



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA  
CAMPO DE CONOCIMIENTO: TECNOLOGÍA**

**DESARROLLO DE UNA GUÍA DE MANEJO PARA EL RECICLAJE,  
REUSO Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN  
Y DEMOLICIÓN EN LA CD. DE PACHUCA, HGO.**

**POR TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN ARQUITECTURA**

**PRESENTA:  
LUIS SPINOLA PANIAGUA**

**TUTOR:  
DR. FIDEL SÁNCHEZ BAUTISTA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**MÉXICO, D. F., MARZO DE 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HISTÓRICAS**



**AGRADECIMIENTOS.**

**A DIOS POR HABERME DADO SALUD, FORTALEZA Y PERSEVERANCIA PARA LOGRAR ALCANZAR UN OBJETIVO MUY IMPORTANTE EN MI VIDA...**

**A MIS PADRES, POR SU APOYO INCONDICIONAL...**

## **ÍNDICE.**

<b>CAPITULO 1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>8</b>
1.1 Problemática .....	8
1.2 Reducción, Reutilización y Reciclaje .....	13
1.3 Estado Actual de los RC&D en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo .....	14
1.3.1 A nivel Municipal:.....	14
<b>CAPITULO 2. MATERIALES Y RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CD. DE PACHUCA, HGO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Definiciones .....	15
2.2 Descripción .....	15
2.3 Tipología.....	16
2.3.1 De acuerdo a su Manejo .....	16
2.3.2 De acuerdo a su Riesgo.....	16
2.3.3 De acuerdo a su Tipo de Actividad (ver tabla 2). .....	17
2.4 Características y Comportamiento de los RC&D.....	18
2.5 Composición .....	21
2.6 Ciclo de vida de los RC&D. ....	22
<b>CAPITULO 3. MANEJO DE LOS RC&amp;D EN EL CONTEXTO MUNDIAL Y NACIONAL .....</b>	<b>25</b>
3.1 En Europa.....	25
3.2 En los EE.UU. ....	27
3.3 En México .....	30
<b>CAPITULO 4. PROCEDIMIENTOS DE RECICLAJE, REUSO Y REUTILIZACIÓN DE RC&amp;D</b>	<b>31</b>
4.1 Conceptos y Definiciones .....	31
4.1.1 Reutilizar .....	31
4.1.2 Reciclar .....	31
4.1.3 Reusar.....	31
4.2 Limitantes.....	32
4.3 Consideraciones Previas .....	32
<b>CAPITULO 5. GESTIÓN DE LOS RC&amp;D .....</b>	<b>35</b>
5.1 Conceptos y Definiciones .....	35
5.2 Generadores.....	35
5.2.1 Por Tipo de Obra. ....	35
5.2.2 Por Tipo de Agente. ....	36

<b>5.3 Impactos .....</b>	<b>36</b>
<b>5.4 Dificultades .....</b>	<b>37</b>
<b>5.5 Beneficios.....</b>	<b>38</b>
<b>5.6 Medidas .....</b>	<b>39</b>
5.6.1 Previo, durante y después de la construcción .....	39
<b>5.7 Consideraciones .....</b>	<b>39</b>
5.7.1 Respecto al Plan de Manejo.....	39
5.7.2 Respecto a las Demoliciones y/o Remodelaciones .....	41
5.7.3 Respecto al contratista, al arquitecto y al propietario.....	42
5.7.4 Respecto a los Materiales.....	43
5.7.5 Respecto al Agua .....	44
5.7.6 Respecto a la Energía .....	44
5.7.7 Respecto al Costo .....	45
5.7.8 Respecto a la Separación en Sitio o en Planta .....	47
5.7.9 Respecto al Reporte de Gestión de Residuos.....	51
<b>5.8 La Planta de Clasificación y Producción de Materiales Reciclados.....</b>	<b>51</b>
5.8.1 La Planta Clasificadora.....	51
5.8.2 La Planta Trituradora .....	52
5.8.3 El Proceso de Reciclaje en Planta.....	54
5.8.4 Ejemplos de Plantas .....	55
<b>CAPÍTULO 6 MARCO CONTEXTUAL .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1 Historia de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo.....</b>	<b>59</b>
<b>6.2 Contexto Geográfico .....</b>	<b>62</b>
<b>6.3 Contexto social .....</b>	<b>63</b>
<b>CAPÍTULO 7 MARCO NORMATIVO Y LEGAL .....</b>	<b>64</b>
<b>7.1 Constitución Política de los EUM .....</b>	<b>64</b>
<b>7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) .....</b>	<b>65</b>
<b>7.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos .....</b>	<b>71</b>
<b>7.4 Ley para la Protección del Ambiente del Estado de Hidalgo.....</b>	<b>79</b>
<b>7.5 Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca .....</b>	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO 8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA .....</b>	<b>82</b>
<b>8.1 Planteamiento Del Problema.....</b>	<b>82</b>

8.1.1 Enunciado del Planteamiento del Problema .....	82
8.1.2 Pregunta de Investigación.....	82
8.1.3 Hipótesis .....	82
<b>8.2 Estudio De La Metodología .....</b>	<b>82</b>
8.2.1 Objetivos de la Metodología .....	82
8.2.2 Variables .....	83
8.2.3 Participantes/Elementos de Análisis. ....	83
8.2.4 Instrumentos/Materiales. ....	84
8.2.5 Procedimiento. ....	84
8.2.6 Cronograma. ....	85
<b>8.3. Análisis de la Información y Presentación de Datos.....</b>	<b>85</b>
8.3.1 Diseño de categorías con base en datos cualitativos/cuantitativos: Entrevista .....	85
8.3.2 Resultados y Conclusiones.....	86
<b>CAPÍTULO 9. PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA GUÍA DE DE MANEJO PARA EL RECICLAJE, REUSO Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>Objetivo .....</b>	<b>91</b>
<b>Datos Críticos .....</b>	<b>92</b>
<b>Apartado 1.- Los Materiales y el Medio Ambiente .....</b>	<b>96</b>
1.1 Características de los Materiales y su Impacto al Medio Ambiente .....	96
1.2 Diagrama de Impactos al Medio Ambiente.....	98
1.3 Descripción de Impactos .....	98
1.4 Beneficios al Evitar, Reducir y Minimizar .....	99
<b>Apartado 2.- Estrategias.....</b>	<b>101</b>
2.1 Poner en práctica las 3 R's .....	101
2.1.1 Reducir:.....	101
2.1.2 Reutilizar: .....	102
2.1.3 Reciclar .....	103
2.2 Gestionar los Residuos de la Construcción y Demolición.....	104
2.2.1 Definición de Residuos de Construcción .....	104
2.2.2 Definición de Residuos de Demolición.....	104
2.2.3 ¿Qué es la Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición?.....	104
<b>Apartado 3.- Reducir, Reciclar y Reutilizar los Materiales Obtenidos .....</b>	<b>106</b>

3.1. Respecto a los Materiales .....	106
3.2 Respecto a la Separación en Sitio o en Planta.....	106
3.3 Tabla de Procesos y Posibles Usos Finales de los RC&D .....	111
3.4. Consideraciones de Normatividad y Legislación para la Reutilización de los Residuos de la Construcción y Demolición en México .....	112
3.5 Residuos que por su Volumen, Impacto en el Medio Ambiente, Energía Incorporada en su Producción y Factibilidad para su Reducción, Reciclaje y Reutilización, son considerados en la presente Guía. ....	113
3.6 Las 3 R's del Ladrillo .....	113
3.6.1 La Reducción, Reutilización y el Reciclaje de Ladrillos .....	114
3.6.2 El uso de Ladrillo Reciclado como agregado en Concreto .....	115
3.6.3 Contaminantes en el Agregado de Ladrillo Reciclado.....	118
3.7 Las 3 R's del Concreto.....	119
3.7.1 Agregados reciclados .....	120
3.7.2 Características .....	120
3.7.3 La reducción, reutilización y reciclaje del concreto. ....	121
3.7.4 Consideraciones Técnicas para la Reutilización de Concreto .....	124
3.7.5 Proceso de Reciclaje y Reutilización de Concreto en la Planta de la Empresa "Concretos Reciclados S.A. de C.V." .....	124
3.8 Las 3 R's del Acero .....	132
3.8.1 La Reducción, Reutilización y el Reciclaje del Acero .....	132
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO I. ENTREVISTAS .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXO III. EL POTENCIAL DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>162</b>
<b>ANEXO IV. RESPONSABILIDADES.....</b>	<b>165</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La construcción de proyectos nuevos, la remodelación y la demolición de edificios por la creciente escasez de nuevos espacios para construir, generan una gran cantidad de residuos sólidos de la construcción (concreto, ladrillos, blocks, cerámicos, etc.) en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo. El municipio no cuenta con una guía de gestión, reciclaje y reutilización para este tipo de residuos y su destino final son predios abandonados, márgenes de ríos, tiros de mina, vertederos de residuos sólidos municipales, entre otros, por lo que causan un amplio impacto en el medio ambiente (contaminación por partículas suspendidas, filtración al subsuelo de contaminantes, compactación del suelo, lo que lo hace permeable, impidiendo la recarga de los mantos acuíferos, etc.), en la salud humana (aumento de enfermedades respiratorias y gastrointestinales y alergias en ojos y piel por partículas suspendidas, que en ocasiones se encuentran mezcladas con diversas formas de parásitos), deterioran la imagen urbana (muestran una ciudad sucia y desprotegida), provocan asentamientos irregulares y fomentan la proliferación de fauna nociva.

En la presente investigación se identificarán, ubicarán y clasificarán los distintos agentes generadores de Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D), se determinarán los tipos, características y volúmenes de RC&D generados y se llevarán a cabo entrevistas a las autoridades y organismos relacionados con las obras en ejecución. Todo ello con la finalidad de diseñar una Guía de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición que se adapte a las circunstancias y características de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo; con el cual se planea lograr un impacto positivo en la comunidad, que a su vez podría ser multiplicado a nivel nacional.

## **CAPITULO 1. ANTECEDENTES**

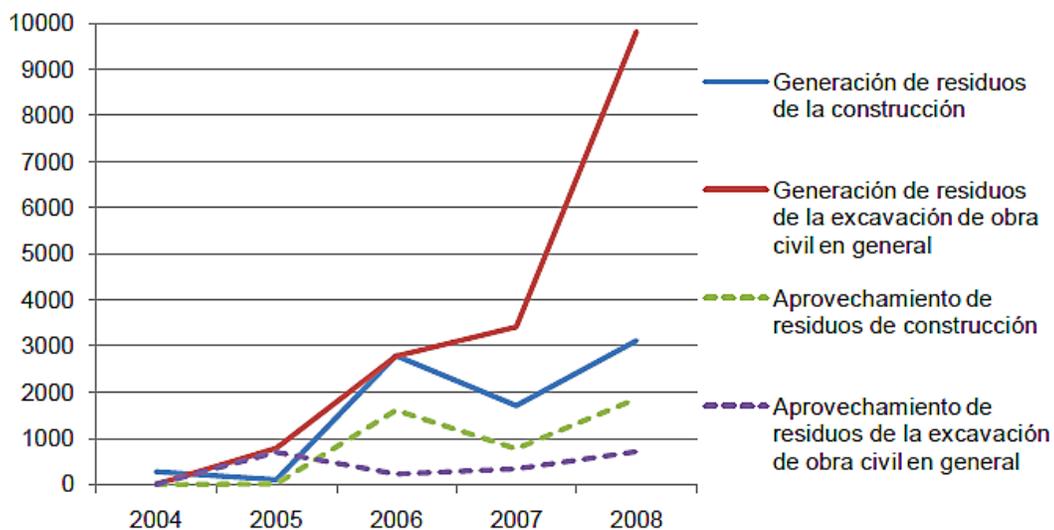
### **1.1 Problemática**

La Industria de la Construcción a nivel mundial genera amplios impactos directos e indirectos sobre el medio ambiente y México no es la excepción. Las construcciones de todo tipo, utilizan recursos energéticos, agua y materiales vírgenes y generan desechos

y emisiones perjudiciales al medio ambiente como aquellos contaminantes que se filtran al subsuelo (aceites, pinturas, asbestos, etc.).

“Los propietarios de edificios, diseñadores y constructores enfrentan un desafío único para satisfacer la demanda de instalaciones nuevas y renovadas que sean económicamente accesibles, seguras, saludables y productivas minimizando su impacto sobre el medio ambiente.”<sup>1</sup>

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de GEI, publicado por el INE, “la Industria de la Manufactura y Construcción genera un 8% del total de los Gases de Efecto Invernadero “GEI” en nuestro país” (ver figura 1)<sup>2</sup> y solo los residuos generados por la construcción y demolición de este sector generan un estimado del 21% de todos los desechos no industriales.



**Figura 1.** Información de México con base al diagrama diseñado por el “World Resources Institute”, WRI. WRI. (2005). “Navigating the Numbers: Greenhouse gases and international climate change agreements”. Pág. 4.

<sup>1</sup> WBDG, Sustainable Committee. (2011) *Whole Building Design Guide (Guía de Diseño Constructivo Integral)*. [Documento WWW]. URL <http://www.wbdg.org/design/sustainable.php>. Octubre, 2011.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Ecología. (2002) *Inventario de Emisiones de GEI*. [Documento WWW]. URL [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/mexico\\_nghgi\\_2002.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/mexico_nghgi_2002.pdf). Octubre, 2011.

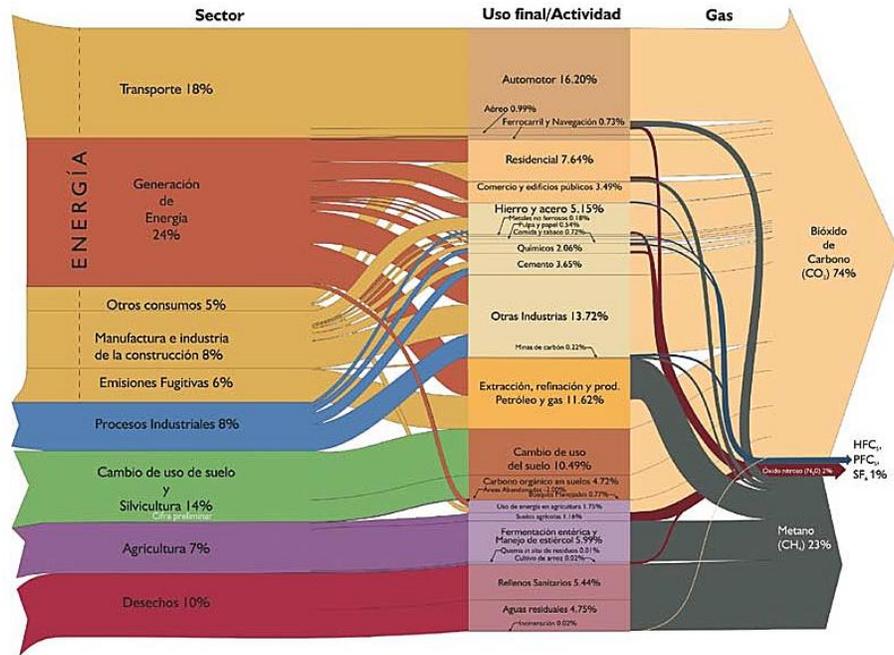


Figura 2. Emisiones en millones de Toneladas de CO2 por Sector.

En la figura 2, se observa que el Sector Manufactura e Industria de la Construcción, es el tercer sector en importancia en emisiones de CO2, uno de los principales GEI.

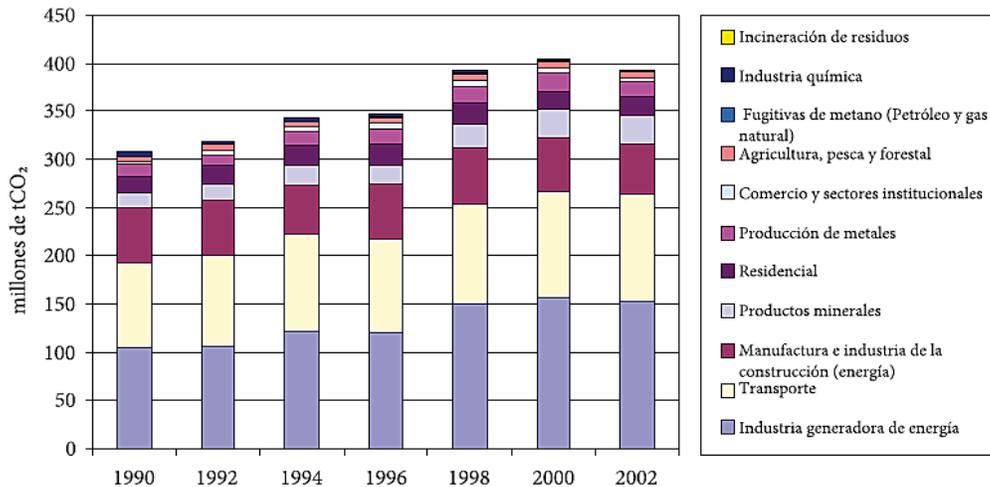


Figura 3. Comportamiento de los RC&D, periodo de 2004-2008. Volumen de Toneladas/Día en el D.F.

La figura 3 muestra que la generación de residuos de la construcción y de la excavación de obra civil en general, presenta niveles de 9,000 y 3,000 toneladas diarias respectivamente, los cuales se incrementaron en más de un 300% en un periodo de cinco años (2005-2008) mientras que tan solo el 30% de estos residuos de la construcción y la excavación de obra civil se aprovechan.

Aproximadamente el 50% de los materiales utilizados en la construcción proceden de la corteza terrestre, produciendo diariamente unas 200 toneladas de RC&D, solo en la Ciudad de Pachuca, sin tomar en cuenta su zona conurbada. Este volumen aumenta constantemente, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. En la actualidad no existen datos sobre la cantidad de desechos que se reutilizan, en su mayoría como material de relleno, sin embargo vemos a lo largo de terrenos baldíos, cauces de ríos y tiraderos clandestinos, grandes volúmenes de escombros, los cuales además de causar una mala imagen urbana, provocan diversos malestares en la población y afectan al medio ambiente.

En términos estadísticos, se puede decir que “el sector de la Construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados.”<sup>3</sup>

Analicemos los impactos generados a lo largo del ciclo de vida de los materiales de la construcción:



**Figura 4.** Evaluación del Ciclo de Vida de los Productos de la Construcción.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Anink, D., Boonstra, C., y Mak, J. (1996) *Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment (Manual de la Construcción Sostenible. Un Método de Preferencia Ambiental para la Selección de Materiales para su Uso en la Construcción y Renovación)* (pp.8)

<sup>4</sup> Hestin, M. (2010). *Management of Construction and Demolition Waste in the EU. (Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición en la Unión Europea.* [Documento WWW].URL [www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%20201062010.pdf](http://www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%20201062010.pdf) (pp. 17)

La fase de extracción y procesado de materias primas es la etapa más impactante, dado que la extracción de rocas y minerales industriales se lleva a cabo a través de la minería a cielo abierto, en sus dos modalidades: las canteras y las graveras. El impacto producido por las canteras y graveras va desde la modificación topográfica y del paisaje, la pérdida de suelo, hasta la contaminación atmosférica y acústica.

La fase de producción o fabricación de los materiales de construcción representa igualmente otra etapa de su ciclo de vida con abundantes repercusiones medioambientales. En el proceso de producción o fabricación de los materiales de construcción, los problemas ambientales derivan de dos factores: de la gran cantidad de materiales pulverulentos que se emplean y del gran consumo de energía necesario para alcanzar el producto adecuado. Los efectos medioambientales de los procesos de fabricación de materiales se traducen, pues, en emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub>, polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertido de líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.

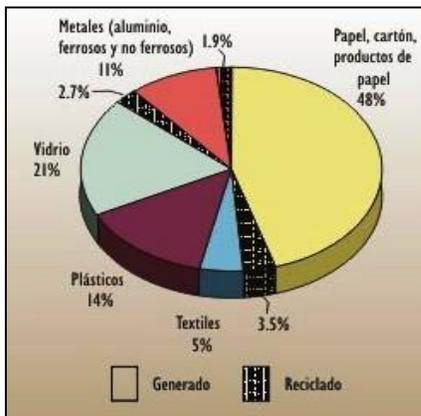
La fase de empleo o uso racional de los materiales, quizás la más desconocida pero no menos importante, dado que incide en el medio ambiente, en general; y, en particular, en la salud. Los contaminantes y toxinas más habituales en ambientes interiores y sus efectos biológicos -inherentes a los materiales de construcción en procesos de combustión y a determinados productos de uso y consumo- van desde gases como ozono y radón, monóxido de carbono, hasta compuestos orgánicos volátiles como organoclorados (PVC).

Por último, la fase final del ciclo de vida de los materiales de construcción coincide con su tratamiento como residuo. Estos residuos proceden, en su mayor parte, de la demolición de edificios o de rechazos de materiales de construcción de obras nuevas o remodelaciones. Se conocen habitualmente como escombros, la gran mayoría son inertes, es decir, no son contaminantes como: concreto, acero, tabiques, blocks, aluminio, etc.; sin embargo, algunos residuos contienen solventes, pinturas, fibra de vidrio, asbesto y otros materiales que de no disponerse adecuadamente terminarán impactando al ambiente y la salud de la población.

## 1.2 Reducción, Reutilización y Reciclaje

La Reducción, Reciclaje y Reutilización de los Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D) permitiría disminuir el impacto sobre las fuentes de recursos naturales y el medio ambiente; disminuirían las emisiones atmosféricas al consumir menos energía y combustibles fósiles, ya que se aprovecharía el reciclaje de los residuos y al no producir los mismos volúmenes de productos, se reduce el uso y contaminación del agua; simplemente con gestionar los RC&D y evitar que se depositen en vertederos clandestinos, ayudaría a la recuperación de los mantos freáticos, los cuales recibirían una mejor calidad de agua y al evitar la contaminación de los suelos, se evitaría la filtración de tóxicos al subsuelo, además de que los RC&D contienen residuos tóxicos y peligrosos como plomo en pinturas, asbesto, solventes, etc. que de no destinarse a un adecuado confinamiento, representan un grave problema para la salud de la población, ya que al dispersarse en el suelo, el agua y el aire, son causantes de diversas enfermedades cada vez más comunes: diversos tipos de cánceres y malformaciones genéticas, alergias, dermatitis, afecciones oculares, trastornos en la reproducción, etc. Todo esto nos ha puesto en riesgo como especie y es una amenaza real a nuestra forma de vida.

Incrementaríamos los volúmenes de materiales reciclados en el país, ya que solo el 3.5%, 2.7% y 1.9% del papel y cartón, textiles, plásticos y vidrio y de los metales se recicla respectivamente; porcentajes muy bajos a simple vista (ver figura 5).



**Figura 5:** Producción de residuos sólidos reciclables y volumen de reciclado en los sitios de disposición final en México, 1995-2001. Fuente: Semarnat (2002) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.

Con una adecuada gestión de los RC&D, además se podrían crear empleos “verdes” (aquellos que contribuyen a conservar o restablecer la calidad ambiental). Actuar con responsabilidad respecto a lo que consumimos y

producimos será la única manera en la que podremos seguir contando con suficientes recursos para nosotros y las futuras generaciones.

