

Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental

Irma Teresa Mercante

Palabras clave: residuos, construcción, caracterización, generación, gestión

Introducción

La actividad de la construcción y de la demolición genera residuos sólidos, que se denominan RCD, “Residuos de la Construcción y Demolición”.

En general, es reconocido que estos residuos presentan bajo riesgo a la salud humana y al ambiente, en relación con los residuos sólidos municipales. La problemática fundamental de gestión y disposición de los mismos se refiere a su gran volumen, y, por lo tanto, a los costos de transporte y al espacio necesario disponible que ello implica. No obstante, se debe considerar una fracción de residuos peligrosos en su composición que habrá que gestionar adecuadamente a fin de prevenir daños ambientales.

Los RCD representan una fracción importante de los residuos sólidos¹.

Este trabajo tratará sobre la fracción de los RCD correspondiente a la actividad de la construcción, en adelante ResCon, incluyendo obra nueva, ampliación y reparación de construcciones existentes.

Desde el punto de vista empresarial, si se quiere incluir a la construcción como actividad sustentable, habrá que considerar prácticas de producción limpia en las obras. Dichas prácticas se refieren a la adopción de criterios medioambientales en la selección de materiales, las tecnologías limpias y las soluciones constructivas adecuadas. Hay razones ambientales para ello, pero también económicas, de seguridad laboral e imagen institucional.

¹ Lund, Herbert F., *Manual McGraw Hill de Reciclaje*, España, McGraw Hill, 1996, pág. 20.4

La aplicación de planes de prevención ambiental a los procesos de construcción cumpliría con todos o algunos de los siguientes objetivos: disminuir las corrientes residuales, incrementar la eficiencia global, reducir los riesgos sobre las personas y el ambiente, cumplir con la legislación provincial y nacional, y asegurar la sustentabilidad de la actividad.

Clasificación de los ResCon

Se define **Residuos de Construcción** al material residual que se produce en procesos de construcción, renovación o ampliación de estructuras. Los componentes típicos incluyen hormigón, asfalto, madera, metales, yeso, cerámicos o baldosas, tejas, ladrillos, vidrios.

1. Según su origen y fuente de generación de ResCon, se clasifican en:

Materiales de limpieza de terrenos: tocones, ramas, árboles.

Materiales de excavación: el material de excavación es normalmente un residuo inerte, natural o artificial. En algunos casos se presenta con contaminantes al no responder a un suelo virgen. Son, en general, de naturaleza pétreo (tierra, rocas de excavación, materiales granulares).

Residuos de obras viales: compuestos por trozos de losas de hormigón de la construcción de caminos, residuos de asfalto y mezclas del pavimento asfáltico, puentes, renovación de materiales.

Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación (obra menor): son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto nueva como de reparación o ampliación. Su origen es diverso: los que provienen de la propia acción de construir y los que provienen de embalajes de los productos que llegan a la obra. Sus características y cantidad son variadas y dependen de la fase del trabajo y del tipo de obra (residencial, no-residencial, comercial, industrial, institucional).

Del análisis de esta última clasificación se observa que un amplio segmento de la actividad económica está involucrada en su generación: desde constructores de viviendas individuales a desarrollos comerciales generales, empresas de construcción en general, constructores de caminos y autopistas, pequeños contratistas de remodelaciones y especialistas en excavación, entre otras.

2. Según su naturaleza, se clasifican en:

Residuos inertes: son los que no presentan ningún riesgo de polución del agua, del suelo y el aire. Así los define el Real Decreto Español 1481/2001: “aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan

física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana”. En definitiva, son plenamente compatibles con el medio ambiente.

Residuos no peligrosos o no especiales: son los que pueden ser almacenados o tratados en las mismas condiciones que los residuos domésticos.

La característica de no-peligrosos es la que define sus posibilidades de reciclaje; de hecho, se reciclan en instalaciones industriales juntamente con otros residuos.

Residuos especiales: son los que tienen características que los hacen potencialmente peligrosos, tales como sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas.

Posibilidades de Gestión. Jerarquización de acciones

Las alternativas de acción para una eficaz gestión ambiental de los RCD son diversas, y es necesario, además de establecerlas, definir una jerarquía de prioridades, que ordene de modo decreciente el interés de las acciones posibles (Fig. 1).

Figura 1. Jerarquización de acciones para la gestión de los RCD



Reducir, es una acción de prevención, que trae aparejadas como ventajas principales la disminución de los gastos de gestión y el ahorro en materia prima, por lo que el balance medioambiental global es beneficioso.

Se consiguen, además, otras ventajas adicionales: el consumo de energía por transporte se reduce, los costos por disposición final son menores (cuando se paga una tasa de vertido), se generan menos impactos ambientales ocasionados por el transporte y la gestión en general.

El vertido sigue siendo, en la mayoría de los países, el principal método para deshacerse de los residuos. Los vertederos controlados son caros y tienen un impacto ambiental importante. En consecuencia, el primer paso para mejorar esta situación consiste en generar menos residuos.

Esta premisa comienza por la incorporación de esta exigencia desde el proyecto mismo. Todos los que intervienen en el proyecto deben buscar soluciones ingeniosas de manera de reducir la cantidad de materiales y, en consecuencia, los residuos. Entre las acciones posibles se mencionan: el diseño de secciones mecánicamente más eficaces, la utilización de placas delgadas y ligeras y la disminución de la cantidad de medios auxiliares (andamios, encofrados, maquinarias).

Existen actualmente en la industria de la construcción varias tecnologías alternativas en lo que a producción de residuos se refiere, tales como la construcción con elementos prefabricados de hormigón, estructuras metálicas prefabricadas, tabiques divisorios con paneles de yeso, entre otros.

Sin embargo, estas tecnologías no están masificadas, pues influyen factores tales como el costo muy conveniente de los áridos como insumos, por sobre otros materiales y tecnologías de construcción, y la tradición arquitectónica, que por años ha utilizado una forma de construcción, con una fuerte influencia de los muros de mampostería, que a su vez tienen un bajo costo respecto de los paneles industrializados, y las estructuras de hormigón fabricadas *in situ*.

Reutilizar, es una actividad que involucra la reaplicación de un material de modo que mantiene su forma e identidad original. Es decir, la recuperación de elementos constructivos completos y el reuso con las mínimas transformaciones posibles. Por lo tanto, también conduce a la reducción de los residuos.

La reutilización importa ventajas medioambientales y económicas. Los elementos constructivos que pueden ser regenerados o reutilizados directamente, tienen un valor económico más alto que considerados como simples residuos.

