras es relativamente bajo	Las fibras que desprenden son cancerígenas por inhalación	Las losetas del pavimento se embalarán por separado para trasladarlas a un vertedero de residuos no especiales	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)
Productos de decapado de pinturas	Sobrantes de productos decapantes que suelen quedar durante la obra y que no son reutilizables en otra situación	Los sobrantes pueden evaporar compuestos orgánicos volátiles y contener sustancias altamente agresivas para el medio ambiente	Los botes deben cerrarse; y si no se pueden utilizar el sobrante en otro lugar, han de ser entregados a un gestor de residuos especiales para recibir tratamiento	Especial	

MATERIAL	IDENTIFICACIÓN	TIPOS DE PELIGROSIDAD	MEDIDAS QUE HAN DE SER ADOPTADAS	CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NORMATIVA APLICABLE
ACABADOS					
Alquitranes	Alquitranes utilizados en pavimentaciones o impermeabilizaciones	Las características cancerígenas de los alquitranes recomiendan un tratamiento cuidadoso de estos residuos y mantenerlos alejados del contacto con personal ajeno a la empresa contratada	En Cataluña deben llevarse al Centro para el reacondicionamiento y recuperación de residuos especiales en pequeñas cantidades, que gestiona la UTE Montmeló	No especial	Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999) Resolución, de 17 de noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993 (BOE 7, de 8/1/1999) Decreto 92/1999, de 6 de abril, de modificación del Decreto 34/1996, de 9 de enero, mediante el cual se aprueba el Catálogo de residuos de Cataluña (DOGC 2865, de 12/4/1999)

Referencias bibliográficas

AAVV: *Dechets de chantier de bâtiment. Guide à l'usage des professionnels du bâtiment. Fédération Nationale du Bâtiment Direction de l'Habitat et de la Construction, ADEME. Paris, 1995.*

AAVV: *Les peintures au plomb dans l'habitat ancien. Guide à l'usage des professionnels. Ministère du Logement.*

Curwell, S.R.; MARCH, C.G. (Ed.): *Hazardous building materials. A guide to the selection of alternatives.* E. & F.N. Spon. Londres, 1986.

Graus, Ramon [y otros]: *Manual de diagnosi i tractament de l'amiant a la construcció. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. Barcelona, 1998.*

www.epa.gov/ttn/uatw

United States Environmental Protection Agency. Technology Transfer Network. Unified Air Toxics Website.

Como se ha comprobado durante la aplicación del Plan de residuos y en el análisis de la situación actual, para poder llevar a cabo una correcta gestión de los residuos es necesario contar con un mejor conocimiento del escenario de valorizadores. En efecto, la optimización de la gestión externa va a influir directamente sobre la gestión interna: el número de contenedores necesarios en cada etapa de la obra, los criterios de minimización que se adopten, etc. Estos gestores externos están conformados por un importante número de depósitos (de diversas clases), de recicladores, de puntos verdes, etc. Se trata de un entorno complejo que requiere de instrumentos de información y de manipulación de esta información con los que conseguir optimizar la gestión.

Por este motivo, y dentro del marco del presente proyecto Life, la fundación privada Institut Ildelfons Cerdà ha elaborado una prueba piloto de confección de un mapa de gestores de residuos de construcción de Cataluña. El objetivo principal de dicho mapa es disponer de una información con la que, en una obra concreta, valorar -de forma paralela e inmediata a la cuantificación de los residuos generados en cada fase de obra- los siguientes aspectos de la gestión:

- **Las posibilidades de gestión** de los residuos generados, en función de la ubicación de los gestores y en relación con el emplazamiento de la obra.
- **Los costes** derivados del número de contenedores, el transporte y los gastos de tasas de vertido y/o tratamiento de los residuos.

El trabajo ha consistido, por consiguiente, en elaborar una relación de los gestores autorizados de residuos de construcción de Cataluña, conocer sus características principales mediante unas fichas y cuestionarios y situarlos en un mapa territorial.