### 1.3 Estado Actual de los RC&D en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo

#### 1.3.1 A nivel Municipal:

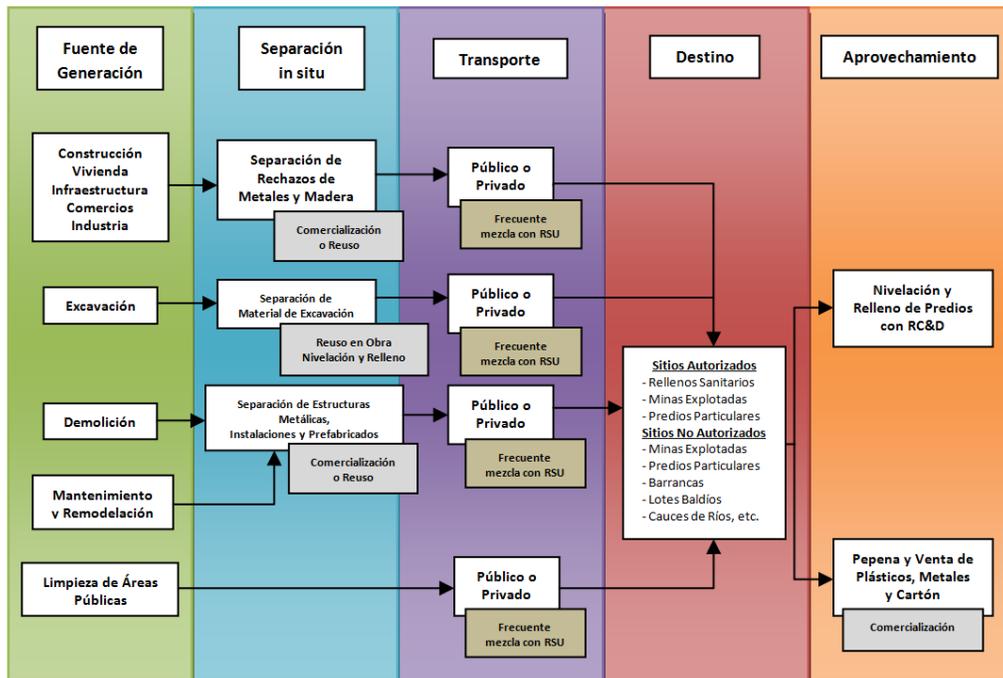


Figura 6. Manejo Actual de los RC&D en la Ciudad de Pachuca, Hgo. Adaptada de <sup>5</sup>

Observamos en la Figura 6 que el destino de los RC&D en la Cd. de Pachuca, Hidalgo, son los sitios autorizados y no autorizados; el uso final de los RC&D es exclusivamente para nivelación de rellenos y predios o para su comercialización, perdiéndose su potencial de reciclaje y reutilización. Por lo tanto, el municipio NO cuenta con una Guía de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición.

De acuerdo a lo anterior, es evidente que no existe un adecuado aprovechamiento dado el potencial con el que cuentan. Los RC&D, se deben de recuperar, almacenar y procesar adecuadamente porque con ello, además de constituirse en materiales

<sup>5</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (2010) *Estudio de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos de la construcción en el Distrito Federal*. [Documento WWW]. URL <http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/EOT-02-2010.pdf>. Octubre, 2011.

recicladados con valor comercial que generarían fuentes de empleo, su adecuada gestión evitaría el deterioro al medio ambiente y a la salud.

## **CAPITULO 2. MATERIALES Y RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA CD. DE PACHUCA, HGO.**

### **2.1 Definiciones**

**2.1.1 Residuos de Construcción:** Residuos de edificaciones y reacondicionamiento de viviendas, edificios comerciales y otras estructuras. La composición es muy variable, puede incluir piedras, ladrillos, concreto, maderas, elementos de instalaciones especiales, etc.<sup>6</sup>

**2.1.2 Residuos de Demolición:** Los residuos de edificios demolidos, calles, caminos y otras estructuras similares. La composición de dichos residuos es similar a la de los residuos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y metales. Vidrio industrial (que no se utiliza como envase) y su uso es para almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano, cristales blindados, fibra óptica, focos, etc.<sup>7</sup>

### **2.2 Descripción**

Los Residuos de Construcción y Demolición, comúnmente abreviados como RC&D, pueden constituir hasta el 50% de todos los residuos sólidos generados en un país. Tienen su origen en diversos eventos, tanto naturales como humanos, y su naturaleza es muy diversa. Pueden ser de origen mineral u orgánico, inerte o peligroso, homogéneo o mixto.

Los RC&D se producen a partir de las nuevas construcciones y la renovación de edificios, y son resultado del material excedente en obra, material dañado o roto, piezas de corte, residuos de acero y madera, desechos de herramientas y maquinaria utilizada,

---

<sup>6</sup> Universidad de Alcalá de Henares. (2005). Reciclaje de residuos de vidrio de Construcción y Demolición. [Documento WWW]. URL [http://portal.uah.es/portal/page/portal/GP\\_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Reciclaje%20residuos%20vidrio%20\(ana%20mariela%20jara\).pdf](http://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Reciclaje%20residuos%20vidrio%20(ana%20mariela%20jara).pdf). Marzo, 2012

<sup>7</sup> Hestin, M. (2010). *Management of Construction and Demolition Waste in the EU. (Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición en la Unión Europea*. [Documento WWW]. URL [www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%20201062010.pdf](http://www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%20201062010.pdf) (pp. 17)

envases y en general toda la basura producida en los sitios de construcción. En el caso de los desechos de demolición puede ser consecuencia de los desastres naturales (terremotos, huracanes, tsunamis); guerras, conflictos civiles, vandalismo y otros actos hechos por el hombre, accidentes (choques, explosiones, incendios, colapso de estructuras débiles), o de la demolición de las construcciones (carreteras, puentes, etc.) por mejoramiento o completa renovación. Cada parte de la estructura, del techo hasta los cimientos, e incluso el terreno circundante, puede ser un componente de demolición.

En la mayoría de los casos, todos los RC&D se consideran inutilizables y se desechan. Esto había sido una práctica común en países industrializados, quienes ahora llegan a niveles de reciclaje y reutilización de un 90%. En las economías emergentes, las prácticas de reciclaje y reutilización son algo más bien reciente y aún se encuentra en vías de desarrollo.

## **2.3 Tipología**

### **2.3.1 De acuerdo a su Manejo**

- Reciclables y/o Reutilizables: Metales, maderas y otros de origen vegetal, vidrios y cristales, plásticos, telas, papeles y cartones.
- Exclusivamente Reutilizables: Pétreos (naturales o artificiales), a los cuales se les someterá a un proceso de trituración para ser reutilizados.
- Reutilizables solo por encontrarse mezclados con otros materiales: Morteros, siendo difícil separarlos de su soporte.<sup>8</sup>

### **2.3.2 De acuerdo a su Riesgo**

La mayor parte de los residuos se pueden considerar inertes o asimilables a inertes y, por lo tanto, su poder contaminante es relativamente bajo pero, por el contrario, su impacto visual es con frecuencia alto por el gran volumen que ocupan y por el escaso control ambiental. De la amplia cantidad de residuos que genera el

---

<sup>8</sup> Universidad Nacional del Nordeste. (2006) *Estrategias de Reciclaje Y Reutilización de Residuos Sólidos De Construcción Y Demolición*. [Documento WWW].URL <http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/comunicaciones06/ponencias/glinka-pilar-vedoya.pdf> (pp. 2)

sector podemos estipular una tipología que los organiza en tres tipos según sus características como se observa en la tabla 1<sup>9</sup>:

Residuos inertes	Escombros limpios	Ladrillos, tejas, azulejos, hormigón endurecido, mortero endurecido
Residuos no peligrosos	Metal	Armaduras de acero y restos de estructuras metálicas, perfiles para montar el cartón-yeso,
	Madera	paneles de encofrado en mal estado
	Papel y Cartón	Restos de corte, restos de encofrado, pallets, etc.
	Plástico	Sacos de cemento, de yeso, de arena y cal; cajas de cartón
	Otros	Lonas y cintas de protección no reutilizable, conductos y canalizaciones, marcos de

Tabla 1. Tipología de los RC&D. <sup>10</sup>

### 2.3.3 De acuerdo a su Tipo de Actividad (ver tabla 2).

Actividad	Objeto	Componentes principales	Observaciones
Demolición	Viviendas	Antiguas: mampostería, ladrillo, madera, yeso, tejas, adobe. Recientes: ladrillo, hormigón, hierro, acero, metales y plásticos.	Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso concreto del mismo en el caso de los de servicios
	Otros edificios:	Industriales: hormigón, acero, ladrillo, mampostería. Servicios: Hormigón, ladrillo, mampostería, hierro, madera.	
Demolición	Obras públicas	Mampostería, acero, concreto armado	Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler. No es una actividad frecuente.

<sup>9</sup> Recopera, R. (2008). *La Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición*. [Documento WWW]. URL <http://www.gremirecuperacio.org/pdf/revista/56.pdf> (pp. 24)

<sup>10</sup> Universidad de Alcalá de Henares. (2005). Reciclaje de residuos de vidrio de Construcción y Demolición. [Documento WWW]. URL [http://portal.uah.es/portal/page/portal/GP\\_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Reciclaje%20residuos%20vidrio%20\(ana%20mariela%20jara\).pdf](http://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Reciclaje%20residuos%20vidrio%20(ana%20mariela%20jara).pdf). Marzo, 2012

Construcción	Excavación Edificación	Tierras y rocas. Hormigón, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos.	Normalmente se reutilizan en gran parte en las mismas obras o en otras que requieran el material. Originados básicamente por recortes, materiales rechazados por su inadecuada calidad y roturas por deficiente manipulación. Generación de residuos poco significativa en el caso de edificación.
	Obras Públicas	Plásticos, materiales no férreos.	
	Mantenimiento y Remodelación	Suelo, roca, hormigón, productos bituminosos.  Viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, ladrillo.  Otro: hormigón, acero, mampostería, ladrillo, yeso, cal, madera.	

**Tabla 2.** Tipología de los RC&D de acuerdo a la actividad que los genera.<sup>11</sup>

## 2.4 Características y Comportamiento de los RC&D.

Las características de los materiales contenidos en los RC&D determinan el comportamiento de los mismos y su interacción con el medio ambiente (ver tabla 3)<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Gobierno del Estado de México. (2007). *Diagnóstico Básico de Residuos de La Construcción del Estado de México*. [Documento WWW].URL

<http://tesoreria.edomex.gob.mx/sma/informacion/publicaciones/ARCHIVO%20A17.pdf>. (pp. 26)

<sup>12</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (Febrero de 2010). Estudio de Zonas Impactadas por Tiraderos Clandestinos de Residuos de la Construcción en el Distrito Federal. [Documento WWW].URL <http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/EOT-02-2010.pdf>. Octubre, 2011.

En esta tabla se observa la amplia gama de impactos al medio ambiente; entre ellos la creación de ambientes propicios para la reproducción de fauna nociva, la modificación del pH de los suelos, la compactación de los mismos, lo cual impide la filtración de la lluvia a los mantos acuíferos, provocando inundaciones, el aumento de la escorrentía superficial, entendida como la permeabilidad de los suelos, lo cual impide la adecuada filtración del agua al subsuelo y por lo tanto es forzada directamente hacia corrientes o drenajes, donde la erosión y sedimentación pueden ser problemas importantes, incluso cuando no hay inundación.

Material	Características	Densidad	Impactos en el ambiente
<b>Concreto</b>	Material durable y resistente, que impide la penetración de agua para proteger al acero de refuerzo utilizado en la estructura de las construcciones. <sup>1</sup>	2.240 kg/m <sup>3</sup> <sup>2</sup>	Es un residuo pesado, que repercute en los sitios de tiro compacta el suelo; y puede repercutir en la pérdida de infiltración y aumento de escorrentía. Es inerte, no modifica el pH del suelo.
<b>Tabique de barro recocido</b>	Resisten los embates del agua y tierra o lodo con bastante buena disposición, pero quedan limitados en dimensiones y no pueden construirse con ellos los muros o elementos resistentes más allá de ciertos límites	15kg/cm <sup>23</sup> .	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, pero puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Tabiques de concreto</b>	Estas piezas, pueden ser huecas (tabiques ligeros) y macizas	50 kg/cm <sup>2</sup> . <sup>4</sup>	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, pero puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Mamposterías de piedras naturales</b>	Clasificada como de tercera, por estar formada con piedras naturales sin labrar y unidas con mortero de cemento y arena principalmente	150 kg/cm <sup>2</sup>	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Mortero</b>	Se utilizan para unir las piedras, tabique	15.0 kg/cm2	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo
<b>Madera</b>	Es un conjunto de células, huecas, alargadas y cementadas longitudinalmente entre sí. Compuesto por celulosa (40-50%); humicelulosas varias (20-35%) y la lignina (15-35%)(Peniche, C. s/f)	Variable depende de la especie	Albergue de fauna nociva, <b>Beneficios:</b> Con su descomposición se reincorpora materia orgánica al suelo
<b>Cal</b>	Es sustancia sólida cáustica. La cal hidráulica es una cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica (SiO <sub>2</sub> ) y alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua. <sup>5</sup>		La cal viva modifica el pH del suelo

El aumento de escorrentía reduce la recarga de agua subterránea, disminuyendo así la capa freática y empeorando las sequías, sobre todo para los agricultores y quienes dependen de pozos de agua. Cuando hay contaminantes antropogénicos disueltos o suspendidos en la escorrentía, el impacto humano se amplía. Esta carga de contaminantes puede alcanzar a diversas aguas receptoras como corrientes, ríos, lagos, estuarios y océanos, cambiando la química del agua en estos sistemas y en sus ecosistemas relacionados.<sup>13</sup>

Material	Características	Densidad	Impactos en el ambiente
<b>Aluminio</b>	Es un metal ligero, con alta conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión y bajo punto de fusión. Blando pero resistente <sup>6</sup>	Su densidad es aproximadamente un tercio de la del acero o el cobre	Es un residuo que se recicla y reincorpora como materia prima. De encontrarse en sitios de tiro es un residuo inerte
<b>Vidrio</b>	Está compuesto por varios silicatos metálicos, presentes en distintas proporciones, son incoloros y transparentes. Son duros pero frágiles. <sup>7</sup>		Es inerte, generalmente es un residuo reciclable, de encontrarse en un sitio puede afectar aumentando la escorrentía y disminuyendo la capacidad de infiltración.
<b>Acero</b>	Es una mezcla de metales (aleación) formada por varios elementos químicos, principalmente hierro y carbón como componente minoritario (desde el 0.25% hasta el 1.5% en peso). <sup>8</sup>		Como residuo puede afectar un sitio por su peso compactando el suelo y aumentando la escorrentía.
<b>Yeso</b>	Es un aglomerante hidráulico cuyo fraguado es muy rápido. <sup>9</sup>		Es un residuo inerte, de baja densidad que puede afectar el sitio aumentando la escorrentía y por lo tanto la pérdida de la capacidad de infiltración.
<b>Cerámica</b>	Los materiales cerámicos provienen de arcillas sometidas a distintos procesos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica ordinaria: se utiliza a temperatura ambiente.</li> <li>• Cerámica refractaria: se utiliza a temperatura elevada. Sus componentes fundamentales son: sílice, alúmina (le da el color y el aspecto determinado) y algunos óxidos metálicos.<sup>10</sup></li> </ul>		Es un residuo de alta densidad, que puede afectar un sitio compactando el suelo, aumentando la escorrentía y disminuyendo la capacidad de infiltración. Es inerte.

**Tabla 3.** Características de los materiales contenidos en los residuos de la construcción y su impacto al medio ambiente.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Ciclo Hidrológico. (2011). *Escorrentía Superficial*. [Documento WWW]. URL [http://www.ciclohidrologico.com/escorrentia\\_superficial](http://www.ciclohidrologico.com/escorrentia_superficial). Noviembre, 2011.

## 2.5 Composición

La composición y cantidad de desechos generados por las actividades de construcción depende directamente de varios aspectos; del tipo de obra que los genera; si son producto de obras nuevas, remodelaciones o de edificios demolidos que cumplieron su vida útil y de la tecnología utilizada en estos procesos.<sup>15</sup> Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierra y agregados mezclados, piedras, restos de concreto, cerámicos, ladrillos, blocks, vidrios, plásticos, yesos, acero de refuerzo, maderas, tuberías, papeles y cartones, etc. En general estos se pueden clasificar como:

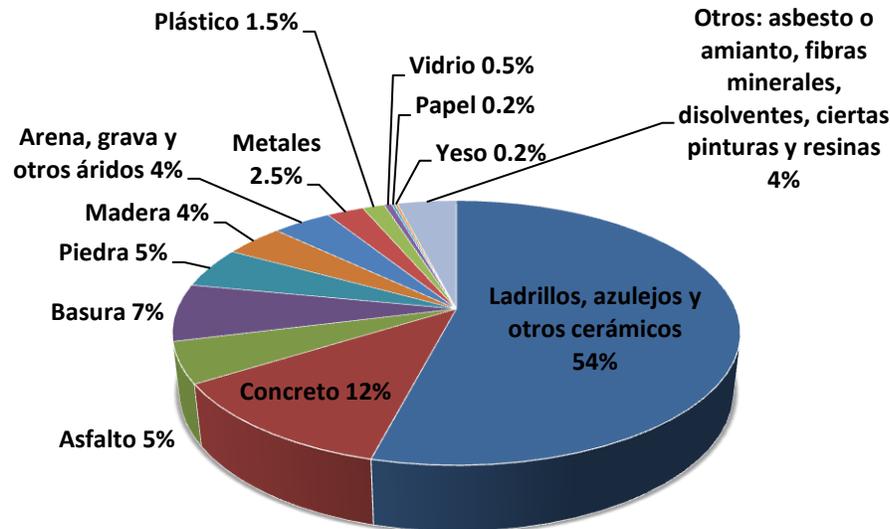
1. Desechos sólidos generales: papel, y cartón, vidrio, metales, materiales mezclados, madera, plásticos, telas (trapos, gasas, fibras), botes de pintura etc.
2. Desechos sólidos pétreos: escombros de demoliciones y restos de construcciones, residuos de concreto solidificados, ladrillos y agregados como arena y piedra.
3. Desechos peligrosos constituidos principalmente por residuos de productos químicos tales como ácidos, solventes, pegamentos etc. En estos casos el tratamiento que se le debe dar a los desechos es de manejo especial.

En la siguiente gráfica observamos la manera como se distribuyen los RC&D de acuerdo a su composición:

---

<sup>14</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (Febrero de 2010). Estudio de Zonas Impactadas por Tiraderos Clandestinos de Residuos de la Construcción en el Distrito Federal. [Documento WWW]. URL <http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/EOT-02-2010.pdf>. Octubre, 2011.

<sup>15</sup> Hernández, A. G. (2007). Manejo de Desechos de la Construcción. [Documento WWW]. URL <http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/dspace/bitstream/2238/492/1/Informe+final+Manejo+de+Desechos+en+la+construcci%EF%BF%BD%EF%BF%BDn+Etapa+II.pdf>. Noviembre, 2011.



**Gráfica 1.** Composición de los Residuos de la Construcción y Demolición. **Fuente:** [www.elmundo.es/suvienda/2002/234/pdf/pag03.pdf](http://www.elmundo.es/suvienda/2002/234/pdf/pag03.pdf)

## 2.6 Ciclo de vida de los RC&D.

Al igual que el resto de desechos sólidos, los desechos de construcción tienen un ciclo de vida que incluye las siguientes etapas: recolección, separación, almacenamiento, tratamiento en el sitio, transporte y disposición final.<sup>16</sup>

### 1. Recolección.

Es el proceso mediante el cual se establecen las acciones que deben realizar los trabajadores para recoger y trasladar los desechos, generados en los procesos constructivos hasta un sitio destinado para este propósito. Es necesario especificar la metodología, frecuencia, los responsables y sobretodo trabajar bajo estrictos estándares de seguridad.

La metodología variará de acuerdo a la tecnología disponible en el proyecto y a la complejidad y magnitud del mismo, a la cantidad, volumen y tamaño de los desechos y a la disponibilidad de espacio en el sitio de trabajo.

<sup>16</sup> Hernández, A. G. (2007). Manejo de Desechos de la Construcción. [Documento WWW]. URL <http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/dspace/bitstream/2238/492/1/Informe+final+Manejo+de+Desechos+en+la+const+rucci%EF%BF%BD%EF%BF%BDn+Etapa+II.pdf>. Noviembre, 2011.

Este es el proceso inicial por lo que es necesario considerar una serie de aspectos tales como información y capacitación del personal de la obra.

## **2. Separación.**

Es el proceso que describe las acciones o procedimientos para clasificar determinados componentes o materiales. Los materiales clasificados como especiales o desechos peligrosos, deberán ser manejados en forma especial. Existen dos tipos de separaciones: En sitio o en la Planta de Reciclaje; en caso de realizarse en la obra, debe existir un lugar específico para separar o clasificar los diferentes materiales y separar del flujo de residuos aquellos que necesitan atención especial tal como los residuos de pinturas, solventes u otras sustancias tóxicas que necesitan mayor cuidado en su manipulación. Se deben contemplar medidas de seguridad tales como el señalamiento, prohibiciones de ingreso y aislamiento temporal tales como mallas y cintas de seguridad y el uso de equipo de protección personal tal como mascarillas, anteojos de seguridad, zapatos de seguridad, chalecos, guantes para las personas que ejecutan la separación.

En esta etapa se toma la decisión sobre el siguiente paso que seguirá el material por ejemplo, si el material es reciclable o reutilizable es decir, si se puede utilizar en el mismo proceso o proyecto.

Para efectuar este proceso es recomendable destinar personal que específicamente cumpla con esta responsabilidad para lo cual debe brindársele autoridad, responsabilidad y capacitación.

## **3. Almacenamiento.**

El almacenamiento de los desechos se debe realizar basándose en el principio de aseguramiento de las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, así como el cumplimiento de lo establecido en la legislación. Esta actividad se ejecuta de ser posible en el lugar de generación. Las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área en particular. El almacenamiento puede realizarse en envases o recipientes diseñados para este fin. Las características de los mismos dependerán del tipo de material a almacenar y del

tamaño y volumen que de estos se producen por ejemplo, pueden destinarse cajones tapados de diferentes capacidades de acuerdo al tipo de material tal como madera, basura, plásticos, papeles y cartones, metales, etc.).

En algunos casos los materiales pueden ser almacenados o apilados clasificándolos como material de reciclaje, material para llevar al relleno sanitario, o material para ser usado nuevamente. Esta información debe ser claramente rotulada y pueden utilizarse tanto palabras como gráficos o dibujos de tal modo que se entienda claramente la información.

#### **4. Tratamiento.**

El tipo de tratamiento que se le dé a los desechos dependerá del tipo de material y de las características después de su uso o aplicación.

#### **5. Transporte.**

El transporte hasta el sitio de disposición final debe efectuarse bajo las más estrictas normas de seguridad y respecto ambiental y ético.

Los residuos que serán trasladados del sitio de construcción hacia el relleno sanitario serán aquellos que ya se descartaron para ser utilizados en otros procesos o en otros proyectos o aquellos que por sus características antes o después de su uso no puedan ser reciclados. Es decir, al relleno sanitario debe transportarse únicamente material considerado como basura.

El medio de transporte dependerá de las políticas de la empresa, en la mayoría de los casos las empresas constructoras cuentan con camiones o contratan compañías de transporte que se encargan de esta función. Es importante asegurarse de que los desechos lleguen al lugar adecuado.