Durante el proceso de construcción se generan algunos residuos reutilizables procedentes de los materiales y otros de los materiales auxiliares, tales como encofrados de madera y metálicos, andamios o sistemas de protección y seguridad.

Los embalajes y envases pueden reutilizarse, en especial los grandes contenedores y silos, que son recargables tantas veces como sea necesario, y los *pallets* que a veces necesitan ser reparados para nuevos usos.

Reciclar, es la operación que incorpora los residuos en un proceso en el que el material residual requerirá ser tratado, y luego sometido a un proceso de elaboración junto con otros insumos.

Es una de las estrategias de gestión de los residuos sólidos en general, y en particular de los ResCon, igual de útil que el vertido, pero ambientalmente preferible. Su definición no es tan sencilla, pues generalmente varía entre distintos países y depende fundamentalmente de la legislación.

La naturaleza de los materiales que componen los RCD determina cuáles son reciclables y su utilidad potencial. Los residuos pétreos, hormigones y ladrillos principalmente, pueden ser reintroducidos en las obras como material de relleno, una vez que hayan sido sometidos a un proceso de machaqueo y cribado.

En países desarrollados el apoyo estatal al reciclaje responde a una amplia demanda por parte de la población y es practicado con los ResCon desde hace varias décadas (1970).

En países en vías de desarrollo, como el nuestro, el reciclaje se reduce a recuperación y venta, siendo muy pocas las plantas para tratar los materiales recuperados. Este hecho se produce en cada etapa del proceso de generación, transferencia, y evacuación de ResCon, pero de manera informal.

El generador separa los materiales que puedan tener algún valor en el mercado, tal como papel y cartón. Luego, los equipos de recolección también suelen separar lo que recogen.

Finalmente, cuando el equipo recolector llega al vertedero (generalmente incontrolado), esperan los “cirujas” para seleccionar basuras una vez más. A pesar de las ineficacias de tal sistema de reciclaje, se consigue un porcentaje de separación del flujo de residuos.

Sí se debe dejar claro que este sistema no enriquece a la gente que busca estos materiales reutilizables y reciclables; de lo contrario, la economía del negocio ya habría creado una red de empresarios, intermediarios y mercados. Ello no es así, el reciclaje solo es posible si es una actividad guiada por el Gobierno y el medio ambiente.

Estos residuos pueden ser aprovechados en la medida en que se le otorguen alternativas de uso y se les proporcione un manejo adecuado, no solo desde el momento en que se generan sino también en su destino.

Las fracciones de ResCon susceptibles de ser recicladas son principalmente: vidrio, papel, madera, metales y hormigones.

Recuperar energía de los residuos, implica valorizar energéticamente el residuo. El objetivo es eliminar la toxicidad del residuo y a la vez recuperar el calor contenido en él. No obstante ello, se deben controlar las emisiones tóxicas o contaminantes al aire de la combustión.

Esto puede hacerse, en el caso de los ResCon, con las fracciones de papel, plásticos, maderas y algunos componentes peligrosos, tales como restos de pinturas, asfaltos, envases de pinturas y solventes. El primer factor que debe analizarse es el potencial energético, que se mide por el poder calorífico inferior.

Recuperar materia de los residuos, se relaciona con la restauración de áreas, lo cual puede definirse como un conjunto de actuaciones encaminadas a restituir un espacio degradado a su estado original o a proceder a su integración ambiental y paisajística.

Los factores a tener en cuenta para el aporte de materiales externos a un área degradada son la proximidad, las características del material, las características propias del área y el contenido del plan de restauración.

Los materiales ideales son los ResCon mezclados que no tienen residuos peligrosos y que no pueden reciclarse justamente por dicha mezcla.

Los criterios utilizados para la selección de sitios aptos para disposición de ResCon inertes, en general, podrían resumirse en dos tipos: urbano-ambientales y económicos. Las áreas degradadas por explotación de canteras son los lugares donde debiera ser dispuesta prioritariamente la fracción inerte de los RCD, pues representa una alternativa real de posterior reutilización de las mismas. Además, esta fracción representa la mayor parte del volumen generado, entre un 70% y 80%.

En la Tabla 1 se dan ejemplos de algunos ejemplos de valorización para distintas categorías de los ResCon:

Tabla 1: Posibilidades de valorización de ResCon

Categoría de residuo	Valorización
Ladrillos	Ladrillos rotos pueden ser triturados y utilizados como agregado
Madera	Molido y utilizado p/compost Combustible Nuevos proyectos de construcción Conglomerado
Hormigón	Triturado y usado: como agregado P/base de caminos P/material de relleno
Asfalto	P/la producción de asfalto nuevo P/agregado
Cartón y papel	Separado y vendido para reciclaje
Metales	Introducido al proceso como materia prima (reciclado)
Vidrio	Introducido al proceso como materia prima (reciclado)

Disponer en vertedero controlado: finalmente, y después de agotar las alternativas descritas, los residuos sobrantes deben ir a vertedero controlado, según su naturaleza, en depósitos de inertes, de residuos no especiales y de residuos peligrosos. Esta

es la clasificación adoptada por la CEE (Comunidad Económica Europea) y a la que se adhiere en este trabajo: si es inerte, se puede disponer en un vertedero controlado que al menos no altere el paisaje; si es “no especial”, se puede disponer en vertederos de residuos domiciliarios; si es especial, ha de ser depositado en vertederos específicos para residuos peligrosos, y en algunos casos sometidos a tratamiento a fin de que no representen una amenaza para el medio ambiente.

Evidentemente que para que sea factible cumplir con la mencionada jerarquización de actuaciones deben darse ciertas condiciones técnicas, económicas y legales que las apoyen.

Marco legal

En Argentina no existe legislación específica sobre la clasificación, gestión y vertido de los RCD, incluyendo en esta categoría a los ResCon.

En el año 2002 se promulgó la Ley Nacional N° 25.612 “Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios”. Esta ley, aún no reglamentada, incluye la actividad de la construcción al mencionar en la lista de residuos a los “Residuos de la construcción y demolición, incluyendo carreteras: hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, maderas, vidrios, plástico, metales, hierro, acero, cables”. Esta sería la primera mención específica respecto de los RCD.

Algunas reparticiones nacionales, tal como la Dirección Nacional de Vialidad, ha redactado Manuales de Gestión Ambiental específicos para obras viales, donde ha incluido capítulos referidos a la gestión de residuos RCD.

Cabe señalar que la fracción de residuos peligrosos que pueden encontrarse en los residuos RCD, tales como asbestos, pinturas a base de plomo y envases, solventes y madera tratada, deben encuadrarse en la Ley Nacional N° 24.051 sobre Residuos Peligrosos.

