

Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición

**La información contenida en el texto
de esta publicación corresponde a
la fecha de su edición.**



Programa Life
Dirección General de Medio Ambiente
DGXI - Comisión Europea

ITeC

Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya

Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición

La información contenida en el texto de esta publicación corresponde a la fecha de su edición. Es posible, por tanto, que en la actualidad algunos datos (precios, normativa, leyes, etc.) se hayan modificado, lo cual debe tenerse en cuenta al hacer uso de ella.



Programa Life
Dirección General de Medio Ambiente
DGXI - Comisión Europea



Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya

Dirección Gráfica: Estudi Garriga

Ilustraciones: Pep Brocal

Corrección: Agustí Yagüe

Edición: Mercè Rius i Almoynes

Responsable del Servicio Editorial del ITeC

Reservados todos los derechos. Para la reproducción total o parcial de esta obra, en cualquier modalidad, será necesaria la autorización previa del titular del ©.

© Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya - ITeC

1ª edición: Agosto 2000

ISBN: 84-7853-382-6

Depósito Legal: B-35291-2000

Impreso en: Gráficas Contraste SL

Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición

Realizado por:

Fructuós Mañà i Reixach
Josep M^a González i Barroso
Albert Sagrera i Cuscó

Línea del Medio Ambiente y la Construcción



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Índice

Presentación

El porqué de este Manual	9
Participación en el Programa Life	11
A quién va dirigido	11
Estructura y breve explicación del contenido del Manual	11

Primera Parte: Gestión y tratamiento de residuos

1	Definiciones básicas de los términos utilizados	15
1.1	Clases de residuos	15
1.1.1	Según su procedencia	15
1.1.2	Según su naturaleza	16
1.2	Agentes que intervienen	17
1.3	Las operaciones	17
1.4	Alternativas de gestión	18
1.5	Financiación	20
2	Objetivos	21
2.1	Ventajas de la reducción de residuos	21
2.2	Acciones recomendadas	22
2.3	Jerarquización de las acciones	22
2.4	Reducir, reutilizar y reciclar: criterios de priorización	24
3	Gestión de residuos	25
3.1	Cómo mejorar la gestión	25
3.2	La desconstrucción	26
3.3	Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición	27
3.4	Gestión a pie de obra	28
3.4.1	Planificando la obra	28
3.4.2	Manipulación de los residuos en la obra	29
3.4.3	Responsabilidades de cada uno de los agentes de la obra	29
3.5	Aspectos legales	31
4	Tratamiento de residuos	33
4.1	Los residuos	33
4.1.1	Por qué separar los residuos. Recogida selectiva	33
4.1.2	Almacenaje y contenedores	34
4.1.3	Transporte de residuos	34
4.1.4	Maquinaria para el manejo de los residuos	35
4.2	Alternativas de gestión de los residuos en función del material	35

Segunda Parte: Residuos de excavación, construcción y demolición

5	Residuos de excavación y demolición	41
5.1	Objetivos	41
5.2	Características materiales de los residuos que se originan en la excavación y demolición	42
5.2.1	Tierra superficial y de excavación	42
5.2.2	Hormigón y obra de fábrica	44
5.2.3	Asfalto y betún	45
5.2.4	Madera	45
5.2.5	Metales	46
5.2.6	Plásticos	47
5.2.7	Elementos arquitectónicos	47
5.2.8	Residuos especiales: tierras contaminadas, amianto, productos químicos, etc	48
6	Residuos de la construcción	53
6.1	Objetivos	53
6.2	Compra y abastecimiento de materiales	54
6.3	Empleo de materiales reutilizados y reciclados	54
6.4	Almacenamiento de materiales: reducción de residuos	55
6.5	Características materiales de los residuos que se originan en la obra	57
6.5.1	Madera	57
6.5.2	Obra de fábrica y pequeños elementos	58
6.5.3	Metales	58
6.5.4	Embalajes y plásticos	59
6.5.5	Residuos especiales: aceites, pinturas y productos químicos	59

Tercera Parte: Recomendaciones para la reducción y gestión eficaz de los residuos de construcción y demolición

Recomendaciones para el técnico que proyecta el edificio	67
Recomendaciones para el director de la obra	69
Recomendaciones para el encargado general de la obra	72
Recomendaciones para el personal de la obra	75
Recomendaciones para el promotor	77
Recomendaciones para la Administración municipal	79
Recomendaciones para las empresas subcontratadas	81
Recomendaciones para las empresas de derribo	83
Recomendaciones para el gestor de residuos	85

Anexo. El proceso de ejecución de la desconstrucción

A1 La ordenación del proceso	87
A2 La ejecución material	90



Presentación

El porqué de este Manual

Por motivos económicos y de control del esfuerzo humano, la industria de la construcción ha sido, a lo largo de su historia, parca en el uso de materiales, en el desplazamiento de los mismos y en el gasto energético de su puesta en obra. Una industria tan arraigada a la tierra como ésta siempre fue planteada de manera que su impacto en el medio fuera controlado naturalmente. Los montones de residuos pétreos que se creaban al abandonar una villa, al descolonizarse una ciudad o al irse al traste todo un imperio eran automáticamente convertidos en cantera para la construcción de nuevos edificios. De esta forma se ha conseguido que a cada civilización le parezca que está habitando en un mundo nuevo, o al menos no tan viejo como parecería, si, para satisfacción de los arqueólogos, hubiesen tenido que coexistir con restos importantes de todas las civilizaciones que han poblado este mundo mediterráneo.

Toda esta situación se vino abajo con la industrialización. La construcción resistió el envite hasta finales del XIX, pero no fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando se generalizó el consumo de la energía procedente del petróleo y en la construcción se sentaron las bases del tremendo desarrollo consumista que vendría inmediatamente después.

La desaparición de la pared de tapia (gruesa y capaz de asumir una cantidad importante de residuos) en beneficio del mayor espacio disponible para el desarrollo funcional del edificio marcó un hito. El planteo de nuevas exigencias, apoyadas en la constancia de las prestaciones y en desarrollos numéricos, necesarios para afinar los dimensionados y determinar el valor de la seguridad, abundaron en el uso de nuevos materiales y en el abandono de prácticas ancestrales allá donde no era posible dar repuesta a tales satisfacciones.

A partir de entonces las comunidades más activas empezaron a llenar el país de escombros. Hoy en día las cifras son aterradoras. Durante el año 1998, Cataluña (6 millones de habitantes) ha generado aproximadamente 3 millones de toneladas de restos de la construcción (sirva como comparación que esta misma comunidad sólo ha producido 2,6 millones de toneladas de residuos domésticos); por lo demás, existen muy pocos centros de reciclaje de este tipo de residuos y, en cualquier caso, la cantidad gestionada no ha sido significativa.

Los Gobiernos, empujados por la normativa europea, han desarrollado sus propios marcos legislativos. En el caso de Cataluña, este marco es verdaderamente muy completo; sin embargo, la falta de cultura medioambiental (de sensibilización sobre estos asuntos), la carencia de los medios económicos necesarios para poner en marcha campañas de promoción y la no utilización de métodos coercitivos han originado que, en determinados casos, se funcione al margen de tales disposiciones.

Este Manual pretende, por la vía de la sensibilización y del recuerdo de lo que fue aquella industria poco contaminante, crear nuevos hábitos entre el personal de las obras, de forma que el control de los residuos se convierta en su manera habitual de proceder: se trata de adquirir unos reflejos de los que, una vez asimilados, sea complejo prescindir.

Cabe recordar que la industria de la construcción es la que más inercias arrastra del pasado; en ella, todo cambio en las formas de hacer habituales significa un gran esfuerzo. Lo saben bien quienes, en su intento por implantar nuevos productos y métodos, han fracasado. Parece por consiguiente claro que costará vencer las inercias actuales, pero también sabemos que, una vez introducidos unos ciertos criterios medioambientales, estas inercias funcionarán a favor.

Este Manual se ocupa fundamentalmente de las cuestiones de orden cualitativo; sin embargo, no ignoramos que poco habremos avanzado si no desarrollamos herramientas concretas para que, en fase de programación de las obras, se pueda planificar la gestión de los residuos de las mismas, de manera que se obtenga una relación clara entre beneficios y coste. En el apartado 3.3 del Manual (véase pág. 27) se hace referencia al Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición que, debido a su importancia, se ha desarrollado en otro documento.

La experiencia de haber ensayado en diversas obras los preceptos que aquí se ofrecen como contrastados nos ha permitido darnos cuenta de que, en lo que se refiere a utillaje en obra, existen graves déficits que tendrían que ser paliados por la industria de la máquina-herramienta. Específicamente hemos fomentado el desarrollo y/o aplicación de dos útiles imprescindibles para mejorar la gestión y reducir el volumen de residuos, a la vez que las condiciones físicas del producto que se entrega e incrementar el grado de aceptación por parte de los recicladores habituales.

Estos productos son:

- Una machacadora de obra, pequeña, con un costo muy asumible, un gasto de energía minúsculo y con un nivel bajo de ruido, con la que ir digiriendo la fracción pétreo de los residuos que se van generando hasta alcanzar un volumen del orden de 1/3 del inicial. Con ella se conseguirá que los áridos que se van reciclando puedan ser utilizados en la misma obra como rellenos granulares o como áridos para hormigones de bajas prestaciones.

- Una empaquetadora para tratar los restos de papel y plásticos (fundamentalmente hojas de polietileno). La falta de este sencillo útil está dando lugar en este momento a verdaderas dificultades en la separación y gestión de los productos de poco peso y gran volumen, ya que los contenedores destinados a ellos almacenan y transportan aire.

Participación en el Programa Life

El presente documento es consecuencia directa del 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. En concreto, se dirige hacia el 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, y completamos así el ciclo iniciado con el programa Life *La enseñanza de la arquitectura y el medio ambiente sobre la fase de proyecto.*

A quién va dirigido

Para conseguir los objetivos expuestos anteriormente, el Manual pretende abarcar dos ámbitos diferentes:

- Sobre la mejor gestión de los residuos en las obras de construcción, rehabilitación y demolición mediante la puesta a punto, el desarrollo y la difusión, entre *todos los profesionales del sector*, de una metodología para la ejecución de dichas actividades, teniendo en cuenta parámetros medioambientales y de control de los residuos.
- Sobre la formación de los agentes del sector. Con el fin de incidir en todos los participantes del sector, se ha elaborado este *kit* de difusión para *preparar al personal docente* de los diferentes centros donde se impartan materias relacionadas con la construcción (universidades, escuelas profesionales, etc.).

Y si bien el estudio contempla fundamentalmente el ámbito de Cataluña (en su estructura técnica y administrativa concreta), la aplicabilidad de las conclusiones y métodos obtenidos en el proyecto es de amplio espectro. Por una parte, hay una clara coincidencia de intereses (y de situación del problema) entre los institutos ICIE y QUASCO (Italia) y CSTB (Francia); y, por otra, Cataluña es pionera en el desarrollo de medios de control y valorización de residuos de construcción, de modo que los métodos que se proporcionan van a servir de referente para otras Comunidades autónomas.

Estructura y breve explicación del contenido del Manual

La lectura de este documento, al tratarse de un manual, puede realizarse mediante dos recorridos diferentes. Uno completo siguiendo el orden que propone el índice y otro por partes, en función de los temas de interés del lector. Por lo tanto, el Manual permite una lectura parcial por temas ya que tienen una autonomía propia.

El Manual se estructura en tres partes, organizadas en torno a los siguientes contenidos:

- En la primera parte se expone la gestión y el tratamiento de los residuos. Se inicia con un capítulo de definiciones básicas de los términos más importantes que se utilizan en el Manual. Continúa con un análisis de los objetivos fundamentales de la gestión racional y eficiente de los residuos: su reducción, reutilización y reciclado. Seguidamente se explican los aspectos principales de la gestión de residuos, para acabar con un capítulo que recorre las diferentes etapas del tratamiento de los materiales sobrantes.
- La segunda parte está destinada a la explicación de las diversas alternativas de gestión y tratamiento relacionadas con las características específicas de los residuos más comunes en las obras de excavación, demolición y construcción de obra nueva.
- En la tercera parte, a modo de epílogo, se anuncian unas recomendaciones para la reducción y gestión eficaz de los residuos de construcción y demolición, dirigidas a todos los que intervienen en el proceso: proyectistas, directores de obra, encargado y personal de obra, promotores, empresas de demolición, etc.

El Manual complementa su contenido principal con un anexo en el que se desarrolla con más extensión la ejecución material de la desconstrucción.

Para facilitar la comprensión del contenido del manual se han ordenado las recomendaciones según su analogía temática, acompañándose de un dibujo identificativo.

A continuación exponemos el índice de esta ordenación:

Recomendaciones sobre acciones relacionadas con los residuos desarrolladas a pie de **obra**.

Acciones que debemos realizar en la obra y en el derribo para **reciclar** el mayor volumen posible de residuos.

Conceptos relacionados con la **gestión** de los residuos.

Recomendaciones sobre la necesidad de **reducir** el consumo de materiales nuevos y la producción masiva de residuos.

Principios generales sobre el tratamiento de los residuos.

Prescripciones que debemos tener en cuenta para **reutilizar** alguna parte de los residuos que actualmente se depositan en el vertedero.

Primera Parte:

Gestión y tratamiento de residuos

1

Definiciones básicas de los términos utilizados

1.1 Clases de residuos

1.1.1 Según su procedencia

- De derribo

Son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones.

También deben ser considerados aquí los residuos parciales, originados por los trabajos de reparación o de rehabilitación. En conjunto, los residuos de derribo son los que tienen mayor volumen y peso en el total de residuos generados por la actividad constructora.

- De construcción

Son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o de reparación.

Su origen es diverso: los hay que provienen de la propia acción de construir, originados por los materiales sobrantes: hormigones, morteros, cerámicas, etc. Otros provienen de los embalajes de los productos que llegan a la obra: madera, papel, plásticos, etc. Sus características de forma y de material son variadas. En este apartado también situaríamos la parte de residuos de rehabilitación correspondientes a la fase de construcción.

- De excavación

Son resultado de los trabajos de excavación, en general previos a la construcción.

La composición de estos residuos es menos variable que la de los dos grupos anteriores. Tienen una composición más homogénea y son de naturaleza pétreo: arcillas, arenas, piedras, hormigones y obra de fábrica de los cimientos de la edificación existente.

Se podría dar el caso que estos materiales estuvieran contaminados por materiales tóxicos procedentes de procesos industriales desarrollados en el propio solar o en emplazamientos adyacentes.

1.1.2 Según su naturaleza

- Residuo inerte

Son los que no presentan ningún riesgo de polución de las aguas, de los suelos y del aire.

En general están constituidos por elementos minerales estables o inertes, en el sentido de que no son corrosivos, irritantes, inflamables, tóxicos, reactivos, etc. En definitiva, son plenamente compatibles con el medio ambiente. Los principales materiales que forman los residuos de construcción son de origen pétreo, y, por lo tanto, inertes. Pueden ser reutilizados en la propia obra o reciclados en centrales recicladoras de áridos mediante un sencillo proceso mecánico de machaqueo.

- Residuo banal o no especial

Son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos.

Esta característica los diferencia claramente de los residuos inertes y de los que son potencialmente peligrosos, porque determina sus posibilidades de reciclaje. De hecho, se reciclan en instalaciones industriales juntamente con otros residuos y pueden ser utilizados nuevamente formando parte de materiales específicos de la construcción o de otros productos de la industria en general.

- Residuo especial

Existen residuos de construcción que están formados por materiales que tienen determinadas características que los hacen potencialmente peligrosos y que pueden ser considerados como residuos industriales especiales.

Son potencialmente peligrosos los residuos que contienen sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas o que provocan reacciones nocivas en contacto con otros materiales. Estos residuos requieren un tratamiento especial con el fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

1.2 Agentes que intervienen

- **Productor**

Es el propietario del inmueble o estructura que origina los residuos.

El productor es toda persona física o jurídica que produce residuos con su actividad constructora, aunque no se proceda a un derribo previo. En realidad, coincide con el propietario de la construcción objeto de derribo o con el promotor de la acción de construir.

- **Poseedor**

Es el titular de la empresa que efectúa las operaciones de derribo, construcción, rehabilitación, excavación y otras operaciones generadoras de residuos, o la persona física o jurídica que los tiene en posesión y que no dispone de la condición de gestor de residuos.

El poseedor es quien ejecuta materialmente los trabajos de desmontaje, desmantelamiento y derribo de un edificio, o bien los trabajos de construcción. No recibe esta consideración si, además, es el gestor de residuos. Normalmente es la empresa constructora o la encargada del derribo.

- **Gestor**

Es el titular de las instalaciones en que se efectúan las operaciones de valorización de los residuos o en las que se lleva a cabo la deposición de los residuos.

En realidad, los gestores son los titulares de las plantas de reciclaje, de tratamiento de residuos o de vertederos. La titularidad de estas instalaciones puede ser pública o mixta, con participación de los propios ayuntamientos, instituciones del Gobierno Autónomo y empresas privadas, como por ejemplo las organizaciones empresariales del sector. También pueden ser exclusivamente privada.

1.3 Las operaciones

- **Operaciones in situ**

Son operaciones de desconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento específico.

- Separación y recogida selectiva

Son acciones que tienen por objetivo disponer de residuos de composición homogénea, clasificados por su naturaleza -hormigones, obra de fábrica, metales, etc.-, de manera que facilitan los procesos de valorización o de tratamiento especial.

El objetivo común de estas acciones es facilitar la valorización de los residuos. Para conseguir un mejor proceso de reciclaje es necesario disponer de residuos de composición homogénea, sobre todo exentos de materiales potencialmente peligrosos. Por esta razón deben ser separados de otros materiales con los que van mezclados y clasificados por su diferente naturaleza, según las posibilidades de valorización que hayamos escogido. Es asimismo objetivo de estas acciones recuperar en el mejor estado posible los elementos de construcción que sean reutilizables.

- Desconstrucción

Es un conjunto de operaciones coordinadas de recuperación de residuos de derribo con el fin de minimizar el volumen destinado al vertedero.