#### **6. Disposición final.**

Es la operación final. Esta etapa debe ser controlada y ambientalmente segura. La disposición final puede realizarse de varias formas, normalmente se dispone de las siguientes alternativas.

Relleno Sanitario: Es el lugar para la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos. Esta se realiza en la superficie o bajo tierra, basándose en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. Esta técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Sin embargo representa un costo adicional para los proyectos. Al Relleno Sanitario deben enviarse los residuos que ya no pueden recibir un tratamiento de recuperación, reuso o reciclaje.

## **CAPITULO 3. MANEJO DE LOS RC&D EN EL CONTEXTO MUNDIAL Y NACIONAL**

### **3.1 En Europa**

Según datos del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, en el 2002, se generaron unas 510 millones de toneladas en los países integrantes de la Unión Europea, en el año 2006, de acuerdo a información de la Comisión Europea, fueron 970 millones de toneladas de RC, observándose un notable incremento. La Unión Europea cuenta con una tasa promedio de reciclaje de RC del 47%; países como Luxemburgo y Eslovenia reciclan entre un 40% y un 60% de sus RC, mientras que Bélgica o Francia lo hacen en un 90%; La meta que se ha propuesto la UE, es alcanzar en un futuro cercano un promedio del 70% de reciclaje de RC.<sup>17</sup>

El Instituto Belga de Investigación sobre Construcción habla de la importancia del control sobre la totalidad del proceso de los materiales, desde la extracción de recursos vírgenes hasta el uso final del producto y su posterior reciclaje y reutilización después de su vida útil; así mismo, hace énfasis en la demolición selectiva para obtener materiales más limpios y evitar la contaminación por residuos tóxicos.

En Noviembre de 2010, la compañía Escocesa Reigart, puso en funcionamiento un Centro de Reciclaje de RC&D, después de exhaustivos estudios sobre la materia. El centro tiene la capacidad para reciclar de 200 a 500 toneladas de forma diaria

---

<sup>17</sup> Hestin, M. (2010). *Management of Construction and Demolition Waste in the EU. (Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición en la Unión Europea.* [Documento WWW].URL [www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%2021062010.pdf](http://www.eu-smr.eu/cdw/docs/Mathieu%20Hestin%20-%20Construction%20and%20Demolition%20Waste%20-%2021062010.pdf) (pp. 17)

dependiendo del material, utilizando tecnología de punta y permitiendo con esto regresar los materiales reciclados a la cadena de suministro. Lo anterior permitirá lograr la meta que se propuso la UE en reciclar el 70% de los RC&D para el 2020, los 27 miembros, deberán incluir dentro de sus planes nacionales: políticas, programas, acciones y proyectos sobre el tema.<sup>18</sup>

El Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, de la Universidad de Sevilla, ha creado un modelo para la cuantificación de residuos de la construcción en los proyectos de acuerdo con la lista europea de residuos.

El nuevo desafío de la UE es la recuperación del 70% de los volúmenes de RC&D para el 2020. La literatura revela que un gran obstáculo es la falta de datos. Por lo tanto, este trabajo presenta un modelo que permite a los técnicos estimar los Residuos de la Construcción y Demolición, durante la etapa de diseño con el fin de promover la prevención y recuperación. Los tipos y cantidades de Residuos son estimados y manejados de acuerdo a las directrices de la UE, mediante la construcción de elementos y, específicamente, para cada proyecto. El modelo permitiría la detección de la fuente de los Residuos y la adopción de otros procedimientos alternativos para eliminar los desechos peligrosos y reducir los RC&D. Asimismo, se desarrolla una estructura sistemática del proceso de construcción, un sistema de clasificación de residuos y algunas expresiones analíticas que se basan en factores. Estos factores dependen de la tecnología, y representan un estándar en el sitio, lo cual permitiría el desarrollo de una base de datos de los residuos en cualquier lugar. En este texto, se cubre un estudio del caso español, donde los factores son obtenidos mediante el análisis de más de 20 viviendas; la fuente y los tipos de residuos de embalaje, el suelo y residuos peligrosos se estimaron en detalle y se compararon con otros estudios. Los resultados revelan que el modelo puede ser implementado en distintos proyectos y con

---

<sup>18</sup> Reigart. (Noviembre, 2010). *Opening of New Recycling Centre for C&D Waste. (Apertura de un Nuevo Centro de Reciclaje para Residuos de la Construcción y Demolición.* [Documento WWW].URL <http://www.reigart.com/news/opening-new-recycling-centre-for-cd-waste>. Octubre, 2011.

ello, aumentaría las posibilidades de reducción y valorización de los Residuos de la C&D, muy por encima del desafío de la UE.<sup>19</sup>

En Europa Occidental están ubicados los países que más altas cuotas de reciclaje de escombros presentan en el mundo; Holanda, Bélgica, Alemania, Suiza y Dinamarca, han implementado políticas ambientales que les permiten construir una estructura social y económica que, incluso, ha derivado con el tiempo en un hecho cultural en torno a las bondades de no exportar y tirar los residuos de la construcción, sino más bien de aprovechar estos escombros al interior de las conurbaciones como materias primas para nuevos agregados utilizados en la confección de concretos reciclados.

Holanda es el más avanzado ya que tiene una cuota de reciclaje del 40% sobre los escombros producidos en sus ciudades diariamente, y cerca de un 90% en el asfalto, allí se han dispuesto escombreras que reciben los residuos de construcción sin costo alguno para el transportador, los procesan y los venden luego seleccionados para todo tipo de obra a un costo menor que los áridos naturales.

### **3.2 En los EE.UU.**

En los Estados Unidos, la Reutilización y Reciclaje de RC&D es una práctica integral que lleva a un objetivo aún más grande llamado la construcción sostenible o “verde”. El uso eficiente de los recursos es un principio fundamental de la construcción de edificios “verdes”. Esto significa la reducción, reutilización, reciclaje de la mayoría si no todos los materiales que quedan después de un proyecto de construcción o renovación. Las prácticas “verdes” de construcción de edificios pueden incluir desde el rescate de la madera del proyecto, pasando por áridos recuperados de concreto triturado, molido o trozos de yeso para su reciclaje.

En los EE.UU. se considera que, al final de la vida de un edificio, la demolición genera grandes cantidades de materiales que pueden ser reutilizados o reciclados,

---

<sup>19</sup> Llatas, C., Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla. (Junio, 2011). *Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición. [Documento WWW].URL*  
[http://www.scopus.com.pbidi.unam.mx:8080/record/display.url?eid=2-s2.0-79954726763&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=management+of+construction+and+demolition+waste&sid=Lz85QP0riIZOtqORnKx\\_ahE%3a150&sot=b&sdt=b&sl=62&s=TITLE-ABS-KEY%28management+of+](http://www.scopus.com.pbidi.unam.mx:8080/record/display.url?eid=2-s2.0-79954726763&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=management+of+construction+and+demolition+waste&sid=Lz85QP0riIZOtqORnKx_ahE%3a150&sot=b&sdt=b&sl=62&s=TITLE-ABS-KEY%28management+of+) Octubre, 2011.

principalmente la madera, concreto, mampostería y yeso. En vez de demoler un edificio entero, se realiza en ocasiones la “deconstrucción” de la totalidad o parte de la estructura. La deconstrucción es el desmantelamiento ordenado de componentes para su reutilización o reciclaje. En contraste con la demolición, donde los edificios son derribados y los materiales son depositados en vertederos o reciclados, la deconstrucción implica cuidadosamente desmontar partes de edificios o la eliminación de su contenido cuyo el objetivo principal es la reutilización. Puede ser tan simple como pelar los gabinetes, accesorios y ventanas, o tan complicado como desmontar manualmente la estructura del edificio.

## **Connecticut**

Todas las estaciones de transferencia de residuos sólidos y las instalaciones de reducción de volumen (“VRFs”) están obligadas a informar trimestralmente al Departamento de Protección Ambiental (DEP CT). Los informes contienen resúmenes mensuales de la cantidad, tipo y fuente de los materiales recibidos, naturaleza y destino del material transferido. Todas las instalaciones de “Residuos a Energía” (“WTEs”) y los rellenos sanitarios también están obligados a informar trimestralmente. Dichos informes contienen datos mensuales sobre el tipo, cantidad y origen de los residuos recibidos para su eliminación.

Según los datos presentados a la DEP CT, reforzada por la revisión de los informes de otros miembros NEWMOA los estados y el procesamiento de las fuentes de instalación, un total de 1.466.371 toneladas de RC&D se originaron en Connecticut en 2006 y pasaron a través de una instalación de residuos sólidos. Esta estimación fue de hasta un 56 por ciento mayor de las 942.531 toneladas reportadas en 2002.

Este incremento se debe probablemente a una combinación de una mejor información al CT DEP por las instalaciones que gestionan los residuos C & D, y el aumento de nueva construcción y remodelación que se produjo en 2006 en comparación con 2002.

Por ejemplo, según el Banco de la Reserva Federal de Boston de bases de datos de indicadores, el valor de los contratos de construcción de edificación residencial y no residencial aumentó en un 54 por ciento entre 2002 y 2006 en Connecticut.

## **Massachusetts**

Una revisión de estudios recientes de caracterización de RC&D en California, Clark y los condados de King en Washington, Delaware, New Hampshire, Vermont y Wisconsin produjo una tasa de generación promedio de RC&D de 1.7 kilos por habitante/día. Multiplicando esta tasa per cápita de 2006 veces por la población de Massachusetts nos da un resultado total de 1,998 millones de toneladas de RC&D.

## **Maine**

Las instalaciones de procesamiento y los vertederos de RC&D en Maine tienen la obligación de presentar un informe anual al Departamento de Protección Ambiental de Maine (ME DEP), que incluye un resumen de los residuos entrantes en cuanto al tipo, cantidad, fecha de recepción, el estado de origen, y para el material saliente, los materiales procesados por materiales secundarios, la cantidad en toneladas de los materiales secundarios, fecha de retiro de las instalaciones físicas y la ubicación de la disposición de los desechos. Según estos datos, se generó un total de 515,528 toneladas de RC&D en Maine en 2006.

## **Honolulu, Hawái**

El Ayuntamiento está requiriendo a los constructores, el reciclaje y reutilización del 60% de los residuos de la construcción y demoliciones. En los EE.UU. este tipo de residuos representan del 25 al 30 % de los residuos sólidos generados y solo el 20 al 25 % se reciclan o reutilizan. Con la reutilización de los residuos, se requiere una menor cantidad de materiales vírgenes con la consecuente reducción del impacto al medio ambiente.<sup>20</sup>

## **Chicago**

La Ciudad de Chicago requiere a los contratistas reciclar al menos un 50% de los residuos generados, además de que el proceso debe de estar certificado por el Liderazgo de Diseño de Energía Ambiental “LEED” (Por sus siglas en Inglés); En este

---

<sup>20</sup> Consejo Mundial de la Construcción Sostenible. (Octubre, 2011). *Reporte Anual*. [Documento WWW].URL <http://www.worldgbc.org/resources/council-news>. Octubre, 2011.

sentido, la planta de reciclaje “Allied Waste’s Laflin Avenue”, cuenta con instalaciones de la más alta tecnología la cual le posibilita reciclar hasta 1,500 tons. de residuos cada día; está diseñada específicamente para recibir material mezclado que ahorra tiempo a la separación en sitio, recicla hasta el 90% de los materiales recibidos, utiliza sistemas automatizados y manuales, permite contar con costos similares a los de la disposición de residuos sin reciclaje, abre nuevos mercados para productos reciclados, es una solución de bajo costo que permite a los constructores cumplir con la normatividad, pero sobre todo, es una solución eficiente y ambientalmente segura.<sup>21</sup>

### 3.3 En México

El Gobierno del Estado de México en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente y el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo del Gobierno Alemán, desarrollaron un Documento de Diagnóstico Básico de Residuos de la Construcción donde se destacan varios factores como su composición, clasificación y volúmenes de generación estimados, así como el programa de recolección de RC (Residuos de la Construcción) y el gasto anual por manejo de los mismos producto del tiro clandestino. De la misma forma, hace énfasis en los volúmenes producidos por el Estado de México (15,088 toneladas/día) y el Distrito Federal (12,000 toneladas/día) de los cuales solo se captan 3,000 toneladas diarias en el Relleno Sanitario del Bordo Poniente, terminando el resto en tiraderos clandestinos, barrancas, tiros de mina y cuerpos de agua, generando varios problemas ambientales, forman nichos favorables para fauna nociva, tapan drenajes, provocan el desborde de los cauces de agua, son precursores de tiraderos clandestinos de todo tipo de residuos e incluso llegan a promover asentamientos irregulares, además de la contaminación visual que originan.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Allied Waste. (2008). *Construcción y Demolición*. [Documento WWW].URL <http://www.alliedwastechicago.com/construction-and-demolition/>. Octubre, 2011.

<sup>22</sup> Gobierno del Estado de México. (2007). *Diagnóstico Básico de Residuos de La Construcción del Estado de México*. [Documento WWW].URL <http://tesoreria.edomex.gob.mx/sma/informacion/publicaciones/ARCHIVO%20A17.pdf>. Octubre, 2011.

## **CAPITULO 4. PROCEDIMIENTOS DE RECICLAJE, REUSO Y REUTILIZACIÓN DE RC&D**

### **4.1 Conceptos y Definiciones**

#### **4.1.1 Reutilizar**

Volver a utilizar un material en un mismo estado, sin reprocesamiento de la materia, ofreciendo las siguientes opciones:

- Reutilización directa en la obra donde son generados los residuos.
- Reutilización en otras obras (de la misma o de otra empresa constructora).
- Reutilización previa transformación.

#### **4.1.2 Reciclar**

Es el proceso donde los materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas. Se debe de tomar en cuenta: la composición de los residuos, la existencia de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región, la participación de los agentes involucrados y la normatividad vigente en la materia.

#### **4.1.3 Reusar**

Los materiales de construcción pueden retener el valor estructural o estético más allá de su vida en un mismo edificio. Este valor es capturado a través del reuso de materiales, una práctica que puede ocurrir independientemente de o en conjunción con la deconstrucción y otras actividades del ciclo de vida de la construcción. Como un componente del ciclo de vida de la construcción, es un paso esencial en la realización del ciclo. El concepto de "Reducir, Reutilizar, Reciclar" identifica al reuso como la mitad del camino entre la reducción inicial de uso de los recursos y el reciclaje de recursos en una jerarquía con el afán de limitar el impacto ambiental. Reducir el uso de recursos iniciales evita el impacto completo, así como cualquier necesidad para su reutilización o reciclaje. Sin embargo, la reutilización de materiales es preferible al reciclado de ellos, ya que menos existe menor "refabricación" y todo el procesamiento que ello requiere,

por lo tanto, se generan menos residuos asociados. En su definición más amplia, el reuso de materiales es la práctica de incorporación de materiales previamente utilizados en proyectos nuevos. En el contexto del ciclo de vida de la construcción, rescatando las características terminadas, despojando a los componentes de su interior, y la deconstrucción hacen los materiales de construcción estén disponibles para su reutilización.

Similar a la deconstrucción, el mayor beneficio de los materiales del reuso es el evitar el uso de más recursos y la energía utilizada en la producción de nuevos materiales.

## **4.2 Limitantes**

Para llevar a cabo la Reutilización y Reciclaje deberemos tomar en cuenta las limitantes que se nos podrán presentar:

- Existencia/inexistencia de mercados para los productos obtenidos.
- Calidad de los materiales y productos provenientes de la recuperación.
- Irregularidad en el suministro.
- Normativa inexistente o insuficiente.
- Menor costo de otras alternativas para el suministro.
- Alto costo de las instalaciones para el reciclaje.
- Falta de una cultura del reciclaje.

## **4.3 Consideraciones Previas**

Los esfuerzos para promover la reutilización y el reciclaje de los RC&D se han llevado mucho tiempo en desarrollar, ya que conlleva un cambio de percepción entre todas las partes implicadas. Los RC&D han sido considerados durante mucho tiempo material de desecho que no sirve y por lo tanto sólo es apto para tirar.<sup>23</sup>

Por lo tanto, el primer requisito es aceptar que los RC&D son un recurso valioso, que puede ser reutilizado inclusive en sitio, mediante procesos para fabricar productos secundarios o para ser devuelto a la cadena de producción. Vemos en este concepto la

---

<sup>23</sup> Symonds. (Febrero, 1999). Recuperado el 20 de Octubre de 2011, de [http://ec.europa.eu: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw\\_chapter1-6.pdf](http://ec.europa.eu: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter1-6.pdf)

necesidad de un cambio radical en la percepción, que no es fácilmente aceptado, además de que puede generar costos que los constructores no están dispuestos a pagar, aunque ello implique obtener productos reciclados a menor precio que los productos vírgenes. Para llevar a cabo este primer proceso, se requiere de una gran cantidad de investigación, proyectos piloto, campañas de información y otras acciones con la finalidad de popularizar el concepto.

A pesar de que algunos potenciales usuarios se interesen en utilizar materiales reciclados con la finalidad de “realzar” sus procesos “verdes”, la mayoría actuarían guiados por la relación del precio entre los dos tipos de productos:<sup>23</sup>

$$V_p + T_c > E_c + R_p + T_c$$

$V_p$  = Precio de material virgen en sitio de extracción.

$T_c$  = Costo de transporte de material virgen al sitio de uso.

$E_c$  = Cualquier costo extra originado por el uso de agregados derivados de RC&D.

$R_p$  = Precio del producto reciclado en sitio de producción.

$T_c$  = Costo de transporte de material reciclado al sitio de uso.

Tiene que ser más rentable la reutilización o reciclaje de RC&D que simplemente deshacerse de los residuos. Una forma eficaz sería imponer fuertes multas y sanciones al vertido ilegal, además de incentivar mediante subsidios y exenciones fiscales a los constructores que fomente el reciclaje y reutilización de los RC&D.

Al reciclar y reutilizar los RC&D se debe considerar el mercado para estos materiales y productos. El proceso y sus productos deben de ser lo suficientemente bajos en costos para ser atractivos, comparados con los productos nuevos.

El precio por sí solo no es el único factor, los productos reciclados deben ser de igual o mejor calidad que los productos nuevos. Si no es posible alcanzar la misma calidad de los productos nuevos, se deberán generar especificaciones en obra para que sean utilizados en aplicaciones de menor valor. Un sistema de certificación de calidad de estos productos ayudará a crear confianza en los consumidores, además de que deberán estar totalmente libres de residuos peligrosos.

Existen dos formas para que los RC&D sean reutilizados o reciclados, la primera es la demolición de los edificios de manera sistemática, la cual tiene que ser cuidadosamente planeada, bien organizada y controlada estrictamente. Esta deconstrucción con personal capacitado y motivado debe tener lugar en el orden inverso al de la construcción y aunque es la demolición ideal, implica mayores costos y su proceso es más complejo. El segundo método es la demolición sin deconstrucción, donde se mezclan los residuos, los cuales llegarán de la misma forma a las instalaciones de reciclaje, en este sistema, debe de tenerse mucho cuidado de no contaminar los residuos con desechos peligrosos, los cuales deberán recibir un proceso específico por tipo de residuo.

Un incentivo importante para la reutilización y el reciclaje de RC&D es premiar las mejores prácticas, mediante certificaciones, similares a la certificación ISO 14001 de sistemas de gestión ambiental.

El reciclaje, con mayor complejidad, manifiesta desventajas económicas, en una sociedad como la nuestra. La reutilización es un proceso más sencillo, que ofrece ventajas desde el punto de vista económico. Por eso, se debe comenzar por implementar la reutilización de materiales y componentes constructivos, para que, en un futuro apostar también al reciclaje. La forma ideal de proceder, una vez que el componente haya sido descartado, es reutilizarlo las veces que el material lo permita y cuando el estado del material dificulte su utilización o no le permita cumplir con su función plenamente, entonces destinarlo al reciclaje. La valoración energética debe reservarse a los desechos de procesos de reciclaje y materiales que no puedan ser sometidos a estos procesos. La disposición en vertederos debe utilizarse para aquellos materiales que ya no puedan ser reaprovechados con algunos de los procedimientos nombrados anteriormente.

## CAPITULO 5. GESTIÓN DE LOS RC&D

### 5.1 Conceptos y Definiciones

- Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición: Proceso mediante el cual se establecen políticas, acciones y estrategias a tomar en el manejo de los RC&D con la finalidad de aminorar el impacto que producen al medio ambiente.
- Administración de Residuos de la Construcción y Demolición: “La administración es el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos y las actividades de trabajo con el propósito de lograr los objetivos o metas de la organización de manera eficiente y eficaz.”<sup>24</sup> En el caso de los RC&D, mediante una correcta y eficaz administración; planificaremos, organizaremos, gestionaremos los RC&D con el objetivo de alcanzar la meta propuesta: Minimizar, Reducir, Reciclar y Reutilizar los RC&D en beneficio del medio ambiente y por consiguiente de la salud de las comunidades.

### 5.2 Generadores

#### 5.2.1 Por Tipo de Obra.

- Demolición total o parcial de edificios y estructuras: al cumplir su ciclo de vida o cambiar el uso de suelo, se demuelen y modifican en sus elementos (castillos, columnas, dalas, cerramientos, trabes, muros, etc.) edificios de diferentes tipos.
- Rehabilitación y restauración de edificios y estructuras: al dar mantenimiento a las edificaciones y rehabilitar o restaurar edificios antiguos o abandonados, se generan diversos tipos de RC&D.
- Construcción de nuevos edificios y estructuras: toda obra nueva generará residuos de la construcción, los cuales dependerán del tipo de inmueble construido.
- Construcción, demolición o rehabilitación de obra civil: las ciudades al crecer o cambiar sus necesidades se deben de adaptar modificando,

---

<sup>24</sup> Promonegocios. (Enero, 2008). *Definición de Administración*. [Documento WWW].URL <http://www.promonegocios.net/administracion/definicion-administracion.html>. Noviembre, 2011.

mejorando o construyendo su infraestructura: puentes peatonales y vehiculares, pasos a desnivel, calles y avenidas, etc.

### 5.2.2 Por Tipo de Agente.

- Constructores Independientes: particulares o profesionistas que construyen obra nueva o realizan remodelaciones.
- Constructoras Privadas: que ejecutan proyectos de diversa índole y magnitud: vivienda, centros comerciales, comercios, etc.
- Sub-contratistas de los distintos Gobiernos (municipal, estatal y federal): a los cuales se les otorgan contratos para construir escuelas, vialidades, hospitales, clínicas, etc.

<b>Tipo de construcción y residuos de construcción y demolición por m2</b>	
Tipo de construcción	RCD producido por m2 de edificación
Obras de edificios nuevos 120,0 kg/m2 construido	Obras de rehabilitación 338,7 kg/m2 rehabilitado
Obras de demolición total 1.129,0 kg/m2 demolido	Obras de demolición parcial 903,2 kg/m2 demolido

**Tabla 4.** Tipo de construcción y residuos de construcción y demolición por m<sup>2</sup>. <sup>25</sup>

### 5.3 Impactos

- Daños ambientales irreparables: ocasionados por la excesiva explotación de los recursos minerales, forestales y acuíferos.
- Riesgos graves para la salud por la eliminación no controlada y la incineración: cuando se eliminan restos de pinturas, aceites, impermeabilizantes sin un control, estos son susceptibles de llegar a contaminar los mantos freáticos por filtración al subsuelo.

