

## Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD)

Domingo Acosta, Ph.D.  
IDEC/FAU/UCV

### Resumen

Este trabajo examina el problema de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en Venezuela, y desarrolla propuestas conducentes a la minimización de los mismos, enfatizando los principios que con este fin deben regular la actividad de la construcción: prevención en el origen, valorización de los residuos (reciclaje y reutilización), y eliminación segura. De estos tres principios derivan las estrategias para la gestión de los RCD, entre las cuales se incluyen modelos de cuantificación, la minimización de los desechos y la implantación de un programa de gestión de residuos que estimule -entre otras estrategias- el reciclaje, la reutilización, la construcción seca y la desconstrucción.

### Abstract

*This article examines the problem of construction and demolition waste (CDW) in Venezuela, and develops proposals for its reduction, emphasizing the principles that for this purpose should regulate construction activity: prevention at the origin, valorization of waste (recycling and reutilization), and safe disposal. From these three principles we derive the strategies for the management of CDW, among which we include quantitative models, waste minimization, and the creation of a waste management program that stimulates recycling, reutilization, dry construction and deconstruction among other strategies.*

### El problema de los residuos de la construcción y demolición

Para hacer las paces con la Naturaleza y avanzar hacia sociedades más sostenibles, nos hace falta una 'revolución de la eficiencia': aprender a vivir mejor consumiendo menos materiales, generando menos residuos y recuperándolos al máximo para convertirlos de nuevo en recurso. (Tello, 2001, p. 78).

La continua aparición de montones de residuos y escombros de la construcción al borde de las vías, en terrenos baldíos y en vertederos ilegales, se ha convertido en una imagen ya habitual al transitar por la geografía de nuestro país, en especial en las cercanías de los centros poblados.

En las obras no deja de asombrarnos la inmensa cantidad de desperdicios de todo tipo que se generan: restos de materiales pétreos, maderas y cerámicas, desechos de envases de pintura, plásticos, madera de encofrados, e incluso residuos originados por roturas debidas a cambios o errores en la obra.

En general, en las prácticas convencionales del sector formal de la construcción se asume que el bote de escombros se realice en vertederos controlados pero es evidente que una importante porción de dichos residuos es arrojada irregularmente por contratistas inescrupulosos ante la indiferencia cómplice de autoridades y promotores. Por otra parte, se debe admitir que en ocasiones no existen vertederos controlados, o estos se encuentran cerrados temporal o definitivamente.; en otros casos, ante la escasez eventual de vertederos, la ambición particular de algunos funcionarios los lleva a elevar desmesuradamente los costos del bote. Estas circunstancias contribuyen a agravar aún más el problema, y no son triviales las consecuencias sobre el medio ambiente y los costos de construcción de tan elevada generación de RCD y de su inadecuada gestión.

### Descriptor:

Construcción sostenible-Venezuela; Reciclaje de materiales-Venezuela.

El vertido de desechos y escombros de la construcción tiene numerosos efectos negativos en el medio ambiente, entre otros: contaminación, utilización excesiva de materiales con la consecuente pérdida de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje, alteración de drenajes naturales. Por otra parte, el despilfarro de material, mano de obra y transporte que implican los residuos tiene así mismo consecuencias negativas puesto que eleva los costos finales de construcción, diferencial que en la práctica convencional es transferido al consumidor final. Cilento (1999, p.106) resume el problema: "Todo lo anterior conlleva la idea de hacer más con menos y de librar una batalla frontal contra los desperdicios en la construcción, que afectan doblemente a las familias: porque pagan materiales y trabajo desperdiciado, por los costos de bote de escombros, y por los costos ambientales de los efectos degradantes de la gran cantidad de desechos de construcción, vertidos irresponsablemente al ambiente, de forma salvaje".

Resulta evidente entonces que es importante investigar, proponer y planificar fórmulas para la reducción y gestión de los RCD si queremos contribuir a un desarrollo sostenible de las actividades de la industria de la construcción, las cuales se verán –y se están viendo– severamente comprometidas si se mantienen prácticas constructivas con este ritmo de despilfarro e impacto ambiental.

Los motivos que originan el problema de los RCD son múltiples pero en el caso específico de Venezuela se pueden resumirlos en tres:

A. En el ámbito oficial, la ausencia de normativas que estimulen generar menos residuos, y valorizar aquellos que irremediablemente se generen para su reutilización o reciclaje. Existe además falta de planificación y control ambiental ante el vertido indiscriminado de los RCD.

B. En la industria de la construcción, como ya se anotó, el problema se origina en la naturaleza y las prácticas de la construcción convencional, en especial en la ausencia de una gestión de residuos planificada desde el proyecto, la obra y la disposición final. Por gestión de residuos entendemos: "...la recogida, transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de esas operaciones, así como la vigilancia de los lugares de descarga después de su cierre" (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, n° L 78/32, art. 1, d). Por su parte, la

normativa venezolana define el manejo de residuos como: "Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los desechos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la recolección, almacenamiento, transporte, caracterización, tratamiento, disposición final y cualquier otra operación que los involucre" (Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 1992, Decreto n° 2.216). [Como veremos más adelante, en nuestra industria de la construcción se evidencia la ausencia de aplicación de estos conceptos].

C. En el ámbito profesional, el problema pudiera radicar en la falta de ética que se traduce en la actitud indiferente de arquitectos e ingenieros ante el despilfarro y la chapucería en las obras.

Las tres posibles causas del problema aquí resumidas sugieren tres grandes grupos de estrategias para la gestión de los RCD.

En primer lugar, se debe crear una normativa basada en principios ya probados en otros países<sup>1</sup> –del tipo "el que contamina paga"–, o el establecimiento de impuestos a la generación de RCD en las obras. Así mismo, planificar y controlar los vertederos, aumentar su número y adecuarlos ambientalmente<sup>2</sup>; pero también se debe impedir el vertido incontrolado. No hay estímulo para generar menos escombros en las obras porque por una parte no es difícil deshacerse de ellos en casi cualquier lugar y porque las tarifas de los vertederos no pechan el bote.

El segundo grupo de estrategias para el tratamiento de los RCD es decir, aquellas destinadas a atacar los problemas originados por la práctica proyectual y constructiva, constituyen el interés principal de este trabajo. Intentaremos exponer estrategias basadas en tres principios básicos<sup>3</sup>: la prevención, desde el proyecto y en las obras, con el objeto de minimizar los RCD; la valorización de los desechos a través de su reutilización y reciclaje; y la eliminación de residuos no recuperables de forma compatible con el medio ambiente.

Por otra parte, la identificación y cuantificación de los RCD es un paso previo a la formulación de estrategias. Con este fin presentaremos algunas ideas basadas en la literatura consultada para identificar y tipificar los RCD, así como para cuantificar el volumen de desperdicio generado (cf. Llatas, 2000; Huete et al., 1998a; ITeC, 2000).

Uno de nuestros objetivos es que las estrategias para la gestión de RCD aquí propuestas sirvan de base para crear instrumentos adaptados a nuestras prácticas constructivas que permitan identificar y cuantificar los RCD. El objetivo final es, en consecuencia, propiciar una gestión eficaz de residuos minimizando y valorizando los mismos con el propósito de abaratar los costos y reducir el impacto ambiental de la construcción, en especial en los programas de desarrollo urbano y vivienda de interés social.

Un último conjunto de estrategias pudiera consistir en el diseño y la implantación de programas de información y educación ambiental para promotores, público general y en particular para los profesionales del medio, en el entendido de que la mencionada falta de ética profesional que se evidencia en muchas obras se debe más a desconocimiento del impacto de los RCD que a una actitud negligente o de mala voluntad.

Sin embargo, las propuestas para la prevención y valorización de RCD no pueden ser vistas aisladamente del medio cultural, social y económico en donde se deseen implantar. Por ejemplo, la construcción en seco, o con junta seca, estrategia para la minimización de residuos donde las uniones se realizan sin morteros ni pegas, usualmente requiere el uso de componentes ligeros, tipo paneles de yeso, cartón, madera, fibrocemento u otros. En el caso de la vivienda, los usuarios finales habitualmente rechazan esos materiales argumentando que son poco duraderos y que no encajan en la imagen de vivienda que ellos tienen: "dura", "estable", "de bloques". Otro ejemplo es el reciclaje que implica una inversión en equipos de molienda o fundición de residuos y un gasto adicional de energía. Por lo tanto, las propuestas deben considerar que la minimización y gestión de residuos ha de ser un proceso de adopción gradual, bien planificado, que estimule su implantación progresiva a través de normativas flexibles, con resultados concretos en disminución de costos de ejecución, y de la percepción y certeza de que se contribuye a un desarrollo sostenible con la disminución del impacto ambiental de la construcción.

### **Impacto ambiental y económico de los residuos de construcción y demolición**

La construcción es una actividad que interviene el medio ambiente, utilizando recursos extraídos de la naturaleza (insumos y energía), modificando el am-

biente para resolver problemas económicos y sociales, y depositando de nuevo en el ambiente residuos y emanaciones durante y al final de su ciclo de vida. Estas actividades deben ser analizadas de manera integral, tanto en su impacto ambiental como en su factibilidad social, económica y técnica, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de resolver sus propios problemas. Para analizar y entender el impacto ambiental y económico de los RCD, así como sus posibles consecuencias en la sostenibilidad de las actividades de la industria de la construcción, es necesario comprender su ubicación en el ciclo de vida de la construcción.