La desconstrucción no tiene un único modelo de definición. En realidad admite diversos modelos y grados de intensidad en cada una de las operaciones. Éstos vendrán determinados por las características materiales de la construcción objeto de desconstrucción, por el incremento del coste del derribo a fin de que éste sea más selectivo, por la repercusión que ejercen estas operaciones en el valor de los residuos resultantes y por el coste final del producto. Este coste ha de poder competir en el mercado con el de un material equivalente pero nuevo.

En definitiva, para conseguir un material reciclado de calidad aceptable y aprovechar de modo eficaz los elementos reutilizables, el proceso de demolición de un edificio es indisoluble de la separación selectiva y de la desconstrucción.

1.4 Alternativas de gestión

- Valorización

Dar valor a los elementos y materiales de los residuos de la construcción es aprovechar las materias, subproductos y sustancias que contienen.

La valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado y también evita que desaprensivos los eliminen mediante el sistema de vertido incontrolado en el suelo.

Una gestión responsable de los residuos debe perseguir la máxima valorización para reducir tanto como sea posible el impacto medioambiental. La gestión será más eficaz si se incorporan las operaciones de separación selectiva en el mismo lugar donde se producen, mientras que las de reciclaje y reutilización se pueden hacer en ese mismo lugar o en otros más específicos.

- **Deposición de los residuos**

Los residuos que no son valorizables son, en general, depositados en vertederos.

Los residuos siempre constituyen un estorbo, pero en algunos casos, además, son de naturaleza tóxica o contaminante y, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Por esta razón los residuos deben disponerse de manera tal que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

Si no son valorizables y están formados por materiales inertes, se han de depositar en un vertedero controlado a fin de que al menos no alteren el paisaje. Pero si son peligrosos, han de ser depositados adecuadamente en un vertedero específico para productos de este tipo y, en algunos casos, sometidos previamente a un tratamiento especial para que no sean una amenaza para el medio.

- **Reutilización**

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

La reutilización no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones -o mejor, sin ellas-, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

- **Reciclaje**

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos -hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería.

- **Tratamiento especial**

Consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

También forman parte de los residuos de construcción algunos materiales que pueden contener sustancias contaminantes, e incluso tóxicas, que los llegan a convertir en irrecuperables. Además, la deposición no controlada de estos materiales en el suelo constituye un riesgo potencial importante para el medio natural.

Los materiales potencialmente peligrosos deben ser separados del resto de los residuos para facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada a que deben ser sometidos. Siempre es necesario prever las operaciones de desmontaje selectivo de los elementos que contienen estos materiales, la separación previa en la misma obra y su recogida selectiva.

- **Costes de gestión**

La gestión de los residuos tiene un coste económico que fundamentalmente aparece determinado por los costes de la valorización y deposición de los residuos.

Los residuos destinados al abandono deben librarse a un gestor autorizado, al que se ha de abonar el coste de gestión. El coste total de la misma es el resultado de la suma de los costes de la separación y recogida selectiva en el lugar en que se producen más los costes de gestión debidos a la valorización y deposición de los residuos. En general, la distancia desde la obra en que se producen los residuos hasta la instalación donde se efectuarán estas operaciones y las posibilidades reales de valorización de los residuos serán determinantes en el coste total de la gestión.

No obstante, el análisis completo de los costes de gestión de los residuos debería tener en cuenta los costes indirectos que se originan si los residuos no se reutilizan en la propia obra. En este caso se deberá contar igualmente que el coste verdadero de la deposición de los residuos debe incluir la suma de:

- El precio de compra y transporte de los nuevos materiales que se utilizarán en lugar de los residuos despreciados.
- El coste de almacenaje, transporte y evacuación de los residuos.

- **Fianza**

Garantía para asegurar que el productor y el poseedor de los residuos cumplirán sus obligaciones.

Las operaciones de gestión de residuos tienen un coste que es necesario financiar. El productor y el poseedor del residuo tienen la obligación de depositar una fianza, salvo el caso de que gestionen los residuos en plantas autorizadas de su titularidad o de titularidad de las organizaciones empresariales del sector de la construcción de las que sea miembro. También estarán exentos si la planta es de titularidad del ente local que otorga la licencia. En Cataluña, el Decreto 201/1994 regulador de los derribos y otros residuos de la construcción fija el importe de la fianza que se debe depositar en el momento de obtener la licencia urbanística municipal en función del origen de los residuos. En efecto, la cuantía de la fianza es:

- En residuos de derribos y de construcción, 1.000 PTA/tonelada de residuos previstos en el proyecto, con un mínimo de 10.000 PTA.
- En residuos de excavaciones, 500 PTA/tonelada, con un mínimo de 25.000 PTA y un máximo de 2 millones de pesetas.

2

Objetivos

2.1 Ventajas de la reducción de residuos

Si reducimos los residuos que habitualmente genera la construcción, disminuirémos los gastos de gestión, necesitaremos comprar menos materias primas y el balance medioambiental global será beneficioso.

En la Unión Europea, según datos recientes, la construcción y la demolición producen del orden de una tonelada de residuos por habitante y año. Aunque en nuestro país - en Cataluña, por ejemplo-, esa cantidad es apreciablemente menor -alrededor de 500 kg por habitante y año-, el problema de qué hacer con estos residuos cada día es más apremiante: no es aceptable, por consiguiente, despreocuparnos de ellos porque son recogidos y depositados en un vertedero público. Los vertederos son caros y tienen un impacto ambiental considerable. Existe además una clara tendencia a utilizarlos como método principal (por no decir único) para deshacerse de los residuos.

En consecuencia, el primer paso para mejorar esta situación consiste en reducir la producción de residuos. De esta manera se conseguirán además otras mejoras medioambientales: disminuirá el volumen transportado al vertedero o a la central recicladora y, con ello, también la contaminación y la energía necesarias para ese transporte.

Por otra parte, si los residuos se reutilizan, reduciremos asimismo la cantidad de materias primas necesarias, y por lo tanto no malgastaremos inútilmente recursos naturales y energía, e incluso podremos conseguir mejoras económicas.

2.2 Acciones recomendadas

Las alternativas de acción para la mejora de la gestión ambiental de los residuos son diversas. Sólo que pensemos en ello, seguro que ya conseguiremos mejoras apreciables, y habremos contribuido así a minimizar el uso de materias primas y a reducir la producción de residuos. No obstante, no se trata solamente de tenerlo presente cuando actuamos: para obtener mejoras eficaces, es necesario definir una jerarquía de prioridades, que ordene de modo decreciente el interés de las acciones posibles de la siguiente manera:

- [Minimizar en lo posible el uso de materias.](#)
- [Reducir residuos.](#)
- [Reutilizar materiales.](#)
- [Reciclar residuos.](#)
- [Recuperar energía de los residuos.](#)
- [Enviar la cantidad mínima de residuos al vertedero.](#)

Todos los agentes que intervienen en el proceso deben desarrollar su actividad con estos objetivos y en este orden, concentrando su atención en reducir las materias primas necesarias y los residuos originados. De este modo, al final del proceso, habrá menos materiales sobrantes que llevar al vertedero.

2.3 Jerarquización de las acciones

En ningún caso se trata de poner en marcha actuaciones sumamente complejas, sino simplemente de aplicar el sentido común y mantener la voluntad de llevarlas a cabo. Por lo tanto, deberán aplicarse las actuaciones más favorables, siempre por el orden que hemos establecido.

[Minimizar los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos](#)

La minimización de los recursos empieza por la incorporación de esta exigencia desde el proyecto mismo. Los conocimientos y la experiencia de todos los que intervienen en el proyecto deben dirigirse hacia la búsqueda de soluciones ingeniosas de manera que se reduzcan los recursos necesarios para su ejecución.

Las alternativas que pueden plantearse son diversas:

- El diseño de secciones mecánicamente más eficaces.
- La utilización de placas más delgadas y ligeras.
- La disminución de la cantidad de medios auxiliares (andamios, encofrados, maquinaria).
- Etc.

[Reducir la cantidad de residuos](#)

Es evidente que, si disminuimos la producción de residuos, los volúmenes de que debemos deshacernos serán menores, y también lo serán los problemas derivados de su gestión.

En cuanto a los residuos que se originan en el proceso, se debe prestar mayor atención a las condiciones de almacenamiento y manipulación de los materiales de construcción. En efecto, hay que mejorar esas condiciones para que no se dañen las materias primas y los productos y se conviertan en residuos incluso antes de ser utilizadas. En este sentido, es conveniente conservar los materiales protegidos por sus embalajes tanto tiempo como sea posible y optimizar el sistema de almacenamiento. De este modo se optimizará también su utilización y reduciremos la cantidad de residuos.

Reutilizar los residuos

Hay materiales y elementos de construcción que son reutilizables sin ser sometidos a ningún proceso de transformación. También, en el proceso de ejecución de la obra, se generan residuos reutilizables. En efecto, los medios auxiliares pueden reutilizarse varias veces en la propia obra, incluso en varias obras; por ejemplo: los encofrados y andamios necesarios para la ejecución de la misma, o los sistemas de protección y seguridad.

También los embalajes pueden reutilizarse. Sobre todo los formados por grandes contenedores que almacenan materiales amorfos (silos de morteros, etc.), que son recargables tantas veces como sea necesario y reutilizables en muchas otras obras.

En el caso de los derribos, también podemos reutilizar ciertos elementos del edificio, como barandillas, mobiliario, etc.

Reciclar los residuos

Los materiales de derribo, los escombros y demás materiales sobrantes del proceso de construcción son residuos que contienen fracciones valorizables susceptibles de ser transformadas y utilizadas nuevamente. El caso más conocido es el de la chatarra metálica, que se utiliza como materia prima para los productos metálicos y que reporta un significativo ahorro de energía y otros recursos minerales en la fabricación de los mismos.

Asimismo, los residuos pétreos también pueden ser reciclados como granulados para rellenos, hormigones, etc.

Recuperar la energía almacenada en los residuos

Las fracciones de los residuos de construcción que no pueden ser recicladas tienen una última alternativa antes de ir al vertedero: la posibilidad de recuperar la energía almacenada.

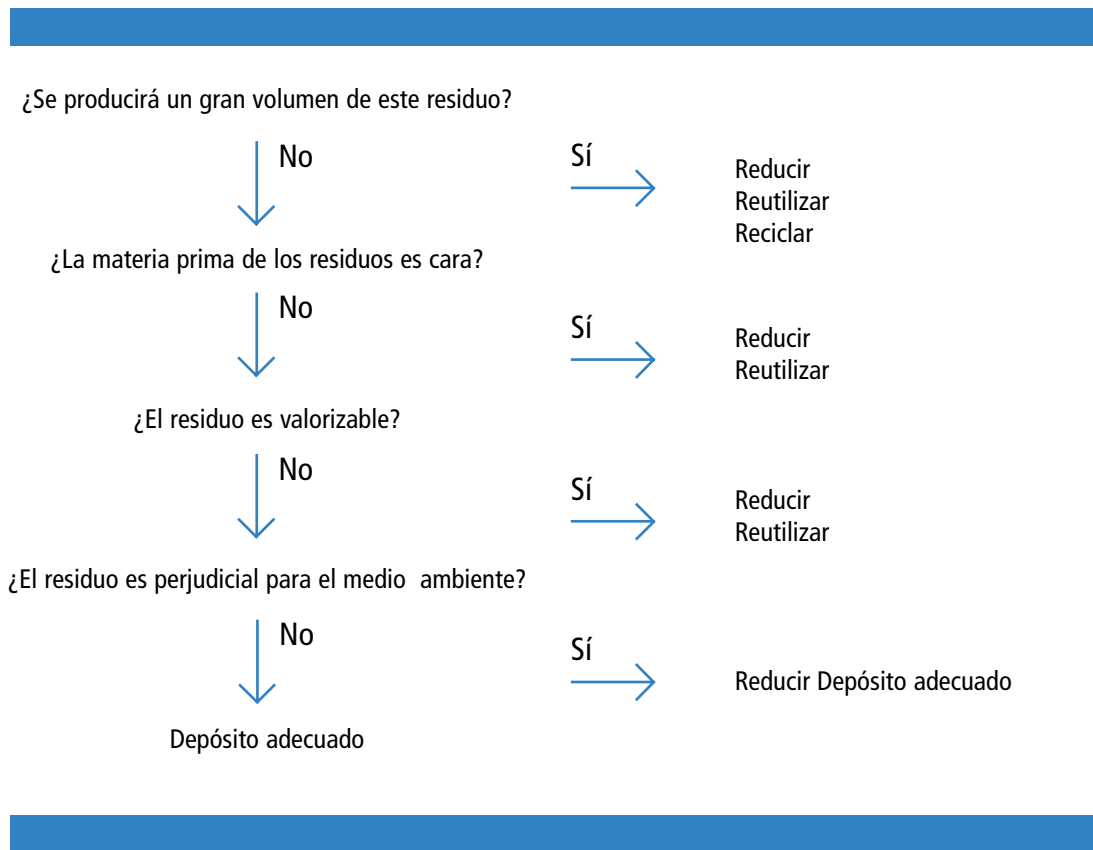
Aunque es una alternativa utilizada comúnmente para los residuos domésticos, los residuos de construcción y de demolición son inertes y no arden fácilmente, de manera que esta alternativa se reduce a unos pocos materiales: plásticos, maderas y cartones. No obstante, debemos asegurarnos de que la combustión que dará origen a esa energía no transmita emisiones tóxicas o contaminantes al aire.

Enviar la mínima cantidad de residuos al vertedero

Finalmente, y después de optimizar las posibilidades de las alternativas descritas de manera que hayamos reducido significativamente los residuos sobrantes, éstos deben ser depositados en un vertedero autorizado. Si las características de estos residuos los hacen peligrosos, han de ser depositados en vertederos de residuos especiales.

2.4 Reducir, reutilizar y reciclar: criterios de priorización

No siempre es técnicamente posible ni económicamente viable ejecutar cada una o varias de las actuaciones de las 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar). En cada caso elegiremos la o las más apropiadas. Para facilitar la adopción de estas decisiones, proponemos seguir esta breve secuencia de cuestiones que, de forma simple, nos ayudará a determinar la decisión más beneficiosa.



Aunque hemos pretendido reducir la decisión final a unas pocas preguntas -las más determinantes-, lo cierto es que el problema puede complicarse hasta el punto de que para encontrar su solución es conveniente incorporar otros criterios específicos. Algunos de ellos están relacionados con los siguientes aspectos:

- La posibilidad de reducir el transporte de materiales y, por lo tanto, el consumo de energía, la polución y el coste.
- El impacto ambiental de la transformación necesaria para el reciclaje.
- La viabilidad de la operación mediante algún trato económico diferente, como, por ejemplo, la reducción de las tasas en las licencias de obra.

3

Gestión de residuos

3.1 Cómo mejorar la gestión

Es necesario que todos los que participan en el proceso de construcción y demolición faciliten y fomenten la reducción, reutilización y valorización de los residuos originados mediante el reciclaje.

Para conseguir llevar a la práctica con éxito las 3R, todos los que intervienen en la obra, tanto si se trata de un peón a pie de obra como un capataz, un encargado o el técnico director, deben dirigir su trabajo hacia esos objetivos. Y hacerlo con una actitud que no debe ser solamente pasiva, limitándose a cumplir las normas y órdenes dictadas, sino que también han de tomar una disposición activa. El personal de la obra debe aprovechar su experiencia en la ejecución material de las órdenes para proponer aquellas acciones que crean que pueden mejorar la situación. Por otra parte, los encargados y directores de las obras deben prestar atención a esas propuestas para, desde una perspectiva más global de los problemas de la obra, conducirlos a buen fin.

Por otra parte, para mejorar la gestión también es necesario prever y planificar de manera racional y eficiente las acciones que se llevarán a cabo. En cuanto a la demolición, la acción preventiva más adecuada es la desconstrucción en lugar de la demolición habitual, que se efectúa de forma masiva e indiferenciada. En relación con la etapa de ejecución de la obra o de la demolición, las acciones deben estructurarse, según cuál sea el caso, siguiendo un Plan de gestión de residuos. Finalmente, queda la etapa de la ejecución material de la gestión de los residuos a pie de obra. En el siguiente apartado trataremos individualizadamente estos tres momentos de la gestión de los residuos.

En un capítulo quizá anterior a éste, se debería incidir en la necesaria sensibilización y educación del personal de la obra respecto a los temas medioambientales. Los centros de enseñanza, la Administración y la propia empresa constructora o de derribo han de insistir en la aportación de medios para aumentar la formación de los agentes del sector.

3.2 La desconstrucción

La desconstrucción es el conjunto de acciones de desmantelamiento de una construcción que hacen posible un alto nivel de recuperación y de aprovechamiento de los materiales.

Las crecientes exigencias medioambientales aplicadas a la construcción promueven la recuperación y la obtención del máximo aprovechamiento de los materiales y elementos de las edificaciones que se derriban. La desconstrucción facilita la solución a este problema, de manera que se puedan aprovechar esos residuos en las nuevas construcciones mediante el reciclaje o la reutilización de los residuos valorizables.

En el proceso de desconstrucción intervienen más participantes diferentes que en el proceso de derribo habitual. Las acciones de desmantelamiento también son más complejas, y, de hecho, el proceso se asemeja más al de una construcción que al de un derribo masivo tradicional. No obstante, en ningún caso el conjunto de estas acciones debe comportar la reducción de la seguridad de las personas que llevan a término los trabajos ni tampoco de la seguridad colectiva.

La desconstrucción no se define mediante un solo modelo de ejecución. En realidad admite diversos modelos y grados de intensidad, de acuerdo con los objetivos previstos y el contexto en que se ejecuta. No obstante, existe un elemento común a todos ellos: siempre se trata de un proceso de desmontaje gradual y selectivo, en el que es necesario utilizar diversos métodos y técnicas de forma coordinada y complementaria.