<sup>25</sup> Recopera, R. (2008). *La Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición*. [Documento WWW].URL <http://www.gremirecuperacio.org/pdf/revista/56.pdf> (pp. 22)

- Reducción de espacios utilizables, debido al rápido aumento de los vertederos ilegales: predios privados y públicos que no están bardados y en los cuales fácilmente se depositan los escombros clandestinamente.
- Regresión económica y social: al existir grandes volúmenes de escombros en predios abandonados, se fomentan los asentamientos irregulares de casas de cartón y lámina las cuales fácilmente pasan desapercibidas. Estos asentamientos provocan un aumento de la delincuencia ya que sus habitantes al no contar con una fuente de empleo, buscarán otros medios de subsistencia, los cuales muchas veces terminan en conductas criminales.
- Agotamiento de los recursos naturales: principalmente agua, madera y materiales vírgenes: canteras, arena, piedra, etc.

#### **5.4 Dificultades**

Las principales razones del lento progreso en nuestro país son:

- La falta de conciencia del público en general acerca de los problemas asociados a la eliminación incontrolada de residuos: se debe de informar y concientizar a la gente de las repercusiones de este tipo de conductas.
- La falta de aceptación por el público de que los residuos son recursos valiosos: los agentes generadores de RC&D tiene la idea que solo es basura, no ven el real potencial de estos materiales.
- La renuencia de la mayoría de la gente a lidiar con los residuos: simplemente al ser material “inservible” lo que más desean es deshacerse fácil y rápidamente de estos materiales.
- La facilidad de eliminación de residuos de manera legal o ilegal: debido a que rara vez se castigan este tipo de acciones, para la mayoría de la gente es fácil deshacerse ilegalmente de los residuos.
- La falta de una política de gestión clara de RC&D: como ya se vio, no existe un plan de manejo o acciones en sentido de la gestión de estos residuos.
- La falta de tecnología, conocimientos técnicos y normas: a falta de ello, muchas veces se prefiere simplemente deshacerse de los residuos sin tomar en cuenta su posible reutilización y reuso.

- La falta de un mercado para los productos reutilizables o reciclables de los RC&D: el reciclaje de los residuos implica saber con anticipación si existe un mercado que reciba los productos obtenidos.
- La dura competencia en el sector de materiales de construcción: se requiere producir materiales con alto valor y bajo costo.
- La falta de recursos económicos: al no existir un presupuesto para poner en práctica políticas que fomenten la sustentabilidad, se continúan agotando los recursos materiales.
- La falta de infraestructura: al no contar con una planta de reciclaje, el destino de los RC&D es incierto.
- La falta de sistemas nacionales de información de residuos: no existen políticas de información a la comunidad sobre los beneficios del reciclaje, reutilización y reuso (RRR) de los RC&D.
- La falta de información sobre buenas prácticas: es necesario informar a los constructores de los beneficios de la implementación de las “tres R’s” de los RC&D.

## **5.5 Beneficios**

- Mejora del medio ambiente: se evitan enfermedades producidas por materiales y sustancias tóxicas mal dispuestas.
- Mejora de condiciones de salud: al no existir contaminantes en el suelo, el agua y el aire, mejorarían las condiciones de salud de los habitantes.
- Aumento de la esperanza de vida de vertederos: los vertederos actuales son utilizados tanto para residuos sólidos de las ciudades como para residuos de la construcción y demolición, por lo que disminuye su vida útil.
- Ahorro de recursos naturales y financieros, así como divisas por importaciones de productos: al reciclar, reusar y reutilizar, se cuidaría más el gasto por que disminuye la demanda de productos importados.
- Ahorro de energía para la producción de nuevos materiales: la producción de materiales nuevos requiere de un gran gasto de energía, la cual se ahorra al disminuir la demanda de estos productos.

- Reducción de costos de las nuevas construcciones: al reciclarse, reusarse y reutilizarse los materiales, se prevén ahorros en las nuevas edificaciones.
- La creación de nuevos puestos de trabajo: empleos “verdes” a partir de el establecimiento de industrias y plantas recicladoras.

## **5.6 Medidas**

### **5.6.1 Previo, durante y después de la construcción**

- Buena organización y orden en la obra: utilizar eficientemente todos los recursos para evitar su desperdicio y llevar un orden en la obra para no mezclar residuos que se pudieran utilizar.
- Suministro de material justo a tiempo: si se tienen en bodega materiales que van a tardar mucho tiempo en utilizarse, estos se pueden deteriorar y se tendrían que desechar.
- Suministro de material con mínimo o ningún embalaje: entre más cartón, plástico y madera llegue en los pallets, mayores serán los volúmenes de escombros.
- Siguiendo el principio de "Medir dos veces, cortar una vez": cuantificar correctamente los materiales a utilizar en la obra para evitar desperdicios o mal uso.
- Separación estricta de las excavaciones, materiales reciclables y peligrosos: si no se separan adecuadamente los residuos, se pueden llegar a contaminar, evitando con ello su posible reutilización.
- Eliminación adecuada de los materiales peligrosos: al disponerse adecuadamente de pinturas, aceites, impermeabilizantes, etc. se evita que contaminen otros residuos a reutilizar.

## **5.7 Consideraciones**

### **5.7.1 Respecto al Plan de Manejo**

La planificación es la parte más importante de la gestión de residuos de la construcción. Al igual que cualquier otro elemento en la construcción, el reciclaje deberá

ser sencillo si se cuenta con un buen plan, pero será más difícil y costoso si solo se trata de algo improvisado.

Una buena planificación permitirá identificar todos los materiales reciclables y saber cómo se gestionarán antes de que inicien los trabajos. Una buena planificación incluirá el procedimiento de manejo de cada residuo, los mecanismos de utilización de los contenedores, el tipo y su ubicación; así mismo, tendrá previamente considerado, los mercados donde se comercializará cada producto. Una buena planificación permitirá evaluar los costos y beneficios del reciclaje y decidir los materiales que se separarán en sitio, los que se reciclarán mezclados y cuales se desecharán. Una buena planificación abarcará la logística, la capacitación y la resolución de problemas; establecerá procedimientos de seguimiento y presentación de informes ante la autoridad u otra documentación.

El Plan de Gestión de Residuos es el documento que establece la estrategia de principio a fin para el reciclaje en el sitio de trabajo. Se preparará directamente del proyecto ejecutivo, programa de obra y especificaciones de construcción y se apegará fielmente a estos documentos. En el Plan de Gestión de Residuos se deberá:

- Estimar los tipos y cantidades de RC&D, así como las fases en las que se generan los mismos;
- Identificar cómo se gestionará y se comercializará cada residuo.
- Proporcionar una estimación de la tasa global de reciclaje;
- Establecer los programas de capacitación, reuniones y logística relacionados con la gestión de residuos en el lugar de trabajo;
- Proporcionar instrucciones para la resolución de problemas e información de contacto de los responsables del Plan.

Todo esto deberá realizarse antes de que inicien los trabajos preliminares, de manera que el reciclado se incorpore a la perfección con el rendimiento general del proyecto. El Plan de Gestión de Residuos deberá ser un documento escrito y firmado por todas las partes involucradas (el propietario, el arquitecto, el contratista, la autoridad

y el gestor) por lo menos con un mes o más tiempo de anticipación al día de inicio de la obra.<sup>26</sup>

### 5.7.2 Respetto a las Demoliciones y/o Remodelaciones

Un proyecto de Demolición y/o Remodelación, es diferente a la construcción de un edificio nuevo, ya que necesitará planificación adicional. En contraste con una construcción nueva, los proyectos de Remodelación incluyen:

- Mayores cantidades de residuos (por lo general todo el edificio);
- Muchos residuos de alto valor, por ejemplo, mobiliario, elementos de rescate arquitectónico y otros productos valiosos, como metales no ferrosos;
- Residuos que son difíciles de separar y reciclar (como paneles de yeso pintado, aislamiento, y teja asfáltica), y residuos que puedan estar contaminados con materiales peligrosos.
- Equipo mecánico de demolición, como grúas y cizallas, que no se prestan a la separación de materiales.
- Programa con tiempos justos, ya que el valor del proyecto está en la nueva construcción, mientras que la demolición se percibe simplemente como un costo, con el objetivo de terminar lo más rápido y barato como sea posible.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se deberá realizar una supervisión del proyecto previa al inicio de los trabajos. Esto no es necesario en una construcción nueva, donde el reciclaje se puede planificar por completo a partir de planos y especificaciones. Se deberá organizar un equipo que incluya al arquitecto, al contratista y a la autoridad, para verificar la manera como se eliminarán y gestionarán los materiales (a mano o con maquinaria), y en caso de existir objetos de valor arquitectónico, se requerirá de un especialista en la materia para el adecuado retiro de

---

<sup>26</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (Abril, 2005). *Recycling Construction and Demolition Wastes. A Guide for Architects and Contractors. Reciclando los Residuos de la Construcción y la Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas*. [Documento WWW].URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. (pp. 7) Octubre, 2011.

los mismos. Los materiales de alto valor, como el cableado, metales no ferrosos, falsos plafones y similares también deben ser catalogados, y deberán contar con un plan para su recuperación por separado. La supervisión del sitio, nos dará la oportunidad de identificar y resolver conflictos de reciclaje y procedimientos, y más específicamente, los posibles conflictos entre el propietario, el arquitecto y el contratista, cuyos objetivos y prioridades en esta etapa podrían no ser en el mismo sentido.

### **5.7.3 Respeto al contratista, al arquitecto y al propietario**

El Reciclaje de RC&D no es distinto a cualquier otro aspecto de desarrollo en un proyecto de construcción: Una buena relación y entendimiento entre el propietario, el arquitecto y el contratista es fundamental para que funcionen los procesos.

Para el contratista, la basura ha sido históricamente un tema menor, resolviéndose de último momento; llama a un transportista, y éste se encargará de disponer de los residuos como mejor le convenga. El reciclaje significa un cambio real; implica que los residuos sean previstos, administrados y se les dé un seguimiento adecuado. Esto implica que habrá trabajadores que realicen actividades diferentes, para las cuales, se les tendrá previamente que capacitar y concientizar; el reciclaje significa más relaciones, más información, más papeleo, más gastos para el seguimiento y control. No es de extrañarse que muchos contratistas se muestren reacios a cooperar, o traten de encontrar buenas razones para no reciclar.

Para mantener una buena relación entre el propietario/arquitecto/contratista, es importante contar con una clara y estrecha comunicación entre las partes:

- Debe quedar claro que el reciclaje es un aspecto fundamental y valioso del desempeño general del contratista.
- Es importante que el propietario y el arquitecto vean la gestión de materiales reciclables como la obtención de mercancías y no como residuos.
- Es importante construir una relación donde quede claro que el propietario, el arquitecto y el contratista comparten un interés común en el desarrollo de la gestión de residuos. El propietario y/o arquitecto deben estar

familiarizados con los materiales reciclables, los procedimientos, y los mercados, y deben de ser capaces de sugerir opciones y soluciones.

- Es importante construir objetivos claros de rendimiento y garantías de cumplimiento de las metas propuestas, las cuales deberán estar incluidas desde las propuestas hasta el contrato final, junto con los procedimientos de elaboración de reportes y recopilación de datos; apoyados debidamente con penalizaciones asentadas en el mismo. Debe quedar en claro que se le reconocerá al contratista por implementar soluciones más allá de las normas mínimas pero también en el sentido contrario, no se tolerará rendimientos por debajo de los estándares establecidos en el contrato.

Y, por último, recordar y tomar ventaja del hecho de que el reciclaje es probablemente la más visible de todas las medidas que se pueden tomar hacia la construcción sostenible. A diferencia de la climatización eficiente o de productos certificados como sostenibles, el reciclaje es algo que todo el mundo entiende. En el sitio de trabajo, habrá que utilizar este hecho para generar trabajo en equipo y motivación entre los trabajadores y subcontratistas. Un letrero en la cerca perimetral destacando el desarrollo de los procesos de reciclaje, será una gran herramienta de relaciones públicas, y un comunicado de prensa sobre el reciclaje llevándose a cabo, le dará a la compañía una mejor imagen dentro de la comunidad. Si se logra hacer del reciclaje una misión compartida y de trabajo en equipo, donde se involucre al contratista, subcontratistas, trabajadores, arquitecto y propietario, los beneficios irán más allá de lo económico como se mencionó con anterioridad.

#### **5.7.4 Respecto a los Materiales<sup>27</sup>**

De las 2 toneladas de material que necesitamos para edificar 1 m<sup>2</sup> de vivienda, más de la mitad son áridos o también llamada materia prima (casualmente, los residuos de construcción y demolición están constituidos principalmente por material pétreo).

---

<sup>27</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (Febrero de 2010). Estudio de Zonas Impactadas por Tiraderos Clandestinos de Residuos de la Construcción en el Distrito Federal. [Documento WWW]. URL <http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/EOT-02-2010.pdf>. Octubre, 2011.

¿Cómo podemos contribuir en el manejo sustentable de los recursos naturales?, para ello sugerimos las siguientes consideraciones:

- Realizar demoliciones atendiendo a criterios de desconstrucción.
- Aprovechar al máximo los materiales.
- Reutilizar los recortes de obra siempre que sea posible.
- Reciclar los materiales pétreos y reutilizarlos como sub-bases en obras de urbanización, como material drenante, etc.

#### **5.7.5 Respetto al Agua<sup>27</sup>**

Respetto al recurso hídrico se puede contribuir de la siguiente forma:

- No desperdiciando los materiales que manipulamos, pues han necesitado de un elevado consumo de agua durante su fabricación.
- Actuar con responsabilidad en aquellas operaciones que necesitan agua (fabricación de concreto u hormigón, de morteros y de otras pastas, curado de la estructura, humectación de los ladrillos, riego de pasos de vehículos no pavimentados, limpieza del equipo y material de obra, etc.).

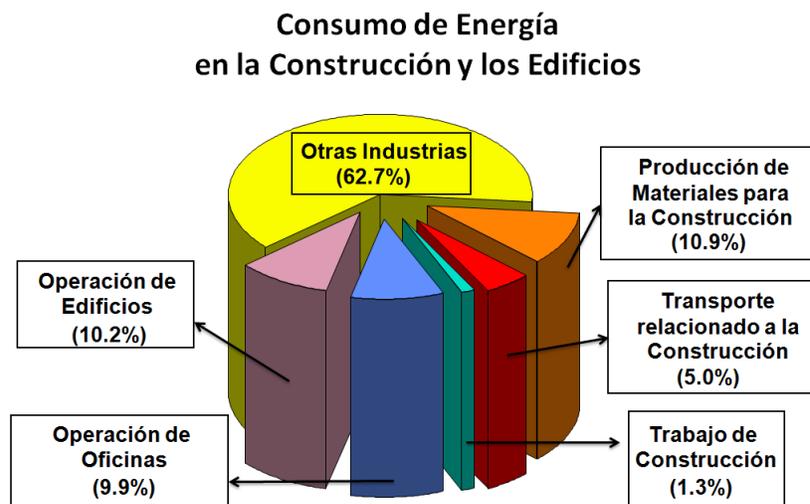
El uso racional del agua es una práctica elemental y sencilla de aplicar. No se trata de escatimar su consumo, sino de consumir estrictamente la cantidad necesaria.

#### **5.7.6 Respetto a la Energía<sup>27</sup>**

La producción de energía está directamente ligada al desarrollo económico de cualquier país, y es precisamente la necesidad de este recurso lo que plantea el debate más punzante de la sociedad actual. La problemática se centra en dos aspectos básicos:

- En la dificultad de producir la suficiente energía que permita continuar con el modelo industrial vigente y a su vez mantener el nivel de confort al que estamos acostumbrados (viviendas con calefacción, aire acondicionado, aparatos electrodomésticos varios, como videojuegos, ordenadores, TV, microondas, teléfonos móviles, etc.).

- En la complicación ambiental asociada a la producción energética. No debemos olvidar que la principal fuente de generación energética de nuestro país tiene su origen en los procesos de combustión de recursos no renovables (gas natural, petróleo y carbón), que producen emisiones de CO<sub>2</sub> y provocan el calentamiento nocivo global del planeta, también conocido como efecto invernadero. En la siguiente gráfica, podemos observar el comportamiento del Consumo de Energía:



**Gráfica 2.** Consumo de Energía.<sup>28</sup>

### 5.7.7 Respecto al Costo<sup>29</sup>

Este es un punto crítico. Si el reciclado cuesta más que la eliminación, siempre habrá una buena razón para no reciclar. Pero es diferente si el reciclaje representa un costo competente o menor al de la eliminación.

La gráfica 3 presenta el costo de reciclaje de una gran variedad de materiales de construcción y demolición en el área de Boston, EE.UU., en comparación con el costo

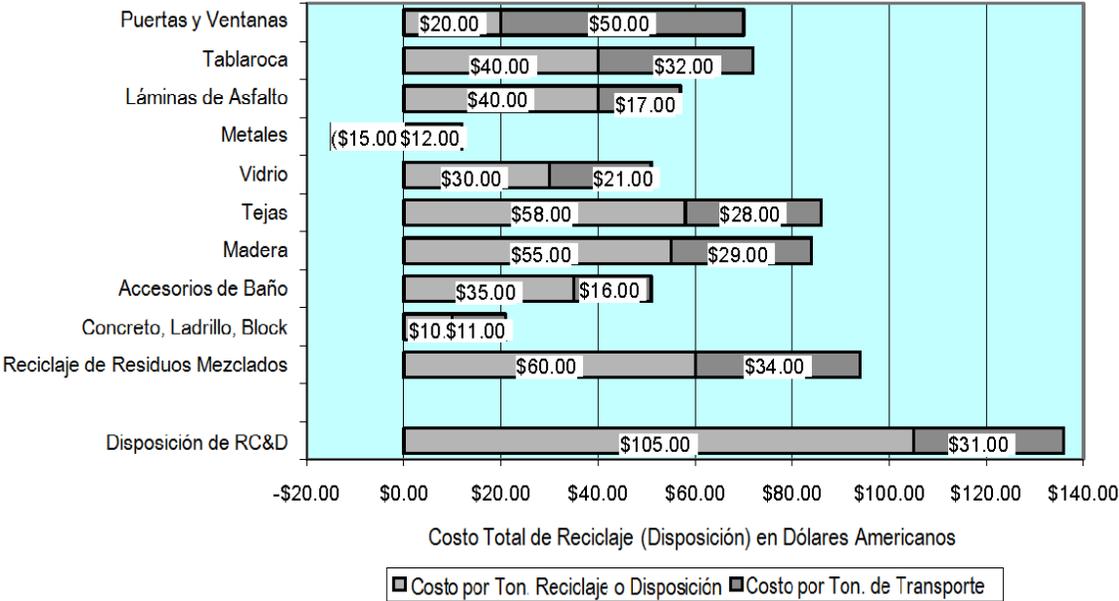
<sup>28</sup> Organización de las Naciones Unidas. (2010). *Energy-Efficient Architectural Design as a Response to Ozone Depletion and Climate Change (Eficiencia Energética del Diseño Arquitectónico como Respuesta al Agotamiento del Ozono y el Cambio Climático)* [Documento WWW]. URL <http://www.pnuma.org/>. Noviembre, 2011.

<sup>29</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (Abril, 2005). *Recycling Construction and Demolition Wastes. A Guide for Architects and Contractors. Reciclando los Residuos de la Construcción y la Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas.* [Documento WWW]. URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. (pp. 7) Octubre, 2011.

de disposición. Para cada material, el costo total de gestión, ya sea por eliminación o reciclaje, tiene dos componentes. El costo de reciclaje es el costo por tonelada para procesar y reciclar un material una vez que llega al mercado (o, en el caso del material que es eliminado, el costo por tenerlo en el relleno sanitario). El costo de transporte es el costo por tonelada para llevar un material al mercado, este costo varía con la distancia al mercado y con la cantidad de material que puede ser transportada en una sola carga.

**Gráfica 3.**  
**Costo del Reciclaje o Disposición de RC&D en Boston, EE.UU.**

Fuente: (IRN. Institución de Redes de Reciclaje, 2005)



Como muestra la gráfica, el costo de reciclaje de casi todos los materiales de la C&D es mucho menor que el costo de disponer de ellos. Tomemos algunos de los materiales de mayor volumen en RC&D: ladrillo, concreto y block. Como componentes de desechos mezclados, cuesta alrededor de \$105.00 por tonelada el disponer de estos materiales en un vertedero, además de \$31.00 por tonelada para el transporte al mismo.

Si son separados y reciclados por separado, el costo de reciclaje es de aproximadamente \$10.00 por tonelada, y el costo de transporte es de \$11.00 por tonelada. El costo total de reciclaje (la suma de las dos barras, o \$21.00/ton) es menos

de una sexta parte del costo de la disposición. La historia es similar para otros materiales comunes: madera, tablaroca, metales, vidrio. En el peor de los casos, el costo de reciclaje no es mucho más de la mitad del costo de disposición. Al sumar estos costos a través de casi cualquier proyecto de construcción, la cantidad de ahorro son miles, y muchas veces decenas de miles de dólares. Incluso si los materiales no pueden ser separados para su reciclaje, el reciclaje no cuesta más que la eliminación. En la parte inferior de la Gráfica 3 encontramos la comparación directa entre el costo de reciclaje de residuos mezclados del área de Boston y el costo de la disposición. Los costos son casi iguales, con la gran ventaja, respecto del reciclaje, que el 75% al 90% de los desechos mixtos se separan, recuperan y utilizan de nuevo.<sup>30</sup>

#### **5.7.8 Respecto a la Separación en Sitio o en Planta**

Los beneficios económicos del reciclaje son mayores si los residuos pueden ser separados desde su origen; esto se llama "separación en sitio." Es decir, que los trabajadores separen los metales del concreto y madera, y así sucesivamente, y colocar cada material en un contenedor diferente. Estos contenedores son transportados a los diferentes mercados.

El reciclaje de residuos mezclados es la otra alternativa y significa colocar todos los materiales reciclables en un solo recipiente, que es transportado a una planta procesadora, donde diferentes materiales se separan a mano o con equipo automatizado.

La Separación en Sitio y el reciclaje de residuos mezclados tienen ventajas y desventajas:

---

<sup>30</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (Abril, 2005). *Recycling Construction and Demolition Wastes. A Guide for Architects and Contractors. Reciclando los Residuos de la Construcción y la Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas*. [Documento WWW]. URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. (pp. 7) Octubre, 2011.

<b>Ventajas y Desventajas de la Separación en Sitio y en Planta.</b>		
<b>Método de Reciclaje</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>En Sitio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores tasas de reciclaje</li> <li>• Reducción de los costos de reciclaje; ingresos por algunos de los materiales</li> <li>• A menudo, sitio de trabajo más seguro y limpio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiples contenedores en obra</li> <li>• Los trabajadores deben separar los materiales para el reciclaje</li> <li>• Logística más compleja</li> <li>• Mercados múltiples, más información para gestionar</li> </ul>
<b>En Planta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo uno o dos contenedores en sitio</li> <li>• No hay necesidad de trabajadores para separar los materiales para el reciclaje</li> <li>• Mayor facilidad de logística</li> <li>• Un solo mercado, menos información para gestionar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa menor de reciclaje</li> <li>• Más altos costos de reciclaje</li> </ul>

**Tabla 5.** Ventajas y Desventajas de la Separación en Sitio y en Planta. <sup>31</sup>

El equilibrio entre la separación en sitio y el reciclaje de residuos mezclados se basa en la relación entre la complejidad y la economía.