### **Ciclo de vida e impacto ambiental de la construcción**

La tierra es un sistema de materiales cerrado, finito. El medio ambiente no es una fuente inagotable de recursos ni puede ser un inmenso vertedero de desechos y desperdicios (Yeang, 1999, pp. 30-31). El ciclo de vida de la construcción nos permite entender el proceso de producción como un sistema compuesto por subprocesos económicos, tecnológicos y ambientales que van desde la extracción de recursos hasta la disposición final de desechos (Cilento, 1998, pp. 26-32). El análisis del ciclo de vida (ACV) es también una técnica que nos permite identificar y cuantificar los procesos ambientales, las entradas y salidas de materia, energía, y residuos, además de los impactos ambientales potenciales. Sin embargo, el ACV tiene sus limitaciones y debemos conocerlas. Para ser completo, el ACV requeriría rastrear hacia atrás, desde la biosfera, todos los recursos, materiales y energía incorporada de una edificación. Así mismo, debería rastrear hacia delante, hacia la biosfera también, todas las etapas que van desde la puesta en obra de esos recursos, el uso de la edificación, su mantenimiento y destino final, tal como se expresa en la figura 1. En este sentido el ACV implicaría una regresión o una prospección, casi infinita, hasta las canteras, bosques, o incluso hasta la fuente primaria de energía, el sol (Atkinson et al., 1996, p. 20). La conocida analogía "desde la cuna hasta la tumba", utilizada con frecuencia para explicar el ciclo de vida de los productos, ya no sería tan fácil de aplicar. Entender estas limitaciones obliga a definir de manera más acotada y precisa el sistema en el cual se inserta el recurso, proceso o producto al que se pretende aplicar el ACV como herramienta de evaluación y análisis, y obliga además a revisar los resultados del estudio con visión crítica acerca de sus fortalezas y debilidades.

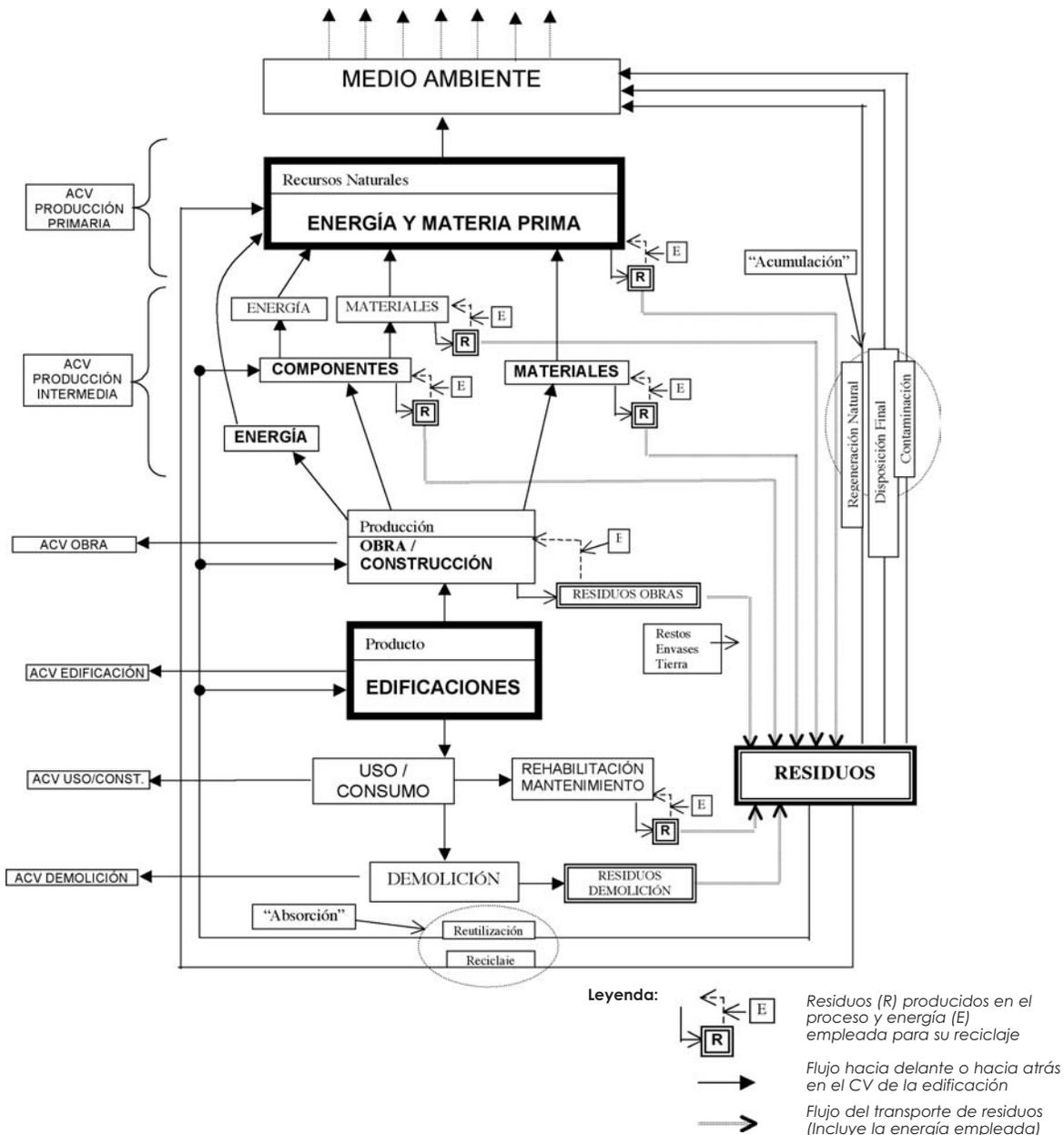
En la figura 1 puede apreciarse que los residuos (R) se generan en cada fase del ciclo de vida de las edificaciones, y que los mismos pueden ser reciclados para lo cual es necesario aplicar energía (E). Eventualmente los residuos regresan al medio ambiente a través de procesos de "acumulación" o de "absorción" (Jacobs, 1997, pp. 60-63 y 196-198).

La acumulación puede tomar tres formas:

- la regeneración natural, por ejemplo los residuos de materiales vegetales (madera, bambú) que al descomponerse enriquecen la capa vegetal;
- la contaminación, por emisiones o vertido incontrolado; y
- la disposición final o eliminación en vertederos controlados o por incineración.

**Figura 1:**

ACV de las edificaciones: Rastreo hacia atrás y hacia delante de las etapas en el CV de una edificación



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los residuos pueden ser también absorbidos en otras etapas del ciclo de vida a través de la reutilización de componentes recuperados para ser reincorporados en edificaciones, en obras, en el comercio de materiales de segunda mano, o a través del reciclaje, en cuyo caso se reincorporan al CV en la fase de producción primaria como energía recuperada o materia prima.

Los procesos de acumulación y absorción de los RCD ponen sobre el tapete la necesidad de definir qué es un residuo porque el desecho de alguien puede ser el recurso de otro: "... los residuos, como los recursos, nunca son cosas. No es su condición de objetos... lo que los convierte en recursos o residuos. Es la valoración o desvaloración que les atribuimos" (Tello, 2001, p. 78).

Esta reflexión sobre el concepto de residuo es clave en la creación del principio básico de valorización de desechos mencionado más arriba, así como en la creación de estrategias para la minimización y gestión de residuos basadas en el reciclaje y en la reutilización que expondremos más adelante en este trabajo.

En la construcción se deben evaluar los posibles impactos ambientales de las distintas actividades envueltas durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida. Estos impactos sobre el medio ambiente se pueden agrupar en dos grandes categorías:

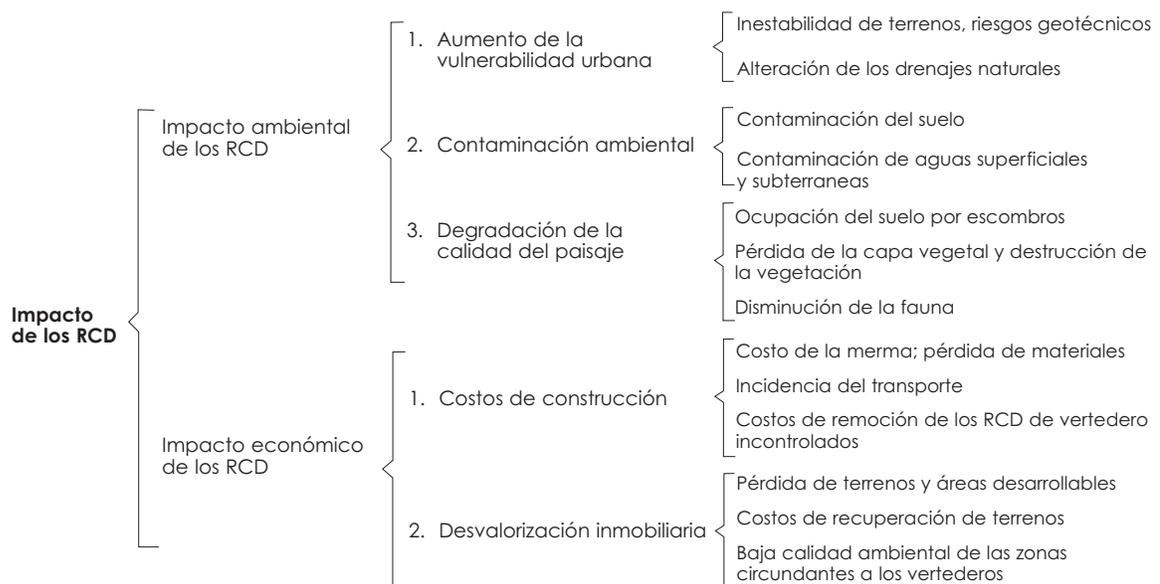
los impactos producidos por la extracción de recursos del medio ambiente, y aquellos generados por los desechos y el bote vertido al medio ambiente. Estos dos grupos, a su vez, se subdividen en cuatro categorías de acuerdo al origen del impacto ambiental: a) utilización de recursos naturales; b) consumo energético; c) contaminación; y d) generación de residuos, el tema de este trabajo. Cada categoría, que debe ser caracterizada, tiene efectos variados sobre el medio natural y sobre el medio modificado; esto es, para cada categoría debe establecerse su origen y debe ser identificada y cuantificada para poder establecer correctivos así como caminos y estrategias para disminuir el impacto ambiental de la construcción, contribuir a mejorar el medio ambiente y, en definitiva, evolucionar hacia un hábitat sostenible.

Dado su interés para este estudio dedicaremos la siguiente sección a analizar en detalle el tema del impacto ambiental de los RCD.

### Impacto ambiental y económico de los RCD

Tal como se anotó al comienzo de este trabajo, el problema de los residuos de la construcción tiene dos consecuencias importantes (figura 2). En primer lugar, el impacto ambiental de lo que se arroja al ambiente, en términos de pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos. En segundo lugar,

**Figura 2:**  
Impacto ambiental y económico de los RCD



Fuente: Elaboración propia

el costo adicional originado por el material que se pierde y la mano de obra y energía necesarias en la recolección y transporte para su disposición final (Huetz et al., 1998a). De aquí la importancia de proponer estrategias para minimizar y valorizar los residuos de la construcción.