En la práctica, la desconstrucción no busca el aprovechamiento total de la construcción objeto de desmantelamiento, un fin, en algunos casos, del todo irreal. Los objetivos son, en rigor, más modestas, pues se trata de conseguir:

- Un alto valor de aprovechamiento de los materiales que constituyen la construcción objeto de demolición.
- La viabilidad económica de todo el proceso.

Alcanzar esos dos objetivos, sin duda, reducirá de forma significativa el impacto medioambiental causado por el derribo de una construcción.

A modo de ejemplo general de desconstrucción, se propone descomponer la demolición del edificio en las acciones coordinadas siguientes:

Recuperación de los elementos arquitectónicos.
Recuperación de materiales contaminantes.
Recuperación de materiales banales reciclables.
Recuperación de materiales pétreos.

Un desarrollo más completo de la desconstrucción puede consultarse en el anexo 1: El proceso de ejecución de la desconstrucción.

3.3 Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición

Todas las acciones que proponemos para la reducción eficiente de los residuos de construcción y demolición resultan menos eficaces si se aplican sobre un tajo que carezca de una programación racional de la gestión de los residuos generados en las distintas fases de la obra. Por esta razón consideramos fundamental que, antes del inicio de las operaciones de construcción, se cuente con un Plan de gestión de residuos.

Para constructores y empresas de derribo, resulta necesario desarrollar un método con el que prever -durante la fase de planificación de la obra o de la demolición- las actividades y costes económicos, en cada etapa del proceso, que origina la gestión de los sobrantes de obra y de los residuos de demolición.

En efecto, se debe conocer la cantidad de residuos que se producirán, sus posibilidades de valorización y el modo de realizar una gestión eficiente, con el fin de planificar las obras de construcción y de demolición. Mediante esta acción, en Cataluña, también se puede evaluar con cierta precisión, la fianza que se deba depositar en aquellos ayuntamientos que apliquen el Decreto 201/1994.

En consecuencia, el Plan de gestión de residuos debe estructurarse según las etapas y objetivos siguientes:

- En primer lugar, se debe establecer la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la obra y en el derribo. Este objetivo se puede cumplir tomando en consideración la experiencia del constructor o de la empresa de derribo, si ya ha aplicado alguna vez criterios de clasificación, lo cual no suele ser frecuente. En caso contrario, por defecto, proponemos los valores procedentes de un estudio realizado por el ITeC en el análisis de la situación actual (véase el documento *Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*). Puede ocurrir, sin embargo, que en algunos casos los valores no se ajusten a los métodos, medios, etc., de la empresa constructora o de derribo. Por este motivo, a partir de ahora, las empresas deben adoptar el compromiso de registrar los residuos que producen, según su propia forma de trabajar y los medios auxiliares de que se sirven, para que en próximas obras ya puedan aplicar datos propios.
- A continuación, hay que informarse acerca de los gestores de residuos que se encuentran en el entorno próximo a la obra: es necesario conocer las características (condiciones de admisión, distancia y tasas) de los vertederos, de los recicladores, de los puntos verdes, de los centros de clasificación, etc. para poder definir un escenario externo de gestión.
- A partir del cruce de ambas fuentes de información -la cantidad y tipología de los residuos y el escenario formado por los gestores externos- se podrá determinar en cada momento de la obra o del derribo los elementos de gestión interna necesarios (cantidad y características de los contenedores, depósitos para fluidos contaminantes, etc.). Presumiblemente, estas acciones reducirán el coste de la gestión de los residuos.

- Una vez conocidos los costes de la manipulación de los residuos en obra, de los alquileres de contenedores, del transporte y de las tasas de depósito de los residuos para cada una de las etapas de la obra, se debe determinar -por etapas y en su conjunto- el coste final de la gestión de los residuos de una obra o un derribo determinados.

Hemos considerado que todo este proceso, descrito de forma tan sintética, es lo suficientemente importante como para redactar un documento específico, el titulado *Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*, complementado con una herramienta informática que facilita su aplicación y difusión.

La construcción es una industria muy preocupada por la reducción de los costes de producción. Es por eso por lo que solamente empezará a preocuparse seriamente por solucionar el problema de los residuos que origina cuando se conozcan de una forma fehaciente los costes de no minimizar los residuos o de llevar una gestión poco racional. En este sentido, el documento y la herramienta informática a que nos referíamos resultarán útiles para evaluar y racionalizar el control económico de la gestión de los residuos.

Esta metodología es de aplicación en aquellas empresas que realicen derribos y obras de edificación, con independencia de su grado de complejidad (tamaño, ubicación, uso, etc.), si bien las obras públicas quedan pendientes para futuros Planes de gestión de residuos.

3.4 Gestión a pie de obra

El Plan de gestión de residuos en la obra y el derribo tiene como objetivo principal racionalizar la gestión para poder minimizar la producción y mejorar la valorización actual. Los conceptos relacionados con la gestión a pie de obra son fundamentales para conseguir los objetivos planteados en los apartados anteriores. A continuación exponemos los más significativos.

3.4.1 Planificando la obra

Se trata de estudiar, desde la fase inicial del proyecto, las oportunidades de reutilizar y reciclar los residuos, tanto dentro como fuera de la obra.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado. Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes. E incluso en las obras de reforma, de reparación, de rehabilitación, etc., también se generan residuos.

En la demolición se originan grandes cantidades de residuos pétreos, mampostería, hormigón, obra de fábrica, etc., cantidades que se reducen durante el periodo de construcción, ya que corresponden a los sobrantes de la puesta en obra de los materiales y productos y a sus embalajes. Esto es, al inicio de la obra se producen los residuos sobrantes, y, a medida que ésta va avanzando y llegan los acabados e instalaciones, se originan los procedentes de los embalajes.

Hay que prever el tipo y volumen de materiales residuales que se producirán en la obra y en el derribo para organizar adecuadamente los contenedores y adaptar esas decisiones al desarrollo general de la obra.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los *toners* y tinta de las impresoras y fotocopiadoras, los residuos biológicos, etc.

En definitiva, ya no es admisible la actitud de buscar excusas para no reutilizar o reciclar los residuos, sin tomarse la molestia de considerar otras opciones.

3.4.2

Manipulación de los residuos en la obra

La primera decisión que debe ser adoptada es dónde almacenar los residuos y con qué medios.

Aunque apenas haya lugar donde colocar los contenedores, debemos intentar encontrar en la obra un lugar apropiado en el que almacenar los residuos. Si habilitamos un espacio amplio con un acceso fácil para máquinas y vehículos, conseguiremos que la recogida sea más sencilla. Si, por el contrario, no se acondiciona esa zona, habrá que mover los residuos de un lado a otro hasta depositarlos en el camión que los recoja.

Además, es peligroso tener montones de residuos dispersos por toda la obra, porque fácilmente son causa de accidentes. Así pues, debemos asegurar un adecuado almacenaje y evitar movimientos innecesarios, que entorpecen la marcha de la obra y no facilitan la gestión eficaz de los residuos. En definitiva, hay que poner todos los medios para almacenarlos correctamente, y, además, sacarlos de la obra tan rápidamente como sea posible, porque el almacenaje en un solar abarrotado constituye un grave problema.

Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes; de este modo facilitamos su posterior reciclaje. Asimismo hay que prever un número suficiente de contenedores -en especial cuando la obra genera residuos constantemente- y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositarlos.

3.4.3

Responsabilidades de cada uno de los agentes de la obra

Todos los que participan en la ejecución material de la obra tienen una responsabilidad real sobre los residuos: desde el peón al director, todos tienen su parte de responsabilidad. Además, como vimos con anterioridad, todos aquellos que participan en el proyecto pueden hacer que su intervención sea beneficiosa para la minimización de los residuos.

● Decálogo del responsable de los residuos en la obra

La figura del responsable de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan. En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- En todo momento se cumplirán las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra conocerá sus responsabilidades acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores de la obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

(Puede consultarse una información más completa y detallada en las fichas *Recomendaciones para el director y para el encargado general de la obra*, en las páginas 69 y 72)

● Decálogo de los trabajadores a pie de obra

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

(Puede consultarse una información más completa y detallada en la ficha *Recomendaciones para el personal de la obra*, en la pág. 75)

3.5 Aspectos legales

La normativa medioambiental referida a las actividades de construcción y demolición se estructura de la siguiente manera:

- Tratados y convenios internacionales.
- Directivas de la Unión Europea.
- Legislación de la Administración del estado.
- Legislación de las Administraciones autonómicas.
- Ordenanzas Municipales.

Es importante que todas estas normativas y disposiciones legales sean conocidas por los responsables de la obra y que se integren en los diferentes procedimientos técnicos de las empresas. Así pues conviene que, en la propia obra o en la empresa, exista un lugar específico donde la dirección técnica o cualquier miembro de la plantilla de obra pueda consultar dicha legislación.

A continuación se exponen los principales textos normativos referentes a los residuos de construcción y demolición:

Sobre aspectos generales relacionados con los residuos

- Ley 6/1993, de la Generalitat de Cataluña de 15 de julio, reguladora de residuos.
- Decreto de la Generalitat de Cataluña 115/1994, de 6 de abril, regulador del Registro general de gestores de residuos de Cataluña.
- Decreto de la Generalitat de Cataluña 34/1996, de 9 de enero, por el cual se aprueba el catálogo de residuos de Cataluña (modificado por el Decreto 92/1999, de 6 de abril).
- Decreto de la Generalitat de Cataluña 1/1997, de 7 de enero, sobre la deposición de los residuos en depósitos controlados.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases. Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, que aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la ley.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Resolución del Ministerio de Medio Ambiente, de 17 de noviembre de 1998, por la que se dispone la publicación del catálogo europeo de residuos.
- Directiva del Consejo 1999/31/CE, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Etc.

Sobre aspectos generales relacionados con los residuos de construcción

- Decreto de la Generalitat de Cataluña 201/1994, de 26 de julio, regulador de los derribos y otros residuos de construcción.

Además de este texto normativo, se deben tener en cuenta el Programa de residuos de la construcción de Cataluña (1995), el Plan de residuos metropolitano (1997), el Programa nacional de residuos urbanos (2000) y el Programa nacional de residuos de construcción y demolición (en fase de redacción).

Sobre aspectos relacionados con los residuos tóxicos

- Directiva del Consejo 91/689/CEE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a los residuos peligrosos.
- 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 de julio de 1997).
- Etc.

Sobre aspectos relacionados con la seguridad e higiene en la obra

- 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.
- Etc.

Debido a la complejidad y extensión del tema, este apartado tan solo refleja algunos de los principales textos normativos sobre la toxicidad de los residuos. No obstante, el documento *Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición* dedica un anexo específico a estos aspectos.

Cabe destacar que habitualmente los centros de documentación de los entes encargados de la política medioambiental de las Comunidades autónomas disponen de un compendio sobre la normativa vigente de residuos, que es actualizado regularmente.

4

Tratamiento de residuos

4.1 Los residuos

4.1.1 Por qué separar los residuos. Recogida selectiva

Para fomentar el reciclado o reutilización de los materiales contenidos en los residuos, éstos deben ser aislados y separados unos de otros. La gestión de los residuos en la obra debe empezar por su separación selectiva.

El objetivo es maximizar la reutilización y las posibilidades de reciclado. En consecuencia, se hace necesario prever contenedores individuales para cada tipo de material (plásticos, maderas, metales, pétreos, especiales, etc.), según las posibilidades de valorización escogidas en el Plan de gestión.

Si la gestión de los residuos en la obra empieza por una clara separación de los mismos -preferiblemente en zonas con espacio suficiente-, resultará más fácil identificar las áreas y etapas del proceso que generan mayor cantidad de residuos. Con esa identificación se facilita el circuito de transporte interior de los residuos y se racionaliza el proceso, de manera que tienden a reducirse los residuos originados.

No se trata solamente de reducir los residuos pétreos, que son los mayoritarios de la construcción; también se deben separar aquéllos que se producen en pequeñas cantidades y son fácilmente valorizables. El ejemplo más claro son todos los productos que contienen metales, fácilmente valorizables mediante el reciclado.

4.1.2 Almacenaje y contenedores

Mediante la separación y recogida selectiva se reducen los volúmenes de residuos originados.

También desde el punto de vista económico es interesante proceder a una separación selectiva de los residuos de diferente naturaleza.

Las ventajas de las que nos podemos beneficiar mediante esa forma de selección son de diversa índole. Una, por ejemplo, es la reducción del volumen que ocupan: la mezcla compacta de residuos en forma de bolo (por ejemplo, los pétreos) con otros de formas alargadas (las tablas típicas de la madera) producen huecos que desaprovechan el espacio del contenedor y, en consecuencia, encarecen la gestión. Si además tenemos en cuenta los diferentes valores de los costes de vertido en el vertedero (en función de su densidad), comprobaremos que esa mezcla de residuos ligeros y pesados dificulta el reciclado y encarece la deposición e incluso el transporte.

Si se realiza una separación selectiva de los residuos en diferentes tipos, es necesario que cada uno de ellos sea depositado en un contenedor específico. Por ejemplo: en el caso de los plásticos y cartones, debemos utilizar un sistema de deposición capaz de reducir el volumen de los mismos ya que de otro modo únicamente estamos almacenando y transportando aire. Asimismo será necesario que en los contenedores figuren claramente especificados los materiales que debe alojar cada uno de ellos.

Solamente mediante la separación selectiva se puede llevar a cabo una gestión responsable de los residuos especiales.

Residuos tan comunes como aceites, pinturas, baterías, etc. deben ser separados de los residuos inertes. Si se mezclan entre ellos, los residuos inertes quedarán contaminados (nuevamente, el factor económico actúa como acción disuasoria, porque la deposición de los residuos especiales es más cara que la del resto de residuos).

4.1.3 Transporte de residuos

Los residuos deben ser tratados y almacenados correctamente, o separados y aislados donde sea necesario.

El transporte y la recogida de los residuos se ha de ajustar a unos criterios sencillos. En primer lugar, es necesario describir en un formulario los residuos que van a ser transportados y vertidos, con el fin de controlar su itinerario, desde donde se generan hasta su destino final. Este documento, además, ayuda a planificar la disposición de residuos en el futuro.

Los contenedores de almacenaje han de estar claramente designados, tal como nos hemos referido al tratar la gestión, pues si la identificación es errónea, los residuos se pueden mezclar y resultar contaminados. Es más difícil deshacerse de esos residuos contaminados -que son, además, un peligro potencial- que de los que solamente contienen materiales inertes.

En este mismo sentido, durante el transporte también se debe velar por mantener los residuos especiales (filtros y latas de aceites, baterías, pinturas y disolventes, aditivos, etc.) separados de los residuos inertes.

Los materiales sobrantes deben transferirse siempre a un transportista autorizado, inscrito en el registro oportuno. Si existieran dudas acerca de la legalidad del transportista, es preciso solicitarle la documentación que lo acredita, y, llegado el caso, comprobarla en el registro de la Administración.

4.1.4

Maquinaria para el manejo de los residuos

El tipo de maquinaria necesaria para la manipulación de los residuos depende de la cantidad y características de los residuos que se originen.

Para decidir qué tipo de maquinaria será necesaria para la manipulación de los residuos, debemos prever qué cantidad de ellos se originarán por semana, el lugar donde se almacenarán, cuáles van a ser reciclados o reutilizados y qué otros residuos no previstos inicialmente se pueden generar. Una vez definidas esas previsiones, podremos seleccionar qué medios utilizaremos. Existe una amplia diversidad de medios para estos cometidos, que, no obstante, pueden ser clasificados en los tipos siguientes:

- Contenedores cerrados de pequeño volumen. Son útiles para residuos que pueden descomponerse (por ejemplo, los del comedor de la obra) o bien para aquéllos que deben tener un tratamiento específico (por ejemplo, los especiales). Frenan el paso de olores, insectos y roedores e impiden que el viento vierta residuos fuera del recipiente. Deben estar claramente etiquetados.
- Contenedores abiertos, disponibles en diversos tamaños. Su capacidad se mide en m³. Son útiles para separar y almacenar materiales específicos.
- Contenedores con ruedas; útiles para grandes cantidades de residuos, de 15 m³ a 30 m³. Ocupan más espacio que los anteriores pero la deposición es más eficaz.
- Compactadores para materiales de baja densidad y resistencia (por ejemplo, residuos de oficina y embalajes). Reducen los costes porque disminuyen el volumen de residuos que salen fuera de la obra.
- Machacadoras de residuos pétreos para triturar hormigones de baja resistencia, sin armar, y, sobre todo, obra de fábrica, mampostería y similares. Son máquinas de volumen variable, si bien las pequeñas son fácilmente desplazables. Si la obra es de gran tamaño, se puede disponer de una planta recicladora con la que será posible el reciclado de los residuos machacados en la misma obra.
- Báscula para obras donde se producen grandes cantidades de residuos, especialmente si son de pocos materiales. Garantiza el conocimiento exacto de la cantidad de residuos que será transportada fuera de la obra, y por consiguiente que su gestión resulta más controlada y económica.
- Etc.

4.2 Alternativas de gestión de los residuos en función del material

Cada uno de los diversos residuos que se originan en la construcción y demolición puede ser sometido a alguna de las diferentes alternativas de gestión que hemos expuesto anteriormente: unos materiales admiten varias, y para otros sólo es recomendable una. A continuación presentamos un breve recorrido sobre estos materiales y sus alternativas de gestión.

**TIERRA SUPERFICIAL
Y DE EXCAVACIÓN**

Reutilizar en la formación de paisajes
Reutilizar como relleno en la misma obra

ASFALTO

Reciclar como asfalto
Reciclar como masa de relleno

HORMIGÓN

Reciclar como grava en hormigones
Reciclar como grava suelta en firmes de carreteras
o para rellenar agujeros
Reciclar como granulado drenante para rellenos, jardines, etc.

**OBRA DE FÁBRICA
Y PEQUEÑOS ELEMENTOS**

Reutilizar los pequeños elementos (tejas, bloques, etc.)
Reciclar como grava en subbases de firmes, rellenos, etc.