A partir de aquí, y una vez completada esta fase previa, se podría crear una herramienta informática (de hecho el ITeC tiene previsto desarrollarla en un proyecto futuro), utilizable desde un simple ordenador personal, que suministre -vía internet- información optimizada acerca de la posible gestión de los materiales sobrantes de la obra y del derribo, con arreglo a parámetros legales, económicos y medioambientales (valorizadores más cercanos para cada tipo de residuo, tarifas, condiciones de recogida, requerimientos administrativos -si fuese el caso-, horarios, distancia desde el emplazamiento de la obra hasta el valorizador en cuestión, ruta recomendada, etc.) Todo ello atendiendo a las opciones de gestión en función de criterios económicos y medioambientales (ahorro energético, emisión de CO₂, etc.).

De esta forma se podrá mejorar la praxis actual de gestión de los residuos de construcción y dinamizar e incentivar el sector de la valorización. Sin embargo, y a causa de la constante variación de los datos, sería necesario crear una oficina que mantenga y actualice ese mapa de valorizadores, y que suministre información al sector sobre normativa, sobre las posibilidades de gestión, etc.

Debido a la extensión del documento desarrollado, a continuación se expone una parte del trabajo correspondiente a un ejemplo del mapa donde están situados la mayor parte de gestores autorizados de Cataluña.

Anexo 5. Programa informático para prever el coste del Plan de residuos

Si tomamos como referencia lo observado en el análisis de la situación actual, podemos confirmar que en estos momentos la planificación y ejecución de los trabajos en las obras de construcción y demolición no contemplan aún factores de carácter medioambiental debido, principalmente, a que las empresas constructoras -y el sector en general- siguen desarrollándose en un ambiente de clara tendencia consumista. Y así, por ejemplo, durante la etapa de caracterización de los residuos producidos por el sector, nos sorprendió el gran desconocimiento del personal de la obra acerca de la naturaleza y la cantidad de sobrantes que se generan.

Para poder mejorar esta situación y aumentar la culturización del personal de la obra, hemos creído conveniente crear una herramienta informática sencilla de soporte al Plan de gestión de residuos con la que calcular la naturaleza y las cantidades de materiales sobrantes generados en una obra o en un derribo, así como el coste de su gestión.

Mediante la utilización del programa, el encargado de elaborar el Plan de residuos estará en disposición de comparar diferentes escenarios de valorización y, así, poder escoger el sistema de gestión idóneo desde el punto de vista ambiental y económico.

El programa analiza la producción de residuos de:

- Cualquier tipo de obra realizada mediante construcción convencional.
- Tres tipos de derribos (edificios de viviendas de obra de fábrica o de hormigón y naves industriales de fábrica de ladrillo).
- La fase de construcción de la urbanización de calles y plazas.

En el caso de las obras de edificación y urbanismo, los datos proceden de los estudios elaborados durante la etapa de análisis de la situación actual del presente proyecto (véase el documento *Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción*). En cuanto a los valores referidos a los derribos, se han obtenido de un estudio analítico realizado por el ITeC acerca de la composición de los edificios de entre 75 y 100 años de antigüedad.

Es importante destacar que estos valores son de referencia y que pueden ser modificados por el redactor del Plan a medida que disponga de un mayor número de datos concretos.

El programa se incluye en el CD que aparece en el presente *kit* de difusión. El propio programa incorpora un asistente de ayuda que explica el funcionamiento.

Anexo 6. Documentación complementaria acerca del seguimiento de la gestión de residuos en las dos obras analizadas

- Seguimiento de la gestión de residuos en la construcción de un conjunto residencial

A continuación se exponen de forma detallada algunos de los aspectos que no han sido tratados en el apartado 2.

Principales sistemas constructivos utilizados

Cimentación y estructura

La cimentación se ha realizado mediante pilotes, con su encepado correspondiente. En el edificio L-5, la cimentación también está formada por muros perimetrales de hormigón armado. La estructura está compuesta por pilares y forjados bidireccionales de hormigón armado.

Albañilería

Los cerramientos exteriores son de fábrica de ladrillo perforado hidrófugo (gero de 14 cm), una cámara de aire de 10 cm con material aislante proyectado en su interior y un tabique de ladrillo hueco de 4 cm enlucido con yeso.

Los muros de separación de las viviendas están formados por una doble pared de obra de fábrica y material aislante interior. La tabiquería de separación entre áreas de igual uso está realizada a base de ladrillo hueco de 7 cm de espesor tomado con mortero, enlucido por ambas caras con 1,5 cm de yeso. Determinados tabiques, tales como los de los baños, en los que se empotran varias conducciones, son de ladrillo de 9 cm de espesor, tomado con mortero.