### 1. Impacto ambiental de los RCD

"El organismo que destruye a su entorno se está destruyendo a sí mismo... A menos que se estudie y resuelva el problema de evacuación, los productos emitidos serán siempre un lastre que añadir al deterioro de la condición actual del medio ambiente. Por lo tanto, una parte fundamental del proceso de proyecto desde sus inicios debe ser la de la gestión de los productos emitidos por el sistema proyectado" (Yeang, 1999, p. 136).

Quizás el impacto más significativo del vertido incontrolado de RCD en nuestro país es su efecto en el aumento de la vulnerabilidad urbana. El bote de escombros produce inestabilidad de los terrenos, en especial de aquellos en pendiente, y ocasiona alteraciones de los drenajes naturales y planificados, obstruyendo el cauce normal de quebradas y cursos de agua. Este problema es de particular interés en las zonas de barrios (figura 3), de por sí las más vulnerables a riesgos geotécnicos y deslizamientos de tierra. Es sabido que buena parte de los daños ocasionados por las inundaciones y crecidas son producidos por la

obstrucción que generan los escombros y la basura acumulada en las quebradas y colectores de aguas negras y de lluvia de las zonas de barrios y otros sectores de la ciudad (figura 4).

Por otra parte, los RCD producen contaminación del suelo y de aguas superficiales y subterráneas, así como degradación de la calidad del paisaje por la ocupación del suelo por escombros, con la consecuente pérdida de la capa vegetal, destrucción de la vegetación y la eventual disminución de la fauna y de la biodiversidad en general (Departament de Medi Ambient, 1996, pp. 47-51; Yeang, 1999, pp. 134-142).

La magnitud de los residuos provenientes de las obras es enorme y de diversa índole, como veremos más adelante. Sin embargo, los RCD en su mayor parte son inertes<sup>4</sup> (pétreos, cerámicos y otros), y por consiguiente no peligrosos, aunque algunos incluyen desechos que pudieran considerarse tóxicos (pinturas, colas, acabados químicos, ácidos y otros).

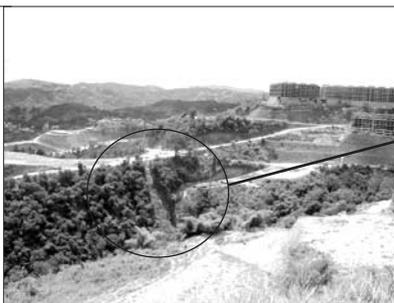
### 2. Impacto económico de los RCD

A pesar de que las consecuencias económicas de la mala gestión y manejo de los desechos y escombros no son tan visibles y apreciables como sus consecuencias en el ambiente, el impacto económico de los RCD no es nada despreciable. A los costos de la merma o desperdicio de materiales en las obras, que en muchos casos ocasionan pérdidas cuantiosas a

**Figura 3:**  
Limpieza de la quebrada Anauco, San Bernardino después de los deslaves de diciembre de 1999



**Figura 4:**  
Bote ilegal de escombros desde construcciones hacia quebrada en El Hatillo, Estado Miranda



los usuarios y consumidores finales, hay que sumar la incidencia del transporte de escombros, con el consecuente gasto de combustible.

Además, con mucha frecuencia la falta de control y vigilancia estimula el bote en vertederos incontrolados, en propiedades públicas o privadas, lo cual origina elevados costos de remoción y limpieza. En algunos casos la práctica del bote ilegal llega al extremo de provocar desvalorización inmobiliaria, por la pérdida de terrenos y áreas desarrollables que se vuelven inservibles para su explotación debido a los elevados costos de recuperación y a la disminución de la calidad ambiental en zonas circundantes a los vertederos y botes ilegales. No es poco común observar dichas prácticas en terrenos por largo tiempo abandonados propiedad de organismos del Estado venezolano en los cuales se deben invertir importantes recursos para ser recuperados para su desarrollo.

### Prácticas convencionales de tratamiento de los RCD

Las prácticas convencionales de tratamiento de los RCD en nuestro medio están determinadas por las características propias de la industria de la construcción venezolana, por una parte, y por las prácticas constructivas propiamente dichas, por la otra. Las características del trabajo de construcción, de manufactura predominantemente heterogénea, conducen a que "...junto al trabajo parcial manufacturero en la obra, con un bajo nivel técnico... (conviven)...insumos...(que)...proviene de una gama de instalaciones productivas con distinto grado de mecanización y gran dispersión territorial..." (Cilento, 1998, p. 26). A diferencia de la construcción, la producción manufacturera o industrial por lo general es continua y en locales cubiertos, por lo que el control de los procesos se hace más viable y, como consecuencia, la reincorporación de los desechos al ciclo de producción puede ocurrir con mayor facilidad e inmediatez en la misma fábrica o planta. En el caso de la construcción, la producción es discreta, es decir, única, por sitio de obra; además, ocurre a cielo abierto, y está compuesta de actividades de diversa índole, características que dificultan el control de los procesos. Como consecuencia, la mayor parte del volumen de RCD que se genera no es absorbido de nuevo en el ciclo de vida de la construcción y termina acumulándose en el ambiente.

En contraste con la construcción convencional moderna, las técnicas constructivas tradicionales propiciaban el reciclaje y la reincorporación de materiales

y piezas de construcciones a demoler con el objeto de economizar recursos y agilizar la ejecución de nuevas obras; como consecuencia de esta actitud ahorrativa, y no necesariamente por supuestos requerimientos ambientales de la época, se mitigaba el impacto de los residuos medio ambiente. Por ejemplo: "durante la Colonia, la piedra, material estructural para mampostería o para caminos y calzadas, era adquirida de los proveedores locales. El maestro encargado de la obra hacía la contratación en donde se especificaban el tipo de materiales, los precios y las condiciones de envíos y pagos. Sin embargo, otra manera usual de abastecer las obras era reciclando los materiales provenientes de demoliciones, como lo ordena el Gobernador Don Felipe Ricardos y el Ayuntamiento de Caracas para construir las canastillas de la ciudad: '...Se demolerá la muralla de la calle del juego de pelota fabricada para defensa y hoy inútil, para conseguir las piedras que hacen falta para terminar la obra de la plaza de Caracas...'. En el caso de edificaciones públicas, se tasaban edificaciones que iban a ser vendidas, o canjeadas como se ha visto en varios casos, a particulares. También se tasaban edificaciones que iban a ser demolidas. En ambos casos, la edificación se desmontaba y sus materiales, (piedra, teja, ladrillos), se reciclaban o reutilizaban para nuevas construcciones" (Iribarren, 1999).

Por otra parte, las prácticas y técnicas constructivas convencionales en la industria de la construcción no contribuyen a disminuir el impacto ambiental y económico de los RCD (figura 5). La construcción convencional en nuestro país depende mucho del empleo de materiales y técnicas basados en la adherencia, el monolitismo y el vaciado, lo que dificulta enormemente las labores de separación y clasificación de escombros y restos de obra para su posible reciclaje o reutilización, y como consecuencia aumenta la producción de residuos en las obras. Tal es el caso de las estructuras de concreto, paredes de albañilería de bloques de arcilla o concreto unidos con morteros y pegas, frisos y acabados húmedos, masillas y pintura, cubiertas de manto asfáltico y/o tejas, pisos de cemento pulido o baldosas de diversos materiales pétreos y arcillosos, etc.

A estas características de la construcción convencional debemos añadir que no existe una planificación explícita de la gestión de residuos, ni un interés para reducir y minimizar los RCD. Las malas prácticas constructivas, la rotura de paredes para incluir instalaciones y demoliciones parciales por errores agudizan aún más el problema. No hay interés por contro-

lar el desperdicio, porque no hay normativas que obliguen a ello ni incentivos para evitar el despilfarro en las obras. Si además sumamos que todavía botar escombros resulta muy económico, se entiende por qué se generan tantos desechos y escombros en nuestras obras.

Sin embargo, otros países han demostrado que es factible introducir mejoras en las prácticas constructivas convencionales para producir menos RCD (Llata, 2000; Huete, 2000; Programa LIFE, 1997). En el caso de España, y en particular en Sevilla, Huete (2000, 3.2) propone un conjunto de "Tecnologías limpias para la minimización de residuos desde el proyecto de construcción" que incluyen propuestas como cambiar las losas de entrepiso artesanales por losas prefabricadas, y evitar empotrar las instalaciones haciéndolas registrables en paneles, obteniendo una disminución estimada de residuos de hasta 56%. Como vemos, no se trata de proponer cambios drásticos ni radicales en las técnicas de construcción convencional ya que una propuesta de esa índole se enfrentaría a una enorme resistencia al cambio. Hay que recordar que el sector construcción es el de mayor generación de empleo en el país y la mano de obra está entrenada para la construcción convencional. Además, es bien conocido que entre los profesionales, promotores y las empresas constructoras existe mucha resistencia a la innovación tecnológica<sup>5</sup>. Se trata más bien, como veremos más adelante en este trabajo, de proponer fórmulas y estrategias para la reducción y gestión de residuos que se adapten a las características de nuestra industria de la construcción y que además estimulen cambios graduales y progresivos que contribuyan a tal fin.

Otro factor que junto a las prácticas constructivas contribuye a la generación de RCD son las prácticas proyectuales. En general no se conoce la naturaleza ni los tipos de residuos que se generan, es decir, no están tipificados los RCD en categorías que permitan

organizar su manejo. No se realizan estimaciones del volumen de residuos y, como consecuencia, no se sabe cuánto escombros se va a generar ni cuál será el volumen de desechos que habrá que transportar y eventualmente eliminar.

En los presupuestos de obra, los residuos se consideran incluidos en los análisis de precios de las partidas como "porcentaje de desperdicio"; y, en general, no se especifica qué hacer con los desechos, aunque buena parte de ellos pudiera ser reciclada. Sólo en las partidas de obras de movimiento de tierra, excavación y demolición se especifica si la actividad incluye la "recuperación", el "acarreo" y el "bote" de los residuos y escombros. El aprovechamiento de lo recuperado dependerá del acuerdo previo entre propietario y constructor, pero no será una variable técnica del proyecto, puesto que en general se ignora o menosprecia el análisis del ciclo de vida de la construcción. La única indicación acerca de residuos en el proyecto ocurre en los análisis de precios unitarios de las partidas de las obras, donde se estiman porcentajes de desperdicios o mermas de materiales para efectos de presupuestos de obras; sin embargo, no se indica qué destino tendrá dicha merma. Peor aún, en trabajos de demolición es usual que algunas partidas contemplen costos más altos para la remoción con recuperación de piezas que para la remoción sin recuperación, es decir, destruyendo la pieza, criterio de proyecto que evidentemente no estimula la reutilización de elementos como marcos de puertas, rejas, ventanas, cielos rasos, etc.