METALES

Reutilizar
Reciclar en nuevos productos

**MADERA
DE CONSTRUCCIÓN**

Reutilizar para andamios y vallados
Reciclar para tableros de aglomerado

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

Reutilizar

EMBALAJES

Reutilizar los *palletes* como tarimas o tableros auxiliares para la
construcción de la obra
Reciclar en nuevos embalajes o productos

**ACEITES, PINTURAS
Y PRODUCTOS QUÍMICOS**

Reutilizar en la propia obra hasta finalizar el contenido
del recipiente

Una alternativa para reducir la cantidad de residuos que se originan en la obra es limitar la cantidad de residuos que puede producir cada contratista.

Cada vez más las obras se construyen mediante la participación de diversos subcontratistas, que ejecutan trabajos parciales de las mismas. Sin embargo, la intervención de numerosos subcontratistas dificulta notablemente la coordinación de la manipulación de los residuos, y por ello el director de la obra debe determinar qué cantidad de residuos es admisible para cada contratista y acordarla con él previamente.

Si aun así se originan más residuos de los previstos en el acuerdo, el director de obra puede decidir cobrar los costes extraordinarios de la gestión de esos excesos. Este coste añadido ejerce un efecto disuasorio frente al descontrol y la producción de los residuos, ya que fomenta el uso eficaz de los materiales, y, con él, la consiguiente reducción de residuos. Cuanto menor es la cantidad de residuos permitidos mayor cuidado se tiene con los sobrantes de los materiales generados en la obra. La decisión acerca de la cantidad de residuos permitida se debe tomar en función de las posibilidades de valorización de los mismos y del control de los que se producen habitualmente en cantidades excesivas.

El contratista que compra los materiales se debe hacer cargo de los residuos que origina.

En efecto, el contratista que asume la compra de los materiales para la ejecución de la obra también se ha de hacer cargo de los residuos que origina su puesta en obra. De este modo, la reducción de residuos será incluso un estímulo económico para el subcontratista, quien usará los materiales eficazmente, con el mínimo de desperdicios. E igualmente desaparecería el problema que comporta valorizar pequeñas cantidades de materiales sobrantes, normalmente mezclados y diseminados por una extensa área. En cualquier caso, se trata de fomentar y tender a la autogestión de los residuos que genera cada uno de los participantes en la obra.

(Puede consultarse una información más completa y detallada en la ficha *Recomendaciones para las empresas subcontratadas*, véase pág. 81).

Segunda Parte:

Residuos de excavación, construcción y demolición

the same. The first is the fact that the majority of the respondents were not in the same industry, and the second is that the majority of the respondents were not in the same geographical region. The fact that the respondents were not in the same industry and not in the same geographical region may have influenced the results. For example, respondents in the same industry may have had more similar experiences and perceptions of the Internet, and respondents in the same geographical region may have had more similar experiences and perceptions of the Internet.

Another limitation of this study is that the sample size was relatively small. The sample size was 100, which is a relatively small sample size for a study of this type. A larger sample size would have allowed for a more detailed analysis of the data and would have increased the generalizability of the findings. However, the sample size was limited by the time and resources available for the study.

Finally, the study did not include a control group. A control group would have allowed for a comparison of the results to a group of respondents who did not use the Internet. This would have helped to determine whether the results were due to the use of the Internet or to other factors. However, the study did not include a control group because it was not feasible to find a control group that was similar to the sample in all respects.

6. Conclusions

The study has shown that the Internet has become an important part of the lives of many people. The majority of respondents use the Internet on a daily basis, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the workplace. The majority of respondents use the Internet for work-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the home. The majority of respondents use the Internet for home-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the community. The majority of respondents use the Internet for community-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the country. The majority of respondents use the Internet for country-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the world. The majority of respondents use the Internet for world-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the future. The majority of respondents use the Internet for future-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the past. The majority of respondents use the Internet for past-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the present. The majority of respondents use the Internet for present-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the future. The majority of respondents use the Internet for future-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the past. The majority of respondents use the Internet for past-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes. The study has also shown that the Internet has become an important part of the lives of many people in the present. The majority of respondents use the Internet for present-related purposes, and the majority of respondents use the Internet for a variety of purposes.

5

Residuos de excavación y demolición

Es necesario diferenciar los sobrantes que se producen en la obra durante el proceso de construcción de los que provienen del derribo y la excavación. Aunque la naturaleza del residuo es parecida, las diferencias entre ambas operaciones son importantes: las cantidades globales producidas, los participantes, los posibles sistemas de gestión, etc.

Los residuos procedentes de las operaciones de rehabilitación tienen unas características que se podrían asimilar a los dos grupos anteriores. Por lo tanto, excepto en casos concretos, no los trataremos de forma específica.

5.1 Objetivos

En las etapas de demolición y de excavación previas a la construcción se producen grandes cantidades de residuos. En realidad, en estas etapas es cuando se origina la mayor cantidad de residuos, compuestos principalmente de materiales de naturaleza pétreo.

Son piedras naturales y artificiales, obra de fábrica y, sobre todo, hormigón. Otros materiales que se encuentran en los residuos -aunque en cantidades menores- son metales, maderas y diversos tipos de plásticos. En buena parte estos materiales sobrantes pueden ser reutilizados o reciclados en la propia obra o en otras, e incluso como materia prima para otros productos ajenos a la construcción.

Para conseguir la gestión eficiente de los residuos de demolición y de excavación nuestros objetivos serán:

- REDUCIR los residuos para disminuir el volumen producidos.
- REUTILIZAR los residuos para usarlos nuevamente sin transformarlos.
- RECICLAR los residuos para transformar el material, y usarlos como nuevo producto.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que para alcanzar estos objetivos es imprescindible una planificación previa, antes de que se inicien las actividades de demolición o excavación, con el fin de aprovechar mejor los materiales contenidos en los residuos. También hay que averiguar qué residuos se generarán y en qué cantidades. Esta información es necesaria para prever las alternativas de valorización de los residuos -reutilización y reciclaje- y los medios necesarios para ello.

A continuación, será conveniente elaborar un estudio en el terreno -asimismo antes de que empiece la obra- acerca de cómo llevar a término todo el proceso de manejo de los residuos: almacenamiento, clasificación, transporte, etc. En definitiva, tal como hemos comentado en puntos anteriores, se trata de aplicar un Plan de Gestión de los residuos.

A continuación trataremos de definir qué acciones son prioritarias para disminuir estos residuos y cómo ejecutarlas en la práctica, y describiremos las alternativas y oportunidades de reutilización y reciclaje de los materiales resultantes de la demolición y excavación. En esta parte del Manual nos referiremos en concreto a los siguientes materiales:

- Tierra superficial y de excavación.
- Hormigón.
- Obra de fábrica y pequeños elementos.
- Asfalto y betún.
- Maderas.
- Metales.
- Plásticos.
- Elementos arquitectónicos.
- Residuos especiales: tierras contaminadas, amianto, pinturas, etc.

5.2 Características materiales de los residuos que se originan en la excavación y demolición

5.2.1 Tierra superficial y de excavación

Aunque ambos materiales son tierras que forman parte del terreno, sus diferentes características obligan a considerar diversas alternativas de reutilización, de modo que las trataremos por separado.

- Tierra superficial

Es un material delicado, pero muy útil. Se debe procurar utilizarla lo antes posible después de haberla extraído.

La tierra superficial es la capa orgánica del suelo, la que sostiene la vegetación. Es, en efecto, un material delicado, que se debe utilizar de inmediato. Si no fuera posible, pero está previsto reutilizarla al final de la obra, se debe almacenar cuidadosamente.

La alternativa más recomendable es utilizar la tierra superficial para la formación del paisaje artificial de la propia obra: en la urbanización de las zonas verdes, como jardines y parques, y en todos los lugares en que se prevé la plantación de vegetación. Cuando, debido a las características de la obra, no sea posible reutilizarla, conviene contemplar otras posibilidades que la simple opción de enviarla al vertedero: es posible que otras obras próximas necesiten esta clase de tierras para los usos que hemos descrito.

Otras aplicaciones de interés son, por ejemplo, la reutilización en la restauración de suelos contaminados, en rellenos de tierras, en terraplenes y en la reposición de perfiles de canteras abandonadas.

Esta clase de tierra se puede mezclar con otros materiales para ampliar así la gama de productos resultantes y sus aplicaciones potenciales. Una de estas aplicaciones consiste en mejorar su composición con la adición de arena, fertilizantes o cortezas de árbol trituradas.

Como ya hemos expuesto al principio, el almacenamiento cuidadoso de las tierras es imprescindible para conseguir mantener las cualidades del material. En este sentido se deberán observar las siguientes recomendaciones:

- Almacenar las tierras superficiales de manera que no exista peligro de contaminación con otros residuos.
 - Evitar los daños que puede ocasionar el tráfico de los vehículos: no se debe permitir circular sobre las tierras porque se daña su estructura.
 - Delimitar un lugar exclusivo para el almacenamiento de las tierras, formando pilas de una altura inferior a dos metros (si son más altas, la presión sobre las mismas también daña su estructura).
 - La tierra se debe mantener tan seca como sea posible, y la forma más fácil de conseguirlo es utilizándola lo antes posible.
 - La tierra, una vez almacenada, sólo debe ser movida para reutilizarla, porque los movimientos causan su deterioro.
- **Tierras sobrantes de excavación**

[Si los movimientos de tierras necesarios para la ejecución de las obras se planifican correctamente, las tierras de excavación se pueden utilizar en la misma obra.](#)

El transporte de las tierras sobrantes de excavación al vertedero causa contaminación, y ocupan en él un espacio que debería destinarse a otros materiales más difíciles de valorizar. Por lo tanto es imprescindible que se planifiquen los movimientos de tierras necesarios para así de reducir los sobrantes, y que se planifiquen desde el proyecto mismo, estableciendo cómo manipular el terreno para que se produzca la menor cantidad de tierras sobrantes. Y, en efecto, se pueden ejecutar diversas alternativas: elevar la cota del terreno, restaurar zanjas de préstamo, no excavar demasiado los cimientos, rehacer el paisaje, etc.

Asimismo, antes de decidir el traslado al vertedero, hay que prever la forma más sencilla posible para el movimiento de volúmenes de tierra, y que, en algunos casos, se deberán conservar algunos sobrantes de excavación durante más tiempo del previsto, por si más tarde es necesario un eventual reemplazo de material poco apropiado o contaminado.

Por lo demás, hay que tener en cuenta que el transporte de las tierras al vertedero supone un coste económico apreciable, de modo que si evitamos ese transporte, podemos llegar a reducir el coste total de la partida referida al movimiento de tierras (cuando el

vertedero no está próximo a la obra, el transporte de un metro cúbico de tierras llega a ser tan caro como su extracción). Y en cuanto al transporte, un importante requerimiento: es imprescindible que los camiones que lo realizan (tanto si es al vertedero como a otra obra) lleven los sobrantes de tierra tapados, ya que fácilmente podrían ensuciar partes del recorrido.

En definitiva, se trata de minimizar el volumen de los sobrantes de la excavación que han de ser desplazados fuera de la obra, porque el transporte innecesario malgasta energía, genera polución y cuesta dinero.

Por último, es igualmente importante asegurarse que las tierras no han sido contaminadas por usos anteriores o por las actividades desarrolladas sobre ellas (es el caso, por ejemplo, de la contaminación por contacto con residuos tóxicos producidos en la fabricación de productos diversos, o de la de edificios con usos especiales, como los hospitales). En ningún caso se debe intentar reutilizar ningún material que pueda estar contaminado si previamente no se limpia y un equipo experto no aplica técnicas específicas de reutilización.

5.2.2

Hormigón y obra de fábrica

La alternativa más ventajosa es reciclarlo en la propia obra como árido en un hormigón nuevo o en rellenos de soleras y trasdosados de muros de contención.

La utilización de la obra de fábrica y del hormigón en grandes cantidades es una constante de la construcción convencional actual. El hormigón es el material dominante en las cimentaciones y estructuras; también se utiliza en pavimentos y diversos tipos de prefabricados no estructurales. En las paredes de fachada y en las particiones interiores de los edificios, en cambio, la obra de fábrica cerámica es la más empleada. Son, en definitiva, los materiales más frecuentes en las demoliciones y en las obras. En el caso de las demoliciones, los edificios de estructura de obra de fábrica progresivamente serán substituidos por los de estructura de hormigón.

Estos materiales están constituidos por substancias naturales (la materia prima del cemento también tiene este origen mineral), de modo que cada tonelada de residuos de hormigón que sea reciclado -por ejemplo, como árido para un hormigón nuevo- supone un ahorro aproximado de una tonelada de árido natural, que debería ser extraído de las canteras, con los consiguientes impactos ambientales y en el paisaje. Así pues, reciclar los residuos de obra de fábrica y hormigón puede reportar ahorro de dinero y, sin duda, beneficiosos efectos ambientales.

Además de reciclar estos residuos para la obra de edificación, también pueden ser empleados en la formación del paisaje de las zonas ajardinadas comunes. El uso intensivo en obras civiles es igualmente otra buena opción: por ejemplo, en sub-bases de carreteras y para rellenar terraplenes. Todas estas prácticas ahorran los áridos naturales y reducen los impactos asociados al transporte de los residuos al vertedero.

Para reciclar los residuos pétreos es necesario utilizar maquinaria específica. Por ello, en primer lugar hay que definir el uso que tendrán estos residuos, puesto que será ese uso el que determinará el tipo de transformación a que deben someterse. Existen diferentes tipos de trituradoras de materiales pétreos que producen materiales de características asimismo diferentes: para pequeñas cantidades de obra de fábrica puede ser suficiente una trituradora de tamaño pequeño a pie de obra; para cantidades mayores de residuos o de hormigones armados es necesario utilizar una central recicladora de áridos.

A continuación hay que calcular la cantidad de residuos que se producirán y la que será necesaria en la nueva construcción. En función de esos cálculos se optará por la máquina trituradora o la central de reciclado (si la cantidad de hormigón objeto de reciclaje

es pequeña, no será necesario el transporte del mismo a una central recicladora).

Si se precisa recurrir a una central recicladora, se deberá averiguar a qué distancia de la obra hay alguna instalación de ese tipo y en qué condiciones acepta los residuos. La principal condición para la recepción es que estén limpios, sobre todo de residuos no pétreos y de materia orgánica. Esto comporta que antes de empezar la demolición se debe retirar todo tipo de mobiliario y demás accesorios susceptibles de contaminar los residuos; a continuación éstos serán almacenados en un lugar claramente señalado, en el que no se mezclen con otros tipos de sobrantes, porque cualquier otro residuo que no sea pétreo puede contaminarlos o bien limitar su potencial de reciclaje de éstos.

Para mejorar las posibilidades de reciclado se deben separar los residuos de hormigón de los de albañilería y, sobre todo, de la madera, metales y plásticos.

Recomendación prioritaria para los residuos de hormigón es que no se mezclen con yeso o placas de cartón-yeso, porque el contenido de sulfato de estos materiales inutilizarían tales residuos para su uso como materia prima de un hormigón nuevo. Asimismo si se mezclan los residuos de hormigón con los de albañilería, disminuirán las prestaciones mecánicas del producto final y quizá resulte inútil como granulado para hormigón. En cambio, este tipo de áridos sí se pueden utilizar en rellenos y sub-bases de carreteras.

5.2.3

Asfalto y betún

Son materiales que pueden reciclarse en la propia obra, o, fuera de ella, en una central, mediante procesos en frío o en caliente.

La transformación del aglomerado asfáltico en la propia obra no requiere transporte, pero, claro está, el transporte resulta imprescindible si se recicla en una planta ajena a la obra. Por lo tanto, es preferible reciclar a pie de obra porque se produce un ahorro en costes, en consumo de energía y se consigue una disminución de la contaminación del aire originada en el transporte.

Las aplicaciones del aglomerado asfáltico son diversas: para repavimentar, en bordes de carreteras o para relleno de agujeros y blandones. No obstante, para reutilizar o reciclar aglomerado asfáltico es necesario mantener la calidad del material, separándolo de otros residuos que lo pueden contaminar. Así hay que prever un área específica donde almacenarlo y extremar las precauciones para que no se mezcle con los otros residuos.

Cuando se extrae el asfalto del firme de la carretera hay que hacerlo de manera que quede separada la capa superficial de asfalto de otras inferiores en las que está mezclado con otros materiales. Con posterioridad, los residuos necesitarán un pretratamiento que consiste en triturarlo hasta conseguir un material de tamaño uniforme antes de reciclarlo en nuevas mezclas.

5.2.4

Madera

Los residuos de madera presentan diversas posibilidades de valorización: desde la reutilización y reciclaje al aprovechamiento energético.

En nuestro país no existe una tradición basada en la utilización de la madera como material de construcción tan extendida en otros países del centro o norte de Europa. Tampoco existen tantas explotaciones de madera como en esos países, ni tampoco la madera es de la misma calidad.

La madera no se ha empleado de forma generalizada, aunque en algunas zonas de montaña o en algunos tipos de edificios determinados se ha utilizado con mayor fre-

cuencia. Así sucede, por ejemplo, en los edificios industriales y de almacenamiento del siglo XIX, en los que era habitual la estructura de cubierta a base de cerchas de madera.

Existen varias alternativas de valorización para los residuos de madera: desde la reutilización directa como elementos de arquitectónicos, a la valorización energética mediante su combustión controlada. Las más interesantes son las que consiguen reutilizarla o reciclarla, para lo cual es imprescindible almacenar correctamente los residuos de madera, porque, en efecto, con un almacenaje por separado se logra evitar:

- La contaminación o los daños sufridos por el contacto con otros residuos.
- La pudrición de la madera, que puede convertir el residuo en no inerte. En particular debe ser protegida de la lluvia, para impedir que aumente su contenido de humedad y sea atacada por microorganismos.
- La mezcla con otros residuos inertes que reducirán su reciclabilidad.

Las maderas duras en buen estado se pueden reutilizar sin problemas. Existen casos en que su valor económico justifica incluso el coste del transporte -por carretera y por mar- hasta lugares alejados, a más de 500 km de distancia.

Las maderas blandas, en cambio, pueden triturarse y formar parte del relleno de tableros de viruta aglomerada que se emplean en diversas aplicaciones.