No se ha modulado la fachada de acuerdo con la medida del ladrillo usado.

Cerrajería y carpintería

La carpintería exterior es de aluminio lacado blanco, de modo que sea resistente e indeformable frente a los efectos del viento y estanca a la lluvia o la nieve. La carpintería interior es de madera natural barnizada, con un espesor entre 35 mm y 40 mm.

Revestimientos de techo y paredes

Los paramentos verticales interiores y los techos de las viviendas van acabados con yeso blanco a buena vista, a excepción de los baños, aseos, cocinas y lavaderos, que van alcatados de azulejo y con falso techo.

Pinturas

Para el acabado de los elementos de madera se aplica una imprimación tapaporos y una capa intermedia de barniz graso antes del barnizado definitivo. En el caso de los paramentos verticales y horizontales interiores, se emplea pintura al plástico.

Vidriería

Los acristalamientos en las viviendas son a base de vidrio transparente de 8 mm de espesor en huecos de fachadas.

Criterios para la reducción de los residuos en la obra

En la fase de ejecución de la obra

Comprobar que todos cuantos intervienen en la obra (incluidas las subcontratas) conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las directrices del Plan de residuos.

El personal de la obra fue informado de la aplicación del Plan de Calidad y del de Gestión Medioambiental de la propia empresa constructora y de las recomendaciones establecidas por el ITeC durante el seguimiento de la obra. Respecto las empresas subcontratadas, también fueron informadas, en este caso por carta, de cómo debían gestionar los residuos peligrosos dentro de la obra.

Además, en los contratos habituales con las empresas subcontratadas se especifican los siguientes aspectos sobre temas medioambientales:

“El subcontratista se compromete a cumplir todas las obligaciones establecidas por la legislación vigente en materia de defensa y protección del medio ambiente y a observar puntualmente las instrucciones que le comunique la empresa constructora.

Asumirá directa y personalmente la eliminación de residuos tóxicos, productos y envases que genere, a través de gestor o, en su caso, vertederos autorizados, siendo a su cargo los costes producidos por dicha eliminación si no la efectúa por sí mismo.

El subcontratista podrá solicitar a la empresa constructora la cesión de un espacio dentro del recinto de la obra para depósito temporal de residuos y que le será asignado siempre que las condiciones de la obra lo permitan. Esta cesión no implicará en ningún caso asunción, por parte de la empresa constructora, de la posesión de los residuos depositados en el espacio destinado a tal fin.

Con antelación suficiente al inicio de los trabajos del contrato, el subcontratista mantendrá una reunión con el Jefe de obra, de la que, si se quiere, se levantará un acta y en la que se darán las instrucciones acerca de [...] Conocimiento del Plan de Calidad y del de Gestión Medioambiental (en lo que le atañe)...”

- Incluir aquellas propuestas del constructor que tengan por finalidad minimizar, reutilizar y clasificar los residuos de la obra.

En este sentido, no nos consta que se haya previsto adoptar criterios de minimización, ni desde la fase de proyecto, ni en la etapa de ejecución de la obra.

- Es necesario optimizar la cantidad de materiales, ajustándolos a los estrictamente necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de más residuos sobrantes de ejecución.

Para abordar esta exigencia se estableció una cierta colaboración con el Departamento de Compras de la empresa constructora, en opinión de la cual los procesos habituales ya tienen en cuenta la compra únicamente del material necesario, ajustada al ritmo de la obra, ya que representa una mejora económica y medioambiental.

- Es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar que la rotura de piezas dé lugar a residuos.

Este precepto, según la opinión de la empresa constructora, también se tiene en cuenta habitualmente, ya que no interesa producir residuos antes de que el material llegue a su destino. En este caso, las zonas de almacenamiento y de contenedores se dispusieron cerca de los accesos, pero alejadas del tránsito interior de la obra. Aun así, durante el seguimiento se constató la existencia de un elevado porcentaje de materiales y piezas almacenadas (sobre todo cerámicas) que presentaban roturas o imperfecciones importantes debidas al proceso de fabricación, al transporte o al almacenamiento.