En los proyectos tampoco se prevé el desperdicio producido por las decisiones sobre las dimensiones de los ambientes. Los conceptos básicos de racionalización y coordinación modular, fundamentales para evitar cortes innecesarios en los materiales de construcción, han quedado en el olvido. Incluso los productores no contribuyen a aliviar el problema al sacar del mercado piezas necesarias para evitar el desper-

**Figura 5:**  
Los residuos de la construcción convencional son heterogéneos y difíciles de clasificar y seleccionar



dicio: hoy en día se ha hecho casi imposible conseguir el medio bloque, de concreto o de arcilla, para paredes de mampostería.

Por su parte, en las obras, las prácticas de recolección y eliminación de los escombros y desechos no prevén su separación y clasificación selectiva que posteriormente permita su reutilización o reciclaje; incluso en muchos casos los RCD vienen mezclados con desechos orgánicos y basura doméstica. El almacenamiento y recolección de escombros se realiza con frecuencia de manera primitiva, a veces sin cumplir normas de seguridad e higiene. Los restos de obra simplemente se apilan y luego son transportados en carretilla, y en algunos casos de construcción de edificios son arrojados hacia el exterior de la estructura desde los pisos superiores<sup>6</sup> sin demarcación precisa de las áreas donde caerán, ni previsión del impacto que pudieran ocasionar en el entorno por polvo y partículas despedidas (figura 6).

La eliminación de los escombros se realiza por evacuación hacia el vertedero o por incineración en el sitio de la obra, cuando la ubicación del proyecto lo permite. Existen varios vertederos controlados donde los contratistas trasladan los residuos de las obras en el Área Metropolitana de Caracas (figura 7). Las tarifas por el bote son variables pero en general resultan todavía muy económicas, algo más de Bs 2.000/m<sup>3</sup><sup>7</sup>. Según datos sobre producción de residuos de demolición<sup>8</sup>, demoler un metro cuadrado de construcción

de un edificio con estructura de concreto y paredes de mampostería de bloque de arcilla, de cuatro plantas o más, genera 0,625 m<sup>3</sup> de escombros. Por lo tanto, el costo del bote por metro cuadrado de edificio demolido sería alrededor de Bs 1.300/m<sup>2</sup><sup>9</sup>. Las consecuencias de este hecho no son triviales: si consideramos que el costo de construcción de un edificio nuevo está actualmente por el orden de Bs 350.000/m<sup>2</sup>, casi doscientas setenta veces el valor del bote, se entiende porqué resulta más fácil demoler que rehabilitar. Elevar los costos del bote pudiera ser una forma de disuadir la generación de escombros, pero una medida de esta naturaleza no puede ser aplicada de manera aislada: ante una eventual falta de vigilancia muy probablemente proliferarían los vertederos incontrolados. El ejemplo anterior ilustra porqué las medidas reducción y gestión de RCD deben ser promovidas y aplicadas en conjunto, por etapas sucesivas, previendo en lo posible los efectos colaterales indeseados que pudieran producir.

Recientemente hemos observado que algunas empresas operadoras de basura prevén disponer de sacos especiales para la recolección de escombros provenientes de las obras, lo que puede considerarse un paso positivo en la gestión de RCD (figura 8).

Existe así mismo un incipiente reciclaje artesanal en La Bonanza y en otros vertederos cerca de zonas de barrios (figura 9). Los "pepinadores" son grupos organizados en cooperativas para reciclar la basura clasificada



**Figura 6:**  
En este ejemplo, los escombros son lanzados de los pisos superiores a la marquesina



**Figura 7:**  
Relleno sanitario "La Bonanza"

da según su origen en plásticos, metálicos, papel, etc. Es una práctica que puede conducir a problemas de salud en estos grupos y que ha sido objetada por las Naciones Unidas, pero que no ha podido ser erradicada en nuestro país. En los vertederos específicos para escombros de la construcción, como el existente en Filas de Mariche, los pepinadores logran recuperar piezas y materiales para su reutilización o reciclado.

Otro aspecto que determina las prácticas convencionales de gestión de los RCD es la ausencia de una normativa específica para el tratamiento de los escombros y desechos de obras.

### Principios generales y estrategias para la reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición

Al comienzo de este trabajo comentábamos los principios que deben regular una gestión de RCD: la prevención desde el proyecto, y en las obras con el objeto de minimizar los RCD; la valorización de los desechos a través de su reutilización y reciclaje; y la eliminación de residuos no recuperables de forma compatible con el medio ambiente. De estos tres principios derivan las estrategias para la reducción y gestión de los RCD, entre las cuales se incluyen la minimización de los desechos, modelos de cuantificación y la implantación de un programa de gestión de residuos que estimule el reciclaje, la reutilización, la construcción seca y la desconstrucción, entre otras estrategias.

#### Principio 1: Prevención

"...evitar el residuo es preferible a reciclarlo. Reducir la demanda de materiales debería tener prioridad por encima de aumentar las capacidades de asimilación de residuos. Crear bienes más duraderos es más importante que hacerlos reciclables" (Jacobs, 1997, p. 201)

El principio de prevención busca reducir la generación de residuos apuntando hacia el ideal de "cero desperdicio" durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de los materiales, pasando por su construcción, su ocupación, alteraciones sucesivas y hasta el final de su vida útil cuando usualmente las edificaciones son demolidas. El ideal de eliminar por completo la generación de desperdicios puede intentarse en primer lugar a través de acciones emprendidas desde el proyecto, que entre otras incluyen la construcción seca y la desconstrucción con el objeto de evitar las demoliciones. En segundo lugar, la investigación desde la academia puede colaborar en la caracterización de los RCD, es decir, en la identificación, cuantificación y determinación del origen de los desechos en las obras. Tercero, los gremios inmobiliario y de la construcción pueden aportar en la mejora de las prácticas constructivas, incorporando acciones operativas como la separación y clasificación selectiva de los RCD, y contribuir en la promoción de edificaciones desmontables y "desconstruibles", y sobre todo impulsando entre sus agremiados las estrategias de "cero desperdicio" y "construir bien desde el inicio". Por último, es necesaria la participación de los municipios en la promoción de legislación específica en materia de RCD, y de la instrumentación de un programa de información y educación ambiental

1. Prever la minimización de RCD desde el proyecto. La construcción seca, es decir, la que se realiza evitando en lo posible la unión de elementos a través de la adherencia superficial, como ocurre al aplicar morteros, pegas, y soldadura. La junta seca de materiales y componentes a través de tornillos, remaches, y uniones a presión, facilita la recuperación y el desmontaje de las construcciones (figura 10).

La coordinación modular y dimensional puede jugar un papel importante en la disminución de la generación de residuos. Si se establecen criterios modulares

**Figura 8:**  
Sacos para la recolección de escombros



**Figura 9:**  
Reciclaje de los "pepinadores" en La Bonanza



desde el proyecto, los materiales y componentes pueden llegar a la obra y ser instalados sin modificaciones en sus dimensiones, evitando así cortes y roturas que generan desperdicios. Un caso insólito en la construcción convencional de nuestro país lo representa la desaparición del mercado del "medio bloque" que ayuda a evitar cortes en los encuentros de paredes. Hoy en día los conceptos de estandarización, racionalización y prefabricación asumirían un nuevo significado y rol en la reducción del impacto ambiental de la construcción al contribuir en la disminución de los RCD, significado que iría más allá de la eficiencia productiva y la reducción de costos (figura 11).

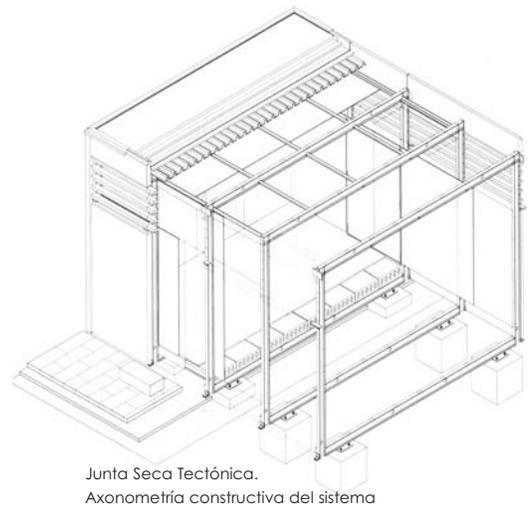
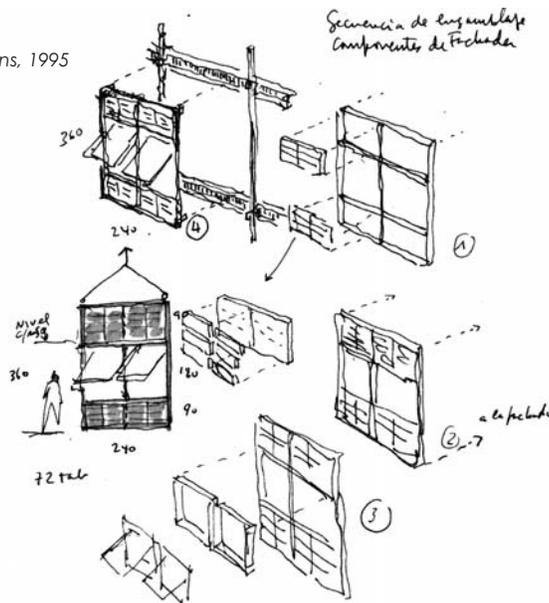
La desconstrucción: en el proyecto se debe procurar diseñar edificaciones cuyos componentes y partes

sean desmontables y recuperables durante toda su vida útil, en las remodelaciones o alteraciones sucesivas, y en la rehabilitación o demolición. Se debe intentar desmontar en vez de tumbar o demoler (figura 12) (Programa LIFE, cap. 3).