<sup>31</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (Abril, 2005). *Recycling Construction and Demolition Wastes. A Guide for Architects and Contractors. Reciclando los Residuos de la Construcción y la Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas.* [Documento WWW]. URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. (pp. 7) Octubre, 2011.

Podemos ver que en la mayoría de los casos la separación en sitio, es más ventajosa económicamente:

- Cuando se separan en el sitio, los materiales están listos para ir directamente al mercado, no hay necesidad de pagar un procesador para ordenar los materiales.
- Los materiales separados de origen son generalmente de mejor calidad, con menos contaminantes, por lo que valen más en el mercado del reciclaje.

Haciendo un balance, la separación en sitio es generalmente preferible al reciclado de residuos mezclados. Cuesta menos, y las tasas de reciclado son típicamente más altas.

La complejidad para realizarla no es más que, simplemente los trabajadores pongan diferentes materiales en diferentes contenedores que mezclados entre sí. Al ser más pequeños, los contenedores de materiales separados en sitio, a menudo se pueden colocar cerca de las áreas de trabajo, de modo que la separación en sitio, lleve menos tiempo y esfuerzo que llevar los residuos a un contenedor central. La separación en sitio no implica que todos los materiales sean separados todo el tiempo; siempre habrá un contenedor de residuos mezclados en el lugar, y habrá algunos materiales que siempre se dispondrán reciclados o como residuos mezclados. Algunos materiales también estarán separados en el sitio, durante una fase de un trabajo, pero serán manejados como residuos mezclados en otro momento. Sin embargo, habrá sitios donde el reciclaje de residuos mezclados sea la única opción posible, debido a las limitaciones del sitio, tamaño del trabajo, o los tiempos; en estos casos el objetivo es identificar a la planta procesadora de residuos mezclados que pueda lograr la mejor combinación de precio y tasa de reciclaje; pero, donde sea posible, la separación en sitio se debe considerar la mejor opción de reciclaje.<sup>32</sup>

Procedimiento para Separación en sitio:

---

<sup>32</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (Abril, 2005). *Recycling Construction and Demolition Wastes. A Guide for Architects and Contractors. Reciclando los Residuos de la Construcción y la Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas*. [Documento WWW]. URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. (pp. 7) Octubre, 2011.

Los principios de la separación en sitio son sencillos: cada uno de los materiales reciclables deben separarse al momento de generarse y se colocaran en el contenedor adecuado.

Algunas reglas adicionales para realizar el trabajo de separación en el sitio sin problemas son:

- Mantenga la menor cantidad posible de contenedores en el sitio: Los contenedores ocupan espacio, y con demasiados depósitos aumenta la posibilidad de confusión y contaminación. En general, el objetivo es tener un contenedor en el sitio para los residuos mezclados, y uno o dos contenedores adicionales para los residuos específicos generados en cada fase del trabajo.
- Tenga contenedores de acuerdo al tipo de material. Un recipiente de madera, por ejemplo, por lo general que almacene entre 1.5 a 3 m<sup>3</sup> de madera. Sin embargo, la chatarra de cables y tuberías puede necesitar sólo un contenedor de 1.5 m<sup>3</sup>. Para el concreto, usted podrá tener una gran cantidad de material, pero el tamaño del contenedor estará limitado por el peso que pueda ser transportado por el camino.
- Coloque los recipientes cerca de los lugares de trabajo. Una de las ventajas de la separación en sitio es que no se basa en un gran contenedor central para todos los residuos. Envases más pequeños a menudo se pueden colocar cerca del área de trabajo. También busque la posibilidad de usar recipientes intermedios con ruedas, para que al final de la jornada se transporten los residuos a un contenedor de mayor tamaño. Pensar en maneras más eficaces de optimizar el reciclaje, generará ahorros sorprendentes en el trabajo y en la comodidad.
- Lo que hace que funcione el trabajo de separación en sitio es el hecho de que coincide con las fases del trabajo. Sólo se tienen en el lugar, los contenedores necesarios en un momento determinado para los residuos específicos que se generan. Usted puede recoger, transportar y comercializar estos materiales. Cuando el proyecto pasa por diferentes etapas, es posible reciclar los diferentes materiales, en recipientes diferentes, y en general a los diferentes

mercados. Nos lleva más energía y planeación hacer esto, pero en la mayoría de los casos los ahorros económicos y mayores tasas de reciclaje lo justifican.

### **5.7.9 Respecto al Reporte de Gestión de Residuos**

Deberá incluir:

- Registro del tipo, cantidad y peso de cada material recuperado, reutilizado, reciclado o eliminado.
- Cantidad total de residuos reciclados como un porcentaje del total de residuos por reciclar.
- Recibos de Disposición: Copia de recibos emitidos por el vertedero.
- Recibo de Reciclaje: Copia de los recibos emitidos por un gestor de residuos mezclados autorizado que incluya el volumen y la valoración del material.
- Documentación de Recuperación de Materiales: Tipos y cantidades, por peso de materiales recuperados para su reutilización en el lugar, vendidos o donados a terceros.

## **5.8 La Planta de Clasificación y Producción de Materiales Reciclados**

### **5.8.1 La Planta Clasificadora**

Los residuos de la construcción y demolición separados por la planta, producen un determinado número de fracciones, tales como papel, madera, plásticos, acero, etcétera, para las cuales se utilizan una variedad de métodos de clasificación. Sin embargo, la mayor parte de la separación se lleva a cabo a mano como se observa en la figura 7.

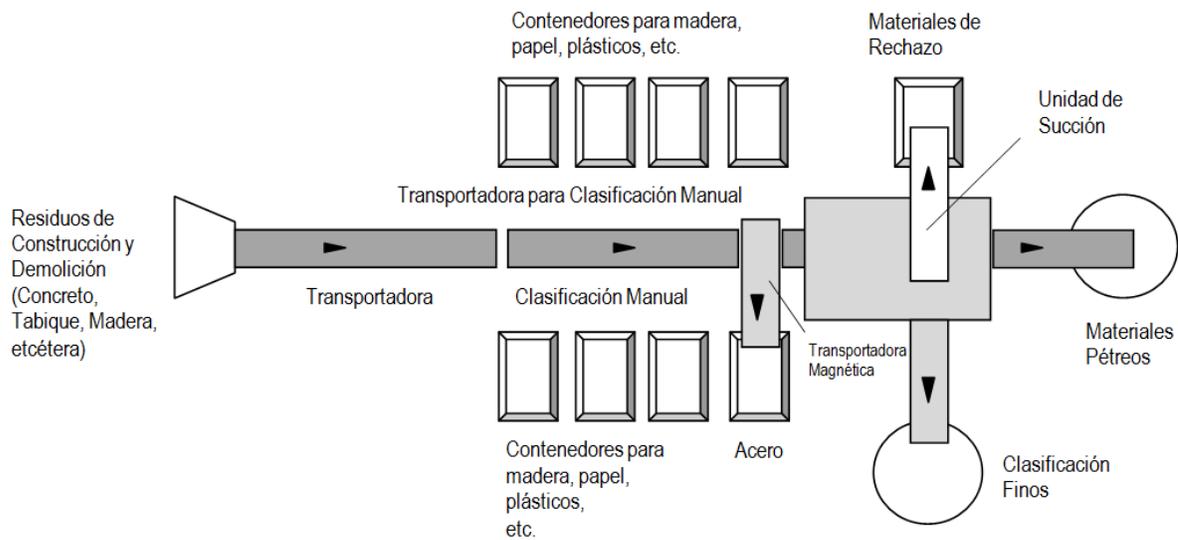


Figura 7. Planta de Clasificación y Clasificación de Finos Obtenidos.<sup>33</sup>

En la obra, los costos de selección son mucho mayores que aquellos cobrados por las compañías de procesamiento las cuales aceptan escombros limpios pero mezclados de la construcción y demolición.

Hay una serie de razones por las que los contratistas de la demolición no pueden practicar la demolición selectiva, tales como el no contar con espacio suficiente en el sitio de demolición para separar en sitio, los tiempos son reducidos o la eficiencia es baja por los bajos volúmenes a separar y por lo tanto envían los desechos a una planta de clasificación.

La selección y el cribado de RCD en una planta clasificadora, producirá materiales pétreos listos para usarse, tales como grava o gravilla.

### 5.8.2 La Planta Trituradora

La Planta Clasificadora provee a la Trituradora, Material Pétreo a partir de concreto y con ello se producen diferentes tipos de áridos reciclados, tales como la grava y la gravilla, los cuales podrán ser reutilizados tanto en la construcción y en la elaboración de carreteras como agregados. Así mismo se pueden obtener agregados de tabique, de

<sup>33</sup> Hendriks, C. F. (2000). Reporte 22: Materiales Vírgenes Sustentables: Residuos de la Construcción y Demolición. Francia: Editorial Rilem. (pp. 29)

bloques de concreto y de asfalto. En la figura 8, se observa los flujos de diversos materiales en una Trituradora y los materiales producidos.

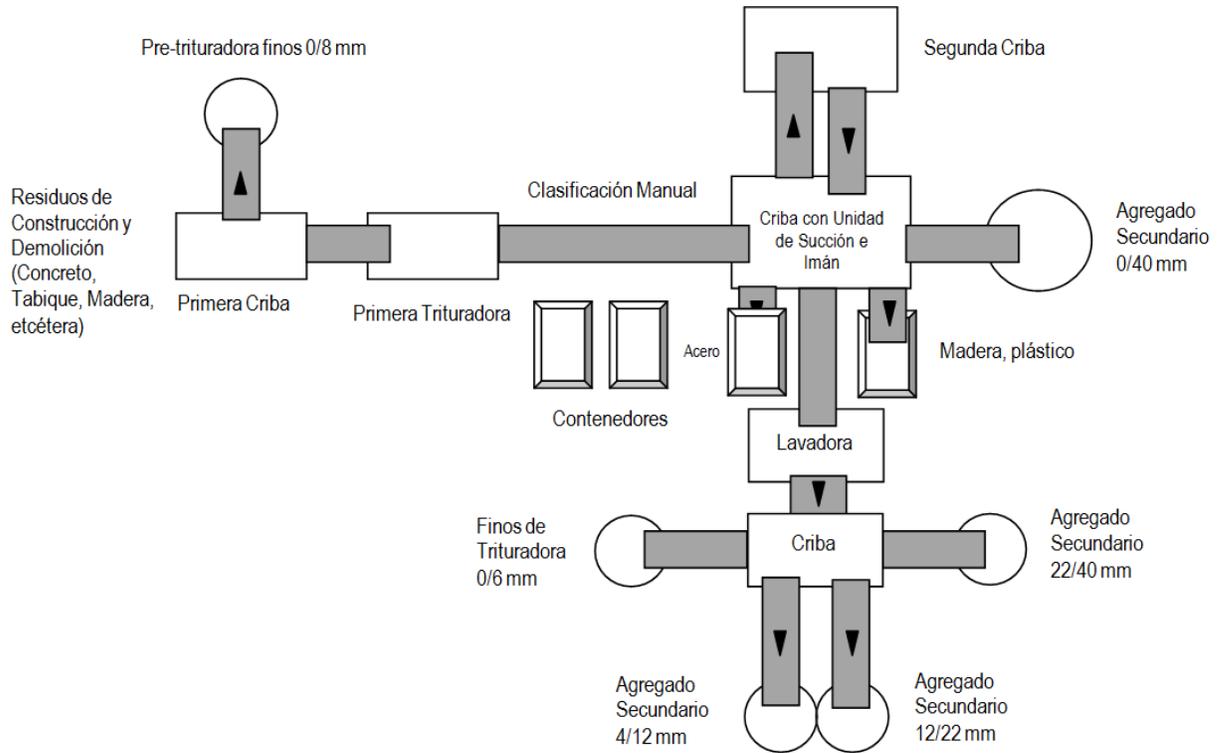


Figura 8. Diagrama de Planta Trituradora y Materiales Producidos.<sup>34</sup>

La calidad de los diferentes materiales producidos dependerá mayormente del número de procesos y el tipo de trituradora utilizada. A su vez, la calidad de los agregados depende de la cuidadosa selección de los materiales recibidos, tales como el concreto, tabique y demás materiales de residuo.

<sup>34</sup> Hendriks, C. F. (2000). Reporte 22: Materiales Vírgenes Sustentables: Residuos de la Construcción y Demolición. Francia: Editorial Rilem. (pp. 28)



Figura 9. Imagen de una Planta Estacionaria de Cribado y Triturado. (www.ovenon.com)

### 5.8.3 El Proceso de Reciclaje en Planta

El siguiente resumen muestra el orden del proceso de Reciclaje de RC&D:

1. Recepción de Residuos Mezclados en contenedores de 7 a 14 m<sup>3</sup>.  
Frecuentemente se descargan en el piso de manera que los trozos de madera, plástico, paneles de tablaroca, etc. puedan ser recogidos por una grúa de cuchara.
2. Bandas transportadoras llevan los residuos remanentes a una tolva de alimentación.
3. Bandas transportadoras pasan los residuos por la criba y un tambor separador (ver figura 10).

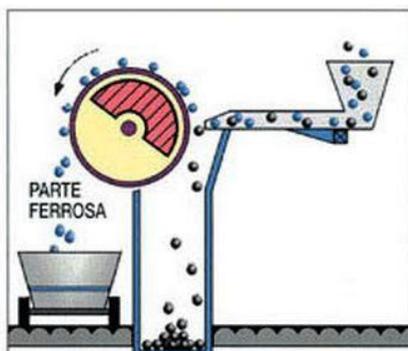


Figura 10. Imagen de un Tambor Separador. (www.halde-gac.com)

4. Se separan por medio de este tambor las fracciones de 0-40 y 40-80 mm.

5. Mediante un separador magnético de banda, se selecciona el metal. Un cribado más fino separa las fracciones de 0-10 y 10-40 mm.
6. Las fracciones de 10-40 y de 40-80 mm. se criban y se trituran. Las fracciones ligeras como el papel, plástico, poliestireno expandido pueden ser extraídas en este punto por medio de viento y a su vez se extrae el polvo generado en los pasos 2,4,5,6 y 7.
7. La fracción mayor a 80 mm. se extrae manualmente. Los materiales previamente seleccionados (ferrosos y no ferrosos), papel, cartón, plástico y materiales aislantes se colocan en los contenedores correspondientes.

#### **5.8.4 Ejemplos de Plantas**

##### **Planta de Reciclaje de RC&D. Edmonton, Canadá.**

En Enero de 2012, inicia operaciones una nueva planta de reciclaje para residuos mezclados de construcción y demolición (RC&D), localizada en el Centro de Gestión de Residuos de Edmonton.

La nueva instalación ofrece a los propietarios de proyectos, empresas constructoras, constructores y transportistas opciones de reciclaje a un precio competitivo y con ello se promueve su propia y la reputación de la ciudad de Edmonton de ser "sustentables".

La instalación utiliza la clasificación mecánica y manual para separar las cargas en común de material en diversos productos reutilizables. Para ser considerado aceptable, al menos el 75% de una carga individual debe ser de madera, metal, yeso, asfalto/concreto, tejas de asfalto, cartón y papel.

La instalación facilitará a los proyectos lograr sus metas LEED con la finalidad de alcanzar el 50% o el 75% de créditos o puntos de la certificación correspondiente al desvío de residuos de los vertederos.



Figura 11. Imagen de la Planta Clasificadora de RC&D en Edmonton, Canadá. (www.edmonton.ca)

### Planta de Reciclaje de RC&D. Florida, EE.UU.

La Meta Estatal de Florida es reciclar el 75% de todos los residuos de la C&D para el 2020. Con este propósito, inició operaciones en Febrero de 2012 la Planta ubicada en el Noreste de Jacksonville; con un costo de 11 millones de dólares y un área poco mayor a las 6 hectáreas.

Conforme al Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública de Jacksonville, Florida (“CON”), se requiere que la nueva Planta de Reciclaje, recicle un mínimo del 60% de los Residuos que reciba al momento de iniciar operaciones y un mínimo de 80 toneladas dentro de los primeros 30 meses a partir de su apertura.

El establecimiento acepta madera, concreto y metal de los transportistas y a su vez, busca desarrollar mercados finales para los demás materiales. Una característica especial de la instalación es su sistema de paneles solares, diseñados e instalados por la compañía “Entero de Energía” de Austin, Texas. Se compone de 220 paneles solares en la parte superior de la nave de procesamiento de 15,000 metros cuadrados. Los paneles suministran el 10% de la electricidad utilizada en la instalación.

La Planta cuenta con 20 empleados trabajando por el momento, pero se espera que en cuanto la operación alcance su plena capacidad, este número aumente.



**Figura 12.** Imagen de la Planta Recicladora de RC&D en Jacksonville, Florida, EE.UU. ([www.cdrecycler.com](http://www.cdrecycler.com))

### **Planta de Reciclaje de RC&D. Chicago, EE.UU.**

“Allied Waste’s Laflin Avenue” es el nombre de esta Planta Recicladora ubicada al oeste de la Ciudad de Chicago, Illinois. Las instalaciones abarcan 8,400 metros cuadrados de construcción y tuvieron un costo de 8 millones de dólares.

Construida en esta parte de la ciudad para abordar de manera significativa la problemática de los desechos de C&D producidos, la Planta cuenta con tecnología de punta, la cual permite el procesamiento de 1,500 toneladas de escombros al día. Ninguna otra Planta de Reciclaje en la región central cuenta con una tasa de recuperación del 90% de material reciclable como la que tiene “Allied Waste”, lo que reafirma su liderazgo en este tipo de industria en los EE.UU.

Diseñada específicamente para aceptar residuos mezclados, la tecnología de la planta permite una separación limpia y razonablemente ambiental de los RC&D, recuperando fracciones utilizables para su venta. Utilizando tecnología automatizada y clasificación manual, la planta procesa residuos a partir de varias fuentes, incluyendo la construcción nueva, renovación y demolición de edificios, carreteras y puentes. El flujo

de residuos se compone de madera, yeso, metales, concreto, tierra y cartón; materiales que son reutilizados y reciclados para mercados finales, tales como los biocombustibles, pellets de madera, tierra para jardinería, mezcla para asfalto, agregados para concreto y productos de cartón.



Figura 12. Imágenes de la Planta Recicladora de RC&D en Chicago, Illinois, EE.UU. ([www.alliedwastechicago.com](http://www.alliedwastechicago.com))

## **CAPÍTULO 6 MARCO CONTEXTUAL**

### **6.1 Historia de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo**

Pachuca, formalmente Pachuca de Soto (La bella airosa) y en otomí: Njünthe, es capital del Estado de Hidalgo, en México. También es conocida la ciudad como "la novia del viento" ya que entre junio y octubre llegan vientos de hasta 75 km/h provenientes del noreste.

La denominación de Pachuca proviene de las raíces nahuas Pachoaca o Pachohuacan, que significa "lugar donde se gobierna" o "lugar estrecho"; otra etimología atribuye el nombre de la ciudad a Patlachiuhacan, que significa "lugar de plata y oro".

En la sierra de Pachuca se encuentran minas de obsidiana verde de las cuales los antiguos habitantes extraían material para fabricar puntas de flecha, así como raspadores, ambos asociados a restos de mamut, que según estimaciones, proceden de 12 mil años a.C. Posteriormente los primitivos, cazadores y recolectores en Itzcuincuitlapilco (antiguo distrito de Pachuca), fueron sustituidos por grupos asentados en pequeñas aldeas dedicados a la agricultura. Las figurillas típicas de esta etapa, ya notaban evidencia que a partir de ese entonces la ocupación del área había sido continua.<sup>35</sup>

El área de la antigua Pachuca era de 2 kilómetros cuadrados a juzgar por la dispersión actual de los sitios arqueológicos, la ciudad era un paso obligado para llegar a las populosas ciudades de Tulancingo, Tula y Atotonilco el Grande. Desde entonces procede, según las relaciones históricas, el descubrimiento de la metalurgia.

Cronológicamente, dominaron después los chichimecas quienes desplazaron a los otomíes a la sierra y al Valle del Mezquital mediante guerras sucesivas y consolidaron su dominio en la zona que llamaron Cuauhtlalpan, dentro de la cual queda Pachuca. Más tarde fue dividida y quedó bajo el dominio de Tenochtitlán en 1430 al concentrarse la triple alianza entre México, Texcoco y Tacuba como la antigua Cuauhtlalpan. Entre

---

<sup>35</sup> Comité de Informática de la Administración Pública Estatal y Municipal. (2011). *Historia de Pachuca*. [Documento WWW]. URL <http://ciapem.hidalgo.gob.mx/index.php?option=content&task=view&id=79>. Octubre, 2011.

1438 y 1528 cuando los aztecas gobernaban la región los conquistadores españoles invadieron la población matando a Ixcóatl.

El descubrimiento de las minas fue realizado hasta el año de 1552 por Alonso Rodríguez de Salgado, Mayoral de una estancia de ganado menor. A partir de este momento, el aspecto de la población se fue transformando notablemente, pues empezaron a llegar decenas de operarios para emplearse en las diversas labores mineras. El desarrollo minero de Pachuca se dio en 1555, cuando Bartolomé de Medina inventó el sistema de amalgamación para el beneficio de los minerales.

Por su parte la visión del Conde de Regla, Pedro Romero de Terreros en el Siglo XVIII, hizo resurgir el mineral de Real del Monte, al encontrar nuevas y ricas vetas que dieron a Pachuca un auge extraordinario.<sup>36</sup>

Pachuca no era hogar de la gente de dinero ya que los ricos mineros preferían vivir en la ciudad de México, dejando la región únicamente como una fuente de trabajo y de enriquecimiento, a esto se debe que no cuente con bastantes sitios y edificios coloniales como otros estados.

Durante el período de independencia, la ciudad fue tomada por los insurgentes Miguel Serrano y Vicente Beristáin de Souza el 23 de abril de 1812, por lo que las minas fueron abandonadas. Sin embargo por 1813 se le concede el título de ciudad, mediante el pago de tres mil pesos que hizo Don Francisco de P. Villaldea.

Con la celebración de un contrato de arrendamiento por parte del Tercer Conde de Regla en 1824, llegaron los primeros ingleses que explotarían las minas hasta 1848, año en que se vendieron sus posesiones (entre ellas el edificio de las Cajas Reales) a la negociación mexicana de Mackintosh, Escandón, Beistegui, y John Rule.

En 1850 se reiniciaron los trabajos (especialmente en la mina del rosario) y ocurrió tal bonanza que Pachuca quintuplicó por la afluencia de trabajadores procedentes de Real del Monte.

---

<sup>36</sup> Comité de Informática de la Administración Pública Estatal y Municipal. (2011). *Historia de Pachuca*. [Documento WWW]. URL <http://ciapem.hidalgo.gob.mx/index.php?option=content&task=view&id=79>. Octubre, 2011.

Para el año de 1869 Benito Juárez crea el estado de Hidalgo, designando a Pachuca su capital.

En la etapa revolucionaria, nuevamente la ciudad es tomada ahora por los maderistas el 16 de mayo de 1911. Los últimos hechos violentos de la Revolución registrados en Pachuca suceden en los primeros meses del año de 1915, el primero con la entrada del General Villista Roberto Martínez y Martínez, el 24 de Enero después de haber trabado combate con las fuerzas del General Salazar en las cercanías de Real del Monte; y el segundo a la llegada del General Martínez y Martínez, el día 9 de Febrero.