Dos circunstancias afectan negativamente las posibilidades de valorización de los residuos de madera: los tratamientos a que haya sido sometida y las inserciones de clavos, tornillos u otras pequeñas piezas metálicas.

La madera de construcción es habitualmente tratada con productos que la protegen de la putrefacción y de la infección de insectos como la carcoma. Algunos de ellos, sin embargo, son nocivos para la salud, y por lo tanto convierten los residuos de madera en un material peligroso para determinadas aplicaciones. Si hay sospechas de que la madera ha podido recibir alguno de esos productos químicos, se debe hacer examinar y tratar adecuadamente.

Si la madera ha sido infectada por insectos, puede ser necesario someterla a un tratamiento antes de reutilizarla. Si la infección persiste, se deberán llevar a cabo con procesos específicos. Si, por el contrario, ha desaparecido, la madera seguramente se podrá reutilizar, aunque será necesario comprobar que la sección que ha quedado sea suficiente para alcanzar la resistencia que se necesita en el nuevo uso.

La inclusión de piezas metálicas en la madera -clavos, tornillos o grapas- dificulta la recuperación y transformación de los residuos de madera porque estas piezas son difíciles de extraer y podrían llegar a dañar la maquinaria de reciclado. Por lo tanto, lo primero será localizarlos para luego extraerlos. Las piezas de gran longitud o sección tienen menos inclusiones -en relación con su volumen- que las delgadas y de tamaño menor. De modo que a medida que las secciones y el tamaño disminuyen, los residuos de la madera son más difícilmente reciclables porque resulta excesivamente caro extraer esas piezas.

5.2.5

Metales

Los residuos metálicos son los más fácilmente valorizables porque poseen un gran valor.

Se pueden vender sin problemas porque poseen valor residual como chatarra. El acero, el aluminio, el cobre, etc. son materiales ideales para reciclar porque existe una demanda permanente y una industria de transformación adecuada. Además, sus posibilidades de reciclado no se limitan a un solo tipo de productos, ya que forman parte de productos que se encuentran en sectores diversos: entre otros, la industria mecánica, la construcción e incluso objetos de uso doméstico.

Por lo demás su reciclado no solamente es posible sino muy conveniente desde el punto de vista medioambiental puesto que la utilización de los residuos metálicos puede reducir el impacto que origina la producción de metales. En concreto:

- Evita extraer grandes volúmenes de roca para obtener el mineral.
- El proceso de transformación del mineral en metal es intensivo en gasto de energía y producción de dióxido de carbono (CO₂).
- El transporte desde las zonas de extracción alejadas de los grandes centros de producción requiere de mucha energía y provoca, nuevamente, emisiones de CO₂.

En otros sectores productivos se separan los metales para reciclarlos de forma más eficiente que en las demoliciones. Todavía hoy en la construcción hay residuos metálicos que no se recuperan y que van a parar al vertedero; o bien no se separan selectivamente de manera que se reducen sus posibilidades de reciclado. Hay, pues, que dejar de lado esas acciones y fomentar la reutilización y reciclado de los residuos metálicos siempre que sea posible.

Para facilitar el reciclado de los metales, en primer lugar es necesario almacenarlos correctamente, separando los metales de los restantes residuos. Esta separación selectiva debe completarse con otra separación que tenga en cuenta los diferentes tipos de metal. El metal no férreo debe separarse del metal férreo, ya que el valor residual varía significativamente de uno a otro.

El objetivo prioritario sería reutilizarlos en la propia obra, o, de no ser así, almacenarlos en ella y prepararlos para ser reutilizados en otra. No obstante, en la práctica, la opción del reciclaje es la más viable: los metales se pueden vender a un recuperador de chatarra, y éste transportarlos a un reciclador que los transformará en un nuevo producto. En la actualidad la sostenibilidad del reciclado de los metales es la más segura en relación con cualquier otro material.

5.2.6

Plásticos

Los residuos plásticos presentan diversas posibilidades de valorización, desde la reutilización y el reciclaje al aprovechamiento energético.

Actualmente la industria del reciclado de plástico recibe muy pocos residuos procedentes del sector de la construcción ya que se producen en pequeñas cantidades, en lugares muy dispersos y se suelen presentar en malas condiciones (suciedad, presencia de otros residuos, etc.).

Por norma general, en los edificios que se derriban en nuestros días la presencia de elementos plásticos es mínima, ya que se concentran básicamente en las instalaciones y el mobiliario. Por lo tanto, si queremos reciclarlos, deberemos llevar a cabo una operación importante de limpieza y desmontaje selectivo antes de proceder al derribo masivo.

5.2.7

Elementos arquitectónicos

En un edificio que va a ser demolido se pueden reutilizar muchos más elementos de lo que parece a primera vista.

En un edificio no solamente se pueden reutilizar los elementos arquitectónicos con valor artístico o antiguos. Existen muchos otros que se hallan en buen estado funcional y que pueden ser reutilizados tras algunas pequeñas transformaciones. Estos elementos en general son valorizables porque existe una demanda clara para reutilizarlos como tales o incluso en usos diferentes, más decorativos que funcionales.

En definitiva, no hay que subestimar los elementos arquitectónicos por viejos, sino que hay que apreciar que la antigüedad es un valor añadido, sobre todo si éstos se conservan en buenas condiciones. A modo de ejemplo, las alternativas de reutilización son las siguientes:

- Entre los elementos que son buscados por su antigüedad o valor artístico destacan las puertas, piezas de cuartos de baño, escaleras, chimeneas, porches y aleros, tejas y baldosas de revestimiento de suelos y paredes, barandillas y otros elementos de forja.
- Entre los que pueden ser reutilizados por sus características funcionales cuando se conservan en buen estado, sobresalen las puertas, ventanas, piezas de cuartos de baño y mobiliario de cocina.

Para que un elemento arquitectónico pueda reutilizarse es necesario que esté en el mejor estado posible, y para preservarlo hay que retirarlo de la edificación antes de que se inicie la demolición intensiva del edificio. Lo que se persigue es impedir o minimizar el daño físico (rayadas, golpes, etc.) que puedan sufrir elementos valiosos (en algunos casos será preciso desmontarlos o extraerlos uno a uno, con sumo cuidado).

Existen empresas que se dedican precisamente a recuperar elementos arquitectónicos antiguos, con valor artístico, para reutilizarlos en nuevas construcciones. También existen organizaciones de beneficencia o de tipo no gubernamental que recogen elementos viejos en buen estado funcional para ser reutilizados por personas faltas de recursos económicos o en zonas deprimidas (incluso son transportados fuera de España).

Antes de decidir llevar adelante una demolición, vale la pena, por consiguiente, establecer qué elementos son susceptibles de ser reutilizados y, una vez determinados éstos, comunicarlo a las empresas recuperadoras u organizaciones interesadas.

5.2.8

Residuos especiales: tierras contaminadas, amianto, productos químicos, etc.

Los residuos potencialmente peligrosos deben recibir una atención especial dentro del proceso de derribo. Se tendrá que realizar la gestión más adecuada para ellos.

Una de las primeras tareas a desarrollar en un derribo o en una excavación consiste en identificar y recuperar los materiales contaminantes.

El objetivo no es reincorporar los materiales a una nueva construcción. Exclusivamente deberemos aislarlos del resto para someterlos a un tratamiento especial o transportarlos a un vertedero específico.

Estos residuos deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que pueda permanecer cerrada cuando no se utilice. Asimismo, los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y perfectamente cerrados para impedir derrames o pérdidas por evaporación.

Es importante que los responsables del derribo conozcan la legislación vigente sobre estos temas.

El póster que sigue pretende difundir lo que debemos tener en cuenta para realizar una buena gestión de los residuos en el derribo de una obra.

Gestión y minimización de residuos

en las obras de derribo y excavación

- 1 Planifica correctamente los movimientos de tierras para poder reutilizarlas en la propia obra.
- 2 Recicla los asfaltos y betunes en la propia obra o en una central recicladora.
- 3 Los residuos pétreos se reciclarán como áridos de construcción.
- 4 Reutiliza y recicla preferentemente los residuos de madera. Si no fuera posible, aprovéchalos como energía.
- 5 Recupera todos los residuos metálicos, son fácilmente reciclables.
- 6 Reutiliza y recicla de forma prioritaria los residuos plásticos. Si no fuera posible, aprovéchalos como energía.
- 7 Maneja con sumo cuidado los residuos potencialmente peligrosos. Prevé la gestión más adecuada para ellos.
- 8 Para facilitar la gestión de los residuos es necesario disponer de un Plan de gestión y de un directorio de valorizadores. Además hay que conocer la normativa vigente.
- 9 Separa de forma selectiva los residuos según su naturaleza.
- 10 Reutiliza el mayor número posible de elementos arquitectónicos.
- 11 Reducir + Reutilizar + Reciclar = mejoras medioambientales y económicas.
- 12 Reduce el consumo de agua y de energía eléctrica en el derribo y la excavación.
- 13 Derribo = + residuos – medioambiente.
- 14 Desconstrucción = – residuos + medioambiente.

6

Residuos de la construcción

6.1 Objetivos

Durante la ejecución de una obra aparecen muchas oportunidades para reducir el impacto ambiental de los residuos que en ella se generan. De entrada, lograremos mejoras palpables con solo reconsiderar las decisiones referidas a cómo organizar y ejecutar la obra -decisiones que habitualmente se adoptan de forma un tanto rutinaria- con el fin de reducir los residuos originados y utilizar la menor cantidad de material posible.

En principio se trata de analizar la situación e identificar dónde se puede evitar la producción de residuos mediante un mejor almacenamiento de los materiales que llegan a la obra, y la reutilización o el reciclaje de los medios y materiales sobrantes que se emplearán en su ejecución.

En consecuencia, para conseguir una gestión eficiente de los residuos originados en el proceso de construcción debemos alcanzar los siguientes objetivos:

- REDUCIR los medios y materiales sobrantes para disminuir el volumen de residuos que se generan.
- REUTILIZAR los medios para usarlos nuevamente, sin transformarlos.
- RECICLAR los medios y materiales sobrantes transformándolos en materia prima de nuevos productos.

Por medios auxiliares entendemos aquellos productos y materiales que son necesarios para la ejecución de la obra y que no quedan incorporados en ella; por ejemplo, los andamios, los encofrados, etc. Los materiales sobrantes se originan en los embalajes que contienen los productos y materiales cuando llegan a la obra y en los restos de los materiales utilizados en la misma.

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores, y en definitiva, es conveniente racionalizar el proceso de producción y gestión de los residuos mediante un Plan de gestión (véase pág. 27).

6.2 Compra y abastecimiento de materiales

La cantidad de materiales comprados se debe ajustar a las necesidades reales de ejecución de la obra. De este modo se originarán menos residuos.

En las obras llega a desperdiciarse hasta un 10% de los materiales, un volumen que se convierte, innecesariamente, en residuos porque la cantidad comprada ha sido excesiva. Por lo tanto hay que calcular correctamente la cantidad de materiales necesaria, pedirlos solamente cuando esté previsto una utilización más o menos inmediata y asegurarse de que mientras tanto se almacenan correctamente para que, accidentalmente, no resulten dañados o inservibles (conviene no olvidar que si se almacenan durante mucho tiempo, aumentan las posibilidades de que se estropeen o pierdan calidad).

Desperdiciar materiales por culpa de una mala logística de aprovisionamiento es un problema que origina residuos y es también un gasto innecesario. Como acabamos de decir, se debe elegir el momento correcto para formular el pedido, ya que de este modo mejoran el flujo de los materiales en la obra y el uso del espacio destinado a almacenamiento, y además disminuye el riesgo –por escasez de oportunidades– de robo de los mismos.

6.3 Empleo de materiales reutilizados y reciclados

La industria de la construcción es una gran consumidora de materiales. En este sentido, cualquier decisión que se tome sobre los productos que se dispondrán en la obra tiene un alcance ambiental muy importante. Estas decisiones no solamente afectarán al propio sector de la construcción; actuarán también como motor de desarrollo de otros mercados de productos.

La construcción es un motor potente de la economía, con una tradición muy conservadora. Si evoluciona hacia un consumo cada vez mayor de materiales recuperados, actuará como ejemplo para otros sectores productivos. En definitiva, la construcción puede convertirse en un modelo, como una actividad productiva sensible a las exigencias de sostenibilidad ambiental de las que tanto se habla.

Por estas razones, se trata de fomentar cada día un poco más la utilización de materiales recuperados. Para incentivar la reutilización y el reciclaje debemos seguir estas dos recomendaciones:

- Todos los residuos que se producen en la obra se deben separar de manera que se facilite su valorización mediante la reutilización o el reciclaje.

- Utilizar de forma preferente productos en los que la materia prima contenga residuos de construcción en lugar de materiales nuevos.

Aunque la opción más fácil es deshacerse de los residuos originados depositándolos en un vertedero, hoy ya no es una alternativa sostenible, y pronto ni siquiera presentará ventajas económicas. Así que nos debemos preocupar y preparar para un futuro próximo y estudiar con más interés cómo podemos reutilizar y reciclar los residuos.

Para desarrollar de forma práctica los principios para mejorar la valorización actual resulta clave disponer de un buen directorio de recuperadores, reutilizadores y recicladores.

En algunos casos estos agentes nos servirán para recuperar los residuos que se originarán y, en otros, serán quienes nos suministrarán los materiales reciclados que necesitamos. Aunque éste es un sector cambiante y poco estable todavía, en Cataluña la Junta de Residuos dispone de un directorio actualizado que puede consultarse libremente.

Conviene asimismo que esa lista de contactos –y sus eventuales ampliaciones- sea difundida tanto como sea posible, facilitándola a los diferentes gremios o asociaciones empresariales. Ellos, a su vez, difundirán esta información, de modo que cada contratista podrá tenerla actualizada.

6.4 Almacenamiento de materiales: reducción de residuos

La mejora de la gestión de los residuos de construcción está íntimamente ligada a un ordenado y racional proceso de ejecución de la obra.

La gestión mejora si la realizamos siguiendo aquello que llamamos comúnmente “buenas prácticas de la obra”. En efecto, con un correcto y eficaz almacenamiento de los materiales, además de ahorrar tiempo y dinero, se desperdician menos materias primas. Porque por culpa de una mala práctica de la obra se llegan a malograr piezas –hasta un 10% del material, como hemos apuntado-, que pierden su buen aspecto y forma, de manera que acaban siendo residuos.

El correcto almacenamiento de los materiales consigue controlar el *stock* y facilita su manejo, y si el depósito es seguro, puede también reducir el vandalismo y los robos. Así pues, habrá que decidir el emplazamiento de ese lugar seguro que servirá para el almacenamiento de los materiales, y que en cualquier caso deberá tener un acceso fácil, un uso exclusivo para esos fines y ser conocido por todos cuantos participan en la obra.

Los materiales deben estar alejados de otras áreas reservadas para los residuos y fuera del alcance del tráfico intenso de la obra, ya que de no ser así podrían resultar dañados. También deben quedar protegidos de la lluvia y de la humedad, que puede estropearlos irremediablemente, como ocurre con los aglomerantes hidráulicos, cementos, etc.

Los embalajes con los que se transporta el material deben ser suficientemente estables y resistentes. Si no es así, pueden romperse o volcarse; por ejemplo, los *palletes* deben ser cargados de forma conveniente para que no vuelquen o caiga material. No deben ser frágiles o estar en mal estado, porque, al utilizarlos para el movimiento de materiales dentro de la obra, originarán residuos, e incluso constituirían un peligro potencial para la seguridad de los trabajadores.

A continuación proponemos una tabla sobre la manera más conveniente de almacenar las materias primas que llegan a la obra, cuya aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos que se originan o el desperdicio de materiales.

MATERIAL	ALMACENAR CUBIERTO	ALMACENAR EN ÁREA SEGURA	ALMACENAR EN PALLETES	ALMACENAR LIGADOS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
Arena y grava					Almacenar en una base dura para reducir desperdicios
Tierra superficial y rocas					Almacenar sobre una base dura para reducir desperdicios Separarlos de contaminantes potenciales
Yeso y cemento	●		●		Evitar que se humedezcan
Ladrillos y bloques de hormigón Adoquines			●	●	Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso Proteger del tráfico de vehículos
Piezas de bordillo				●	Proteger de los movimientos de vehículos y de la rociadora de alquitrán
Prefabricados de hormigón				●	Almacenar en embalajes originales, lejos de los movimientos de los vehículos
Tuberías cerámicas y de hormigón			●	●	Usar separadores para prevenir que rueden Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Tejas de cerámica y pizarra		●	●	●	Mantener en los embalajes originales hasta el momento del uso
Baldosas de revestimiento	●	●			Envolver con polietileno para prevenir rayadas
Madera	●	●		●	Proteger todos los tipos de madera de la lluvia
Metales	●	●			Almacenar en los embalajes originales hasta el momento del uso
Vidrio plano y en general		●	●		Proteger el vidrio de las roturas causadas por mal manejo o movimiento del vehículo
Pinturas		●			Proteger del robo
Membranas bituminosas	●	●			Almacenar en rollos y proteger con polietileno
Material aislante	●	●			Almacenar con polietileno
Azulejos de cerámica	●	●		●	Almacenar en los embalajes originales el momento del uso
Fibra de vidrio	●			●	
Ferretería	●	●			
Aceites		●			Almacenar en camiones, tanques o latas, según la cantidad Proteger el contenedor de daños para reducir el riesgo de derrame

6.5.1 Madera

El objetivo preferente será reutilizar los medios auxiliares y los embalajes de madera, procurando que todos ellos provengan de productos de madera recuperados.

La madera es un material que en nuestro país se utiliza frecuentemente como medio auxiliar de la ejecución de la obra o en el embalaje de los productos que llegan a ella. De hecho en muchas obras se utiliza más madera como medio de ejecución y embalaje que como material de construcción. Por ejemplo, los encofrados son habitualmente de madera y los *palletes* para el transporte de materiales también.