Diseñar y construir para una larga vida útil (Cilento, 1998), es decir, construir con calidad y durabilidad anticipando la transformabilidad y la reutilización de las edificaciones. En proyectos de vivienda se trata de planificar el desarrollo progresivo incorporando previsiones para el crecimiento, consolidación y futuras alteraciones de la vivienda. Es el caso de las propuestas de crecimiento por etapas de las viviendas de mampostería presentadas más adelante en este trabajo.

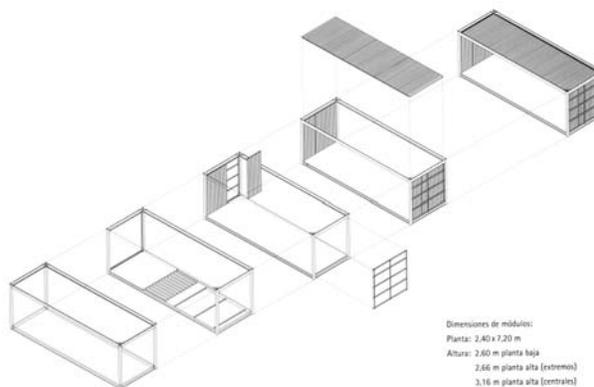
**Figura 10:**  
La construcción seca

Fuente:  
D. Acosta  
Fuente: Quintàns, 1995



**Figura 11:**  
La coordinación modular y dimensional

Fuente:  
Quintàns, 1995  
A&V (1990)



Diseñar para un fácil funcionamiento y mantenimiento (Cilento, 1998), facilitando con el proyecto las acciones para preservar las edificaciones, así como planificando la accesibilidad a las instalaciones y servicios (figura 13), evitando empotrar o embonar las tuberías y ductos y planificando estrategias de distribución y accesibilidad a las instalaciones para evitar roturas en caso de reparación y mantenimiento (Fumadó, 1999).

2. Investigación. Caracterización de los RCD: identificación, cuantificación y origen de los residuos. Una segunda actividad que puede contribuir con el principio de prevención es la investigación, y un proyecto prioritario a acometer es la caracterización de los RCD. Debemos conocer qué estamos arrojando, cuánto desecho producimos, y de dónde provienen estos desechos. En este sentido, para lograr la caracterización de los residuos debemos identificar y tipificar los posibles desechos que se generarán, cuantificarlos y conocer su origen. El producto de una investigación de esta índole ayudaría a los profesionales a realizar la caracterización de los RCD desde el proyecto. Así mismo, cuando se concibe una innovación

tecnológica, debería considerarse y cuantificarse su impacto por la posible generación de RCD.

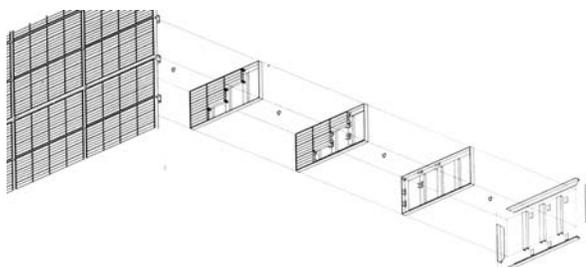
La Comunidad Europea clasifica los RCD en tres grandes categorías (cf. Llatas, 2000; Huete et al., 1998a):

- Tierras, residuos normalmente generados por la modificación topográfica del lugar, excavaciones, rellenos, etc.;
- Envases, es decir, los desechos ocasionados por los paquetes, potes, botellas y otras formas de embalar y envasar los materiales; y
- Restos: son los sobrantes originados en los procesos de construcción de las obras, tales como piezas de mampostería rotas, restos de concreto, cabillas, maderas, y que son a su vez clasificados según el tipo de material: metálicos, de asfalto, pétreos, etc. (figura 14).

Acerca de la cuantificación de los RCD, en algunos países de la Comunidad Europea se tienen estimaciones del volumen generado. Por ejemplo, en España, de acuerdo con datos obtenidos por algunas investigaciones (Llatas, 2000, pp. 11 y ss.; Huete et al., 1998a; ITeC, 2000, Documento 1, p. 25), el volumen

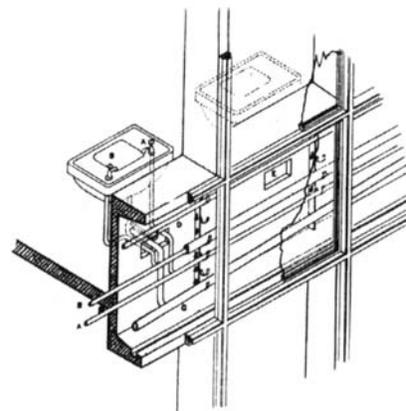
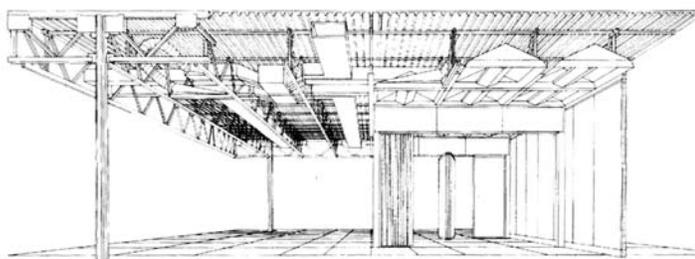
**Figura 12:**  
La deconstrucción

Fuente:  
A&V (1990)  
ITeC 2000



**Figura 13:**  
Fácil funcionamiento  
y mantenimiento de las edificaciones

Fuente:  
Fumadó, 1999

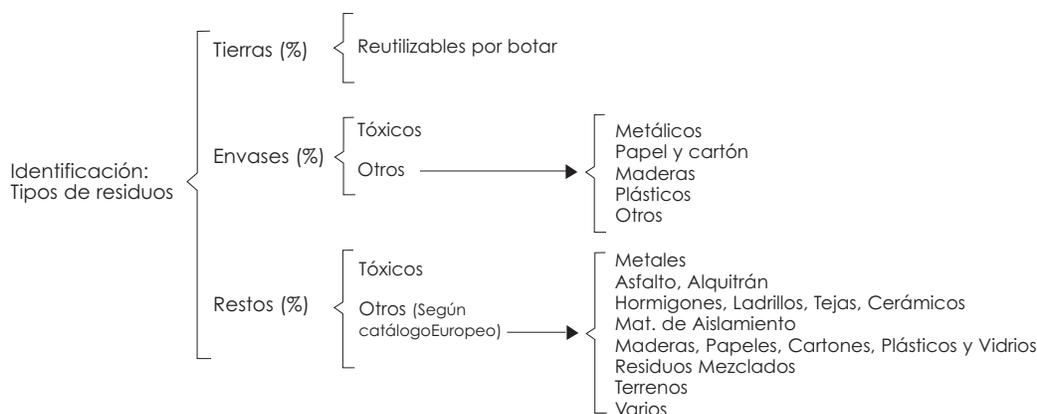


aparente (transportado) de residuos por demolición de edificaciones es de 1,43 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de construcción, mientras que la producción de residuos en la construcción nueva de edificios se estimó entre 0,12 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y 0,15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de construcción, cantidad significativa si se considera que sólo en Andalucía se construyen alrededor de un millón de metros cuadrados de vivienda al año. Estos datos corresponden a un contexto donde la Normativa está basada en estrictos principios conservacionistas del tipo "el que contamina paga", y por lo tanto existen estímulos para minimizar los RCD.

Como ya mencionamos, en Venezuela los únicos datos que manejan los profesionales de la construcción

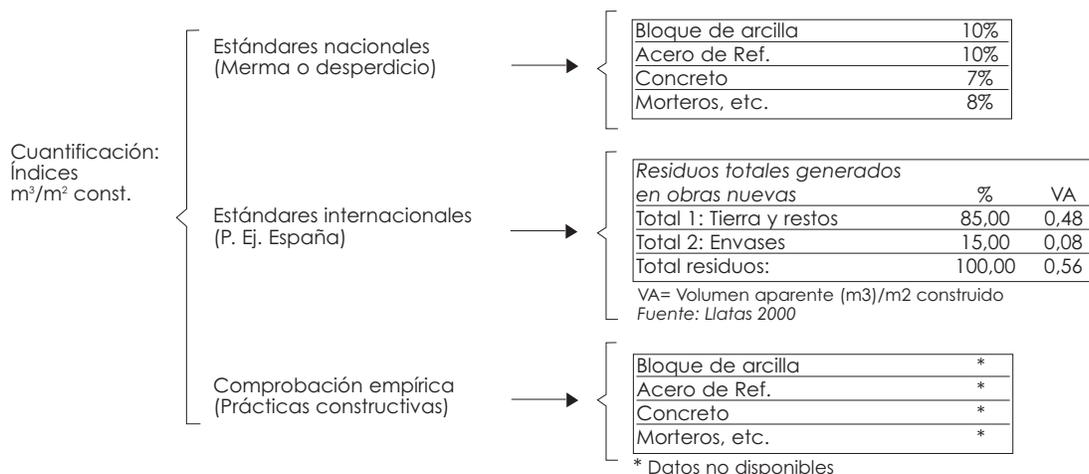
acerca de los residuos en las obras son los porcentajes de desperdicio o mermas de los materiales en los análisis de precios unitarios de las partidas para efectos de presupuestos de obras. Un tema importante de investigación es cuantificar empíricamente –en trabajo de campo de construcciones nuevas, así como de demoliciones– los desechos producidos por tipo de obra, por partida y por su origen, los cuales hasta el momento desconocemos. Sospechamos que en virtud de que en nuestro país no existe una Normativa específica que desestime la generación de escombros, y que en general las prácticas constructivas producen excesivos desechos, podemos esperar cifras mayores de generación de RCD que las europeas, con su consecuente impacto ambiental (figura 15).

**Figura 14:**  
Identificación de los RCD



Fuente: Llatas, 2000, elaboración propia.

**Figura 15:**  
Cuantificación de los RCD



Fuente: Llatas, 2000, elaboración propia.