- Si se realiza la clasificación de los residuos, disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. Por lo demás, la separación selectiva se debe efectuar en el momento en que se originan los residuos.

La empresa constructora habitualmente procede a la separación selectiva de los materiales tóxicos, y dispone para ello de diferentes contenedores, según el tipo de residuo objeto de gestión (bidones, sacos, etc.). La obra reservaba un espacio debidamente protegido para almacenar este tipo de residuos.

Asimismo, se dispusieron contenedores diferentes cuando se decidió clasificar por separado los residuos pétreos de los banales. En este momento se percibió la necesidad de contar con un contenedor específico para los sobrantes banales (plásticos y cartones), ya que, debido al gran volumen y poco peso de los mismos, deben ser compactados durante su almacenamiento, antes de ser trasladados al reciclador o al vertedero de residuos no especiales.

- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente.

Los residuos han de ser fácilmente identificables para quienes trabajan con ellos y, en general, para todo el personal de la obra. Así pues, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, con una descripción clara de la clase y características de estos residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuados, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas frente al paso del tiempo y las agresiones de los agentes atmosféricos.

En el caso que nos ocupa, los contenedores y bidones específicos tanto de los residuos tóxicos como los banales y los pétreos estaban identificados con la correspondiente etiqueta.

En aquellas obras que originen un volumen suficiente de residuos, se ha de contar con maquinaria para el machaqueo de los escombros con el fin de fabricar áridos reciclados.

Una manera eficaz de reducir los residuos pétreos será disponer de una machacadora de residuos pétreos que sea fácilmente transportable por la obra, ya que con ella se consigue el reciclaje in situ de los mismos, o bien que ocupen menos volumen, si se opta por enviarlos a una central recicladora o un vertedero.

En este sentido, la obra analizada preveía que, una vez separados, los residuos pétreos se almacenasen en la propia obra y que, mediante una machacadora, se pudiesen reutilizar como granulado drenante en las zonas ajardinadas. La Dirección Técnica de la obra aceptó estas aplicaciones no previstas en el proyecto ya que no suponían variaciones importantes en las prestaciones de las soluciones constructivas

- Incrementar, de un modo prudente, el número de veces que los medios auxiliares, como los encofrados y moldes, se ponen en obra, ya que una vez usados se convertirán en residuos.

Sobre este particular, la acción se limitó a informar a los encargados y a los operarios de la obra acerca de la importancia de reutilizar el mayor número de veces posible los medios auxiliares.

- Vigilar que los residuos líquidos y orgánicos no se mezclen fácilmente con otros, y a consecuencia de ello resulten contaminados. Para conseguirlo, se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Como ya se ha comentado, los residuos se depositaron en recipientes preparados a tal efecto, sin peligro de que se mezclasen unos con otros. De no ser así, se originarán residuos de difícil gestión que probablemente acabarán en el vertedero.

En el caso de las cubas de hormigón se procuró, mediante contrato con la empresa suministradora, que las tareas de limpieza que producen vertidos al suelo no se realizasen en la obra, sino en la propia planta (dotada de balsas de decantación).

- Extraer conclusiones de la experiencia en la gestión eficaz de los residuos, para que tales conclusiones puedan ser aplicadas en la programación de otras obras.

Precisamente, uno de los principales objetivos Plan de gestión es pasar por un proceso de aprendizaje, en el que la experiencia adquirida, debidamente evaluada, permita acumular un conocimiento práctico que será útil para una gestión más eficaz.

Criterios para la evaluación de los residuos de cada etapa de obra

A continuación se exponen los datos sobre la producción de residuos en cada bloque, según los valores establecidos en el apartado 1.3. del Plan de residuos.

Bloque L1 (Fase 9)

En este bloque se ha llevado a cabo el 70% de la fase de cerramientos y el 30% de la fase de acabados. Éstas son las proporciones de residuos de cada material, expresadas en porcentajes:

	CERRAMIENTOS		ACABADOS	
	m ³	%	m ³	%
PÉTREOS	105,00	84,0	9,76	20,0
YESO	0,00	0,0	29,28	60,0
PAPEL Y CARTÓN	8,76	7,0	3,66	7,5
PLÁSTICOS	5,01	4,0	3,17	6,5
MADERA	3,76	3,0	1,71	3,5
METALES	1,25	1,0	0,98	2,0
OTROS	1,25	1,0	0,24	0,5
TOTAL	125,20		48,80	