Los medios auxiliares y embalajes que llegan a la obra se deben reutilizar tantas veces como sea posible. Solamente cuando estén muy dañados se convertirán en material para reciclar. Del mismo modo hay que procurar que todos los medios y embalajes que se empleen provengan de productos de madera recuperados.

Hay pues que salvar los residuos de madera y conservarlos separados de otros residuos que pueden contaminarlos, para así poder reutilizarlos o reciclarlos más fácilmente. Si la madera se pudre o contamina, disminuyen sus posibilidades de ser reciclada.

En la actualidad, el *palette* se ha convertido en el soporte universal para el transporte de materiales a la obra y para su movimiento dentro de ella. Se utilizan y reutilizan varias veces, incluso se pueden revender. Siempre que sea posible, se deben devolver al proveedor, puesto que ésta es la manera más segura de que vuelvan a ser utilizados. Cuando se rompen o dañan se pueden reparar con trozos de otros *palletes* previamente desmontados para disponer materiales de repuesto. En resumen, es éste un buen ejemplo de cómo un producto se aprovecha al máximo.

Sin embargo, cuando los *palletes* se hallan en muy mal estado, se acostumbra a quemarlos en cualquier lugar de la obra. Se trata de una práctica que hay que erradicar definitivamente. Los restos de *palletes* todavía son útiles e incluso tienen un valor económico. Pueden triturarse y convertirse en virutas para fabricar paneles aglomerados de madera o serrín. Y como último destino todavía quedaría la valorización energética.

En cuanto a los encofrados, también hay que seguir una serie de recomendaciones para aprovecharlos mejor y reducir sus residuos. Los encofrados se deben usar varias veces porque admiten diversas puestas en uso. Hay que salvar los recortes de los grandes tableros para utilizarlos en piezas de menor tamaño, en rincones y en superficies de geometría no ortogonal en las que se tienen que adaptar piezas cortadas apropiadamente. Los tableros de encofrado deben guardarse bien ordenados y dispuestos para que sea más fácil reutilizarlos o transportarlos a otra obra en la que puedan volver a usados.

Es una buena práctica reservar en la obra una zona destinada exclusivamente a todos los residuos de madera. Si están bien ordenados y clasificados, la reutilización resulta muy fácil ya que cualquier operario que necesite madera sabrá donde encontrarla.

Para facilitar la reutilización o el reciclado de la madera, hay que evitar tanto su tratamiento con productos químicos como el empleo innecesario de clavos.

Es necesario asimismo prestar atención a los tratamientos de la madera y los clavos. Aunque éstos no resultan un problema para el encofrado y otros usos temporales, sí lo son, y de compleja solución, cuando se pretende reciclar o reutilizar la madera en usos permanentes, ya que son difíciles de extraer y dificultan el corte de la madera. En consecuencia, debemos observar las mismas recomendaciones que se exponen en este

Manual, en el apartado 5.2.4, pág. 45, destinado a tratar la madera como residuo de demolición.

6.5.2 Obra de fábrica y pequeños elementos

En la construcción convencional los materiales de pequeño formato (bloques, ladrillos, etc.) son muy usuales. Y por ello muy frecuentes son también los residuos procedentes de estos materiales, cuyo origen principal resulta de los recortes de las piezas y de las roturas de éstas. En efecto, a pesar de su pequeño tamaño es muy corriente romperlas y cortarlas para adaptarlas a las necesidades dimensionales. También, una vez ejecutada la obra, es habitual romper o hacer rozas en las paredes y tabiques para tender el paso de las instalaciones y otros trabajos auxiliares. Los sobrantes cerámicos son, pues, los residuos más comunes en algunas fases de la obra.

Los criterios prioritarios para reducir la producción de estos residuos son:

- Utilizar piezas completas. Los recortes deben reutilizarse para solucionar detalles que necesiten piezas de dimensiones más pequeñas, lo que evitará romper nuevos ladrillos.
- Almacenar y utilizar los materiales con cuidado para no romper innecesariamente piezas.

En la obra, es conveniente delimitar un área donde se puedan depositar los recortes de estos materiales, al alcance de los operarios que precisen reutilizarlos. Si no existiera un destino para ellos en la propia obra, pueden reutilizarse en otra; solamente es cuestión de disponer de una buena organización logística (de hecho, cuando se construye en épocas de gran demanda de materiales siempre se encuentra quien está dispuesto a reutilizarlos).

En definitiva, una correcta coordinación dimensional del proyecto, esto es, que tenga en cuenta el módulo de la obra de fábrica utilizada, ayudará a reducir la cantidad de recortes y sobrantes.

Estos residuos pueden ser machacados y reciclados como rellenos de la obra.

No obstante, y por último, si en la obra no se encuentra la manera de reutilizar los residuos sobrantes de la ejecución de la obra de fábrica, existe la posibilidad de machacarlos y reciclarlos como rellenos de la propia obra. En este caso puede ser necesario disponer de una pequeña machacadora para obtener áridos del tamaño necesario.

6.5.3 Metales

Hay que aprovechar todas las alternativas que se ofrecen para la recuperación de los metales, porque el valor económico de la chatarra es suficiente para hacer viable el reciclado.

Cuando hablábamos de los residuos metálicos de demolición decíamos que, a pesar de las claras ventajas medioambientales de su recuperación –superior a las que podemos conseguir con otros residuos–, no siempre se procede así: los residuos metálicos del proceso de construcción, sobre todo de los embalajes, a menudo se tiran con los escombros de la obra y no llegan a reciclarse (y en este punto también nos hemos referido, al tratar los residuos metálicos de demolición, de las desventajas que supone actuar de esta forma frente a las ventajas de reutilizar o reciclar los metales).

A continuación, trataremos de explicar cómo podemos reducir, reutilizar o reciclar los residuos de metal:

- Para reducirlos, hay que conseguir que los perfiles y barras de armaduras lleguen a la obra con el tamaño definitivo. Es conveniente que lleguen listas para colocar en obra, cortadas, dobladas y, preferiblemente, montadas. Así no se producirán resi-

duos y facilitaremos además su puesta en obra.

- Para reutilizarlos, hay que prever en qué etapas de la obra se pueden originar demandas de estos restos, y almacenarlos por separado, a medida que se producen, para luego usarlos cuando se necesiten.
- Para reciclarlos -ésta es la alternativa más fácil-, es conveniente separar los metales férricos de los ferrosos, ya que unos y otros tienen características diferentes, y el precio de compra también lo es. Otra alternativa es implicar al suministrador del material en la recogida de sobrantes o buscar empresas que suministren a las obras contenedores para el almacenaje del metal residual y que luego se hagan cargo de su gestión.

6.5.4

Embalajes y plásticos

En principio, la alternativa preferible es que el proveedor del material recoja sus propios embalajes.

La gestión de los residuos de embalaje en la obra es una cuestión de previsión. Sin una planificación apropiada, el embalaje puede convertirse en un verdadero problema. Es necesario, por consiguiente, tiempo y espacio para separar y almacenar la gran diversidad de embalajes que se concentran en la obra: cartón, papel y plástico.

La mejor alternativa -que puede ahorrar tiempo y dinero- es que el proveedor del material recoja sus propios embalajes porque es él quien dispone de las mejores condiciones logísticas para reutilizarlos o reciclarlos.

No obstante, si el embalaje permanece en la obra se pueden seguir las siguientes recomendaciones para reducir su impacto:

- No separar el embalaje hasta que se vaya a emplear el producto. Así se conservará en mejores condiciones.
- Guardar los embalajes inmediatamente después de separarlos del producto. Si no se actúa así, se deterioran rápidamente, causan desorden en la obra y son difícilmente reciclables.
- Utilizar materiales que vengan envueltos en embalajes reciclados. Los proveedores deben saber la procedencia de los materiales de embalaje.
- Si la obra produce grandes cantidades de cartón o papel, puede ser conveniente dotarse de una máquina compactadora para reducir su volumen y venderlos ya empaquetados.

Respecto a otros tipos de plásticos (aislantes, tuberías, carpinterías, etc.), la mejor opción es también que el proveedor o el industrial que se sirve de ese material se encargue de su gestión. Si esta opción no fuese posible, deberíamos sopesar la viabilidad de llevar a cabo una clasificación selectiva y reciclar los residuos. Por fin, y como últimas opciones, nos quedarían la valorización energética y el vertedero de sobrantes no especiales.

6.5.5

Residuos especiales: aceites, pinturas y productos químicos

La aplicación y utilización de estos materiales en la obra originan residuos potencialmente peligrosos que necesitan un manejo cuidadoso.

Estos residuos deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice. Asimismo, los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y perfectamente cerrados para impedir derrames o pérdidas por evaporación. Los recipientes en sí mismos también

merecen un manejo y evacuación especiales porque contienen productos fácilmente inflamables, razón por la cual se deben proteger del calor excesivo o el fuego.

En la práctica, la solución deseable es que no se generen. Es decir, reducir su volumen tanto como sea posible mediante la utilización completa del contenido de los botes: hay que establecer cómo acabar el contenido de ese bote que todavía tiene pintura en lugar de pensar en como deshacernos de él. Otra buena alternativa para las pinturas y similares es depositarlas en plantas que acogen este tipo de sobrantes, donde particulares u organizaciones no gubernamentales pueden recogerlas para utilizarlas.

Si no se manejan con suficiente cuidado, estos residuos pueden contaminar fácilmente otros residuos o materiales próximos. Por otra parte, los combustibles y productos químicos más peligrosos se deberían guardar en un espacio cerrado por un muro impermeable (y respecto a esta clase de productos, hay que vigilar su manejo sobre todo cuando se reponen o rellenan los contenidos). Igualmente, se debe evitar que esas acciones se ejecuten cerca de corrientes de agua o desagües. Los tanques de almacenamiento de aceites también deben quedar alejados.

El póster que sigue pretende difundir lo que debemos tener en cuenta para realizar una buena gestión de los residuos en la construcción de una obra nueva.

Gestión y minimización de residuos

Residuos en las obras de construcción

- 1** Compra solamente la cantidad de material necesario, de acuerdo con el ritmo de ejecución de la obra.
- 2** Los materiales deben ser almacenados de forma ordenada para no generar residuos innecesarios.
- 3** Un ordenado y racional proceso de ejecución de la obra mejora la gestión de los residuos.
- 4** Para facilitar la gestión de los residuos es necesario disponer de un Plan de gestión y de un directorio de valorizadores. Además hay que conocer la normativa vigente.
- 5** Separa y clasifica los residuos de la obra para facilitar su reutilización o reciclaje.
- 6** Los proveedores de materiales y productos deberán recoger sus propios embalajes de la obra.
- 7** Maneja con sumo cuidado los materiales que pueden originar residuos potencialmente peligrosos. Prevé la gestión más adecuada para ellos.
- 8** Reutiliza tantas veces como sea posible los medios auxiliares y los embalajes de madera.
- 9** La madera tratada con algunos productos químicos o con clavos es de difícil reutilización o reciclado.
- 10** Recupera todos los residuos metálicos: son fácilmente reciclables.
- 11** Aprovecha al máximo los ladrillos y bloques enteros. Los sobrantes de las piezas rotas pueden ser machacados y reciclados como rellenos para la propia obra.
- 12** Utiliza preferentemente productos que contengan residuos de construcción en lugar de materiales nuevos.
- 13** Reduce el consumo de agua y de energía eléctrica en la obra
- 14** Reducir + Reutilizar + Reciclar = mejoras medioambientales y económicas

Tercera Parte:

Recomendaciones para la reducción y gestión eficaz de los residuos de construcción y demolición

the model. The model is estimated by means of the method of moments (see, for example, Haywood and McAleer, 2002).

There are two main reasons why the method of moments is preferred to maximum likelihood estimation. First, the method of moments is more robust to non-normality than maximum likelihood estimation. Second, the method of moments is more efficient than maximum likelihood estimation in the case of non-normality (see, for example, Haywood and McAleer, 2002).

The method of moments is based on the idea that the moments of the distribution of the data should be equal to the moments of the distribution of the model. In other words, the first four moments of the data are used to estimate the parameters of the model. The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.

The method of moments is a non-linear method, and it is therefore more difficult to estimate than maximum likelihood estimation.



Recomendaciones para el técnico que proyecta el edificio

Optimizar las secciones resistentes de los elementos constructivos que forman el grueso de la obra.

La eficacia mecánica de una sección se consigue cuando se utiliza el mínimo material sin reducir el nivel de prestaciones (seguridad, aislamiento, durabilidad...). En ese caso, también desde el punto de vista medioambiental, se alcanza la máxima eficacia: menos recursos empleados y, como consecuencia, menos residuos.

Los proyectos deben ajustarse a criterios de coordinación dimensional respetando los formatos modulares de los materiales y elementos constructivos utilizados.

Se pueden reducir los residuos que se generan en la puesta en obra si se construye con elementos prefabricados de gran formato (losas alveolares, paneles prefabricados), que se montan en la obra sin apenas transformaciones origen de residuos.

No obstante, cuando se proyecte con elementos de pequeño formato (bloques, ladrillos, baldosas...), es conveniente que las medidas de los elementos que se vayan a construir sean múltiplos del módulo de la pieza, de forma que no se produzcan residuos innecesarios a causa del corte de las piezas en el proceso de adaptación a las medidas caprichosas del proyecto.

Los elementos constructivos de cerramiento -exterior o interior- se deben resolver mediante la yuxtaposición de capas de materiales adecuados.

La construcción basada en el montaje en seco de materiales dispuestos en capas sucesivas facilita la recuperación selectiva de residuos homogéneos. Gracias al desmontaje de esos elementos se obtienen materiales homogéneos, en un estado lo suficientemente bueno como para valorizarlos mediante la reutilización o el reciclado.

Utilizar materiales ambientalmente sostenibles, que además reduzcan los problemas ambientales derivados de los residuos originados durante el transporte a la obra y el embalaje.

No se trata solamente de utilizar materiales verdes; también se debe prever que los embalajes en los que éstos llegan a la obra no originen residuos. En consecuencia, el suministrador de los materiales debe recoger los embalajes y hacer una gestión responsable de ellos.

Planificar las grandes obras de manera que en su ejecución se origine 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 reciclado mediante machaqueo de los residuos de naturaleza pétreo, que alcanzan un 85 % de los que se originan habitualmente. Estos áridos pueden proceder de una central de reciclaje o de los residuos que se van generando en la propia obra.

Introducir en el proyecto elementos reutilizados que provienen de construcciones anteriores.

La reutilización es la mejor forma de reciclaje. Hay numerosos elementos de las obras que, mediante una correcta desconstrucción, pueden reincorporarse, con apenas una sencilla transformación, a una obra nueva. Esta segunda vida de los elementos constructivos constituye un modo eficiente de gestión de los residuos.

En la programación de la obra (en fase de proyecto) se debe:

- a) Incluir las propuestas del constructor que tienen por finalidad minimizar, reutilizar y clasificar los residuos de la obra.
- b) Fomentar el uso repetido de los medios auxiliares, como los encofrados y moldes, aumentando de manera prudente el número de veces que se ponen en obra, ya que una vez usados se convertirán en residuos.
- c) Limitar la utilización de fluidos potencialmente tóxicos, tales como fluidificantes, desencofrantes, líquidos de curado del hormigón, pinturas, etc.



Recomendaciones para el director de la obra

Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan son aspectos prioritarios en las obras.

Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También 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 residuos procedentes de la rotura de piezas.

Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.

Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

En este sentido, es importante realizar un Plan de gestión de los residuos que optimice la valorización de los materiales sobrantes.

Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero.

La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Los residuos, una vez clasificados, pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos. Se evitarán así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.

No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir –preferiblemente por escrito- un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición. En efecto, es necesario que las obras vayan planificándose con estos objetivos, porque la evolución nos conduce hacia un futuro con menos vertederos, cada vez más caros y alejados.

Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.

La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.

El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales. Asimismo, en Cataluña, deben conocer el Decreto 201/1994, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción.

La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión.

El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.

Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.

Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos. Seguro que, en adelante, más de un suministrador se planteará la posibilidad de suministrar los materiales a granel, para evitar la gestión de los residuos de embalaje.

Hacer cumplir los contratos con los suministradores de materiales y subcontratistas de la obra.

Además de hacer cumplir las normas y órdenes dictadas en la obra, también deben cumplirse todas aquellas condiciones técnicas que forman parte del contrato de suministro y ejecución de los trabajos y que se han redactado expresamente para la mejora de la gestión de los residuos.

Al firmar los contratos de obra con los subcontratistas se deberá tener en cuenta:

- a) La delimitación del volumen máximo de residuos que se pueden generar en cada actividad.
- b) El establecimiento de las penalizaciones económicas que se aplicarán en el caso de superar los volúmenes previstos.
- c) La responsabilidad de los subcontratistas en relación con la minimización y clasificación de los residuos que producen (incluso, si fuera necesario, con sacos específicos para cada uno de esos residuos).
- d) La convocatoria regular de reuniones con los subcontratistas para coordinar la gestión de los residuos.

En la clasificación de los residuos que habitualmente se producen en obra se deberá tener en cuenta:

- a) El equipamiento mínimo estará formado al menos por dos contenedores y un depósito especial para los líquidos y envases de residuos potencialmente peligrosos. Un contenedor acogerá los residuos pétreos (mayoritarios en la ejecución de la obra) y en otro contenedor se almacenarán residuos banales (papeles, metales, plásticos, etc.).
- b) Si en un entorno próximo existen industrias de reciclaje especializadas en otros residuos que no hayan sido definidas en el apartado anterior, se podrá disponer un contenedor adicional para almacenarlos. Es el caso de residuos de determinadas maderas, placas de cartón-yeso, algunos materiales plásticos, etc.
- c) Cuando se ejecutan tendidos de yeso, se debe disponer un contenedor específico para acumular las grandes cantidades de residuos de pasta de yeso, puesto que constituyen un importante contaminante de los residuos de materiales pétreos.

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

Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Y, por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

En aquellas obras con un volumen suficiente de residuos se debe 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 que sea fácilmente desplazable por la obra; se conseguirá así el reciclaje in situ o que ocupen menos volumen si se envían a una central recicladora o a un vertedero.