En cuanto al origen de los RCD, los residuos de la construcción pueden provenir de obras nuevas, de alteraciones (ampliaciones y modificaciones), de demoliciones (derribos) o de situaciones excepcionales, como ocurre en el caso de desastres (figura 16). La generación de residuos y desechos varía según el tipo de obra, pero la generación de residuos proviene de los distintos subprocesos (o "partidas" de obra) y de allí su heterogeneidad. Estos subprocesos incluyen: movimiento de tierra, fundaciones, estructura portante, cerramientos exteriores y tabiques interiores, cubierta, impermeabilizaciones, revestimientos de paredes y pisos, y otras partidas de obra.

Por otra parte, durante la ejecución de la obra se generan residuos en la recepción de suministros, durante el almacenaje, durante la manipulación y el transporte, y muy especialmente en su puesta en obra. Las causas principales de tales pérdidas son la mala organización de la obra y fallas en la manipulación (pérdidas, roturas, etc.), los defectos en la ejecución de las obras (demoliciones parciales o totales por mala práctica) y, de manera importante, defectos en el proyecto cuando no se coordinan dimensionalmente los distintos materiales, componentes y accesorios, y su entrada al proceso de producción. Otra fuente importante de desechos está constituida por los envases, envoltorios y materiales de empaque. La demolición de edificaciones y otras obras civiles son una importante fuente de escombros y desechos, al igual que la destrucción originada y las demoliciones sobrevenidas como consecuencia de un gran desastre.

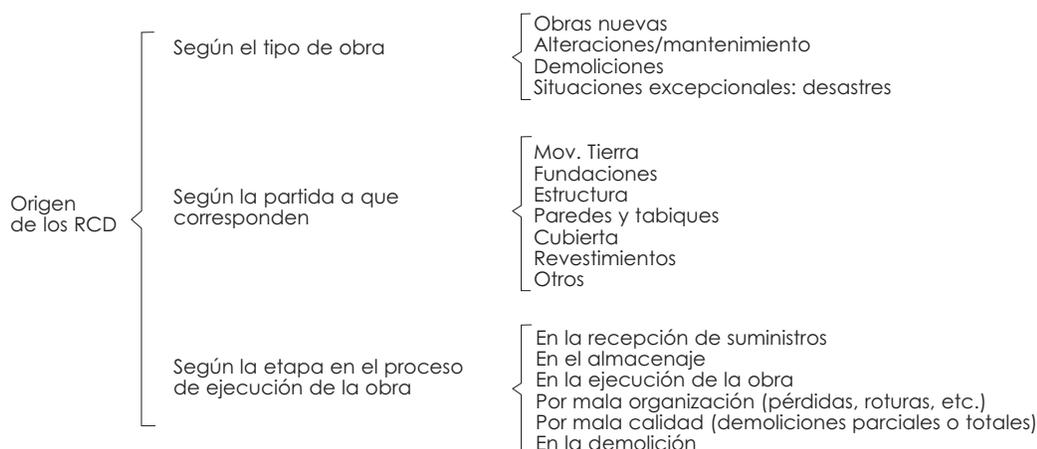
### Mejorar las prácticas constructivas

Otro aspecto importante en la prevención es el aporte que pudieran ofrecer los gremios inmobiliario y de la construcción en la mejora de las prácticas constructivas, estimulando entre sus agremiados en primer lugar la adopción de las estrategias "cero desperdicio" y "construir bien desde el inicio". Tareas tan rutinarias y relativamente sencillas como revisar y evaluar a fondo el proyecto que se va a ejecutar, y planificar los procesos de construcción con suficiente antelación, son acciones que contribuyen a evitar demoliciones o roturas de paredes y pisos por errores o mala ejecución.

Los promotores y constructores pudieran exigir que desde el proyecto se tomen acciones para prever la generación de residuos, adoptando en la medida de lo posible los principios de la construcción seca y la desconstrucción, en el entendido de que es preferible no generar el residuo a tener que gestionarlo, lo cual aumenta significativamente los costos. Sin embargo, una vez generados los RCD se podrían aplicar acciones operativas de diversa índole entre las cuales se pueden incluir<sup>10</sup>:

- Separación y clasificación selectiva de los RCD: con el objeto de poder reciclar o reutilizar los materiales y componentes desechados provenientes de las obras, estos deben ser separados entre sí y clasificados según su origen en pétreos, asfálticos, plásticos, etc. (ITeC, 2000, Documento 2, p. 33),
- La valorización de los RCD (ver capítulo siguiente):
  - El reciclaje
  - La reutilización

**Figura 16:**  
Origen de los RCD



Fuente: Llatas, 2000, elaboración propia.

- La desconstrucción: es decir, evitar la demolición y promover la recuperación de la mayor parte de los elementos de las edificaciones al final de su vida útil.
- La disposición controlada de los residuos: no contribuir al bote indiscriminado de desechos en el paisaje o en vertederos incontrolados. Por ejemplo, en Cataluña (cf. ITeC, 2000, Documento 1) se han elaborado recomendaciones específicas sobre gestión de RCD dirigidas a los promotores y constructores las cuales presentamos al final de este trabajo.

Pensamos que una de las actividades más trascendentes que podemos promover desde la Academia es la difusión entre las Cámaras Inmobiliaria y de la Construcción de una conciencia ambiental y de sostenibilidad que se traduzca en acciones concretas y a corto plazo para reducir la generación de residuos en las obras<sup>11</sup>.

#### **Participación de los municipios: información, legislación, incentivos y vigilancia**

Es pertinente traer de nuevo a discusión las recomendaciones del ITeC sobre gestión de RCD, en este caso las dirigidas a los organismos municipales (ITeC, 2000, Documento 1, pp. 79-80), entre las cuales cabe destacar las siguientes:

- Crear progresivamente legislación específica para que los proyectos incluyan información sobre la generación y gestión de residuos
- Fomentar, a través de legislación específica, la separación y recogida selectiva de los materiales
- Vigilar la aplicación de la normativa municipal para RCD
- Controlar el bote ilegal de escombros y los vertederos legales a través de ordenanzas para este fin y de vigilancia ambiental.

Una de las acciones más significativas que pudieran acometer las autoridades municipales es la implantación de un programa de información y educación ambiental con el objeto de promover la participación ciudadana de profesionales, promotores públicos y privados, autoridades, y público en general. La exagerada generación de desechos en nuestra sociedad es un problema cultural, y cambiar esta situación exige entender el problema como: "...una tarea democrática... [que]...consiste en superar la cultura de la ineficiencia material de las tecnologías brutas en producción, del despilfarro en el consumo y de la mal llamada "eliminación" en la gestión de residuos,

orientando activamente el cambio tecnológico y los hábitos sociales hacia la ecoeficiencia, los consumos responsables, la recuperación de los residuos y la minimización de desechos" (Tello, 2001, p. 80).

Este tipo de iniciativa pudiera contribuir a vencer la resistencia al cambio en el entendido de que la mayor dificultad en la implementación de medidas para reducir y gestionar RCD podría encontrarse al intentar cambiar las prácticas convencionales de construcción, y para ello es necesaria la coordinación con los gremios profesionales.

#### **Principio 2: Valorización**

El segundo principio para promover la reducción y regular la gestión de RCD es el de valorización. Entendemos por valorización aquellas acciones que estimulan la recuperación y reincorporación de los RCD al ciclo productivo como materia prima reciclada o como elementos a ser reutilizados en la construcción. Los RCD pueden ser valorizados de dos formas: a través del reciclaje y por medio de la reutilización.

*Reciclaje:* Los residuos pueden ser absorbidos en otras etapas del ciclo de vida a través del reciclaje, en cuyo caso se reincorporan al CV en la fase de producción primaria, como energía recuperada o materia prima. El reciclaje exige procesamiento adicional de los residuos, aplicando energía e incorporando más materiales. Tal es el caso del residuo originado en la demolición de concreto que para ser recuperado requiere de molienda para convertirlo en árido, o de los restos metálicos, que necesitan ser fundidos

*Reutilización:* Consiste en recuperar los materiales, elementos y componentes de las obras para ser de nuevo ensamblados e incorporados en otras edificaciones, o en el comercio de materiales de segunda mano. Un ejemplo típico en nuestra construcción convencional es el de las puertas, rejas y ventanas, elementos que se pueden desmontar de las paredes con relativa facilidad. La reutilización implica que el producto es reincorporado al proceso de producción sin mayores modificaciones adicionales.

Como es lógico pensar, la preferencia en la valoración de los RCD se inclina hacia reciclar menos y a reutilizar más, en virtud de que en la reutilización la recuperación de materiales se logra sin agregar más procesos y energía a los residuos para revalorizarlos. En este sentido la construcción seca, que permite la

ulterior recuperación de componentes, luce como una estrategia deseable que debería ser profundizada en el campo académico y adoptada progresivamente por los profesionales en el proyecto y las obras.

### Principio 3: Eliminación

"Lo que unos seres humanos desechamos como residuo porque no le damos valor, se convierte en un recurso valioso para sostener la precaria subsistencia de otros seres humanos"  
(Tello, 2001, p. 78).

Sería interesante investigar el caso de las zonas de barrios y hacernos una pregunta muy curiosa: ¿quién ha visto un camión de escombros salir de un barrio? Probablemente los residuos generados son reutilizados para rellenos de taludes, pavimentos de piso, etc.<sup>12</sup> Por su parte, los pepinadores organizados en cooperativas recuperan desechos en los vertederos de acuerdo a su origen y los venden para su reciclaje. En este sentido, el desecho de uno puede convertirse en el recurso de otro.

Sin embargo, los residuos se producen y, al final del proceso, los que queden habrá que eliminarlos y será preferible hacerlo de una manera controlada legalmente y compatible con el medio ambiente. Las directivas europeas establecen que: "...los residuos se valorizarán y eliminarán sin poner en peligro la salud del hombre y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar el medio ambiente..." (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, n° L78/32, Art. 4). Por otra parte, la misma directiva prescribe que "De conformidad con el principio de que 'quien contamina paga', el coste de la eliminación de los residuos deberá recaer sobre (...) el poseedor que remitiere los residuos a un recolector..." (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, op. cit. Art. 15).

Existen dos formas típicas de disponer de los RCD: la incineración y el vertido.

*Incineración:* Quemar los residuos es una forma ya poco permitida por sus consecuencias sobre la calidad del aire. Sin embargo, para los residuos sólidos urbanos, en algunos casos se dispone de equipos adecuados para disponer controladamente de los desechos de esta manera. No obstante, en la construcción no se acostumbra disponer de los residuos por incineración, al menos dentro de la normativa.