En el ámbito internacional, se hace referencia a Estados Unidos, donde los RCD clasificados en la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*RCRA Recovery and Conservation Resource Act*) dentro del *Subtitle D*, constituyendo un subgrupo dentro de la clasificación de no-peligrosos. En particular, los vertederos de RCD no están sujetos a diseños federales ni a criterios de operación. No obstante, si los residuos RCD son llevados a vertederos de residuos sólidos municipales o a vertederos que aceptan residuos peligrosos de pequeños generadores condicionalmente exceptuados (CESQG), aquellos vertederos deberán cumplir con las regulaciones federales bajo la *RCRA, Subtitle D. (Part 258 for MSWLFs and Part 257, Subpart B for CESQG)*, que contiene normativa sobre monitoreo de agua subterránea y restricciones de localización².

² U.S. EPA., “Background document for the CESQG Rule”, EE.UU., EPA/530-R-95-021.1995.

La mayor parte de las compañías de construcción y demolición son consideradas CESQG.

Por otra parte, la Comunidad Europea ha incluido a los RCD en el CER (Catálogo Europeo de Residuos), única lista de residuos. El mismo fue publicado en la Decisión de la Comisión N° 2000/532/CEE, modificada por la Decisión de la Comisión 2001/118/CE y, posteriormente, la 2001/119/CE y la 2001/573/CE.

Este catálogo clasifica los residuos según un código de seis dígitos, los dos primeros identifican el grupo al que pertenece el residuo en los capítulos 1 al 20: a los RCD corresponde el capítulo 17 “**Residuos de la construcción y demolición**” (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).

Tabla 2. Clasificación de RCD según la Comunidad Económica Europea

CODIGO CER	DESCRIPCION
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06
17 02	Madera, vidrio y plástico
17 02 01	Madera
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plástico
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en código 17 03 01
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)
17 04 01	Cobre, bronce, latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaino
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas

17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto
17 08	Materiales de construcción a base de yeso
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
17 09	Otros residuos de construcción y demolición
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03

En el ámbito provincial de Mendoza no existe legislación específica al respecto. Es cuestión de los municipios resolver la gestión de los RCD. Sin embargo, cabe mencionar la Ley Provincial N° 5961 Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente y su Decreto reglamentario N° 2109, que establecen la obligatoriedad de la Evaluación de Impacto Ambiental para los proyectos nuevos. En su Anexo I, lista los proyectos sometidos al procedimiento, incluye las obras civiles: diques, puentes, edificaciones, rutas, autopistas, líneas férreas y aeropuertos. Por lo tanto, los RCD deben ser materia a considerar en la evaluación de los impactos ambientales de la ejecución de tales proyectos.

En el orden municipal se han dictado Ordenanzas específicas respecto a prohibición de vertido de escombros sobre la vía pública y en otros casos sobre algunos terrenos en particular.

Caracterización de ResCon

La cuestión es cuánto residuo se produce, de qué tipo, y si existe un uso secundario o no. Para afrontar este desafío es que se debe conocer dos características importantes del flujo de ResCon: composición y cantidad. Ambas son elementos esenciales pues ejercen un impacto directo sobre la valoración y elección de las diferentes técnicas de tratamiento y evacuación. Además, el conocimiento de la composición de los ResCon permite identificar los impactos potenciales al ambiente asociados con su disposición final.

Para la disposición en vertedero la composición tiene un impacto directo sobre la densidad conseguida *in situ*, que a su vez determinará la capacidad del vertedero y la estimación de la vida útil del mismo. Los datos sobre caracterización se pueden utilizar también para determinar los compuestos químicos potenciales que, probablemente, serán emitidos en forma de lixiviados, cuando las aguas de lluvia se filtren en

el vertedero. De este modo, se diseñarán sistemas apropiados para la recolección y tratamiento de los lixiviados.

Por lo dicho, se puede concluir que el propósito fundamental de un estudio de caracterización de residuos es proporcionar una información útil que permita al gestor de los mismos valorar las alternativas viables para la reutilización, el reciclaje y la disposición final de los mismos.

La composición y cantidad de los ResCon varía de acuerdo con los siguientes parámetros, entre otros:

- ✓ El tipo de estructura: residencial, industrial, comercial, caminos, puente, diques, canales, entre otras.
- ✓ El tamaño de la estructura: edificios en altura respecto de un casa en planta baja.
- ✓ La ubicación geográfica: rural o urbana, entre naciones, entre provincias, debido a factores tales como economía y población, o factores políticos y sociales.
- ✓ El tipo de actividad generadora: construcción o renovación: la construcción, en general, produce materiales residuales más limpios que la renovación, puesto que en esta última suelen mezclarse con residuos peligrosos tales como asbestos o pinturas.
- ✓ El tipo de construcción: tradicional de fábrica o prefabricada.

Hay otros factores que no afectan el tipo y cantidad de los ResCon producidos, pero sí afectan el tipo y cantidad de ResCon reportados en las fuentes de información, ellos son:

- ✓ La definición de ResCon en las distintas legislaciones.
- ✓ El lugar donde el flujo de ResCon es caracterizado: punto de generación, planta de reciclaje o depósito final.
- ✓ El parámetro de medida: volumen o peso.

Cantidad de ResCon

La cantidad de ResCon varía de una comunidad a otra debido a la demografía histórica y al crecimiento y desarrollo actual de cada una. Por ejemplo, en áreas de expansión urbana el flujo de ResCon presenta una mayor cantidad que en áreas urbanas consolidadas.

Existe incertidumbre y diferencias en los datos aportados por distintos países por causa de las distintas regulaciones al momento de definir los ResCon. En EE.UU.³, distintos Estados definen sus ResCon incluyendo o excluyendo algunos componentes

³ U.S. EPA, "Characterization of Building. Related construction and demolition debris in the United States", Report N° EPA 530-R-98-010.1998, <http://www.epa.gov>, pág. 1-4.

tales como tierras de relleno limpias, alfombrados, entre otros. Esto trae como consecuencia que a la hora de comparar resultados deba tenerse en cuenta estas diferencias.

En cuanto a la determinación de la cantidad de ResCon generados, la metodología para estimar el peso y volumen de los mismos incluye el análisis de las tendencias de la población, permisos de construcción, tipos de proyectos de construcción, tendencias en el pasado, presentes y futuras⁴. Estos análisis se complementan, verifican y nutren de resultados de muestreos puntuales⁵.