La bonanza de la minería regional durante el período revolucionario, fue un factor decisivo en los acontecimientos ocurridos en esta convulsionada década. A pesar de ellos los habitantes de la comarca se dedicaron a sus labores cotidianas.<sup>37</sup>

Después de la revolución las disputas políticas, los nuevos marcos jurídicos en los rubros hacendario y laboral, aunados a la baja de los precios de la plata en el mercado internacional, provocaron cambios en todos los ámbitos de la vida cotidiana de la ciudad.

Durante 1940 a 1965, se suscita una plena decadencia de la minería, acrecentada por los altos costos de la extracción y el beneficio, por una parte, así como la baja de su precio en el mercado, debido a los importantes gastos de la guerra; fue esto lo que obligó en 1947, a la empresa norteamericana dueña de la Compañía Real del Monte y Pachuca, a vender todas sus propiedades y enseres al Estado Mexicano, quien realizó la operación a través de Nacional Financiera.

A pesar de tantos altibajos Pachuca continuó adelante, en 1923 fue una de las primeras ciudades del estado que a través del servicio de correo aéreo estuvo conectada con la capital del país.

Aunque no al nivel de antaño, hoy en día Pachuca sigue siendo un importante centro minero, que conjuntamente con sus zonas aledañas cuenta con numerosas industrias

---

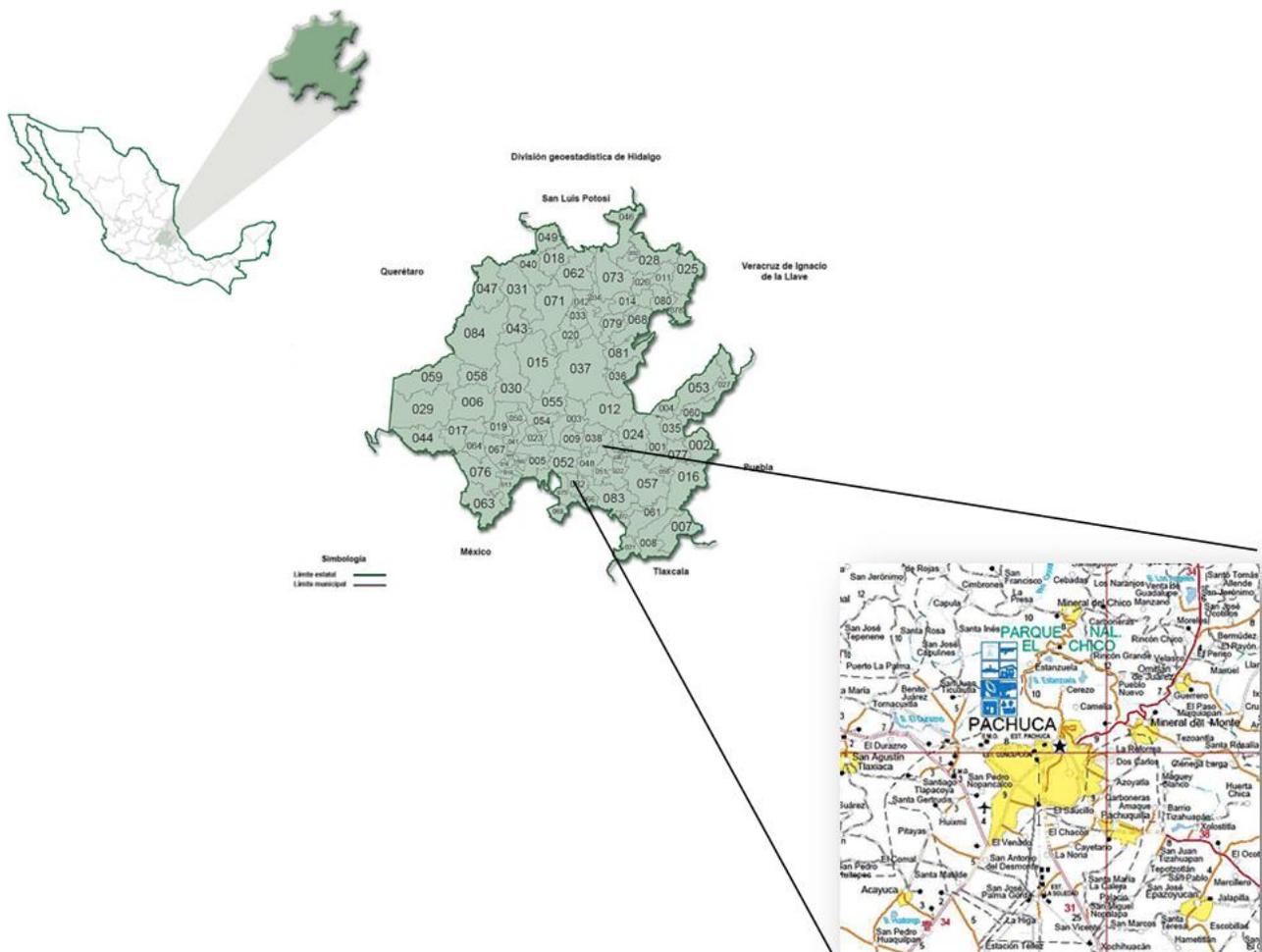
<sup>37</sup> Comité de Informática de la Administración Pública Estatal y Municipal. (2011). *Historia de Pachuca*. [Documento WWW]. URL <http://ciapem.hidalgo.gob.mx/index.php?option=content&task=view&id=79>. Octubre, 2011.

entre las que destacan las de partes automotrices, artículos refractarios, herramientas, equipo minero y recientemente ha crecido la industria textil y del vestido.

## 6.2 Contexto Geográfico

Pachuca, se ubica en las coordenadas de latitud norte 20°, 07' y 21", de longitud oeste 98°, 44' y 09", con una altura de 2,400 a 2,800 metros sobre el nivel del mar.

La ciudad de Pachuca de Soto colinda al Norte con Mineral del Chico y con Mineral del Monte; al Sur con Zempoala y Zapotlán de Juárez; al Este con Mineral de la Reforma y Epazoyucan y al Oeste con San Agustín Tlaxiaca.<sup>38</sup>



<sup>38</sup> Hidalgo. (2011). *Ubicación de Pachuca*. [Documento WWW]. URL <http://www.hidalguia.com.mx/pachuca/ubicacion.htm>. Octubre, 2011.

### 6.3 Contexto social

Cuenta una población de 267 856 habitantes de acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); 127 306 hombres y 140 550 mujeres, con una relación de 91.29 hombres por cada 100 mujeres. Tiene una densidad de población de 738 habitantes por km<sup>2</sup>. La ciudad concentra al 11% de la población total del estado de Hidalgo; la Zona Metropolitana de Pachuca cuenta con una población de 511 981 habitantes en una superficie de 1358.8 km<sup>2</sup>, y está conformada por 7 municipios de Hidalgo; siendo la vigésimo novena Zona Metropolitana de México.

La ciudad tiene un índice de desarrollo humano Alto de 0.9022 (2005), y cuenta con un Ingreso per cápita anual en 2005 de 16 381 (dólares PPC) y un Índice de ingreso de 0.8510.

Los principales grupos étnicos de la región son las Nahuas y Otomís. De acuerdo a los resultados que presentó el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, habitan un total de 3033 personas que hablan alguna lengua indígena.

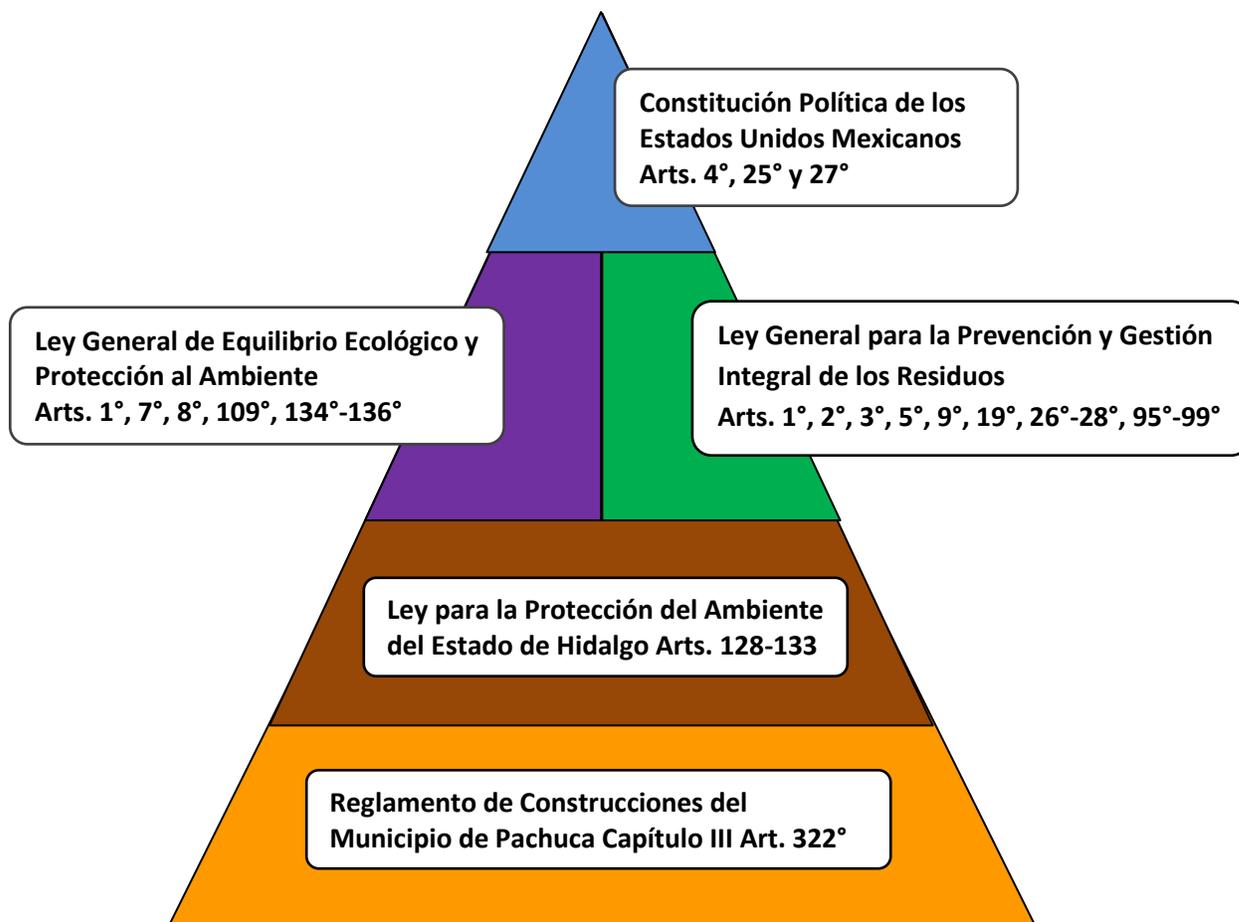
En el año 2008 la ciudad tuvo 5638 nacimientos y 1453 defunciones. La esperanza de vida al nacer es de 75.0 años, las principales causas de muerte son las enfermedades del corazón y del hígado, tumores malignos y diabetes mellitus a nivel estatal. Tiene una Tasa de mortalidad infantil de 6.83 %; una Tasa de alfabetización de 96.74 %; una Tasa de asistencia escolar de 73.10 %.

Respecto a la educación, la ciudad cuenta con 16 escuelas de educación especial, 30 de inicial, 106 preescolar, 150 primarias, 55 secundarias; 32 a nivel medio superior y 18 escuelas de nivel superior.<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> INAFED. (2005). *Censo de Escuelas y Universidades del Estado de Hidalgo*. [Documento WWW].URL <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/municipios/13048a.htm>. Octubre, 2011.

## CAPÍTULO 7 MARCO NORMATIVO Y LEGAL



### 7.1 Constitución Política de los EUM<sup>40</sup>

*Artículo 4°.- Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

Conforme a este Artículo, la adecuada Gestión de los RC&D, ayudaría a disminuir el impacto de la Industria de la Construcción en el Medio Ambiente, por lo que coadyuvaría al derecho de los ciudadanos a contar con un entorno sano.

<sup>40</sup> Instituto de Investigaciones Jurídicas. (2013). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. [Documento WWW]. URL <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/>. Abril, 2013.

*Artículo 25°.- Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.*

En este respecto, es de interés público el cuidado y la conservación de los recursos productivos. El utilizar recursos reciclados permitiría la disminución en el uso de los recursos naturales y su preservación.

*Artículo 27°.- La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico;*

El derecho de la nación para regular el aprovechamiento de los elementos naturales, cuidar su conservación y lograr el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana, es motivo suficiente para la adecuada gestión de los RC&D, ya que de no existir la misma, se corre el riesgo de romper el equilibrio ecológico de una región y por lo tanto causar perjuicios a sus habitantes.

## **7.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)<sup>41</sup>**

*Artículo 1°.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:*

*I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*

*II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;*

---

<sup>41</sup> Normateca. (2012) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)* [Documento WWW]. URL [http://www.normateca.gob.mx/Archivos/66\\_D\\_3579\\_11-11-2013.pdf](http://www.normateca.gob.mx/Archivos/66_D_3579_11-11-2013.pdf)

*III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;*

*IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;*

*V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;*

*VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;*

*VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;*

*VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;*

*IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y*

*X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.*

La LGEEPA fundamenta la creación de un Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición, ya que su adecuado manejo apoyaría el derecho de toda persona de contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; de la misma manera, al gestionarse de manera correcta los RC&D, se preserva y protege la biodiversidad y los recursos naturales.

Así mismo en su fracción V se habla del aprovechamiento sustentable de agua, lo cual indirectamente se apoyaría ya que al no tener que producir mayor cantidad de materiales nuevos, disminuiría el uso del vital líquido.

En la fracción VI, se habla de la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; el contar con un Plan de Gestión de RC&D permitiría prevenir y controlar la contaminación de estos elementos.

La Ley garantiza la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente; no será posible la implementación de un Plan de Gestión de Residuos de la C&D sin la participación corresponsable de todos los agentes involucrados.

En el apartado VIII, confiere a los municipios el ejercicio de las atribuciones en materia ambiental, por lo tanto faculta a las autoridades a promover la adecuada gestión de los RC&D.

Así mismo, la Ley estipula el establecimiento de mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y las medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan. Por lo tanto, es necesario materializar los mencionados mecanismos de coordinación por medio de un Plan de Manejo de RC&D, en el cual a su vez se establezcan además de las medidas, las acciones y sanciones administrativas y penales derivadas de su incumplimiento.

*Artículo 7o.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:*

*I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal;*

*II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación;*

*VI.- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;*

En este artículo fundamenta a los Estados en materia ambiental para formular, conducir y evaluar la política ambiental, así como la aplicación de sus instrumentos y la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén

considerados como peligrosos. Dentro de los RC&D se encuentran materiales inertes, los que se consideran de manejo especial y materiales peligrosos tales como solventes, pinturas, asbestos, etcétera, por lo tanto el Estado está facultado para gestionar estos residuos.

*Artículo 8o.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:*

*I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal;*

*II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia y la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación o a los Estados;*

*IV.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;*

*X.- La participación en la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más municipios y que generen efectos ambientales en su circunscripción territorial;*

*XIII.- La formulación y conducción de la política municipal de información y difusión en materia ambiental;*

*XIV.- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial;*

*XV.- La formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de protección al ambiente;*

*XVI.- La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y*

*XVII.- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación o a los Estados.*

Así como en el Artículo 7º, en el presente artículos fundamenta a los Municipios en materia ambiental para formular, conducir y evaluar la política ambiental, así como la aplicación de sus instrumentos y la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos

sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos. De la misma manera, establece en la Fracción XVI la “formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático”. En un Plan de Gestión de RC&D se proponen diferentes medidas de mitigación las cuales permiten disminuir la emisión de GEI y por lo tanto, ayudan en disminuir los efectos que se produzcan para un cambio climático.

*Título IV, Capítulo I, sobre la Protección al Ambiente, Artículo 109 BIS.- La Secretaría, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, deberán integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos de su competencia, así como de aquellas sustancias que determine la autoridad correspondiente. La información del registro se integrará con los datos y documentos contenidos en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos y concesiones que en materia ambiental se tramiten ante la Secretaría, o autoridad competente del Gobierno del Distrito Federal, de los Estados, y en su caso, de los Municipios.*

*Las personas físicas y morales responsables de fuentes contaminantes están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios para la integración del registro. La información del registro se integrará con datos desagregados por sustancia y por fuente, anexando nombre y dirección de los establecimientos sujetos a registro.*

*La información registrada será pública y tendrá efectos declarativos. La Secretaría permitirá el acceso a dicha información en los términos de esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables y la difundirá de manera proactiva.*

En el presente Título IV, la Ley le da atribuciones a los Estados, el Distrito Federal y los municipios para integrar un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo. Hemos visto a lo largo de la presente investigación, que existe una evidente transferencia de contaminantes de los RC&D a los distintos elementos.

*Capítulo IV, sobre la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo*

*Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:*

*I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;*

*II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;*

*III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;*

*Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:*

*I. La ordenación y regulación del desarrollo urbano;*

*II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;*

*III.- La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.*

*Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:*

*I. La contaminación del suelo;*

*II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;*

*III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y*

*IV. Riesgos y problemas de salud.*

En los Artículos 134 al 136, se habla sobre la prevención y control de la contaminación del suelo. En el apartado de la presente tesis “Características y Comportamiento de los RC&D” se habla de las repercusiones que se tienen sobre el suelo, al no gestionarse adecuadamente este tipo de residuos. Así mismo, se habla de la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos, industriales y peligrosos, dentro de los que se encuentran los Residuos de la Construcción y Demolición, los cuales al gestionarse adecuadamente, evitarían en mayor medida la contaminación del suelo, las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos que perjudican su aprovechamiento, así como los riesgos y problemas que pudieran ocasionar a la salud, como lo menciona en el Artículo 136.

### **7.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos<sup>42</sup>**

*Diario Oficial de la Federación; 8 de Octubre de 2003*

*En el Título Primero (Disposiciones Generales - Capítulo Único), sobre el Objeto y Ámbito de aplicación de la Ley*

*Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.*

*Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:*

*I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;*

*II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;*

*III. Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;*

*IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;*

*V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;*

---

<sup>42</sup> Normateca. (2012). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. [Documento WWW].URL [http://www.normateca.gob.mx/Archivos/66\\_D\\_3580\\_11-11-2013.pdf](http://www.normateca.gob.mx/Archivos/66_D_3580_11-11-2013.pdf). Octubre, 2012.

*VI. Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;*

*VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;*

*VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;*

*IX. Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados;*

*X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;*

*XI. Regular la importación y exportación de residuos;*

*XII. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios, y*

*XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda.*

En el presente Artículo, se habla nuevamente de la importancia de garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano pero también habla de propiciar la adecuada gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; en este sentido el Plan de Gestión de RC&D coadyuvaría a su cumplimiento.

*Artículo 2.- En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:*

*I. El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;*

*II. Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;*

*III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;*

En este apartado se menciona la “prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas”, el contar con un Plan de Gestión de RC&D, se evitarían los inminentes daños a la salud y a los ecosistemas, que la mala disposición actual de estos residuos, está generando en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo.

*IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;*

*V. La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible;*

*VI. La valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas;*

*VII. El acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos;*

*VIII. La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada;*

*IX. La selección de sitios para la disposición final de residuos de conformidad con las normas oficiales mexicanas y con los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano;*

*X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente;*

*XI. La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable, y*

*XII. La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.*

*En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán, en lo conducente, las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con la materia que regula este ordenamiento.*

En términos generales, el Artículo 1°, abarca todos los aspectos que implica la generación de residuos de manejo especial como son los RC&D, por lo tanto es necesario contar con un Plan de Gestión Integral de estos residuos ya que en la actualidad no existe.

*Artículo 3.- Se consideran de utilidad pública:*

*I. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;*

*II. La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud;*

*Las medidas, obras y acciones a que se refiere este artículo se deberán sujetar a los procedimientos que establezcan las leyes en la materia y al Reglamento de esta Ley.*

Tal y como lo menciona el Artículo 3°, “es de utilidad pública las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;” por lo que así mismo sería de utilidad pública la formulación y establecimiento de un Plan Integral de Manejo de RC&D ya que ello permitiría la conservación de los elementos naturales.

*Artículo 5°.- Fracción XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos.*

En el presente Artículo se define un Plan de Manejo, por lo cual al estar incluido en la legislación es muy importante llevarlo a cabo, siendo de suma importancia para el cuidado del medio ambiente.

*Artículo 9°.- Son facultades de las Entidades Federativas:*

*XI. Promover la participación de los sectores privado y social en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos de manejo especial, y llevar a cabo su gestión integral adecuada, así como para la prevención de la contaminación de sitios con estos residuos y su remediación, conforme a los lineamientos de esta Ley y las normas oficiales mexicanas correspondientes;*

*XVII. Regular y establecer las bases para el cobro por la prestación de uno o varios de los servicios de manejo integral de residuos de manejo especial a través de mecanismos transparentes que induzcan la minimización y permitan destinar los ingresos correspondientes al fortalecimiento de la infraestructura respectiva;*

*XVIII. Someter a consideración de la Secretaría, los programas para el establecimiento de sistemas de gestión integral de residuos de manejo especial y la construcción y operación de rellenos sanitarios, con objeto de recibir asistencia técnica del Gobierno Federal para tal fin;*

*Así mismo, define las atribuciones de la Federación, los Estados y Municipios en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación.*

Mediante el presente artículo se promueve la participación de todos los sectores involucrados en la generación de residuos para la implementación de acciones para prevenir su generación y evitar la contaminación; así mismo, se establecen las bases para el cobro de servicios de manejo integral de residuos a partir de la infraestructura adecuada; por último habla de la contaminación de los sitios y su remediación. Considero importante en el cumplimiento de las disposiciones sobre residuos, el contar con un adecuado Plan de Manejo y en conjunto con sistema de recolección de los mismos, se evitaría la contaminación y por consiguiente la remediación de los sitios.

*Título III, sobre la Clasificación de los Residuos, Artículo 19.- Define a los Residuos que requieren de un Manejo Especial (RME) y su clasificación, entre los que se encuentran:*

- *Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la*

*descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.*

- *Los Residuos generados por la construcción, mantenimiento y demolición en general.*

*Dentro del Título Cuarto, Instrumentos de la Política de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Capítulo I, Programas para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.- Artículo 26.- Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables. Dichos programas deberán contener al menos lo siguiente:*

*I. El diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios;*

*II. La política local en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;*

*III. La definición de objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento;*

*IV. Los medios de financiamiento de las acciones consideradas en los programas;*

*V. Los mecanismos para fomentar la vinculación entre los programas municipales correspondientes, a fin de crear sinergias, y*

*VI. La asistencia técnica que en su caso brinde la Secretaría.*

*Capítulo II, Planes de Manejo, Artículo 27.- Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:*

*I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;*

*II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;*

*III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;*

*IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y*

*V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.*

*Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:*

*I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;*

*II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y*

*III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.*

Se tiene contemplado en el Artículo 28 que los generadores de residuos sólidos de manejo especial, elaboren un Plan de Manejo de los mismos, lo cual en la realidad no es así ya que no existe un manejo especial por parte de los generadores ni por parte de la autoridad municipal.