*Vertido:* El vertido controlado en rellenos sanitarios es la forma usualmente empleada para eliminar los RCD. Aparte del relleno sanitario de La Bonanza, existen varios vertederos específicos para residuos de la construcción en la zona de la Fila de Mariches, cercana a Caracas, que reciben una cantidad importante de escombros<sup>13</sup>.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Los arquitectos y profesionales de la construcción no podemos estar ausentes del problema de la generación de escombros y desechos de las obras e innovaciones que proyectamos y proponemos. Evitar la generación de RCD es un objetivo que trasciende lo ambiental, en virtud de que todo residuo que no haya podido ser recuperado y que haya que eliminar puede ser considerado una pérdida económica y generar a su vez un impacto social y cultural. La eliminación como política tiene serios inconvenientes que han sido señalados con vehemencia por los críticos de este principio: " El vertido en masa y la incineración han sido las tecnologías...que han caracterizado la etapa de gestión orientada a la 'eliminación'. El objetivo consistía en sacar la basura de la vista, 'hacerla desaparecer'. La experiencia ha demostrado que estos sistemas crean adicción al desecho, desincentivan la recuperación y son incapaces de contrarrestar las tendencias insostenibles al aumento de la producción de residuos" (Tello, 2001, p. 80).

Por esta razón, y por las que hemos expuesto a lo largo de este trabajo, el título de este capítulo hace énfasis en la reducción como estrategia de prevención y minimización de la producción de residuos, y en la gestión, en el sentido de recuperar y valorizar los residuos antes que eliminarlos.

Indudablemente, cambiar las prácticas de proyecto y de construcción tradicionales no es una tarea que pueda imponerse o que pueda implantarse muy rápidamente, sin embargo, hemos intentado demostrar aquí que con pequeños cambios e innovaciones en los proyectos, aplicando criterios conocidos como la coordinación modular y dimensional –el caso del medio bloque de mampostería, que salió del mercado, y el de las decisiones sobre las dimensiones de los ambientes para evitar cortes y roturas de los materiales– y otros criterios como la progresividad y el diseñar para un fácil mantenimiento, podemos desde el pro-

yecto contribuir a reducir la generación de RCD de manera sustancial sin necesariamente ocasionar una ruptura de los modelos de práctica profesional. También ilustramos cómo los promotores y los constructores, a través de prácticas que no representarían un cambio radical de la construcción convencional, pueden lograr aportes significativos en la minimización de residuos con acciones que van desde la separación y clasificación de los escombros, su posible reincorporación a la obra como relleno, revisar y evaluar a fondo el proyecto y planificar los procesos de construcción para evitar demoliciones por errores o mala ejecución.

Como hemos visto, las prácticas convencionales de tratamiento de los RCD, tanto en los proyectos como en las obras, así como la ausencia de una normativa específica, conducen a la generación excesiva de residuos la cual ocasiona un impacto ambiental y económico que atenta contra los objetivos de lograr una arquitectura y construcción sostenibles. En este trabajo hemos propuesto aplicar los principios de prevención, valorización y eliminación compatible con el medio ambiente, y presentamos un conjunto de estrategias derivadas de estos principios. Estas estrategias incluyen la construcción seca, la desconstrucción, y el reciclaje y la reutilización, entre otras. Así mismo hemos destacado la necesidad de estimular la participación de los distintos agentes de la industria de la construcción, incluyendo los promotores, constructores y autoridades municipales, en la tarea de mejorar las prácticas constructivas, así como concertar la legislación específica y los programas de información y educación ambiental.

Sin embargo, hemos insistido también en que más vale evitar el residuo que tener que reciclarlo o eliminarlo. En este sentido consideramos que es necesario emprender un conjunto de planes y acciones para fomentar la reducción y una acertada gestión de residuos de la construcción en Venezuela. A continuación vamos a proponer una serie de recomendaciones a este respecto.

### Recomendaciones

Las recomendaciones las agrupamos en dos categorías. En primer lugar, proponemos analizar la situación actual del problema de los RCD en Venezuela; en segundo lugar, planteamos el desarrollo de un Plan de Gestión de residuos de la construcción. Al final presentamos algunas ideas que podrían servir de base

para formular proyectos de investigación y desarrollo alrededor de este tema.

#### 1. Análisis de la situación actual de los residuos de la construcción en Venezuela.

El análisis que proponemos debería explicar cómo ocurre la producción de RCD en Venezuela así como cuantificar dicha producción, analizar la normativa existente y generar información sobre cómo se realiza actualmente la gestión de residuos.

a) *Producción de residuos.* Para determinar la situación actual de la producción de RCD, se debe establecer la cantidad y calidad de los residuos que se generan. Pensamos que a través de un proyecto de investigación dirigido desde el IDEC se puede caracterizar los RCD, esto es: identificarlos, cuantificarlos y establecer su origen. Tal como lo explicamos más arriba, la investigación sobre este tema contribuiría a cumplir con el principio de Prevención al establecer qué estamos arrojando, cuánto desecho producimos, y de dónde proviene. El producto de una investigación de esta índole podría servir de base para el desarrollo de normativa específica, así como ayudaría a los profesionales a realizar la caracterización de los RCD desde el proyecto y a aplicar estos resultados en las obras.

b) *Aspectos legales y normativa.* Se debe analizar y conocer la normativa actual sobre desechos sólidos en general y sobre residuos de la construcción en particular.

c) *Gestión de residuos.* Se podría afirmar que la gestión de RCD en las ciudades de Venezuela corresponde a un lugar intermedio en lo que el ITeC (2001, pp. 4-6) caracteriza como Nivel 1 y Nivel 2 en su "Definición de los niveles de gestión de residuos de construcción". El Nivel 1 equivale a "Zonas en las que el sector de la construcción todavía no está suficientemente desarrollado y la problemática de los residuos no forma parte de la cultura de esta industria". Mientras que el Nivel 2 corresponde a "Zonas donde ya se ha empezado a controlar el flujo de los residuos de la construcción mediante el establecimiento de una red de vertederos y el desarrollo de normativa específica".

En todo caso, el propósito de desarrollar un análisis de la gestión de residuos es establecer en qué situación se encuentra Venezuela con respecto a esta problemática y compararla con la de otros países. Dicho análisis debe incluir aspectos tales como (ITeC, 2001):

- las prácticas constructivas de las empresas;
- los sistemas de recogida, transporte, valorización y eliminación existentes;

- el estado de los vertederos, legales e ilegales<sup>14</sup>,
- la sensibilidad hacia el tema ambiental entre los gremios profesionales y el público, y
- estimaciones de los planes de construcción masivos como, por ejemplo, los planes quinquenales de vivienda, para prever el posible volumen de residuos que se generaría.

## 2. Plan de gestión de RCD

Se debe promover la realización de un "Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición" en Venezuela, que abarque las instancias nacionales, municipales y que incluya a los promotores y constructores en su desarrollo y ejecución. En el caso europeo, la normativa obliga a los Estados miembros a: "...establecer...planes de gestión de residuos...(que incluyan entre otros aspectos): los tipos cantidades y origen de los residuos;...los lugares o instalaciones apropiados para la eliminación;...las personas físicas o jurídicas facultadas para proceder a la gestión de residuos;...la estimación de los costes de las operaciones de valorización y eliminación;...las medidas apropiadas para fomentar la racionalización de la recogida, de la clasificación, y del tratamiento de los residuos" (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, Art. 7 de la directiva nº L 78/34).

El objetivo de un plan de gestión de residuos debe ser "...desarrollar los instrumentos necesarios que permitan conseguir de forma paulatina disminuir la producción de residuos y aumentar los porcentajes de reutilización y reciclaje, dejando los vertederos tan solo para aquellos materiales que no se pueden valorizar" (ITeC, 2001, p. 4).

Los planes de gestión que hemos tenido la oportunidad de revisar (por ejemplo: Comunidad Autónoma Andaluza, 1995; Departament de Medi Ambient, 1996; ITeC, 2000 y 2001) coinciden en establecer por lo menos dos niveles de acción: el municipal, y el de las obras.

a) *A nivel municipal.* Para la realización del plan de gestión a nivel municipal se propone el desarrollo de tres aspectos:

- La creación de sistemas de gestión municipal que promuevan la separación, clasificación y ulterior reutilización y reciclaje de los RCD. Así mismo, establecer coordinadamente con otros municipios y con las instancias nacionales la previsión de vertederos controlados de residuos. Así mismo se debe estudiar el impacto económico de la implementación de este sistema.
  - Otro aspecto es el desarrollo de normativas específicas para su aplicación por promotores, constructores y el público. Vale la pena en este punto retomar las recomendaciones que aplican en Cataluña (ITeC, 2000, Documento 1, pp. 79-80) que incluyen crear progresivamente legislación específica para que los proyectos incluyan información sobre la generación y gestión de residuos, y el fomentar, a través de legislación específica, la separación y recogida selectiva de los materiales.
  - Un tercer aspecto del plan de gestión a nivel municipal consiste en promover un programa de información y sensibilización a la comunidad a través de una campaña educativa. Comentábamos más arriba que una de las acciones más significativas que pudieran acometer las autoridades municipales es la implantación de un programa de esta índole con el objeto de promover la participación ciudadana de profesionales, promotores públicos y privados, autoridades, y público en general en controlar la exagerada generación de desechos característica de nuestra sociedad.
- b) *En las obras.* Para lograr la reducción de residuos a nivel de las obras se debe procurar la acción coordinada de los distintos agentes de la construcción: promotores, proyectistas, constructores y autoridades municipales. Las acciones a emprender y las responsabilidades de cada actor deben estar definidas y diferenciadas. En España algunas regiones han desarrollado recomendaciones específicas para los promotores y constructores (ITeC, 2000, Documento 1, pp. 69-78). Cabe destacar las siguientes:
- Recomendaciones a los promotores:
    - Incorporar criterios para la gestión eficiente y controlada de los RCD desde los estudios de factibilidad de la promoción
    - Promover la participación de los actores del sector inmobiliario en la problemática ambiental generada por los RCD
    - Cumplir la normativa legal existente
    - Prever criterios para gestionar los residuos que se generen durante la vida útil del edificio
  - Recomendaciones a los constructores y al personal a cargo de las obras:
    - Clasificar los residuos para facilitar su valorización y disposición en el vertedero
    - Planificar con anticipación suficiente la gestión de RCD en las obras
    - Entender que reducir los desechos se traduce en ahorros en las obras

- Controlar la generación de RCD por parte de los subcontratistas
- Fomentar la aplicación en las obras de los residuos que ellas mismas generan
- Controlar el movimiento y acarreo de los residuos en la obra
- Colocar los residuos en sacos y contenedores adecuados
- Llevar un registro de cada camión de escombros que sale de la obra.