Extraer conclusiones de la experiencia en la gestión eficaz de los residuos de manera que puedan ser aplicables a la programación de otras obras.

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



Recomendaciones para el encargado general de la obra

Asegurar que todos los que intervienen en la obra conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las normas y órdenes dictadas por la dirección técnica.

Se deben dar a conocer las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los que intervienen en la gestión de los residuos, mediante la difusión de las normas y las órdenes dictadas por la dirección técnica de la obra. No obstante, la acción del encargado no debe limitarse solamente a transmitir esa información sino que además debe velar por el estricto cumplimiento de la misma.

Fomentar en el personal de la obra el interés por reducir el uso de recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados.

Hay que explicar a los que intervienen en la obra las ventajas medioambientales de una buena práctica, esto es, una práctica que reduzca los recursos utilizados y los residuos generados. Nos consta que esta sensibilización es uno de los motores más eficaces para lograr una construcción sostenible.

Por lo demás, la gestión de los residuos de la obra es un objetivo abierto a las aportaciones de cuantos trabajan en ella, razón por la cual conviene fomentar una participación activa –en forma de propuestas o sugerencias de mejoras por parte de todos ellos-, más allá de la simple acción pasiva del cumplimiento de las normas y órdenes dictadas.

Incentivar las aplicaciones en la propia obra de los residuos que genera.

Los residuos que se originan en la obra, si son reutilizados en la propia obra, no son considerados como residuos que se deban gestionar. Así pues, la manera más eficaz de reducir el volumen de residuos es fomentar las aplicaciones en la propia obra, ya sea mediante rellenos en cámaras, trasdosados de muros de contención, bases de soleras, etc.

La dirección técnica de la obra debe tener siempre conocimiento de estas aplicaciones no previstas en el proyecto, porque pueden suponer variaciones en las prestaciones de las soluciones constructivas.

Se debe prever una zona protegida para el acopio de materiales, a resguardo de acciones que pudieran inutilizarlos.

En el solar donde se construirá, será necesario reservar un espacio para el almacenaje de los materiales que llegan a la obra. Ese espacio estará situado de manera que quede resguardado del tráfico de la obra y otros trabajos que puedan estropear los materiales; se trata de impedir que su rotura los convierta en residuos antes ser utilizados.

En este sentido es conveniente proteger los contenedores, sacos, etc., del mal uso que los particulares pueden hacer de ellos, sobre todo durante los fines de semana. Se debe impedir que esos contenedores se llenen de mobiliario viejo y otros residuos porque, así mezclados, los de la obra serán de difícil gestión.

Disponer los contenedores más adecuados para cada tipo de residuos.

En la obra se producen residuos de diferente naturaleza, de manera que las posibilidades de gestión son diferentes: centrales recicladoras, vertederos y la propia reutilización en obra. En definitiva no solamente se trata de realizar una separación selectiva de los residuos, sino también un almacenaje selectivo de los residuos, según su naturaleza.

Controlar el movimiento de los residuos de forma que no queden restos descontrolados.

Los residuos sobrantes de ejecución se producen en la obra de forma dispersa. En efecto, los residuos se generan allá donde se ejecutan los trabajos y, por lo tanto, deben ser transportados hasta su lugar de almacenaje.

Ese recorrido ha de ser planificado para que se produzcan las menores pérdidas posibles, pues los residuos vertidos de forma descontrolada acaban, innecesariamente mezclados, en el vertedero.

Siempre que sea posible, los materiales y productos que llegan a la obra deben ser desembalados en un lugar previamente definido, muy próximo a la zona de acopio de residuos clasificados. De esta forma el residuo se originará en el mismo lugar donde se almacenará selectivamente.

Vigilar que los residuos líquidos y orgánicos no se mezclen fácilmente con otros y resulten contaminados.

Es necesario impedir que los residuos se mezclen entre ellos, pues la mezcla de ciertos residuos líquidos y otros que contienen materia orgánica puede dar origen a que los demás resulten contaminados. La facilidad con que se vierten residuos líquidos los hace particularmente peligrosos.

Evitar la producción de polvo debida a la falta de previsión de una buena práctica con los materiales que llegan a la obra en forma de polvo.

Hay materiales, como los cementos, yesos y cales que llegan a la obra en forma de polvo. Una manipulación poco cuidadosa de los mismos produce polvo que, en determinadas concentraciones en el aire, puede afectar a la salud laboral del personal de la obra.

Llevar un registro de cada contenedor que sale de la obra.

El control de los residuos que se producen en la obra empieza por la caracterización de ellos y acaba con su comprobación al salir de la obra. En este sentido es indispensable que se lleve un control de la naturaleza y las cantidades de residuos que se producen en ella, es decir, de todos aquellos residuos que no se reutilizan en la propia obra. Asimismo es importante conocer qué se va hacer con esos residuos (por ejemplo, adónde van a parar las tierras sobrantes de la excavación previa a la obra).

Controlar el consumo de agua y de energía eléctrica.

El agua y la energía también son recursos que forman parte de la obra. Sin ellos no podríamos ejecutarla y, por lo tanto, su consumo es susceptible de ser minimizado.



Recomendaciones para el personal de la obra

Se deben cumplir las normas y órdenes dictadas por la dirección de la obra para el control de los residuos.

En cada obra se deberán cumplir atentamente las normas generales relativas a la gestión de los residuos que en ella se originan. Sin embargo, y puesto que cada obra tiene unas características propias, cada una de ellas deberá cumplir las órdenes y criterios particulares establecidos por la dirección técnica.

Todos los que intervienen en la obra, cada uno en su ámbito específico de trabajo, deben participar activamente para mejorar la gestión de los residuos.

El personal de la obra no se debe limitar al cumplimiento de las normas y órdenes establecidas por la dirección técnica, sino que también debe pensar en el modo en que la gestión de los residuos puede resultar más eficaz. Estas sugerencias deberán ser comunicadas al encargado de la obra con el fin de que puedan incorporarse al proceso general.

La separación selectiva de los residuos debe producirse en el momento en que éstos se originan.

La manera más eficaz de reducir los residuos es establecer un control desde el momento mismo en que se producen. En efecto, se debe conseguir que estén sin control el

menor tiempo posible, es decir, fuera de los recipientes preparados para su almacenamiento: De este modo se logra que no se mezclen con otros, y se evita el consiguiente incremento de los costes de gestión que significaría su separación.

Los residuos se deberán emplazar en contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Los residuos se deben emplazar en recipientes preparados a tal efecto, de manera que no queden fuera de ellos, ni tampoco haya peligro de que se mezclen unos con otros. En ambos casos, el resultado de la falta de cuidado en su deposición originará residuos de difícil gestión, que probablemente acabarán en el vertedero.

Los recipientes contenedores de residuos deben transportarse cubiertos.

Los recipientes -ya sean contenedores, sacos, barriles o la 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, aunque sea de pequeñas cantidades (que son difícilmente gestionables).

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

Cuando una partida de obra se ejecuta en exceso, se malgastan materiales y energía, y se originan más residuos. También de forma indirecta se agrava el problema: por ejemplo, si se ejecuta una excavación de mayor volumen del previsto, en la ejecución de la cimentación se originará un exceso de volumen de tierras, que habrá que eliminar. Además, en el relleno de la excavación se malgastará hormigón que no hubiera sido necesario.



Recomendaciones para el promotor

La gestión eficiente y racional de los residuos de construcción y demolición debe ser incorporada desde las etapas iniciales de los estudios de la promoción.

En las etapas iniciales del estudio de viabilidad de una promoción inmobiliaria hay que prever las decisiones que afectarán a los aspectos relacionados con la sostenibilidad de la construcción; en particular, los procesos y costes de la gestión de los residuos de construcción y demolición. El objetivo es determinar las acciones necesarias y evaluar el coste de la reducción, reutilización y reciclado de los residuos.

Promover la participación activa de todos los agentes que intervienen en el proceso inmobiliario en la gestión eficiente y racional de los residuos.

El promotor de una acción inmobiliaria tiene la responsabilidad de fomentar, entre quienes la ejecutarán, una disposición especial para incorporar la eficaz gestión de residuos como una exigencia más del proceso. Y promover, además, entre todos los agentes que participan, el interés por satisfacer tal exigencia.

Cumplir las obligaciones legales que tiene como productor del residuo.

Existen normas legales que establecen las obligaciones del productor de los residuos. Con ellas se trata de garantizar que las operaciones de valoración, deposición y gestión de los residuos, y que el abono de los costes de esa gestión cumplen unas determinadas

obligaciones. Concretamente en Cataluña, se disponen en el artículo 5 de Decreto 201/1994, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción.

Establecer criterios para gestionar los residuos que se produzcan durante el uso del edificio.

El promotor, como propietario del producto que se entregará al usuario (en este caso un edificio), debe traspasar la información surgida de los esfuerzos realizados en materia de control y minimización de residuos en la etapa de ejecución y proponer unos criterios sobre la correcta de gestión de los sobrantes generados durante la fase de uso y mantenimiento.



Recomendaciones para la Administración municipal

Fomentar la separación y recogida selectiva de las materias objeto de reciclaje.

Algunas legislaciones facultan a la Administración municipal a imponer la obligación de separar en origen aquellas materias que deban ser recicladas, siempre que concurran determinadas circunstancias. Así se determina en el artículo 9 del Decreto 201/1994, de aplicación en Cataluña.

Velar por el cumplimiento estricto de las determinaciones que, sobre gestión de los residuos, se fijan en la licencia municipal.


En particular, la Administración municipal vigilará que los residuos sean entregados a un gestor autorizado. También establecerá los mecanismos de control de la adecuada gestión de los residuos que se generan en aquellas actividades que no necesitan proyecto técnico para su autorización.

Vigilar que el proyecto técnico incluya la información completa para la gestión de los residuos, tal como disponen las Ordenanzas y la legislación vigente.

En el proyecto técnico que se adjunta a la solicitud de la licencia urbanística se harán constar las condiciones específicas necesarias en relación con la gestión de los residuos y especialmente con su financiación. La falta de estas determinaciones es causa suficiente para denegar la licencia solicitada. A este efecto, en Cataluña se aplicará el artículo 8 del mencionado Decreto 201/1994.

Controlar los vertederos autorizados y de los vertidos ilegales en su municipio mediante una legislación específica y de una vigilancia eficaz.

Si analizamos las conclusiones del documento sobre la situación actual del sector de los residuos de construcción, observamos que es necesaria una mayor implicación de las administraciones. En efecto, se debería establecer, por una parte, un mayor control sobre los vertederos autorizados, para que cumpla la normativa vigente sobre aceptación y disposición de materiales, y, por otra, se hace necesario clausurar y perseguir los vertederos ilegales que perjudican al medio ambiente y que actúan de forma desleal respecto los autorizados.



Recomendaciones para las empresas subcontratadas

Asumir los residuos de embalaje y sobrantes de los materiales y productos que ponen en obra.

Como norma general, el productor de los residuos debe hacerse cargo de los mismos. Esta imposición tiene un doble efecto: por una parte, se sabe siempre quién es el responsable de gestionar el residuo, de modo que no es posible dejarlo en manos de otros que no han intervenido; por otra parte, tiene un efecto disuasorio frente a las malas prácticas de obra, que inevitablemente producen un mayor número de residuos.

Conocer y cumplir las obligaciones referidas a los residuos y las normas y órdenes dictadas por la dirección técnica.


La actividad de una empresa contratada para ejecutar un tajo o una determinada parte de la obra debe llevarse a cabo siempre de manera coherente con las normas y órdenes dictadas por la dirección técnica y coordinada con el encargado de la obra. Asimismo se cumplirán aquellas condiciones técnicas que forman parte del contrato de suministro y ejecución de los trabajos que se han redactado con este fin.

Prever el volumen máximo de residuos que se pueden generar en su actividad, con el fin de minimizarlos y clasificarlos de forma adecuada.

Antes de iniciar un tajo o una parte de la obra, la empresa que lo ejecutará debe completar una evaluación aproximada del volumen de residuos que se originarán, para, de modo preferente, minimizarlos, o, cuando menos, prever los medios necesarios (contenedores, sacos, etc.) para una gestión adecuada.

Proponer, al técnico que proyecta la obra y a la dirección técnica de ésta, soluciones para mejorar las posibilidades de reducción, reutilización o reciclaje de los medios de construcción y de los sobrantes.

La mejora de la gestión de los residuos constituye un objetivo de todos los que intervienen en ella. Por consiguiente, el desarrollo del trabajo de las empresas subcontratadas no se debe limitar solamente al cumplimiento de las normas sino que también tales empresas deben proponer a los técnicos del proyecto y de la obra alternativas para mejorar la eficiencia y racionalidad de la gestión de residuos.



Recomendaciones para las empresas de derribo

Colaborar en el desarrollo de un Proyecto de demolición y de un Plan de gestión de residuos.

Antes de realizar el derribo es importante completar unos estudios previos con los que planificar y optimizar la ejecución y la gestión de los residuos. Estos estudios se pueden concretar en un Proyecto de demolición y en un Plan de gestión de residuos.

Efectuar la separación selectiva de los residuos que hayan de ser reciclados o reutilizados.

La viabilidad del reciclado o de la reutilización de los residuos de demolición depende en buena medida de que los residuos valorizables sean separados y clasificados de forma selectiva. Para ello será necesario que la obra lo permita materialmente y que se hayan previsto planes de reciclaje idóneos.

Primar siempre los trabajos de desconstrucción sobre los de demolición indiferenciada.


La primera acción para la separación selectiva de los residuos de demolición de una obra es realizar una desconstrucción en lugar de una demolición. La desconstrucción facilita la separación de los elementos reutilizables, los materiales reciclables -seleccionados con arreglo a su diversa naturaleza- y, finalmente, aquellos que irán a parar al vertedero.

Preservar los productos o materiales que sean reutilizables o reciclables durante los trabajos de demolición.

Si los residuos son reutilizables no deberán sufrir golpes o acciones que los deterioren, porque pueden llegar a inutilizarlos. Si los residuos son reciclables, se deberá evitar que se mezclen con otros residuos, porque se dificulta su valorización. Además, si se mezclan con residuos contaminantes, se perderá por completo la posibilidad de valorizarlos.

Registrar las cantidades y características de los residuos que se transportan desde los contenedores hasta los gestores autorizados.

La gestión racional de los residuos está inevitablemente asociada a un eficaz control del flujo de los residuos. Una vez que se han ejecutado los trabajos de separación selectiva de los residuos, se debe proceder a caracterizarlos. Para ello es necesario llevar un control de la naturaleza y de las cantidades de los residuos generados y que no son reutilizados en la propia obra. También es necesario conocer qué gestores se harán cargo de ellos finalmente.



Recomendaciones para el gestor de residuos

Garantizar que las operaciones de reciclaje y deposición de los residuos de construcción y demolición se realizan en correctas condiciones ambientales.

Las operaciones de reciclaje y deposición de los residuos se deberán ajustar a las normas ambientales aplicables en cada caso. En Cataluña, y como marco general de esas actividades, se aplicaran los artículos 6 y 11 del Decreto 201/1994.

Contrastar la calidad de los materiales obtenidos tras el reciclado, de acuerdo con la normativa vigente.

Es importante que los productos reciclados cumplan la normativa vigente para poder garantizar la calidad del proceso de obtención y de sus características materiales.

Establecer un riguroso control de la deposición de residuos en los vertederos.

Las operaciones de deposición de los residuos deberán asimismo respetar la normativa vigente. El gestor deberá verificar que las características del vertedero son adecuadas y que se admiten estrictamente los materiales específicos de las instalaciones de las cuales son responsables.

Anexo. El proceso de ejecución de la desconstrucción

A1. La ordenación del proceso

A1.1 Los trabajos previos

En el proceso de ejecución de una desconstrucción es necesario identificar dos fases claramente diferenciadas: la que corresponde a los trabajos previos de preparación y la de ejecución material de la misma.

El objetivo de los trabajos previos es, principalmente, el establecimiento de las medidas genéricas de seguridad previas a la ejecución del derribo. No es objeto de este Manual el tratamiento en detalle de estas medidas, que están desarrolladas en Ordenanzas municipales, reglamentos de seguridad y normativas específicas. A pesar de ello, se ha de delimitar el alcance de estos trabajos, que, en conjunto, pueden clasificarse en los grupos siguientes:

Comunicación a los organismos que puedan resultar afectados

Se ha de comunicar la intención de efectuar los trabajos a los organismos públicos o privados afectados. Es el caso de las compañías de servicios, los servicios municipales, etc.

Tratamiento especial de locales del edificio

Se ha de hacer un tratamiento especial de aquellos locales del edificio que hayan sido almacén de productos tóxicos o contaminantes, y al mismo tiempo aislar los materiales originados durante el derribo para ser tratados o depositados de forma conveniente. También se han de desinfectar y desinsectar todos los locales de los hospitales, los locales que hayan tenido un uso para animales y todos aquellos en que pueda haber nidos de parásitos, roedores e insectos.

Anulación de las instalaciones existentes y vaciado de depósitos de combustible

No se ha de comenzar la desconstrucción del edificio hasta que las compañías suministradoras de servicios hayan anulado las conexiones de agua, de electricidad, de gas, etc. Aunque, de acuerdo con estas compañías, se dejen los servicios necesarios para la obra, siempre protegidos de manera adecuada.

- Se han de mantener conexiones de agua para regar, a fin de evitar el polvo durante el derribo.
- La conexión de electricidad siempre será condenada, con la finalidad de impedir el riesgo de accidente por contacto eléctrico. Sin embargo, se habrá de solicitar una conexión independiente, si ésta fuera necesaria para el servicio de la obra.
- Se han de taponar las bocas del alcantarillado, para evitar posibles emanaciones de gases, y asimismo hay que vaciar de combustible todos los depósitos y tuberías.

Apuntalamiento previo

Durante el proceso de desconstrucción, el estado tensional a que están sometidos los elementos constructivos del edificio experimenta cambios significativos con mayor rapidez que en un proceso de construcción. Los cambios más comunes tienen origen en:

- La acumulación de sobrecargas en determinadas partes de los forjados
- La entrada en carga de elementos que no forman parte de la estructura del edificio
- El desmontaje de elementos que, en apariencia, no formaban parte de la estructura pero que en realidad transmitían cargas.