Bloque L2 (Fase 11)

En este bloque se ha realizado el 50% de la fase de cerramientos y el 15% de la fase de acabados. Éstas son las proporciones de residuos de cada material, expresadas en porcentajes:

	CERRAMIENTOS		ACABADOS	
	m ³	%	m ³	%
PÉTREOS	37,55	84,0	3,05	25,0
YESO	0,00	0,0	7,55	62,0
PAPEL Y CARTÓN	3,13	7,0	0,61	5,0
PLÁSTICOS	1,79	4,0	0,48	4,0
MADERA	1,34	3,0	0,30	2,5
METALES	0,45	1,0	0,12	1,0
OTROS	0,45	1,0	0,06	0,5
TOTAL	44,70		12,20	

Bloque L3 (fase 11)

En este bloque se ha completado el 60% de la fase de cerramientos y el 50% de la fase de acabados. Éstas son las proporciones de residuos de cada material, expresadas en porcentajes:

	CERRAMIENTOS		ACABADOS	
	m ³	%	m ³	%
PÉTREOS	49,22	84,0	13,32	30,00
YESO	0,00	0,0	17,76	40,00
PAPEL Y CARTÓN	4,10	7,0	5,00	11,25
PLÁSTICOS	2,34	4,0	4,33	9,75
MADERA	1,76	3,0	2,33	5,25
METALES	0,59	1,0	1,33	3,00
OTROS	0,59	1,0	0,33	0,75
TOTAL	58,60		44,40	

Bloque L4 (fase 11)

En este bloque se ha realizado el 70% de la fase de cerramientos y el 30% de la fase de acabados. Éstas son las proporciones de residuos de cada material, expresadas en porcentajes:

	CERRAMIENTOS		ACABADOS	
	m ³	%	m ³	%
PÉTREOS	33,01	84,0	3,06	20,0
YESO	0,00	0,0	9,18	60,0
PAPEL Y CARTÓN	2,75	7,0	1,15	7,5
PLÁSTICOS	1,57	4,0	0,99	6,5
MADERA	1,18	3,0	0,54	3,5
METALES	0,39	1,0	0,31	2,0
OTROS	0,39	1,0	0,08	0,5
TOTAL	39,30		15,30	

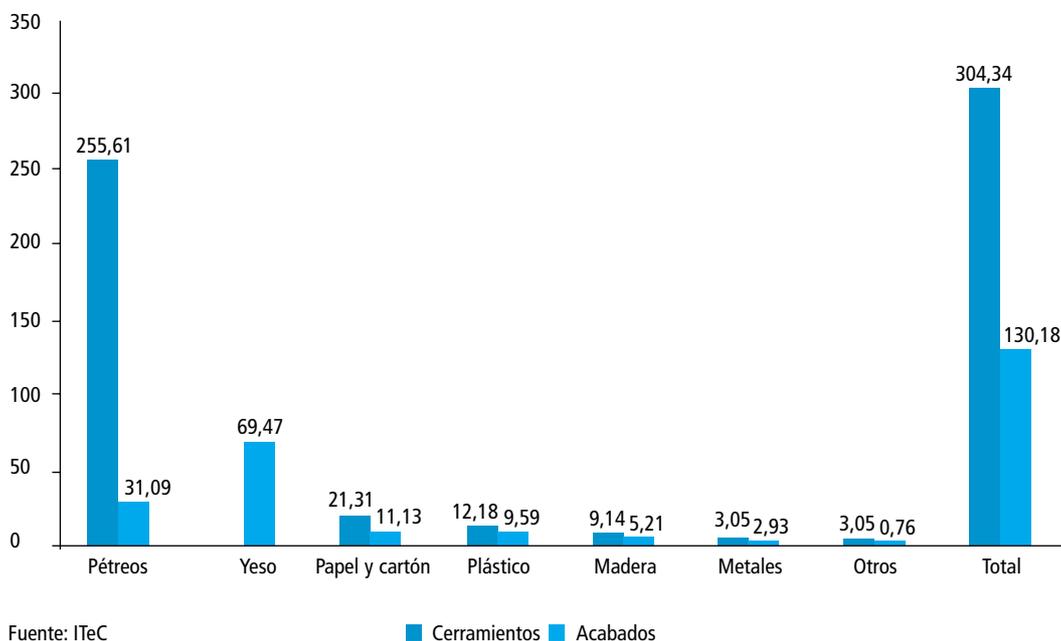
Bloque L5 (fase 11)