*Título Sexto, de la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, Capítulo Único, Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.*

*Artículo 96.- Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, con el propósito de promover la reducción de la generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por su manejo, deberán llevar a cabo las siguientes acciones:*

*I. El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia;*

*II. Diseñar e instrumentar programas para incentivar a los grandes generadores de residuos a reducir su generación y someterlos a un manejo integral;*

*III. Promover la suscripción de convenios con los grandes generadores de residuos, en el ámbito de su competencia, para que formulen e instrumenten los planes de manejo de los residuos que generen;*

*IV. Integrar el registro de los grandes generadores de residuos en el ámbito de su competencia y de empresas prestadoras de servicios de manejo de esos residuos, así como la base de datos en la que se recabe la información respecto al tipo, volumen y forma de manejo de los residuos;*

*V. Integrar la información relativa a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, al Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales;*

*VI. Elaborar, actualizar y difundir el diagnóstico básico para la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;*

*VII. Coordinarse con las autoridades federales, con otras entidades federativas o municipios, según proceda, y concertar con representantes de organismos privados y sociales, para alcanzar las finalidades a que se refiere esta Ley y para la instrumentación de planes de manejo de los distintos residuos que sean de su competencia;*

*VIII. Establecer programas para mejorar el desempeño ambiental de las cadenas productivas que intervienen en la segregación, acopio y preparación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial para su reciclaje;*

*IX. Desarrollar guías y lineamientos para la segregación, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y transporte de residuos;*

*X. Organizar y promover actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos;*

*XI. Promover la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones profesionales y de consumidores, y redes intersectoriales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia;*

*XII. Realizar las acciones necesarias para prevenir y controlar la contaminación por residuos susceptibles de provocar procesos de salinización de suelos e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua, y*

*XIII. Identificar los requerimientos y promover la inversión para el desarrollo de infraestructura y equipamiento, a fin de garantizar el manejo integral de los residuos.*

*Artículo 97.- Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados.*

*Las normas especificarán las condiciones que deben reunir las instalaciones y los tipos de residuos que puedan disponerse en ellas, para prevenir la formación de lixiviados y la migración de éstos fuera de las celdas de confinamiento. Asimismo, plantearán en qué casos se puede permitir la formación de biogás para su aprovechamiento.*

*Los municipios regularán los usos del suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los cuales se considerarán las áreas en las que se establecerán los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*

*Artículo 98.- Para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos de manejo especial, las entidades federativas establecerán las obligaciones de los generadores, distinguiendo grandes y pequeños, y las de los prestadores de servicios de residuos de manejo especial, y formularán los criterios y lineamientos para su manejo integral.*

*Artículo 99.- Los municipios, de conformidad con las leyes estatales, llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, considerando:*

*I. Las obligaciones a las que se sujetarán los generadores de residuos sólidos urbanos;*

A lo largo de los Artículos 96 al 99, se establecen las bases y características para el desarrollo e implementación de un Plan de Manejo de Residuos, lo cual a pesar de encontrarse estipulado en la presente normativa, no se lleva a cabo en la vida real. De la misma manera, señala las atribuciones de los municipios para la prevención, valorización y gestión integral de los residuos urbanos.

#### **7.4 Ley para la Protección del Ambiente del Estado de Hidalgo<sup>43</sup>**

*La ley define a los residuos de manejo especial en la fracción XLVII.- RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL: Son aquéllos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;*

---

<sup>43</sup> Poder Judicial del Estado de Hidalgo. (2012). *Ley para la Protección del Ambiente del Estado de Hidalgo*. [Documento WWW]. URL [http://www.pjhidalgo.gob.mx/transparencia/leyes\\_reglamentos/leyes.html](http://www.pjhidalgo.gob.mx/transparencia/leyes_reglamentos/leyes.html). Octubre, 2012.

*En la Sección Primera de los Programas de Planeación Ambiental, sección XII habla de que “la política ambiental debe buscar la corrección de aquéllas alteraciones al medio ambiente que deterioren la calidad de vida de la población, y a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano, orientándolo hacia zonas aptas para este uso, a fin de mantener una relación suficiente entre la base de recursos y la población, cuidando de los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de vida, y XIII.- En el proceso de creación, modificación y mejoramiento del medio ambiente urbano y del hábitat, es indispensable fortalecer las previsiones de carácter ambiental, para proteger y mejorar la calidad de vida, asegurando la sustentabilidad.*

*Para el cumplimiento de estos criterios deberá asegurarse la eficiente coordinación entre las diferentes dependencias que tengan competencia.*

*Así mismo, en su Sección Primera sobre los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial establece lo siguiente:*

*Artículo 128.- Corresponde al Municipio el establecimiento y aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de residuos sólidos urbanos y al Estado, a través de la Secretaría la regulación de los residuos de manejo especial provenientes de procesos productivos.*

*Artículo 129.- Las personas físicas o morales generadoras de residuos de manejo especial deberán presentar el manifiesto correspondiente, así como tramitar la Licencia Ambiental Estatal e ingresar ante la Secretaría sus planes y programas de manejo que definan acciones y medidas para la prevención, control, minimización, reutilización y reciclaje de sus residuos, su informe de avances y logros de forma anual, el cual podrá ser modificado a fin de lograr objetivos de protección al ambiente.*

*Artículo 130.- La Secretaría emitirá los listados de los residuos de manejo especial sujetos a planes de manejo, que se Publicarán en el Periódico Oficial del Estado y en la Gaceta Ecológica.*

*Artículo 131.- Son responsables por los daños que se produzcan tanto el generador como las empresas que presten los servicios de manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial.*

*Artículo 132.- Cuando la generación, manejo y disposición final de los residuos de manejo especial produzca contaminación del suelo, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, los responsables estarán obligados a:*

*I.- Llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones originales del suelo; y*

*II.- En caso de que la recuperación y restablecimiento del suelo no sea factibles, a indemnizar los daños causados de conformidad con la Legislación Civil aplicable.*

*La responsabilidad a que se refiere este precepto es de carácter objetivo y para su actualización no requiere que medie culpa o negligencia del demandado.*

*Artículo 133.- Para la protección al ambiente, con motivo de la operación de sitios destinados al manejo y disposición final de residuos de manejo especial, el Reglamento de esta Ley y las Normas Técnicas podrán establecer medidas o restricciones complementarias a las que emita la Federación.*

*Artículo 133 Bis.- Se prohíbe la incineración de residuos sólidos urbanos y de residuos de manejo especial en el Estado.*

Después de analizar los artículos establecidos en este capítulo, observamos que si se establecen los lineamientos para la gestión de residuos de manejo especial, dentro de los que se consideran los generados por la Industria de la Construcción; así mismo, es evidente que a pesar de establecerse en la legislación estatal, no se llevan a cabo las medidas que marca el reglamento, por lo que no existe ningún tipo de manejo de este tipo de residuos. En este sentido un plan de manejo, permitiría cumplir con la legislación, además de mejorar las condiciones del medio ambiente y evitar su continuo deterioro.

## **7.5 Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca<sup>44</sup>**

*En el Capítulo III, habla de lo que se considera dentro de los “Usos Peligrosos, Molestos o Malsanos”:*

*Artículo 322.- Para los efectos previstos en el presente artículo, serán considerados como uso que originan peligro, insalubridad o molestia, entre otros, los siguientes:*

*II. Excavación de terrenos; depósito de escombros o basura en exceso o mala aplicación de cargas a las construcciones.*

*III. Los que produzcan humedad, salinidad, corrosión, gases, humo, polvo, emanaciones, ruidos, trepidaciones, cambios sensibles de temperatura, malos olores u otros efectos perjudiciales o molestos para las personas o que puedan causar daños a las propiedades.*

Los Residuos de la Construcción y Demolición se consideran dentro de los “Usos Peligrosos, Molestos o Malsanos”, y están definidos en el Capítulo III del Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca; lo que no se define es la manera como se

---

<sup>44</sup> Orden Jurídico. (2012). Reglamento de Construcciones del Municipio de Pachuca <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/HIDALGO/Municipios/Pachuca/PachucaReg03.pdf>

realizaría su manejo, por lo tanto, es necesario el desarrollo e implementación de un Plan de Gestión de este tipo de residuos.

## **CAPÍTULO 8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

### **8.1 Planteamiento Del Problema**

#### **8.1.1 Enunciado del Planteamiento del Problema**

La presente investigación tiene como Objetivo desarrollar una Guía de Manejo para el Reciclaje, Reuso y Reutilización de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición, en la Ciudad de Pachuca, Estado de Hidalgo, dirigida a los Diseñadores, Arquitectos, Constructores y Contratistas de la Industria de la Construcción.

#### **8.1.2 Pregunta de Investigación**

¿Es posible desarrollar una Guía de Manejo para el Reciclaje, Reuso y Reutilización de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición, en la Cd. de Pachuca, Hidalgo? a partir de la identificación, ubicación y clasificación de los distintos agentes generadores RC&D, la determinación de los tipos, características y volúmenes de RC&D generados, la realización de visitas a plantas recicladoras, entrevistas a investigadores/expertos en el tema, a autoridades y organismos relacionados en el país y fuera de él, así como así como la contrastación de diferentes sistemas de gestión en funcionamiento?

#### **8.1.3 Hipótesis**

- La Implementación de una Guía de Manejo para el Reciclaje, Reuso y Reutilización de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición, en la Cd. de Pachuca, Hidalgo permitirá mejorar las condiciones del Medio Ambiente de la Cd. de Pachuca, Hgo. y a su vez, la salud de sus habitantes.

### **8.2 Estudio De La Metodología**

#### **8.2.1 Objetivos de la Metodología**

1. Identificar, ubicar y clasificar por su tipo, características y magnitud, las diferentes obras en proceso de construcción en la Cd. de Pachuca, Hgo., mediante la

información obtenida de las autoridades/cámaras/organismos constructores correspondientes.

2. Conocer las prácticas de reuso/reutilización y/o disposición de los RC&D por medio de visitas a los sitios de construcción y entrevistas a los responsables de obra y en el caso de que no existan estas prácticas, investigar los motivos.
3. Conocer el destino final de los residuos de construcción generados por cada una de las obras identificadas, ya sea mediante un cuestionario y/o una entrevista.
4. Determinar los tipos y características de RC&D generados y estimar sus volúmenes en la Cd. de Pachuca, Hgo. a partir de la información obtenida de las distintas fuentes.
5. Determinar la composición de los RC&D conforme a cada fase del proceso constructivo: demolición, limpieza del sitio, excavación, sub-estructura, estructura, etc.

### 8.2.2 Variables

- ✓ Información obtenida de la Secretaría de Obras Públicas Municipales, de la CMIC y la CANADEVI.
- ✓ Información obtenida de constructoras.
- ✓ Información obtenida de los responsables de las obras.
- ✓ Información obtenida de los transportistas encargados del transporte y disposición de los RC&D.

### 8.2.3 Participantes/Elementos de Análisis.

Participantes	Elementos de Análisis
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Obras Públicas Municipales – Jefe del Departamento de Licencias de Ecología</li> <li>• Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción – Presidente de la Cámara</li> <li>• Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda – Presidente de la Cámara</li> <li>• Autoridades encargadas de los planes de manejo de los RC&amp;D en distintas ciudades/municipalidades</li> <li>• Constructores</li> <li>• Transportistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo y características de la obra</li> <li>• Tipos de residuos generados</li> <li>• Composición de los residuos generados</li> <li>• Peso de cada residuo generado</li> <li>• Volumen generado</li> <li>• Fase de generación</li> <li>• Formas de reuso/disposición</li> <li>• Destino final de los residuos generados</li> <li>• Sistemas de gestión de RC&amp;D</li> </ul>

## 8.2.4 Instrumentos/Materiales.

Instrumentos	Materiales
Entrevistas/Cuestionarios a: 1. La Secretaría de Obras Públicas Municipal 2. La CMIC Hidalgo 3. La CANADEVI 4. Las Autoridades responsables de la gestión de los RC&D en ciudades/municipalidades de otros países 5. Los Constructores 6. Los Transportistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos sobre licencias otorgadas y en funcionamiento</li> <li>• Censo de Obras</li> <li>• Documentos y formatos utilizados en los sistemas de gestión de RC&amp;D</li> <li>• Fotografías de las obras/procesos</li> <li>• Cámara de video</li> <li>• Instrumentos/equipo de medición</li> </ul>

## 8.2.5 Procedimiento.

Instrumento/Participante	Fecha/Lugar	Formas de aproximación	Características del lugar	Formato empleado
Entrevista/Secretaría de Obras Públicas Municipal/Jefe de Departamento	05 de Abril 12:00 p.m./Oficina de la Secretaría	Carta/Solicitud/Email	No conocidas	Entrevista/Cuestionario
Entrevista/Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción/Presidente de la Cámara	04 de Abril 7:00 p.m./Oficina de la Cámara	Carta/Solicitud/Email	No conocidas	Entrevista/Cuestionario
Entrevista/Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda/Presidente de la Cámara	18 de Abril 11:00 a.m./Oficina de la Cámara	Carta/Solicitud/Email	No conocidas	Entrevista/Cuestionario
Entrevista/Constructores	12 de Abril 5:00 p.m./Obras	Carta/Solicitud/Email	No conocidas	Entrevista/Cuestionario
Entrevista/Transportistas	14 de Abril 1:00 p.m./Obras	Carta/Solicitud/Email	No conocidas	Entrevista/Cuestionario

## 8.2.6 Cronograma.

Participantes	2012																			
	Abril																			Mayo
	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
	lu	ma	mi	ju	vi	lu	ma	mi	ju	vi	lu	ma	mi	ju	vi	lu	ma	mi	ju	vi
Diseño de entrevistas y solicitud de audiencias																				
Aplicación de entrevista a la Secretaría de Obras Públicas Municipales																				
Aplicación de entrevista a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción																				
Aplicación de entrevista a la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda																				
Aplicación de entrevista a los Constructoras																				
Aplicación de entrevista a Transportistas																				
Descarga, interpretación y análisis de resultados																				
Conclusiones																				

## 8.3. Análisis de la Información y Presentación de Datos

Con el fin de obtener información útil y necesaria para la elaboración del Plan de Manejo de RC&D, el Instrumento propuesto a utilizar es la Entrevista.

### 8.3.1 Diseño de categorías con base en datos cualitativos/cuantitativos: Entrevista

Nombre de la Categoría	Componentes	Respuestas relacionadas y Método para la cuantificación de datos
Características del Participante Cámara/Organización Autoridad/Constructora/ Constructores Independientes/ Responsables de Obra	Número y características de los agremiados	Constructoras, Constructores Independientes
	Tipos de proyectos	Obra pública, obra privada,
	Enfoque de los proyectos	Demolición, construcción, remodelación, mantenimiento: residencial, comercial, industrial, de salud, otro tipo de construcciones, obra civil
	Existencia de la gestión	Escala dicotómica (si/no)
	Volúmenes y tipos de RC&D	En múltiplos de 7 m <sup>3</sup> Concreto/acero/yeso/agregados/mampostería/cerámicos/block y tabique/madera/cal/aluminio/vidrio/cartón/otros
	Conocimiento de la existencia de impactos al medio ambiente y a la salud de la población	Escala politómica Descripción de los impactos

	Peligrosidad de los RC&D	Residuos no peligrosos/peligrosos
	Limitaciones/obstáculos	Costo, capacitación,
	Conocimiento de acciones aplicables para RRR los RC&D	Escala dicotómica (si/no) Descripción de las mismas
	Conocimiento de la Normatividad	Escala dicotómica (si/no) Descripción de la misma
	Existencia de Políticas Ambientales	Escala dicotómica (si/no) Descripción de las mismas
	Existencia de Políticas de Reducción de Residuos	Escala dicotómica (si/no) Descripción de las mismas
	Conocimiento de Planes de Manejo de RC&D	Escala dicotómica (si/no) Descripción de los mismos
	Disposición para implementar un Plan de Manejo de RC&D	Escala politómica
	Condiciones para implementar un Plan de Manejo de RC&D	Descripción de las mismas
	Disposición para recibir capacitación en el RRR de RC&D	Escala politómica

### 8.3.2 Resultados y Conclusiones

Los diversos Constructores, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción y la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda, así como la Secretaría de Obras Públicas Municipales manifestaron lo siguiente:

- Que los RC&D son transportados por medio de la CTM y transportistas privados.
- Que estos residuos son dispuestos en vertederos autorizados.
- Que desconocen los volúmenes generados de RC&D, ya sea en las diferentes obras o en aquellas de sus agremiados.
- Así mismo desconocen el impacto que provocan los RC&D en el medio ambiente y la salud humana de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo; algunos piensan que es mínimo.
- Solo una constructora manifestó contar con políticas ambientales y de reducción de producción de residuos.
- La mayoría conocen la normatividad vigente con respecto a la disposición de los RC&D.

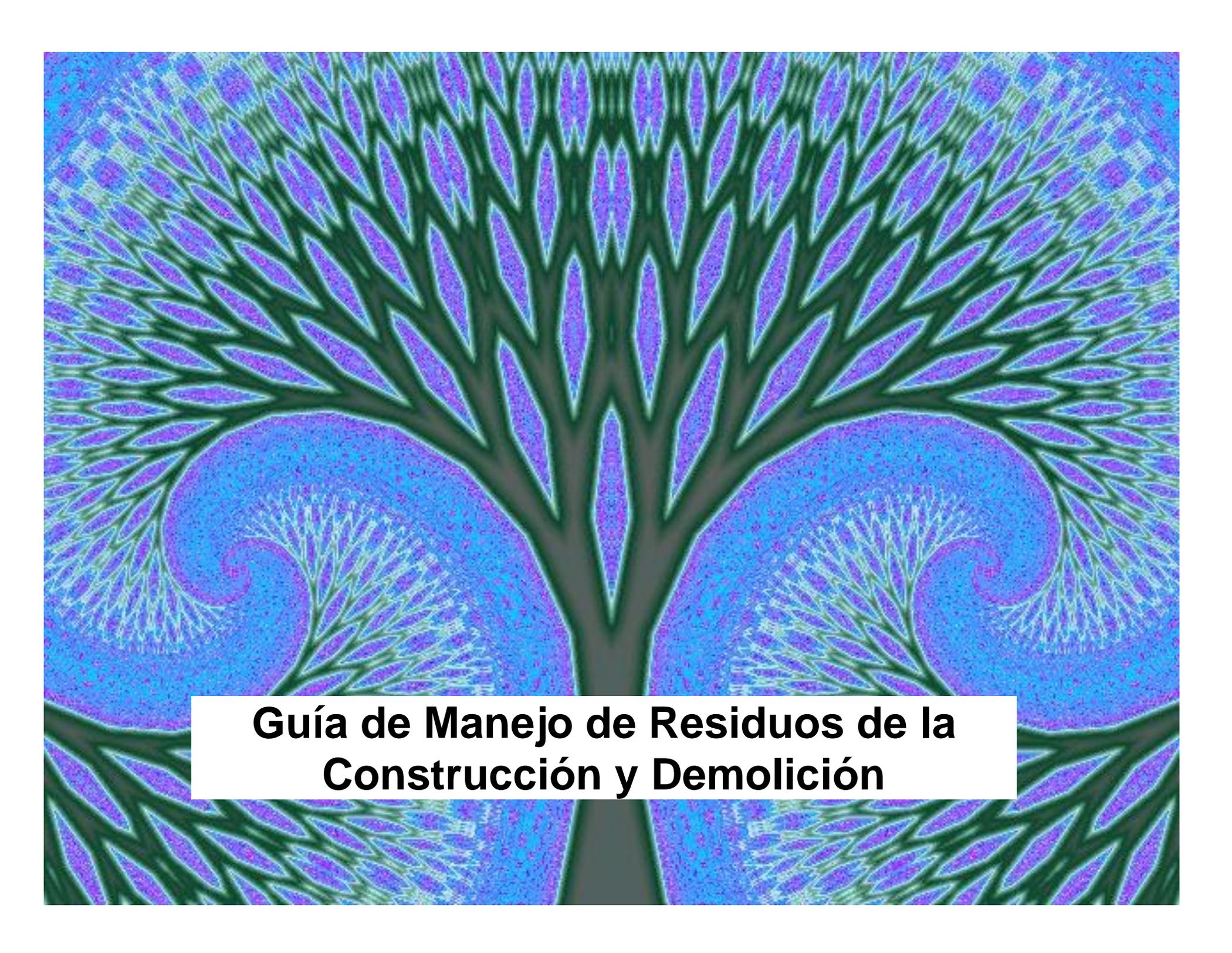
- Los constructores manifestaron conocer los tipos de residuos que se generan en cada una de las etapas de la construcción, siendo los principales: agregados, concreto, acero, plásticos, blocks, madera, cartón, yeso, cerámicos y plástico para embalajes.
- Los constructores y las cámaras encuentran en la falta de recursos, tiempo y capacitación, así como en el desconocimiento de los procesos de RRR, a las principales limitantes para el reciclaje, reuso o reutilización de los RC&D.
- Los Constructores y las Cámaras, así como la Secretaría de Obras Públicas, manifestaron disponibilidad a la implementación de procedimientos y políticas de RRR, y estarían de acuerdo en recibir capacitación en el tema.
- Finalmente, los entrevistados manifestaron estar dispuestos a considerar y poner en práctica un Plan de Manejo de RC&D.

## **CAPÍTULO 9. PROPUESTA DE DESARROLLO DE LA GUÍA DE DE MANEJO PARA EL RECICLAJE, REUSO Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

## ÍNDICE DE LA GUÍA.

<b>Objetivo .....</b>	<b>91</b>
<b>Datos Críticos .....</b>	<b>92</b>
<b>Apartado 1.- Los Materiales y el Medio Ambiente .....</b>	<b>96</b>
1.1 Características de los Materiales y su Impacto al Medio Ambiente .....	96
1.2 Diagrama de Impactos al Medio Ambiente.....	98
1.3 Descripción de Impactos .....	98
1.4 Beneficios al Evitar, Reducir y Minimizar .....	99
<b>Apartado 2.- Estrategias.....</b>	<b>101</b>
2.1 Poner en práctica las 3 R's .....	101
2.1.1 Reducir:.....	101
2.1.2 Reutilizar:.....	102
2.1.3 Reciclar .....	103
2.2 Gestionar los Residuos de la Construcción y Demolición.....	104
2.2.1 Definición de Residuos de Construcción .....	104
2.2.2 Definición de Residuos de Demolición.....	104
2.2.3 ¿Qué es la Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición?.....	104
<b>Apartado 3.- Reducir, Reciclar y Reutilizar los Materiales Obtenidos .....</b>	<b>106</b>
3.1. Respecto a los Materiales .....	106
3.2 Respecto a la Separación en Sitio o en Planta.....	106
3.3 Tabla de Procesos y Posibles Usos Finales de los RC&D .....	111
3.4. Consideraciones de Normatividad y Legislación para la Reutilización de los Residuos de la Construcción y Demolición en México.....	112
3.5 Residuos que por su Volumen, Impacto en el Medio Ambiente, Energía Incorporada en su Producción y Factibilidad para su Reducción, Reciclaje y Reutilización, son considerados en la presente Guía. ....	113
3.6 Las 3 R's del Ladrillo.....	113
3.6.1 La Reducción, Reutilización y el Reciclaje de Ladrillos .....	114
3.6.2 El uso de Ladrillo Reciclado como agregado en Concreto.....	115
3.6.3 Contaminantes en el Agregado de Ladrillo Reciclado.....	118
3.7 Las 3 R's del Concreto.....	119
3.7.1 Agregados reciclados .....	120

3.7.2 Características .....	120
3.7.3 La reducción, reutilización y reciclaje del concreto. ....	121
3.7.4 Consideraciones Técnicas para la Reutilización de Concreto .....	124
3.7.5 Proceso de Reciclaje y Reutilización de Concreto en la Planta de la Empresa "Concretos Reciclados S.A. de C.V." .....	124
3.8 Las 3 R's del Acero .....	132



# **Guía de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición**

## **Objetivo**

**En la presente Guía, se plantea la Problemática generada a partir de la mala disposición de los Residuos de la Construcción y Demolición y la necesidad de contar con estrategias de Manejo para su Reducción, Reutilización y Reciclaje.**

**Su principal objetivo es ayudar a los profesionales del diseño y la construcción a evitar que los Residuos de la Construcción y Demolición generados se dispongan en tiraderos clandestinos o en vertederos sin ningún tipo de manejo previo.**

**Las recomendaciones están dirigidas a todos los actores involucrados en proyectos de la Ciudad de Pachuca: Los arquitectos, diseñadores, constructores y contratistas. El manejo de este tipo de residuos solo será posible si se realiza con un esfuerzo cooperativo, en este sentido, la presente guía apoya y alienta la acción comprometida de todos los involucrados.**

## Datos Críticos

La Industria de la Construcción a nivel mundial genera amplios impactos directos e indirectos sobre el medio ambiente y México no es la excepción. Las construcciones de todo tipo, utilizan recursos energéticos, agua y materiales vírgenes y generan desechos y emisiones perjudiciales al medio ambiente como aquellos contaminantes que se filtran al subsuelo (aceites, pinturas, asbestos, etc.).