Estas situaciones -y las anomalías estructurales que comúnmente manifiestan las edificaciones que se han de derribar- recomiendan apuntalar, antes del inicio del proceso, los elementos que puedan provocar el derribo incontrolado de una parte de la construcción.

Disposición de andamios

En estos trabajos los andamios son a la vez un medio que permite trabajar a diversas alturas y un soporte para otros medios de protección colectiva. Los andamios se han de colocar en todas las fachadas del edificio y también sirven de plataforma para efectuar los trabajos de desconstrucción de la misma fachada. Se han de colocar exentos de la edificación, aunque se han de unir en los puntos necesarios para asegurar su trabadura.

Previsión de medios de protección colectiva

Antes del inicio de los trabajos es necesario instalar medidas de protección para los operarios que trabajarán en el proceso. También conviene adoptar las medidas pertinentes para la protección de los viandantes y de los edificios vecinos.

Medios para la evacuación de los materiales y de los elementos recuperables

Para facilitar el proceso de desmontaje de los elementos arquitectónicos, a fin de que se puedan recuperar de la manera más completa posible, se han de instalar los medios adecuados y, sobre todo, prever las vías de evacuación. En algunos casos estas vías obligarán a llevar a cabo demoliciones parciales del edificio, las cuales no han de afectar la estabilidad ni la resistencia de otros elementos. En este sentido, para facilitar la recogida y la selección de los materiales reciclables, se ha de disponer de contenedores específicos para materiales de la misma naturaleza. Si el volumen de estos materiales es suficiente, se han de prever vías de evacuación diferenciadas por medio de conducciones verticales y canaladuras horizontales. Sea cual sea la solución empleada, se ha de evitar la formación de grandes cantidades de polvo exterior.

Previsión de la protección personal

Como ya hemos visto, la desconstrucción consta de un conjunto de operaciones cuya finalidad es hacer desaparecer una construcción existente. Estas operaciones son, en rigor, trabajos de las mismas características que los que se acometen en los procesos de derribo habitual. En este punto, la seguridad personal llega a ser por sí misma una exigencia prioritaria, y por ello se ha de disponer de los medios de protección del personal necesarios y observar las prescripciones y las normas establecidas.

A1.2 Las etapas

El proceso de ejecución de una desconstrucción es fundamentalmente un proceso de demolición y de desmontaje elemento por elemento, para alcanzar dos objetivos principales, que son el de recuperar la mayor parte posible de elementos constructivos para reutilización y el de recuperar materiales para reciclar, de manera que los trabajos no afecten la seguridad del proceso. Entendido así, solamente se ha de proceder a iniciar los trabajos de desconstrucción cuando se hayan ejecutado los trabajos previos que se han descrito anteriormente. A continuación, se ha de comenzar el proceso, siguiendo unas etapas ordenadas de la manera siguiente:

Primera etapa. Desmontaje de los elementos arquitectónicos recuperables que no formen parte de la estructura del edificio y que no sean soporte de otro elemento.

Segunda etapa. Desmontaje de los materiales y elementos reciclables que, como en el caso anterior, no tengan función de soporte.

Tercera etapa. Desmontaje de los elementos arquitectónicos que formen parte de la estructura o que sean soporte de otro elemento, con apuntalamiento previo.

Cuarta etapa. Desmontaje o derribo de la estructura del edificio, con técnicas y métodos que faciliten la selección in situ de los materiales, para así conseguir un reciclaje posterior más fácil.

Anexo. El proceso de ejecución de la desconstrucción

A2. La ejecución material

A2.1 Criterios prioritarios

Todos los participantes en el proceso de desconstrucción de una edificación han de seguir unas medidas de alcance general, necesarias a fin de que un posible error que malogre la construcción haga peligrosa la acción de los operarios.

Es una medida prioritaria dismantelar el edificio en sentido inverso al de su construcción lógica. De manera que, en resumen, el proceso:

- Se ha de desarrollar planta por planta, en sentido descendente.
- Ha de comenzar con la retirada de los equipos industriales y el desmontaje de la cubierta y ha de acabar con el último pavimento o cimiento.
- Otros criterios de alcance general que se han de seguir son los siguientes:
 - El orden del desmontaje de los elementos ha de evitar que durante el proceso quede alguno de ellos en falso equilibrio, de manera que al desmontar otro se produzca su caída.
 - Antes de iniciar el desmontaje o la demolición, es necesario reducir tanto como sea posible la carga que soportan los elementos constructivos. El proceso de desconstrucción ha de seguir un orden que facilite el aligeramiento de las plantas de forma simétrica.
 - Se ha de comenzar el desmontaje de los elementos constructivos compuestos con diversos materiales, seguir por los de revestimientos y acabar por los de soporte.
 - Se ha de proceder a un apuntalamiento previo al desmontaje cuando se hayan de desmontar los elementos que trabajan en flexión o compresión, de manera que, cuando falte el elemento constructivo, se mantengan la estabilidad y la resistencia del conjunto.
 - Se han de descargar previamente los arcos y las bóvedas de las cargas verticales y contrarrestar o anular los componentes horizontales. Seguidamente, se ha de proceder al apuntalamiento. Se ha de comenzar el proceso de desmontaje por la clave, en sentido descendente, de manera simétrica.

- En las estructuras isostáticas, se ha de mantener la estabilidad del conjunto e introducir las trabaduras necesarias para asegurarla.
- En las estructuras hiperestáticas, se ha de ordenar el proceso de manera que se produzcan desplazamientos, giros o deformaciones mínimos y que no modifiquen el estado tensional que existía hasta entonces.

A2.2 Los trabajos de ejecución

Aunque se hayan observado las recomendaciones de alcance general que se han expuesto hasta ahora, es necesario definir otros ámbitos más específicos, ordenados por etapas, relacionados con los elementos concretos que se han de dismantelar. El desarrollo ordenado de las etapas hace posible que el aprovechamiento de los materiales y de los elementos constructivos sea compatible con la imprescindible seguridad del proceso.

A2.2.1 Desmontaje de equipos de instalaciones

Los equipos industriales de instalaciones más comunes en los edificios objeto de derribo son los ascensores, los de las instalaciones de calefacción y de refrigeración, los aparatos productores de agua caliente, los grupos de presión de agua, los grupos electrónicos, etc.

Cuando las instalaciones de los servicios generales del edificio han sido anuladas, tal como se exponía en el punto anterior, se ha de iniciar el dismantelamiento de los equipos industriales y de la maquinaria en general. La orden de ejecución del proceso ha de ser inverso al de instalación, de manera que no afecte la estabilidad de los elementos de soporte existentes. Si se ha previsto la reutilización de los equipos industriales y de la maquinaria, es necesario que personal especializado haga el dismantaje de los equipos.

Por último, se ha de tener en cuenta asimismo que existen otros componentes de las instalaciones domésticas que pueden ser dismantados: los aparatos sanitarios y el mobiliario fijo de la cocina y del lavadero.

A2.2.2 Desmontaje de materiales de revestimiento, acabado y decoración

En general, en primer lugar se ha de proceder a dismantar los elementos arquitectónicos que se hayan de reutilizar y que no ejerzan función portante en el edificio. El objetivo evidente es retirarlos antes de que el proceso de dismantelamiento pueda afectar a su aspecto o la durabilidad.

Sin embargo, el paso del tiempo en los edificios hace que la drástica división en funciones constructivas establecida en el proyecto entre elementos que forman parte de la estructura y los que no pertenecen a ella no sea tan rigurosa. Así pues, los materiales de revestimiento o los acabados y algunos elementos decorativos -sobre todo si son de naturaleza pétreo- pueden estar sometidos a cargas y, por esto, forman parte de un determinado equilibrio tensional del elemento constructivo, de modo que, aunque siempre se ha de comenzar el dismantaje por estos elementos, se ha de comprobar que no estén sometidos a esfuerzos y que no formen parte de ningún elemento portante. Éste es el caso de, por una parte, los chapados de piedra, que llegan desde el suelo hasta el forjado y que participan como una parte más en la sección portante de un elemento,

y, por otra, los pavimentos hidráulicos, que pueden formar parte de la sección resistente útil del forjado.

En estos casos, si se pretende recuperar los materiales y los elementos para reutilizarlos, es necesario llevar a cabo los trabajos planta por planta, esto es, cuando la inmediata superior haya sido derribada. Si no es así, las plantas superiores no deben soportar ninguna sobrecarga de uso.

En todos los casos, no obstante, se ha de comprobar previamente si al desmontar el revestimiento la pérdida de sección del elemento constructivo es significativa. Si lo es, se ha de apuntalar el elemento que asume la carga.

A2.2.3

Desmantelamiento de instalaciones

Una vez que hayan sido desmontados los elementos arquitectónicos reutilizables, se ha de comenzar el proceso de desmantelamiento de las conducciones de fluidos y otras instalaciones que quedan vistas; en este caso se pueden desmontar fácilmente sin afectar la resistencia o la estabilidad del elemento constructivo en contacto con ellas.

Cuando las conducciones son empotradas, y si el proceso de desmontaje in situ es complejo o no se puede completar con suficiente seguridad, se han de desmontar en el suelo, una vez que se haya derribado el elemento constructivo del que forman parte. De esta forma, se evita la pérdida de sección del forjado o pared por donde discurre la conducción, que puede llegar a ser considerable según la profundidad a que se encuentre. En este sentido, si durante el proceso se prevé una pérdida de seguridad, se ha de proceder a apuntalar la parte afectada.

A2.2.4

Desmontaje de cubiertas

Los elementos sobresalientes

Se ha de comenzar el proceso de desmontaje por los elementos que sobresalen de la cubierta: chimeneas de hogar, conductos de ventilación de gases, humos y salas sanitarias.

En general, si no hay suficiente espacio libre en los alrededores se han de desmontar las chimeneas y los conductos elemento por elemento y no por empuje o tracción. El desmontaje se ha de ejecutar desde una plataforma y se ha de impedir que los materiales o partes de los elementos caigan sobre el plano de la cubierta.

Las cubiertas inclinadas

El desmontaje de los planos inclinados de las cubiertas siempre se ha de iniciar por la lima tesa, siguiendo el sentido descendente, hasta la lima hoyo y los voladizos (aleros). El proceso ha de seguir un orden simétrico, de manera que no se produzcan caídas de tramos por desequilibrio de cargas.

La cubierta se ha de desmontar desde las capas situadas más al exterior hacia las interiores. Es decir, primero se ha de desmontar el material de cobertura; a continuación, la placa de apoyo; y, finalmente, la estructura de la cubierta.

En las estructuras de cubiertas a base de cerchas, si los cambios y las correas actúan como elementos de trabadura, no se ha de comenzar a desmontar la cercha sin apuntalarla previamente. También se ha de fijar un cable por encima del centro de gravedad, para evitar que bascule o que caiga repentinamente.

Si el desmontaje de la cercha se hace por partes, se ha de apuntalar previamente y comenzar el desmontaje por los pares. Si la cercha ha de ser reutilizada, se ha de desmontar entera. Por esa razón se ha de colgar de manera que no se altere demasiado el estado tensional para el cual ha sido proyectada y no aparezcan en ella deformaciones que dificulten la reutilización.

Las cubiertas planas

En las cubiertas planas, el desmontaje de la capa de formación de pendientes, ya sea de tabiquillos conejeros o de material de relleno, no significa la demolición de la placa de compresión del forjado ni el debilitamiento de las vigas y viguetas.

Si la capa de formación de pendientes es solidaria o del mismo material que el forjado, la demolición se ha de hacer conjuntamente.

A2.2.5

Demolición de tabiques y paredes interiores

En la descripción del desmontaje de los materiales de revestimiento, se ha señalado que elementos que no participaban en el descenso de las cargas del edificio pueden llegar a estar fuertemente comprimidos. Así pues, también en el caso de los tabiques y las paredes interiores del edificio se ha de comprobar siempre si están o no sometidos a cargas verticales, debidas a una transmisión del forjado a causa de una excesiva deformación. Si el forjado se ha deformado y transfiere carga al tabique, se ha de apuntalar éste antes de desmontarlo.

En los edificios de estructura de hormigón armado, si los tabiques no están sometidos a cargas verticales, los paramentos se han de cortar verticalmente, de arriba abajo, de manera que la caída se haga por empuje. En cambio, cuando los tabiques no son de obra de fábrica -es el caso de los entramados de madera, de plástico o de metal-, se han de desmontar siguiendo el orden inverso en que se llevó a cabo su montaje.

A2.2.6

Demolición de paredes de fachada

Si la pared de fachada forma parte de la estructura del edificio, en general se han de desmantelar previamente todos los elementos constructivos situados por encima: forjados, cerchas, etc. Si la pared sólo tiene función de cerramiento, se ha de desmantelar después de haber derribado el forjado superior o la cubierta y antes del forjado o las vigas sobre las cuales se apoya.

Por lo que se refiere al desmontaje del maderamen de puertas y ventanas, en general se ha de ir efectuando a medida que se desmonte el paramento. Si la pared de fachada es portante, y en el caso de desmontarla previamente, es recomendable apuntalar la abertura de la pared e instalar protecciones para el personal, con la finalidad de evitar una caída fortuita.

Las paredes de fachada que no forman parte de la estructura del edificio se han de des-hacer planta por planta, de manera que no tiene que haber paredes de más de una planta de altura sin trabadura superior del forjado.

Si la pared de fachada es de elementos prefabricados, se ha de comprobar si éstos están sometidos a cargas no previstas o si al desmontarlos se debilita el elemento estructural de apoyo. En ambos casos, se ha de proceder a un apuntalamiento previo al inicio del desmontaje.

En todos los tipos de paredes de fachada, sea cual sea el sistema de desmontaje empleado, se han de disponer andamios en el exterior de la fachada.

Demolición de elementos de la estructura

Cuando han finalizado el desmontaje de los elementos arquitectónicos reutilizables y los trabajos de recuperación de los materiales reciclables, y se han desmantelado los elementos constructivos no portantes, solamente queda la demolición de los elementos de la estructura y de todos los que han pasado a ser portantes.

Forjados y vigas

El forjado se ha de demoler, en general, una vez suprimidos todos los elementos situados por encima: pilares, tabiques, mobiliario fijo, etc. Con anterioridad a la demolición, sin embargo, es necesario apuntalar las secciones en voladizo; el tramo central de cruja que no se corta, cuando las viguetas son continuas en dos tramos consecutivos; y también cuando se observe que el forjado se ha deformado excesivamente o que ha cedido.

Las cargas que soportan los apuntalamientos se han de transmitir a los elementos estructurales inferiores que estén en buen estado, sin superar nunca la carga admisible por éstos. Los apuntalamientos se han de ejecutar en sentido ascendente; es decir, de abajo a arriba, en sentido contrario al proceso de demolición. El proceso ha de comenzar por los tramos en voladizo, sin dejar ninguno de ellos sin apuntalar.

Por lo que respecta a las losas de hormigón armado, se han de desmontar siguiendo los criterios siguientes:

- Si el armado es en una sola dirección, se han de cortar en secciones paralelas a la armadura principal.
- Si la armadura tiene dos direcciones, la dirección de los cortes ha de formar recuadros.

Cuando los forjados están formados por elementos lineales prefabricados de hormigón armado o precomprimido, hierro, acero o madera, en primer lugar se ha de observar el estado de los extremos sobre los soportes. De hecho, es necesario comprobar que los extremos de las viguetas no están degradados a causa de la humedad y el calor transmitido a través de la pared de fachada, o de la proximidad de zonas húmedas o chimeneas. En este sentido, es imprescindible comprobar el estado de degradación de la madera.

En todo caso, el desmontaje de las viguetas se ha de iniciar con el apuntalamiento o la supresión de la vigueta y, seguidamente, cortar sus extremos, muy cerca de los soportes.

En las escaleras, se han de desmontar en primer lugar los materiales de los peldaños y los rellenos. Si la escalera está formada por peldaños en voladizo, no se ha de desmantelar la pared donde se empotran. Es necesario apuntalar las bóvedas de escalera antes de empezar a hacer los cortes de las secciones en que se desmontará.

Con las viguetas de forjado se han de tener en cuenta los mismos criterios expuestos para las viguetas.

Pilares

Cuando se han desmantelado las secciones de forjado, las vigas y todos los elementos que cargan sobre el pilar de soporte, se ha de proceder a cortarlo por el plano de la base.

Si el pilar es de hormigón, se han de cortar las armaduras de una de sus caras y, por empuje o tracción, hacerlo caer. Finalmente, se han de cortar las armaduras de la otra cara.

Los trabajos de ejecución de la desconstrucción pueden seguir el modelo tradicional basado en la figura de un contratista general, que es el ejecutor de una parte significativa de los mismos y que asume la responsabilidad total del proceso. En este caso, es necesario que el contratista disponga de la tecnología adecuada, tanto por lo que se refiere a los trabajos como a la coordinación con otros industriales que participen en el proceso y en las tareas de reciclaje o de reutilización.

En este modelo, la figura de la empresa de derribo es probablemente la más adecuada para asumir la responsabilidad general. La importancia relativa de los trabajos de demolición en el proceso de desconstrucción justifica su protagonismo.

En la gestión de la ejecución material también se pueden incorporar otros modelos basados en un responsable general de la ejecución y la coordinación de los participantes, que no es necesario que se ocupen de los trabajos de mayor volumen. Es imprescindible, no obstante, que disponga de la suficiente capacidad tecnológica y de gestión como para hacerse responsable de todo el proceso. En este modelo, el responsable puede ser alguno de los restantes industriales participantes, o incluso una empresa constructora.

ITeC

**Institut de
Tecnología de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
E-08018 Barcelona
tel. 933 09 34 04
fax 933 00 48 52
e-mail info@itec.es
http://www.itec.es

C&D
CONTROL DEMETER, S.L.

 **DRAGADOS**


GERD


RUBI