En este bloque se ha realizado el 70% de la fase de cerramientos y el 20% de la fase de acabados. Éstas son las proporciones de residuos de cada material, expresadas en porcentajes:

	CERRAMIENTOS		ACABADOS	
	m ³	%	m ³	%
PÉTREOS	30,83	84,0	1,90	20,0
YESO	0,00	0,0	5,70	60,0
PAPEL Y CARTÓN	2,57	7,0	0,71	7,5
PLÁSTICOS	1,47	4,0	0,62	6,5
MADERA	1,10	3,0	0,33	3,5
METALES	0,37	1,0	0,19	2,0
OTROS	0,37	1,0	0,05	0,5
TOTAL	36,70		9,50	

En el total de la obra, y teniendo en cuenta los diferentes bloques, se deberían producir los siguientes residuos:

Previsión de la producción de residuos (en volumen)



Respecto a los materiales peligrosos, es posible establecer las siguientes tipologías, repartidas entre las diferentes fases de la obra:

Fase de movimiento de tierras

Posibles tierras contaminadas

Fase de cimentación y estructuras

Restos de madera tratadas con conservantes
 Restos de tableros de fibras o partículas de madera
 Desencofrantes
 Agua sucia de cemento Pórtland
 Restos de electrodos de soldadura

Fase de cerramientos

Agua sucia de cemento Pórtland
 Aerosoles

Fase de acabados

Restos de madera tratadas con conservantes
 Restos de tableros de fibras o partículas de madera
 Restos de adhesivos (colas, resinas, etc.)
 Sobrantes de pinturas, hidrofugantes, etc.
 Restos de productos antioxidantes
 Aerosoles

Líquidos para pulir el terrazo
Restos de electrodos de soldadura
Fluorescentes
Restos de PVC

A lo largo de la obra

Productos del proceso de mantenimiento de la maquinaria (aceites, baterías, etc.)
Pilas y otro material de oficina.

En el Anexo 3 se expone información detallada sobre los residuos tóxicos que pueden aparecer en una obra de construcción.

Criterios para establecer el escenario de gestión externa

Para satisfacer este apartado del Plan de residuos se ha consultado el Anexo 5 y el Registro General de Gestores de Residuos de Cataluña, de la Junta de Residuos, donde aparece la información necesaria acerca de los gestores autorizados próximos a la ubicación de la obra: Mollet (comarca del Vallès Oriental). Básicamente, éstos son:

- Planta de reciclaje de escombros de construcción, en Granollers (Gestió de Runes del Vallès Oriental, s.l.)
- Planta de separación y reciclaje, en la Garriga (Reciclatges Tamayo, s.l.)
- Planta de disposición y reciclaje de papel y cartón, plásticos, madera y metales, en Mollet (BFI, s.a.)
- Planta de reciclaje de papel y cartón, plásticos, madera y metales, en Mollet (Merca-Ocasiones y Servicios SCP)
- Planta de reciclaje de materiales metálicos, en Mollet (Industrias Químicas del Vallés, s.a.)
- Equipo móvil reciclador, en Santa Cristina de Aro (Massachs Excavacions)
- Recuperación y tratamiento de residuos especiales, en Montmeló (UTE Montmeló)
- Etc.

En cuanto a los vertederos, se enumeran los siguientes:

- Depósito Gar-1, en Llinars (restauración de actividades extractivas)
- Depósito de escombros Pla d'Aguilar, en Caldes de Montbui

En este punto, se ha creído conveniente diferenciar la deposición en el vertedero de los restantes tratamientos, para de este modo resaltar esta opción como la alternativa de gestión menos aconsejable.

Criterios para determinar la cantidad de elementos, operaciones y costes que se generarán en la gestión interna de los residuos de la obra

Bajo este epígrafe, y a modo de ejemplo del tratamiento que la empresa constructora efectúa con los residuos, se expone un apartado del documento Recomendación para la gestión de residuos en obras sin PGMA (Plan General de Medio Ambiente), en el que se enumeran los principales aspectos que se han de observar para trazar la gestión de los materiales sobrantes.