Las unidades básicas para las cantidades de ResCon son: ton/m², m³/m², tn/día, tn/percápita/año, ton/año, ton/trabajo (en el caso de renovaciones). Cada una tendrá una aplicación diferente según el objetivo de la caracterización.

Las unidades más frecuentemente utilizadas son ton/m², al referirse a la generación de residuos en función de los metros cuadrados construidos o demolidos; y ton/día, para las cantidades de residuos entregadas a una instalación de tratamiento o disposición final.

En nuestro país, salvo casos puntuales, no se han estimado datos de generación a la fecha, del volumen y peso de producción de ResCon, siendo esto una condición indispensable para la planificación.

Composición de los ResCon

La composición de los ResCon refleja en sus componentes mayoritarios el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector de la construcción, y hay que tener en cuenta que estas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos.

La CEE ha abordado el tema de la composición según una política de gestión orientada al el reciclaje de los ResCon; es decir, los relaciona a la separación selectiva, la recogida selectiva y también su característica de peligrosidad.

En este sentido, los ResCon, como parte de la fracción de RCD, han sido agrupados en las categorías siguientes:

- (i) ResCon peligrosos y potencialmente peligrosos
- (ii) ResCon no inertes que justifican una separación y recogida selectiva
- (iii) ResCon inertes que justifican una separación y recogida selectiva

Un simple listado de componentes típicos se presenta a continuación:

⁴ Lund, Herbert F., *Manual McGraw Hill de Reciclaje*, España, McGraw Hill, 1996, pág. 6.32-6.38

⁵ U.S. EPA, "Characterization of Building. Related construction and demolition debris in the United States", Report N° EPA 530-R-98-010.1998, <http://www.epa.gov>, pág. 1-2.

- ✓ Asfaltos: restos de membranas aislantes, pavimentos, pinturas asfálticas utilizadas como impermeabilizante de superficies.
- ✓ Ladrillos: restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas.
- ✓ Hormigón simple (sin acero).
- ✓ Teja cerámica
- ✓ Vidrios: espejos, ventanas, vidrios decorativos.
- ✓ Tierra limpia, polvo, suelo.
- ✓ Porcelanas, incluyendo artefactos de baño.
- ✓ Metales ferrosos: despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad.
- ✓ Metales no ferrosos: perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados; aluminio, acero.
- ✓ Maderas: restos de encofrados, restos de pisos entablonados, machimbres, restos de vigas; marcos, puertas.
- ✓ Plásticos: cañerías, envoltorios, guardacantos, envases, láminas de polietileno, pisos de vinílico.
- ✓ Techados: aislantes (poli estireno expandido, lana de vidrio, membranas), tejas cerámicas.
- ✓ Revestimientos: cerámicos, calcáreos.
- ✓ Papel: cartón corrugado, envoltorios.
- ✓ Restos de hormigón, mezclas de cemento y cal.
- ✓ Residuos especiales: (Oficina de Residuos Sólidos EPA, febrero de 1995)
 - Excedentes de materiales usados en construcción: pinturas y envases, adhesivo.
 - Aceites residuales, grasas y fluidos: lubricantes, líquido de frenos, aceites varios.
 - Residuos puntuales: baterías, tubos fluorescentes.
 - Constituyentes inseparables: madera tratada, formaldehído de las alfombras.

La composición obtenida de diferentes centros de investigación en Estados Unidos⁶ para distintas construcciones muestran una alta variabilidad en los porcentajes correspondientes a los distintos tipos de residuos, y ello es esperable por la gran variedad que existen de prácticas y tipos de construcción. La recolección de datos fue hecha, además, bajo diferentes condiciones y nivel de detalle.

Caracterización física de residuos generados en la construcción de un conjunto residencial

Se realiza el seguimiento de la construcción de una obra de edificación residencial compuesta por ocho viviendas unifamiliares. La superficie de cada una es de 64,8 m². La duración del proyecto se extiende por un plazo de 7 meses.

⁶ U.S. EPA, "Characterization of Building. Related construction and demolition debris in the United States", Report N° EPA 530-R-98-010.1998, <http://www.epa.gov>, pág. 2.15-2.18.

Las mediciones de peso y volumen de todos los residuos generados se efectúa durante la etapa de construcción de obra gruesa de las viviendas, pues los acabados no estaban contemplados en el proyecto de construcción de las mismas.

Los residuos son recogidos en forma selectiva y se clasifican en nueve categorías de ResCon, definidas de la siguiente manera:

Madera: restos de encofrados, restos de machimbre.

Hormigón: escombros sobrantes del hormigón de fundaciones y de demolición por errores de obra o cambios en el proyecto.

Yeso: restos de pasta de yeso utilizada para la ejecución del cielorraso en el sector de techo de losa.

Metales: trozos de hierro de las armaduras de vigas y columnas, trozos de alambre, clavos.

Papel y cartón: bolsas de cemento y cal, tubos de soporte de la membrana asfáltica, cajas de cartón corrugado.

Plásticos: embalaje de ladrillos, botellas PET, bolsas varias.

Ladrillos: ladrillos rotos, descarte por mala calidad, demolición por errores de obra.

Mezclas: todo tipo de restos de morteros de asiento de ladrillos y revoque, incluye material de barrido de las áreas de trabajo.

Losetas: restos de los elementos livianos de cerámica utilizados como relleno en las losas de viguetas prefabricadas.

Cabe aclarar que no hay registros de cantidades de desmonte y tierra limpia porque el suelo procedente de la excavación se utilizó como relleno de fondo de lotes. Por otra parte, al iniciar el seguimiento, ya se había realizado el movimiento de suelo para dar los niveles de terreno en la obra.

Las Tablas 3 y Fig. 2 indican los resultados obtenidos expresados en peso, la Tabla 4 y Fig. 3 en volumen.