Por último, presentamos algunas ideas que pudieran servir de base para formular proyectos de investigación y desarrollo en el tema de la reducción y gestión de RCD.

1. En primer lugar, planteamos desarrollar una serie de propuestas para la construcción convencional que contribuyan a la reducción de la generación de RCD. Como ya mencionamos, otros países han demostrado que es factible introducir mejoras en las prácticas constructivas convencionales para producir menos RCD ("Tecnologías limpias para la minimización de residuos desde el proyecto de construcción", Huete, 2000). La investigación debe incluir propuestas para las distintas partidas de las obras: movimiento de tierra y excavaciones, fundaciones, estructura, paredes, fachadas, cubiertas, etc.
2. Proponemos así mismo desarrollar innovaciones orientadas a estimular la adopción de la construcción seca y la desconstrucción. Como ya comentamos, la intención detrás de este enfoque es, por una parte, minimizar los residuos típicos de las obras de junta húmeda, y, por la otra, intentar que al final de su ciclo de vida, o en remodelaciones subsiguientes, la edificación pueda ser "deconstruida", con el obje-

to de reciclar sus componentes y partes. Las experiencias sobre construcción modular, prefabricada o industrializada que se realizaron en Venezuela en los años sesenta con el llamado Sistemas de Edificaciones y la Industrialización de la Construcción, en el IDEC y Banco Obrero (años sesenta y setenta), pudieran demostrar ser muy útiles para este enfoque. No sólo se trata de construir en seco, sino también de minimizar las operaciones en obra: montar en vez de construir. Un aspecto importante es la aceptación cultural de este tipo de construcción. Se debe estar atento a los cambios en la dinámica social, en particular a los de las familias. La construcción en seco no puede ser vista aparte del contexto social.

Otra idea interesante dentro de esta línea de trabajo es elaborar un inventario y clasificación de oportunidades y propuestas para la construcción en seco, compatibles ambientalmente. Se trata de inventariar las opciones existentes y disponibles para la construcción en seco en Venezuela. Y proponer líneas de investigación para la construcción en seco: sistemas de fundación prefabricados, muros de contención por gravedad, estructuras de esqueleto y paneles, entramados, entresijos, instalaciones y accesorios. Destacar los aspectos ambientales de la construcción en seco, en el ciclo de vida de las edificaciones<sup>15</sup>.

Finalmente, se debe desarrollar una labor de difusión de los principios de reducción y gestión de residuos, que incluya las estrategias y acciones presentadas en este trabajo, entre ellas, la construcción seca, la desconstrucción, el aprovechamiento de residuos, etc., y que pudiera realizarse con la elaboración de manuales como los que se han producido en España (ITeC, 2000).

## Notas

1 Por ejemplo, en Cataluña, España. Ver ITeC (2000), Documento 1, pp. 15-16 ("Sobre aspectos legislativos").

2 "...se espera que en un futuro próximo no quede ninguna población catalana con un vertedero específico de construcción o con un centro de transferencia a más de 20 Km. de distancia", ITeC, ob.cit., p. 16.

3 Estos principios están enunciados en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (cf. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, nº L 78/32, Art. 3).

4 Los residuos inertes son aquellos que "no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas... ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana". Directiva 1999/31/CE, citada en Doñate, 2001, p. 102.

5 El Prof. Alfredo Cilento ha tratado este tema en diversas publicaciones, ver por ejemplo: Cilento 1999 y 1998.

6 El artículo 4.2.2 de la Norma COVENIN 2246:90 "Lanzamiento de Escombros" es muy claro en este respecto: "Ningún material podrá ser arrojado hacia el exterior de la estructura en demolición a menos que el área esté protegida, debidamente demarcada y señalizada para este fin".

7 Datos de la empresa COTECNICA operadora del relleno sanitario de La Bonanza.

8 Datos basados en la demolición realizada por nuestra empresa de dos edificios con un total de 12.000 m<sup>2</sup>

9 Bs 2.000m<sup>3</sup> x 0,625 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> demolido = Bs 1.250/m<sup>2</sup>.

10 Existen manuales que pueden resultar de enorme utilidad para comenzar a implementar medidas prácticas. Quizás el más interesante sea el producido por el ItEC, Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ItEC, 2000) que contiene un documento introductorio y dos manuales prácticos sobre planes y acciones concretas para la minimización y gestión de RCD. Además, incluye un material de difusión, consistente en afiches y programas de computación para cuantificar la generación de residuos.

11 Para este fin hemos planificado con la Cámara Inmobiliaria de Venezuela realizar talleres prácticos sobre esta problemática.

12 Otro problema es el de la calidad de la ejecución de dichos rellenos.

13 Hace algunos meses visitamos los botaderos de Mariches que se encuentran en los sectores La Estrella, Los Jabillos, La Oscurana, Las Tapias y uno frente al Motel Valle Fresco. Cada uno de ellos presenta diferentes características de emplazamiento geográfico, capacidad y operación. A futuro sería interesante evaluar la capacidad y

el impacto ambiental de los vertederos de residuos de la construcción alrededor de las principales ciudades de Venezuela (a ese respecto ver Recomendaciones en la siguiente sección.)

14 El "Modelo de Análisis del Vertido de Escombros a Nivel Territorial" pudiera ser de gran interés en el desarrollo de este aspecto. Se trata de una línea de investigación que dirige el Prof. Ricardo Huete en la Universidad de Sevilla. Se realiza con ayuda de apoyos informáticos GIS (Geographical Information System), y ARGVIEW (para uso de la Administración Pública), y con la realización de misiones de vuelo para aerofotografías del territorio en estudio. Contempla la identificación de los vertederos de residuos de la construcción, el análisis del impacto ambiental, recomendaciones y lineamientos sobre qué hacer con los vertederos en el territorio estudiado, la cuantificación de los residuos y vertidos generados por tipo de edificación, y la aplicación de los modelos a otros ámbitos geográficos, como pudiera ser el venezolano.

15 Este trabajo fue sugerido por el Prof. Josep Ignasi Llorens para realizarlo conjuntamente con la Universidad Politécnica de Catalunya.

## Bibliografía

ATKINSON, Carol et al. (1996) "Life cycle embodied energy and carbon dioxide emissions in buildings". *Industry and environment: the construction industry and the environment*, 2, vol. 19. UNEP.

CILENTO, Alfredo (1999) Cambio de paradigma del hábitat, IDECV-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, Caracas.

CILENTO, Alfredo (1998) "Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas", *Interciencia*, enero-febrero 1998, vol. 23, n°1, pp 26-32.

Comunidad Autónoma Andaluza (1995) Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma Andaluza BOJA 161, de 19-12-95.

Departament de Medi Ambient (1996) Programa de Residus de la Construcció a Catalunya. Departament de Medi Ambient, Junta de Residus, Generalitat de Catalunya i Gestora de Runes de la Construcció, S.A., Barcelona.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1991) Directiva del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos (91/156/CE), n° L 78/32, 26 de marzo de 1991.

DOÑATE, Ignasi (2001) "Normativa ambiental", *Medi Ambient. Tecnologia y Cultura. Residuos sólidos urbanos: ¿eliminar o reducir?*, n°29, julio de 2001, pp. 101-104, Barcelona.

FULLANA, Pere y Rita PUIG (1997) Análisis del ciclo de vida. Rubes Editorial, S.L., Barcelona.

Gaceta Oficial de la República de Venezuela (1992) Decreto n° 2.216 del 23 de abril de 1992, "Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos", n° 4.418 Extraordinario, pp. 27-30.

HUETE, Ricardo (2000) Aproximación a un proyecto de construcción sostenible. Mimeo, Universidad de Sevilla, España.

HUETE, Ricardo y Carmen LLATAS (2000) "Estrategias para minimizar los residuos desde el proyecto de construcción", en: *Aplicaciones arquitectónicas de materiales*, VI Jornada, Madrid, 21 de noviembre 2000. Escuela Técnica Superior de Arquitectura-ETSAM, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas.

HUETE, Ricardo et al. (1998a) "Gestión del medioambiente urbano. Residuos que se generan en la actividad de construcción. Cuantificación y minimización", en: *Congreso Latino-Americano Tecnología e Gestão na Producto de Edificios: Solucoes para o Tercero Milenio*, pp. 309-321, São Paulo.

HUETE, Ricardo et al. (1998b) "Residuos de construcción y demolición: producción y vertido", en: *Conferencia Anual ATEGRUS 1998, VII Congreso Iberoamericano de Residuos Sólidos*, Libro de Conferencias, Madrid, pp. 146-150.

ItEC-Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (2000) Minimización y gestión de residuos de la construcción. Proyecto Life 98/351: Programa de acciones técnicas para fomentar la valorización, minimización y selección de residuos generados en las obras de construcción y demolición, ItEC, Barcelona. Contiene los siguientes documentos:

Documento 1 (Introducción): "Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción".

Documento 2 (Manual 1): "Plan de gestión de residuos en las obras de construcción y demolición".

Documento 3 (Manual 2): "Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición".

Material didáctico.

ItEC (2001) "Guión para el establecimiento de un método de gestión de los residuos de construcción a nivel de país", Mimeo.

JACOBS, Michael (1997) *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, Editorial ICARIA, Barcelona.

LLATAS, Carmen (2000) "Residuos generados en la construcción de viviendas", Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.

Programa LIFE (1997) *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. Comisión Europea. Dirección General XI. Medio Ambiente. COAC, Demarcación de Barcelona. Barcelona.

TELLO, Enric (2001) "Eliminar residuos o gestionar materiales", *Medi Ambient. Tecnologia y Cultura. Residuos sólidos urbanos: ¿eliminar o reducir?*, n°29, julio de 2001, pp 78-83, Barcelona.

YEANG, Ken (1999) *Proyectar con la naturaleza. Bases Ecológicas para el Proyecto Arquitectónico*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.