- Darse de alta como productor de residuos ante la Junta de Residuos de la Generalitat de Cataluña.
- En función del residuo objeto de gestión, se debe contactar con un gestor autorizado, que cumplimentará la Ficha de aceptación y la presentará a la Junta de Residuos para que sea sellada.

- No mantener los residuos peligrosos almacenados en la obra durante más de seis meses.
 - Cuando el gestor autorizado retire los residuos, se le debe exigir la entrega de la Hoja de seguimiento.
 - Se deben guardar todos los registros durante cinco años.
 - Una vez terminada la obra, es preciso tramitar la baja como productora de residuos ante la Junta de Residuos.
- **Seguimiento de la gestión de residuos en la desconstrucción de unos cuarteles militares**

A continuación se exponen aquellos aspectos que no han podido ser tratados de forma detallada en el apartado 3.

Descripción de los edificios y de los principales sistemas constructivos utilizados

Edificios sociales

Estos edificios corresponden a los números 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21 y 22 de la figura de la página 32.

Los edificios que rodean la Plaza de Armas tienen una planta completamente rectangular y presentan en la zona central una única escalera principal que comunica las diferentes plantas entre ellas. Ninguno de estos edificios dispone de planta sótano. Existen diferentes alturas, hasta un máximo de planta baja y tres plantas piso, sin superar en ningún caso los 20 metros.

- Estructura resistente

En cuanto a la estructura de los edificios, predominan las paredes de carga de “tochana” de unos 60 cm, y forjados de jácenas y viguetas de acero laminado en caliente y revoltón cerámico (véase en el plano los edificios núm. 11, núm. 12, núm. 13 y núm. 14). En ningún caso las paredes de carga presentan aislamiento térmico.

A diferencia de las restantes construcciones, el tipo de forjado del edificio núm. 10 varía según la planta. Las paredes son de carga, pero en este caso están parcialmente macizadas (la cámara de aire está rellena con hormigón).

Entre la planta baja y la planta primera el forjado es de viguetas de hormigón y revoltón cerámico (rasilla); en la siguiente es a base de grandes revoltones apoyados sobre vigas metálicas; y el último forjado es de viguetas metálicas y revoltón cerámico (rasilla).

En los edificios cuya fachada da a la avenida de la Gran Via de les Corts Catalanes, se ha podido observar que la estructura es similar, si bien en este caso las viguetas son de madera.

- Cubierta

Todos estos edificios presentan una cubierta plana y transitable, menos el núm. 12, que es plana e intransitable, y los núm. 11 y núm. 13, que es inclinada (dos vertientes), pero con una cumbrera en forma de pasillo transitable. En ambos casos las tejas son planas.

Los edificios núm. 20 y núm. 21 con fachada a la Gran Vía de les Corts Catalanes presentan dos torreones de vigilancia.

- Distribución interior

Las distribuciones son, en el conjunto de los edificios –a excepción de las viviendas unifamiliares-, muy diáfanos; tan solo existen algunas separaciones interiores a base de tabiques de obra o rejillas metálicas.

- Revestimientos y acabados de techo y paredes

Las fachadas están enfoscadas con mortero, pero sin capa de pintura. En algunos casos el revestimiento se desprende y se aprecian algunas fisuras y grietas que muestran el deterioro de los inmuebles.

Los edificios con fachada a la Gran Vía de les Corts Catalanes son los que presentan más ornamentaciones, mientras que las restantes construcciones fueron proyectados con una composición bastante sobria.

Los paramentos verticales interiores y los techos de los edificios van acabados con yeso blanco a buena vista, a excepción de los baños y cocinas, alicatados con azulejo cerámico.

Los pavimentos de las dependencias comunitarias son mayoritariamente de mosaico hidráulico, con algunos añadidos de gres cerámico.

Todas las construcciones presentan falsos techos de placas de escayola colgadas mediante cables, o bien un falso techo realizado con escayola y cañizo.

- Carpintería y cerrajería

La carpintería, tanto interior como exterior, es de madera de pino pintada. En todos los edificios las ventanas y los balcones están protegidas por unas rejas de hierro de fundición, menos en el caso de las viviendas de la zona noble, que son de hierro colado.