Tabla 3. Distribución porcentual de las tasas de generación por categoría de ResCon en peso

	Cantidad (kg)	%
Ladrillos	10628	31,89
Hierro	95	0,28
Mezclas	18445	55,35
Plásticos	89	0,21
Papel	220	0,66
Madera	680	2,04
Escombro HF	1035	3,11
Losetas	389	1,17
Yeso	1765	5,30
	33324	100,00

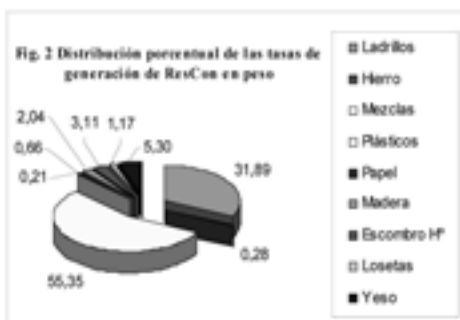
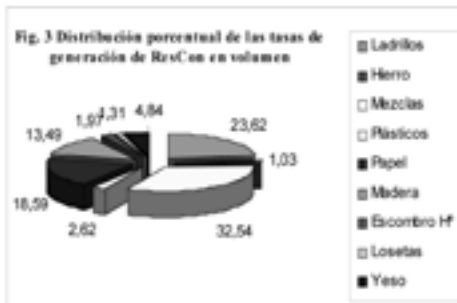


Tabla 4. Distribución porcentual de las tasas de generación por categoría de ResCon en volumen

	Cantidad (kg)	%
Ladrillos	13,53	23,62
Hierro	0,59	1,03
Mezclas	18,64	32,54
Plásticos	1,5	2,62
Papel	10,65	18,59
Madera	7,73	13,49
Escobro H ^o	1,13	1,97
Losetas	0,75	1,31
Yeso	2,77	4,84
	57,29	100,00

Fig. 3 Distribución porcentual de las tasas de generación de ResCon en volumen



Las determinaciones efectuadas permiten obtener distintos índices de generación de residuos referidos a la superficie construida, de utilidad tanto para el poseedor de los residuos, como para la administración encargada de controlar su gestión.

Cálculo de índices de generación de residuos por categoría:

Las Tablas 5 y 6 indican para cada categoría de residuos un índice de generación Ic, en función del peso, y otro Iv, en función del volumen. La superficie cubierta total alcanza los 518,4 m². Dichos índices se utilizan para obtener cifras de generación en otras obras de características similares. Pueden utilizarse en forma individual o agrupados de acuerdo con la clasificación de residuos referida al vertido y disposición final establecida por la CEE.

Tabla 5: Índice de generación Ic (kg/m²) por categoría de ResCon

Clasificación	Categoría	Cantidad (kg)	Ic
Inertes	Ladrillos	10828	20,50
	Mezclas	18445	35,58
	Escobro H ^o	1035	2,00
	Losetas	389	0,75
Total inertes		30497	58,83
Reactivos o no especiales	Hierro	95	0,18
	Plásticos	69	0,13
	Papel	220	0,42
	Madera	680	1,31
	Yeso	1765	3,40
Total no especiales		2829	5,46
TOTAL GENERADO			64,29

Tabla 6: Índice de generación Iv (m³/m²) por categoría de ResCon

Clasificación	Categoría	Cantidad (m ³)	Iv
Inertes	Ladrillos	13,53	0,026
	Mezclas	18,64	0,036
	Escobro H ^o	1,13	0,002
	Losetas	0,75	0,001
Total inertes		34	0,066
Reactivos o no especiales	Hierro	0,59	0,001
	Plásticos	1,50	0,003
	Papel	10,65	0,021
	Madera	7,73	0,015
	Yeso	2,77	0,005
Total no especiales		23	0,045
TOTAL GENERADO			0,111

Los índices obtenidos son útiles tanto para elaborar el Plan de Gestión Interno en las obras, como el Plan de Gestión Externo que deben formular las administraciones públicas. La Tabla 7 indica en cada caso la forma de aplicación.

Tabla 7. Aplicaciones de los índices Iv e Ic

	Aplicación p/empresa	Aplicación p/administración
Índice Ic	Costo de vertido (1)	Fianza (2)
	Necesidad de contenedores (3)	Capacidad de vertedero (5)
Índice Iv	Costo de transporte (4)	

Elaboración propia

- (1) Los depósitos controlados cobran una tasa por vertido de ResCon expresada en \$/tn.
- (2) La fianza para asegurar la correcta gestión de los ResCon se determina según la cantidad de residuos generada. Si no hay datos, puede recurrirse a otros índices, tal como la superficie a construir.
- (3) La cantidad y tipo de contenedores se determina en función del volumen.
- (4) El costo de transporte depende de los volúmenes a retirar de la obra.
- (5) La capacidad de los vertederos necesarios para disponer los residuos se estima mediante las previsiones de generación por tipo de obra.

Cálculo de índices de generación de residuos por etapa de obra

Se calculan en base a dividir el peso y el volumen generado en cada etapa de obra por la superficie construida. Ver Tabla 8 y 9.

Tabla 8. Índices de generación por etapa de obra I_{ce} (kg/m²)

Etapa	Peso (kg)	I _{ce} (kg/m ²)
Fundaciones	722	1,39
Cierres	28245	54,48
Techo losa c/aisl.	389	1,42
Techo madera	80	0,33
Contrapiso	2056	3,97
Cielorraso yeso	1765	6,47

Tabla 9. Índices de generación por etapa de obra I_{ve} (m³/m²)

Etapa	Vol (m ³)	I _{ve} (m ³)
Fundaciones	0,71	0,001
Cierres	46,84	0,090
Techo losa c/aisl.	0,75	0,003
Techo madera	0,53	0,002
Contrapiso	3,6	0,007
Cielorraso yeso	2,77	0,010

Al igual que los índices de generación I_c e I_v calculados en las Tablas 3 y 4, estos índices son útiles al planificar la gestión de los residuos en la obra por etapa.

Cantidad de residuos generados por errores de obra

Es otro dato útil que se ha podido obtener de la experiencia. Las cantidades indicadas en la Tabla 9 son resultado de demoliciones ocasionadas por cambios de proyecto sobre la marcha de la obra y errores de replanteo. Los porcentajes que se presentan respecto del total de los residuos muestran valores significativos que podrían prevenirse y evitarse intensificando el control de calidad durante la ejecución de las obras.

Tabla 10. Cantidad de residuos generados por errores de obra

	Cantidad	% respecto al total	Observaciones
Peso (kg)	3970	12	Ladrillos, concreto, mortero, escombros de hormigón.
Volumen m ³	4,2	7,5	

Observaciones al manejo actual de los ResCon

En general, el sector de la construcción no realiza la segregación de residuos, ni gestiona los residuos peligrosos como tales. Este hecho aumenta los riesgos de contaminación⁷

⁷ Townsend, Timothy G.; Yong-Chul, Jang y Weber, Billy, "Continued Research into the Characteristics of Leachate from Construction and Demolition Waste Landfills", Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, julio de 2000.

al medio ambiente, pues prácticamente el 100% de los ResCon generados se destina a eliminación por vertido incontrolado.

La gestión de los RCD es el manejo y control de los mismos en las distintas etapas por las cuales debiera pasar el flujo de los residuos: generación, recogida, transporte, tratamiento y disposición final.

Al día de hoy, ninguna de las empresas constructoras que trabajan en Mendoza están inscriptas en el registro de generadores de residuos peligrosos.

La recogida en obra es en general caótica, presentándose amontonamientos de residuos en distintos o en un mismo lugar de la obra, o también en su perímetro o vías de circulación peatonal vecinas. Esta forma de actuar ocasiona problemas de tipo ambiental, y además dificulta la productividad de la obra y aumenta el riesgo de accidentes.

La recogida antes del transporte se realiza generalmente en forma manual, mediante paleo o lanzamiento directo de los residuos al contenedor. En el caso de edificaciones de varios pisos, se realiza el descenso de los residuos con la misma grúa que se dedica al movimiento de insumos, o se colocan mangas metálicas o plásticas para lanzar por ellas los residuos.

Es común que, si hay espacio, se acumulen los residuos de toda la obra y luego se contrata una máquina cargadora para recoger los residuos en camiones directamente, obviando el contenedor.

Los contenedores que se utilizan para el almacenamiento temporal de los residuos son de forma trapezoidal y metálicos, con capacidades de 3 m³ y 6 m³ especialmente diseñados para su carga y descarga mecánica sobre vehículos de transporte también especiales. Estos contenedores se ubican frecuentemente en la vía pública, lo que invita a los ciudadanos a depositar residuos de todo tipo: domiciliarios, peligrosos, voluminosos.

En cuanto a la disposición final, los ResCon se han abandonado durante años, en nuestra provincia y otras del país, de manera indiscriminada, en vertederos sin control o en zonas de fácil acceso próximas a núcleos poblacionales, tales como las márgenes de las rutas y caminos, los pozos abandonados de explotaciones de áridos y los bordes de los ríos.

Aplicación de los índices de generación al Plan de Gestión Interna

Un Plan de este tipo tiene como objetivo principal racionalizar y optimizar la gestión de los ResCon para minimizar la producción y mejorar la valorización.

Como objetivos generales se plantean: incidir en la cultura del personal de la obra respecto de la gestión de los residuos, y predecir y minimizar el posible impacto ambiental de los residuos de la obra.

Como objetivos particulares: reducir los residuos en la obra, evaluar los residuos de cada etapa de la obra, establecer el escenario de la gestión externa, y determinar la cantidad de elementos (contenedores, maquinaria), operaciones y costes que genera la gestión interna y externa.

Para las empresas constructoras resulta necesario desarrollar un método con el que prever, durante la fase de planificación de la obra de construcción, las actividades y los costos económicos en cada etapa del proceso que origina la gestión de residuos.

En efecto, se debe conocer: la cantidad de los ResCon que se producirán, sus posibilidades de valorización y el modo de realizar una gestión eficiente. La Figura 4 resume la metodología planteada.

Etapas del Plan de Gestión Interna

- 1. Establecer la cantidad y naturaleza de los residuos que se generarán en cada etapa o tarea de obra de construcción:** esta etapa es imprescindible para organizar y optimizar el manejo de los sobrantes que se generarán.

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

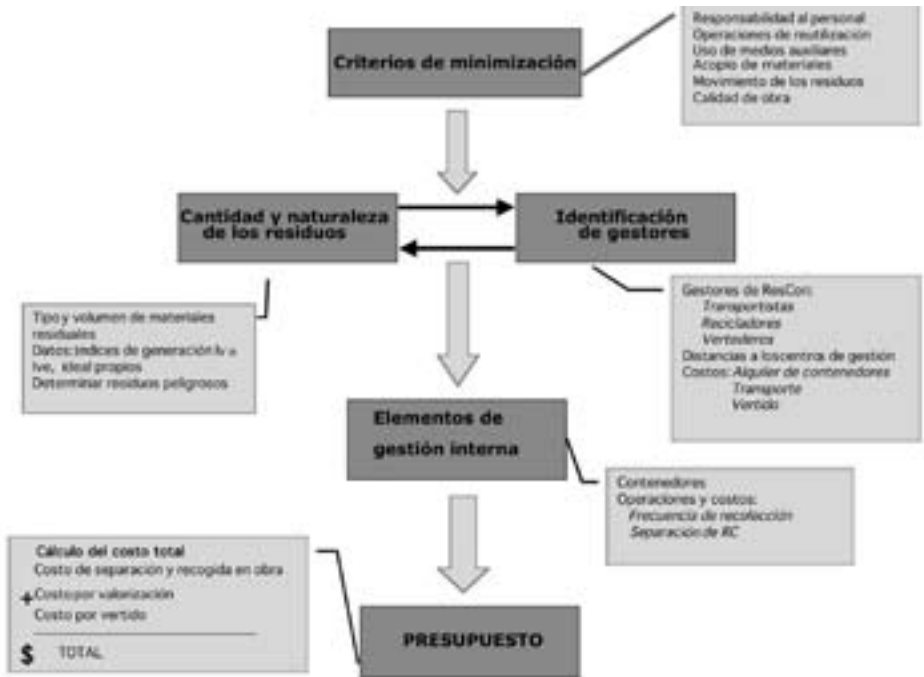
La previsión incluso debe alcanzar a los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que, si bien no son propiamente de la ejecución material, se originarán durante el transcurso de la obra, tal como los residuos de oficina.

Lo ideal es trabajar con datos propios, para lo cual es necesario que las empresas comiencen a registrar los residuos que producen según su propia forma de trabajar y los medios auxiliares que utilicen. Mientras no se cuente con ellos, pueden realizarse los cálculos con datos obtenidos por otras empresas o institutos de investigación y adaptarlos según la experiencia del constructor.

En obras de construcción se utilizan índices de generación I_v [m^3/m^2], referidos a etapas de obra: estructuras, cerramientos, acabados; o bien referidos a generación total.

También es necesario determinar los diferentes residuos peligrosos que se generarían en cada etapa o en la obra en su conjunto, ya que se requiere siempre su recogida y tratamiento por separado.

Figura 4: Esquema de elaboración del Plan de Gestión de Residuos en la obra



2. Definir un escenario externo de gestión: informarse acerca de los gestores de ResCon que se encuentran en el entorno. Es necesario conocer características de vertederos (distancias, costes de vertido), recicladores.

Básicamente es preciso conocer los siguientes datos:

- * Información general de la empresa autorizada para la gestión de residuos (dirección, persona de contacto).
- * Características del material que reciben y tipo de gestión que se realiza.
- * Distancia desde la obra al punto de disposición.
- * Costos de alquiler de contenedores.
- * Costo de transporte.
- * Costo de aceptación del residuo.