- Instalaciones

Electricidad e iluminación

Las instalaciones eléctricas discurrían ocultas tras el falso techo. Todas ellas han sido extraídas y expoliadas antes del inicio de las obras de desconstrucción, presumiblemente por algunos de los colectivos que residían en el recinto.

Los trabajos también contemplan el desmontaje de la estación transformadora situada junto al edificio núm. 24.

Fontanería y evacuación de aguas

Las instalaciones de fontanería están empotradas, y se supone que son de plomo. En el caso de la evacuación de aguas, se desconoce el material de la red que sale de los sanitarios y va a parar hasta los bajantes y el alcantarillado.

Gas propano

El gas propano se distribuye por conductos de acero desde el depósito enterrado hasta las calderas y las cocinas, con un recorrido mayoritariamente exterior.

Teléfono

La instalación telefónica ha sido mayoritariamente arrancada y expoliada.

Gasóleo

Existe un depósito enterrado junto al edificio núm. 8 y también un equipo con contador con el que se suministraba carburante a los vehículos del cuartel.

Antena de televisión y de telecomunicaciones

Existen cuatro antenas de televisión, cuya instalación ha sido parcialmente arrancada. Las antenas de telecomunicaciones también han sido parcialmente arrancadas, pero quedan restos de su estructura en el edificio núm. 12.

Talleres y garajes

- Estructura y cubierta

Hay un total de seis talleres, de tan solo una planta. Se pueden distinguir tres tipos: el primero tiene una estructura mixta que combina paredes de fábrica de obra con jácenas y viguetas metálicas (es el caso del edificio núm. 3); el segundo tiene una estructura de pilares metálicos y una cubierta de cerchas metálicas, cabios de madera y planchas de fibrocemento (los edificios núm. 2 y núm. 4, por ejemplo); y el tercer tipo tiene una estructura de paredes de obra y una cubierta formada por cerchas de madera, cabios y tejas cerámicas planas.

- Pavimentos

En los talleres y los garajes predomina el pavimento de hormigón.

Viviendas unifamiliares

A diferencia de los edificios sociales, las viviendas unifamiliares presentan diversos materiales, como tejidos, materiales compuestos (maderas contrachapadas, etc.), material plástico y otros.

El edificio núm. 7 consta únicamente de una planta, pero las otras dos viviendas constan de planta baja y dos pisos.

- Estructura

El sistema constructivo es similar al de los edificios sociales, pero en este caso las paredes de fábrica no son de "tochana", sino de ladrillo macizo. El forjado está formado por viguetas metálicas y revoltón cerámico. Las habitaciones se agrupan alrededor de la caja de escalera, que está rodeada por una pared de carga sobre la que también se apoyan las viguetas.

- Cubierta

En los tres casos las cubiertas son planas.

- Cerramientos exteriores

También en este caso las fachadas presentan ornamentaciones (moldes). El material está compuesto por una especie de mortero de muy baja calidad, que se deshace al tocarlo. Las aberturas de las ventanas y los balcones están protegidas por rejas de hierro colado, la mayoría de ellas en mal estado.

Criterios para establecer la gestión externa de los residuos

En el caso del derribo de los cuarteles se han tenido en cuenta los siguientes aspectos para proceder a la elección de los centros gestores de residuos:

- Determinar los centros gestores autorizados por la Junta de Residuos más cercanos a la obra.
- Establecer la distancia a la que se encuentran las instalaciones de los gestores.
- Conocer las condiciones de admisión de los residuos dictaminadas por los gestores
- Valoración económica.

A continuación se enumeran algunos de los posibles gestores:

NOMBRE	MATERIAL
Kemil Bmp, s.a.	Cables eléctricos
Forec, s.a.	Plásticos
Santos Jorge, s.a.	Vidrio
Vilar Vita, s.a.	Metal, hierro, aluminio, cobre, plomo
Técnicas de Protección Ambiental, s.a.	Frigoríficos
Tecnologías del Medio Ambiente, s.a.	Madera
Gestión, Tratamiento y Recuperación, s.a.	Fibrocemento, escombros
Gestión Portuaria de Runes, A.I.E.	Material pétreo
Tecnirunes	Material pétreo
Dipòsit controlat del Papiol	Material pétreo