3. Cruzar ambas fuentes de información: de este modo se podrá determinar los elementos de gestión interna necesarios (contenedores, depósitos), operaciones y costes que generará la gestión interna de los residuos.

Por lo general, serán necesarios como mínimo los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para materiales reutilizables
- Un contenedor para residuos pétreos
- Un contenedor y compactador para residuos no especiales
- Un contenedor para materiales potencialmente peligrosos
- Un contenedor para residuos de yeso

La clasificación en distintos contenedores para residuos no especiales se realizará en función de las posibilidades de reciclaje y si existe demanda de los mismos. Es decir, la proximidad de recicladores para plásticos, metales, papel y madera.

También, desde el punto de vista de economía en el transporte, puede ser ventajosa la selección de residuos de diferente naturaleza. Por ejemplo, por la reducción del volumen que ocupan: residuos pétreos mezclados con tablas o paneles dejan huecos que desaprovechan el contenedor y se “transporta aire”.

La disposición y cantidad de contenedores dependerá del volumen producido en obra y las zonas de almacenamiento pueden ser más de una. Serán útiles en esta fase del plan los índices Iv e Ive obtenidos.

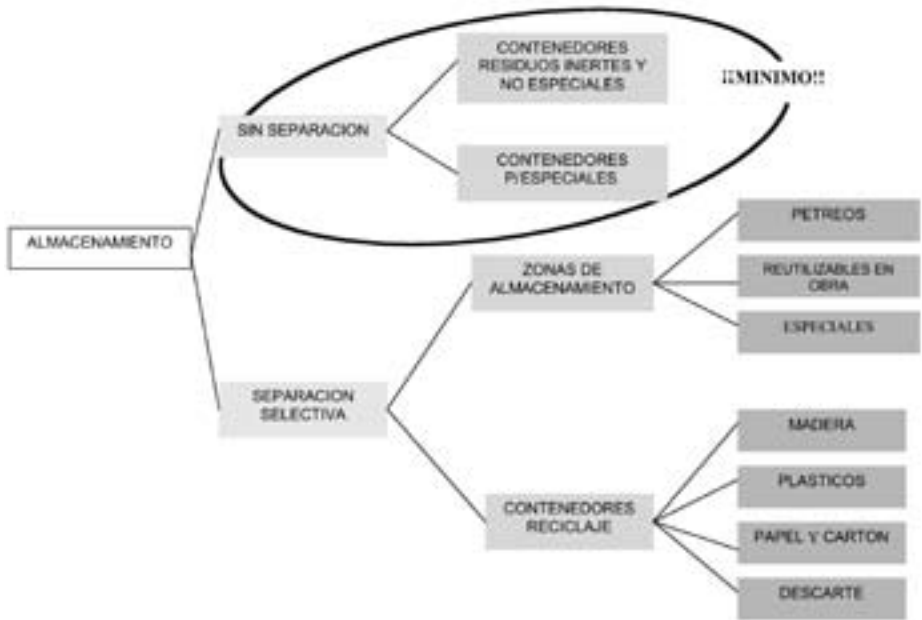
La recogida en obra se encuentra en gran parte condicionada por la relación “superficie ocupada por la obra/superficie del terreno”, dependiendo de esta relación el espacio disponible para el almacenamiento de los residuos y, por lo tanto, la frecuencia de recolección. Además, mientras mayor sea el coeficiente de ocupación, menor será la posibilidad de selección en origen.

Esto obliga a pensar que cuanto mayor sea el factor de ocupación, más eficaz debe ser el manejo de los residuos hacia los puntos de retiro de los materiales.

Además, cabe la posibilidad de que no se realice la segregación de los distintos materiales que componen los residuos, por motivos de mercado o económicos. Esto es, dependerá de las posibilidades de reciclaje de los materiales y de los costos de disposición en vertedero.

En forma general podrían esquematizarse las dos situaciones (recogida selectiva o no) en la Figura 5.

Figura 5. Esquema de separación de residuos en la obra



4. Calcular los costos finales de gestión de ResCon: los costos finales de gestión se podrán determinar a partir de los costos individuales del alquiler de contenedores, transporte de los residuos, costos de vertido (si los hay). Este costo se debe determinar por etapas y en su conjunto. El costo de vertido se calcula a partir de los Índices I_c [kg/m²] puesto que el depósito controlado cobrará una tasa por vertido de ResCon expresada en \$/tn (pesos por tonelada).

La gestión de los residuos tiene un costo económico que resulta de sumar los costos de separación selectiva y recogida en obra, más los costos de gestión por valorización, más los derivados de la disposición final (transporte y vertido).

La redacción del Plan de Gestión de ResCon puede ser complementada con una herramienta informática que facilite su aplicación.

La construcción es una industria muy preocupada por la reducción de los costos de producción. Es por eso que solamente empezará a preocuparse seriamente por solucionar el problema de los ResCon que genera cuando se conozcan en forma fehaciente los costos de no minimizar los residuos o de gestionarlos de una forma irracional. Los valores de dichos costos se obtendrán luego de elaborar y aplicar el Plan de Gestión Interna.

Recomendaciones al manejo de ResCon a pie de obra

Las recomendaciones propuestas para el manejo a pie de obra consideran la aplicación de criterios de minimización y el almacenaje y contenedores para los ResCon.

Aplicación de criterios de minimización

A fin de reducir residuos en cantidad y toxicidad, se proponen los siguientes criterios:

- Fomentar mediante reuniones informativas periódicas con el personal de la obra el interés por reducir los recursos utilizados y el volumen de los residuos generados.
- Aplicar en la obra las operaciones de reutilización que se hubieren previsto en fase de proyecto.
- Incrementar, en lo posible, el número de veces que se utilizan los medios auxiliares, tales como encofrados y moldes.
- Establecer una zona protegida de acopio de materiales, a resguardo de acciones que puedan inutilizarlos.
- Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos incontrolados.
- Controlar la ejecución de la obra según planos y proyecto, pues los errores de obra generan residuos imprevistos por su demolición y nueva ejecución.

Consideraciones respecto del almacenaje y contenedores

Del Plan de Gestión Interna de Residuos elaborado para la obra surgirá la cantidad de contenedores necesarios y la conveniencia de la clasificación y separación de residuos o no. También el Plan aporta la planificación acerca de dónde y con qué medios almacenar los residuos. Se tratará de hallar un lugar amplio y de fácil acceso para máquinas y vehículos, a fin de agilizar la recogida. Si no se logra, habrá que mover los residuos de un lugar a otro hasta depositarlos en el camión que los recoja. En definitiva, hay que almacenarlos y sacarlos del predio tan rápidamente como sea posible.

Se debe evitar tener montones de residuos dispersos por toda la obra, porque fácilmente son causa de accidentes.

Si se ha previsto el reciclaje de algunos materiales, es importante que tales residuos se almacenen justo después de que se generen para evitar que se ensucien y mezclen con otros sobrantes.

Lo mismo ocurre con la segregación de residuos peligrosos, solo la recogida selectiva asegurará una gestión correcta de los mismos.

Los tipos de contenedores a utilizar dependerán de la naturaleza de los residuos generados, todos deben estar claramente etiquetados, en función de las características de los residuos que se van a almacenar. Las etiquetas deben ser de gran tamaño y resistentes al agua.

Tabla 11. Contenedores de ResCon según tipo de residuos

CONTENEDOR	TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICAS
Cerrado, de pequeño volumen	Residuos especiales Residuos de comedor	Frenan el paso de olores, insectos, roedores e impiden que el viento vierta residuos fuera de ellos
Abierto, disponible en diversos tamaños	Materiales específicos: madera, cartón, papel, vidrio	Útiles en recogida selectiva
Contenedores con ruedas	Residuos generados en gran cantidad	Útiles para grandes cantidades de residuos 15 m ³ más. Ocupan más espacio

Conclusiones

Caracterización de ResCon

Es aceptado que en cualquier estrategia de gestión de residuos es fundamental conocer qué y cuánto se genera, pues la planificación se abordará de acuerdo a estos datos. Por lo tanto, se necesita tanto para el manejo intraedificacional, como para la gestión externa, datos de cantidad y composición de residuos.

La experiencia llevada a cabo en la caracterización de los residuos de construcción de un conjunto residencial ha permitido obtener unos datos de composición y cantidad que son aplicables a viviendas de construcción de las del tipo bajo estudio. Muchos son los proyectos que hoy se ejecutan de este tipo de obras.

La utilidad de los índices de generación obtenidos fue indicada en la Tabla 7, y se explica su aplicación al Plan de Gestión Interno en las Obras.

Con este tipo de datos se debe generar un inventario, a completar con los resultados obtenidos a partir de otros tipos de obras, industriales, institucionales, y se debe verificar y actualizar la base permanentemente.

Marco legal

La legislación referida específicamente a los RCD es casi nula a nivel nacional en nuestro país, y también en Mendoza a nivel provincial. Solo algunas ordenanzas municipales han sido promulgadas, acerca de prohibiciones de vertido en vías públicas y en sitios determinados, pero la regulación y planificación integral de los RCD está lejos de ser un hecho.

Con relación a ello, se necesita urgentemente un marco normativo que regule los RCD, desde la definición y clasificación misma de estos residuos hasta las condiciones de disposición final.

Gestión interna

Respecto de la situación actual de la gestión interna en la obra, o gestión intraedificacional, es determinante que las construcciones se desarrollan bajo criterios consumistas,

sin prestar atención alguna a problemas medioambientales. En general, los residuos todavía no forman parte de la cultura de la obra.

El funcionamiento actual del sector de la construcción hace difícil que los operarios, las empresas subcontratistas y los propios responsables de la empresa constructora lleven a cabo tareas medioambientales si no se establecen ciertos incentivos económicos o imposiciones legislativas importantes.

Sin embargo, las empresas tienen sobradas razones, que tal vez aún no conocen, para gestionar adecuadamente los ResCon:

- a. Costos: si bien actualmente el costo de vertido es escaso o nulo esta situación no se mantendrá por mucho tiempo, y nuevas condiciones de diseño y operación para los vertederos de ResCon harán que se encarezca la disposición final.
- b. Eficiencia: desde el punto de vista del consumo de materiales, si el material es malgastado en el sitio de trabajo, se paga dos veces por él, una para comprar el nuevo material y otra vez por el costo de disposición. Desde la óptica de la eficiencia del operario, la velocidad de trabajo se ve afectada por los residuos que entorpecen el movimiento propio de la persona.
- c. Calidad de obra: la presencia de materiales residuales impide la inspección visual de tareas ya realizadas, con la consecuencia de detectarse en etapas posteriores con mayor costo de reparación.
- d. Responsabilidad: como generador de algunos residuos potencialmente peligrosos se debe resguardar la responsabilidad por un daño ocasionado por la disposición no autorizada de aquellos residuos.
- e. Seguridad y prevención de riesgos: el ordenamiento de los residuos dentro de la obra reducirá los accidentes por su causa y protegerá la salud de los operarios. Un ambiente ordenado facilitará la posibilidad de observar riesgos potenciales.
- f. Marketing: un buen manejo y control de los ResCon dará crédito a la empresa por ser una corporación aceptada por la comunidad y mostrar que se construye de forma de proteger el medio natural.

Habrá que realizar desde el Estado un gran esfuerzo para despertar una verdadera preocupación medioambiental en quienes planifican y ejecutan las obras, empezando por la introducción de criterios de minimización desde la fase de proyecto.

Un instrumento importante para el logro de este objetivo es la realización de programas de divulgación y concienciación ciudadana, como también programas de formación de personal especializado: técnicos y operarios.

Las operaciones de clasificación, propuestas en el Plan de Gestión de ResCon en Obras de Construcción, pueden duplicar las tareas habituales destinadas a limpieza de obra y disposición de residuos en contenedores, máxime si no hay hábito de hacerlo. Sin embargo, es fundamental promover y comenzar a exigir la separación selectiva de la fracción peligrosa⁸ de los ResCon, como condición mínima. La implementación de otros sistemas de separación con objetivos de valorización dependerá de las condiciones locales de mercado y del avance económico y cultural que se vaya desarrollando al respecto.

Bibliografía

Lund, Herbert F., “Manual McGraw Hill de Reciclaje”, España, McGraw Hill, 1996.

U.S. EPA, “Background document for the CESQG Rule”, EE.UU, EPA/530-R-95-021.1995.

U.S. EPA, “Characterization of Building. Related construction and demolition debris in the United States”, Report N° EPA 530-R-98-010.1998, <http://www.epa.gov>

Townsend, Timothy G.; Yong-Chul, Jang y Weber, Billy, “Continued Research into the Characteristics of Leachate from Construction and Demolition Waste Landfills”, Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, julio de 2000.

European Comission, “Construction and Demolition Waste Management Practices and their economic impacts”, Report to DGXI, febrero de 1999.

⁸ European Comission, “Construction and Demolition Waste Management Practices and their economic impacts”, Report to DGXI, febrero de 1999.