“Los propietarios de edificios, diseñadores y constructores enfrentan un desafío único para satisfacer la demanda de instalaciones nuevas y renovadas que sean económicamente accesibles, seguras, saludables y productivas minimizando su impacto sobre el medio ambiente.”<sup>45</sup>

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de GEI, publicado por el INE (Instituto Nacional de Ecología), “la Industria de la Manufactura y Construcción genera un 8% del total de los Gases de Efecto Invernadero “GEI” en nuestro país”<sup>46</sup> (ver figura 1) y solo los residuos generados por la construcción y demolición de este sector generan un estimado del 21% de todos los desechos no industriales.

---

<sup>45</sup> Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción. (2012) *Sostenible*. [Documento WWW]. URL <http://www.wbdg.org/design/sustainable>. Octubre, 2011.

<sup>46</sup> Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. (2002) *Inventario Nacional de Emisiones de GEI 1990-2002*. (pp. Resumen Ejecutivo I)

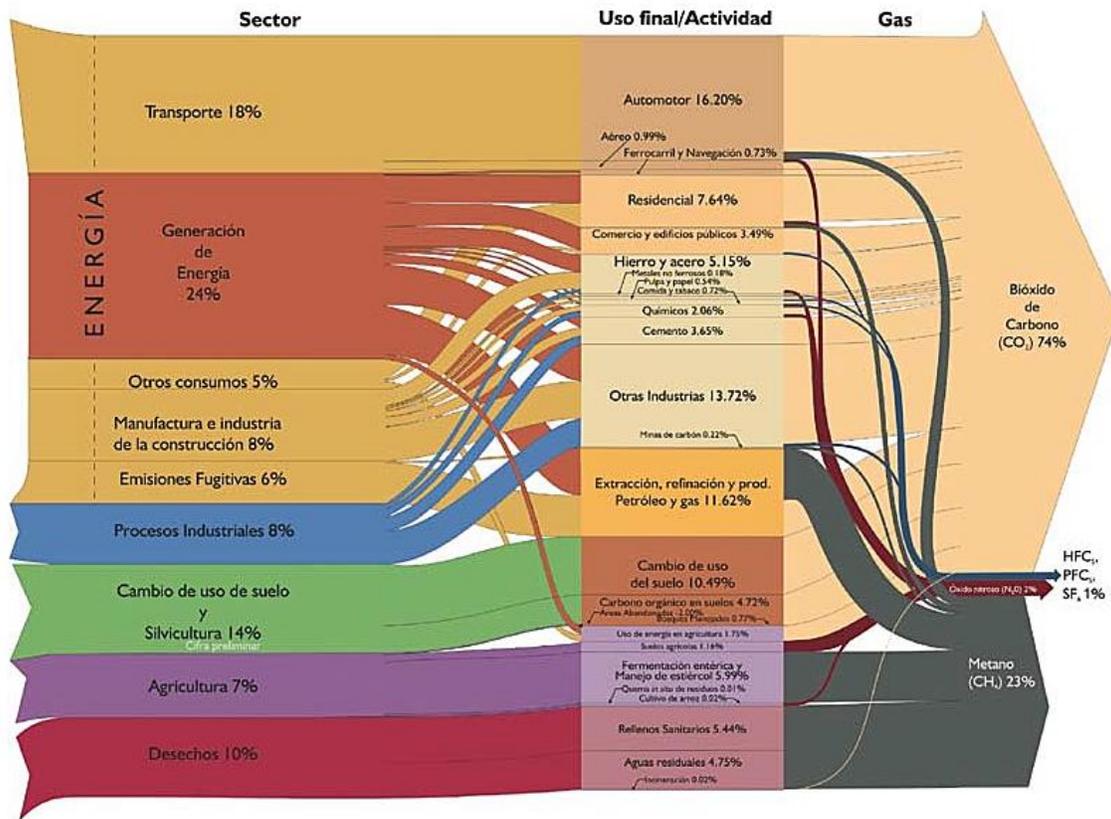


Figura 1. Información de México con base al diagrama diseñado por el "World Resources Institute", WRI. WRI. (2005). "Navigating the Numbers: Greenhouse gases and international climate change agreements". Pág. 4.

Aproximadamente el 50% de los materiales utilizados en la construcción proceden de la corteza terrestre. Tan solo en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, se producen



diariamente unas 200 toneladas de Residuos de la Construcción y Demolición<sup>47</sup>

Este volumen aumenta constantemente, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. En la actualidad no existen datos sobre la cantidad de desechos que se reutilizan, en su mayoría como

<sup>47</sup> La generación promedio de Residuos Sólidos Municipales estimada por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) de sus países miembros para el año 2009 fue de 540 kg per cápita, de los cuales aproximadamente un 50% lo constituyen los Residuos de la Construcción y Demolición.<sup>4</sup>

Generación per cápita, es la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por habitante por año. El Municipio de Pachuca de Soto cuenta una población de 267 856 habitantes de acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

material de relleno, sin embargo vemos a lo largo de terrenos baldíos, cauces de ríos y tiraderos clandestinos, grandes volúmenes de escombros, los cuales además de causar una mala imagen urbana, provocan diversos malestares en la población y afectan al medio ambiente.

En términos estadísticos, se puede decir que “el sector de la Construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados.”<sup>48</sup>

Siendo el concreto el segundo material más consumido a nivel mundial, después del agua y es la base de nuestro entorno urbano.

☑ El consumo en todo el mundo:

☑ 1950: menos de 2,5 millones de toneladas

☑ 2006: entre 21 y 31 millones de toneladas

☑ Los residuos de la construcción y demolición (RC&D) pueden constituir hasta un 50% de los residuos sólidos urbanos.

☑ La reutilización y el reciclaje de RC&D en muchos países industrializados consiste en un

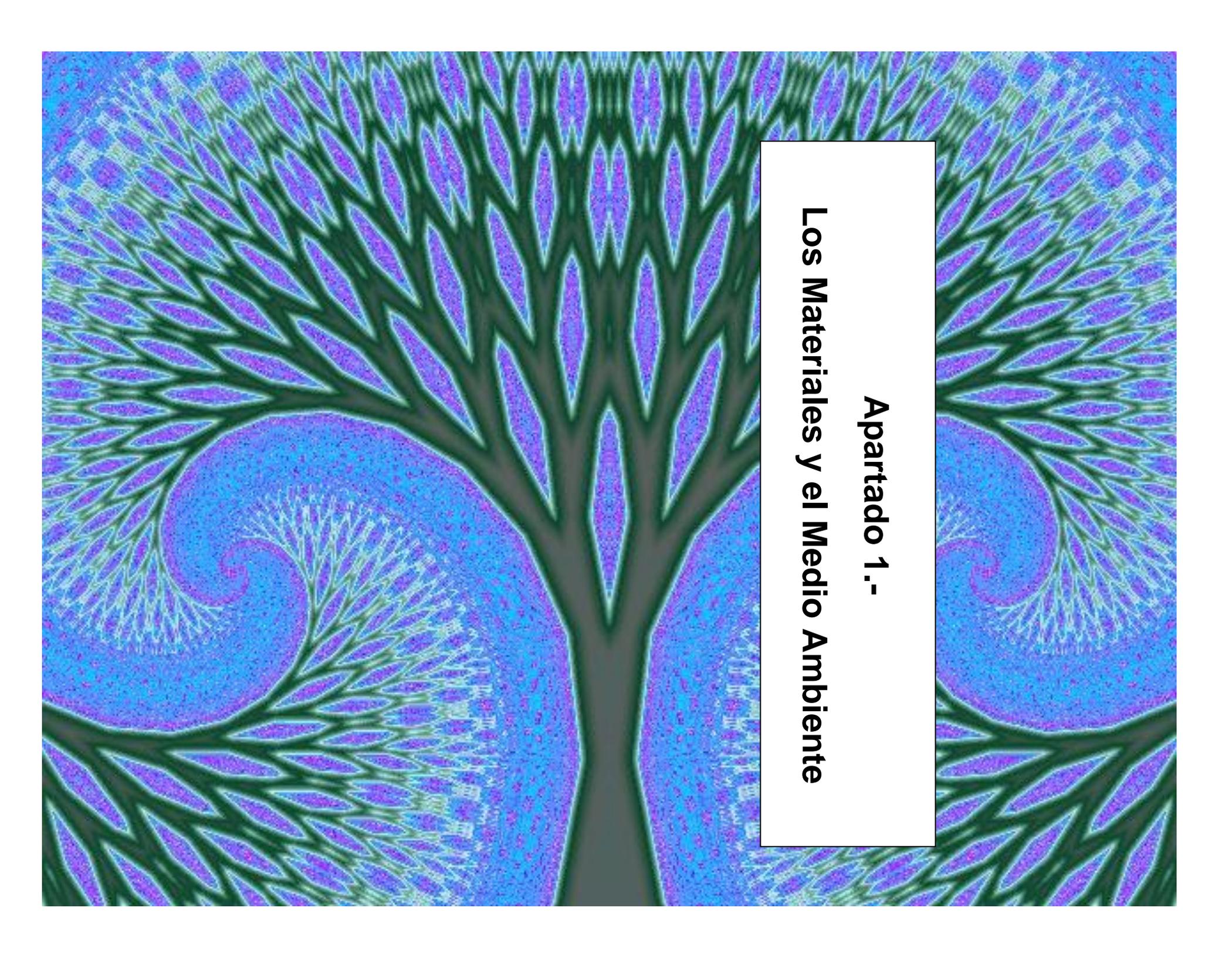
sistema integrado a sus planes de Manejo de Residuos Sólidos, con lo cual logran reciclar más del 70% de los mismos.

☑ Países como los Países Bajos y Japón, logran la recuperación casi total de los residuos de concreto.



---

<sup>48</sup> Anink, D., Boonstra, C., y Mak, J. (1996) *Handbook of Sustainable Building. (Manual de Construcción Sostenible)*. (pp.8)



## Apartado 1.-

### Los Materiales y el Medio Ambiente

## Apartado 1.- Los Materiales y el Medio Ambiente

### 1.1 Características de los Materiales y su Impacto al Medio Ambiente

Las características de los materiales contenidos en los RC&D determinan el comportamiento de los mismos y su interacción con el medio ambiente, así como su densidad (la cual define cuanto material se encuentra comprimido en un espacio determinado, es decir cuántos gramos o kilogramos hay en una unidad de volumen). Ver tabla 1.

En esta tabla se observa la amplia gama de impactos al medio ambiente; entre ellos la creación de ambientes propicios para la reproducción de fauna nociva, la modificación del pH de los suelos, la compactación de los mismos, lo cual impide la filtración de la lluvia a los mantos acuíferos, provocando inundaciones, el aumento de la

Material	Características	Densidad	Impactos en el ambiente
<b>Concreto</b>	Material durable y resistente, que impide la penetración de agua para proteger al acero de refuerzo utilizado en la estructura de las construcciones. <sup>1</sup>	2.240 kg/m <sup>3</sup> 2	Es un residuo pesado, que repercute en los sitios de tiro compacta el suelo; y puede repercutir en la pérdida de infiltración y aumento de escorrentía. Es inerte, no modifica el pH del suelo.
<b>Tabique de barro recocido</b>	Resisten los embates del agua y tierra o lodo con bastante buena disposición, pero quedan limitados en dimensiones y no pueden construirse con ellos los muros o elementos resistentes más allá de ciertos límites	15kg/cm <sup>23</sup> .	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, pero puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Tabiques de concreto</b>	Estas piezas, pueden ser huecas (tabiques ligeros) y macizas	50 kg/cm <sup>2</sup> . <sup>4</sup>	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, pero puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Mamposterías de piedras naturales</b>	Clasificada como de tercera, por estar formada con piedras naturales sin labrar y unidas con mortero de cemento y arena principalmente	150 kg/cm <sup>2</sup>	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo.
<b>Mortero</b>	Se utilizan para unir las piedras, tabique	15.0 kg/cm <sup>2</sup>	Es un material inerte, no modifica el pH del suelo, puede aumentar la escorrentía y compactación el suelo
<b>Madera</b>	Es un conjunto de células, huecas, alargadas y cementadas longitudinalmente entre sí. Compuesto por celulosa (40-50%); hemicelulosas varias (20-35%) y la lignina (15-35%)(Peniche, C. s/f)	Variable depende de la especie	Albergue de fauna nociva, <b>Beneficios:</b> Con su descomposición se reincorpora materia orgánica al suelo
<b>Cal</b>	Es sustancia sólida cáustica. La cal hidráulica es una cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica (SiO <sub>2</sub> ) y alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) o mezclas sintéticas de composición similar. Tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso debajo del agua. <sup>5</sup>		La cal viva modifica el pH del suelo

escorrentía superficial, entendido como la permeabilidad de los suelos, lo cual impide la adecuada filtración del agua al subsuelo y por lo tanto es forzada directamente hacia corrientes o drenajes, donde la erosión y sedimentación pueden ser problemas importantes, incluso cuando no hay inundación.

El aumento de escorrentía reduce la recarga de agua subterránea, disminuyendo así el volumen del manto freático y empeorando las sequías, sobre todo para los agricultores y quienes dependen de pozos de agua. Cuando hay contaminantes antropogénicos disueltos o suspendidos en la escorrentía, el impacto humano se amplía. Esta carga de contaminantes puede alcanzar a diversas aguas receptoras como corrientes, ríos, lagos, estuarios y océanos, cambiando la química del agua en estos sistemas y en sus ecosistemas relacionados.<sup>49</sup>

Material	Características	Densidad	Impactos en el ambiente
<b>Aluminio</b>	Es un metal ligero, con alta conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión y bajo punto de fusión. Blando pero resistente <sup>6</sup>	Su densidad es aproximadamente un tercio de la del acero o el cobre	Es un residuo que se recicla y reincorpora como materia prima. De encontrarse en sitios de tiro es un residuo inerte
<b>Vidrio</b>	Está compuesto por varios silicatos metálicos, presentes en distintas proporciones, son incoloros y transparentes. Son duros pero frágiles. <sup>7</sup>		Es inerte, generalmente es un residuo reciclable, de encontrarse en un sitio puede afectar aumentando la escorrentía y disminuyendo la capacidad de infiltración.
<b>Acero</b>	Es una mezcla de metales (aleación) formada por varios elementos químicos, principalmente hierro y carbón como componente minoritario (desde el 0.25% hasta el 1.5% en peso). <sup>8</sup>		Como residuo puede afectar un sitio por su peso compactando el suelo y aumentando la escorrentía.
<b>Yeso</b>	Es un aglomerante hidráulico cuyo fraguado es muy rápido. <sup>9</sup>		Es un residuo inerte, de baja densidad que puede afectar el sitio de tiro aumentando la escorrentía y por lo tanto la pérdida de la capacidad de infiltración.
<b>Cerámica</b>	Los materiales cerámicos provienen de arcillas sometidas a distintos procesos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerámica ordinaria: se utiliza a temperatura ambiente.</li> <li>• Cerámica refractaria: se utiliza a temperatura elevada. Sus componentes fundamentales son: sílice, alúmina (le da el color y el aspecto determinado) y algunos óxidos metálicos.<sup>10</sup></li> </ul>		Es un residuo de alta densidad, que puede afectar un sitio compactando el suelo, aumentando la escorrentía y disminuyendo la capacidad de infiltración. Es inerte.

**Tabla 1.** Características de los materiales contenidos en los residuos de la construcción y su impacto al medio ambiente. (Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal., 2010)

<sup>49</sup> Ciclo Hidrológico.com (2011) *Escorrentía Superficial*. [Documento WWW]. URL [http://www.ciclohidrologico.com/escorrentia\\_superficial](http://www.ciclohidrologico.com/escorrentia_superficial). Noviembre, 2011.

## 1.2 Diagrama de Impactos al Medio Ambiente



**Figura 2.** Esquema de Impactos producidos por la inadecuada disposición de Residuos de la Construcción y Demolición.  
Elaboración por el Autor.

## 1.3 Descripción de Impactos

- Daños ambientales irreparables: ocasionados por la excesiva explotación de los recursos minerales, forestales y acuíferos.
- Riesgos graves para la salud por la eliminación no controlada y la incineración: cuando se eliminan restos de pinturas, aceites, impermeabilizantes sin un control, estos son susceptibles de llegar a contaminar los mantos freáticos por filtración al subsuelo.
- Reducción de espacios utilizables, debido al rápido aumento de los vertederos ilegales: predios privados y públicos que no están bardados y en los cuales fácilmente se depositan los escombros clandestinamente.
- Regresión económica y social: al existir grandes volúmenes de escombros en predios abandonados, se fomentan los asentamientos irregulares de casas de cartón y lámina las cuales fácilmente pasan desapercibidas. Estos asentamientos provocan un aumento de la delincuencia ya que sus habitantes al no contar con

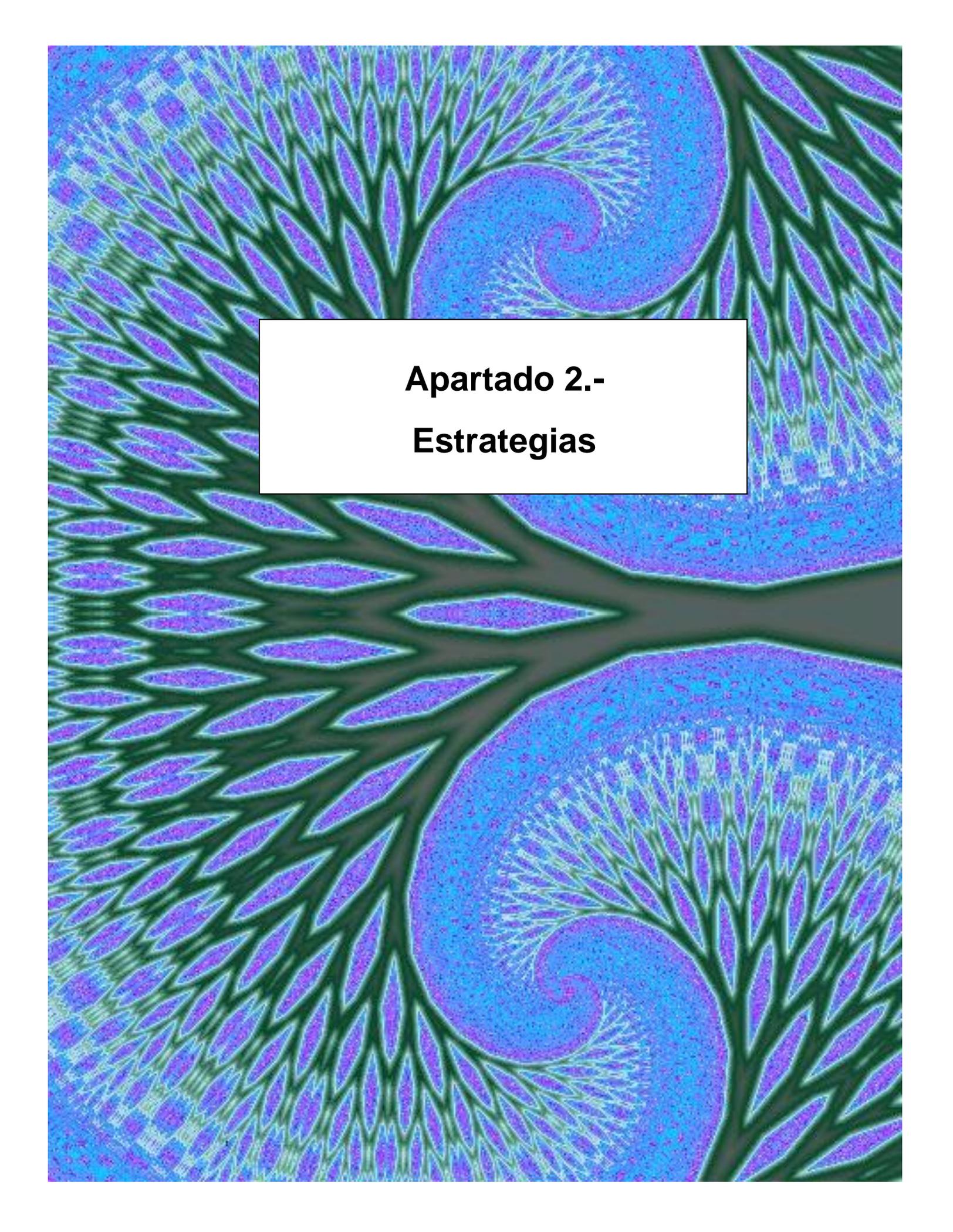
una fuente de empleo, buscarán otros medios de subsistencia, los cuales muchas veces terminan en conductas criminales.

- Agotamiento de los recursos naturales: principalmente agua, madera y materiales vírgenes: canteras, arena, piedra, etc.

#### **1.4 Beneficios al Evitar, Reducir y Minimizar**

- Ahorro de energía para la producción de nuevos materiales: la producción de materiales nuevos requiere de un gran gasto de energía, la cual se ahorra al disminuir la demanda de estos productos.
- Reducción de costos de las nuevas construcciones: al reciclarse, reusarse y reutilizarse los materiales, se prevén ahorros en las nuevas edificaciones.
- La creación de nuevos puestos de trabajo: empleos “verdes” a partir de el establecimiento de industrias y plantas recicladoras.





**Apartado 2.-  
Estrategias**

## Apartado 2.- Estrategias

### 2.1 Poner en práctica las 3 R's



**Figura 3.** Esquema de Sustentabilidad de los Procesos de las 3 R's, donde se observa que la Reducción de Uso de Materiales debe ser priorizada al Reuso y Reutilización, significando una mayor sustentabilidad ya que se impacta de menor manera al Medio Ambiente por la disminución de Extracción de Materiales Vírgenes. Elaboración por el Autor.

#### 2.1.1 Reducir:

Como primer enfoque, la disminución de la cantidad de materiales necesarios para construir un proyecto, reduce la generación de residuos y produce mayores beneficios ambientales.

Usando menos materiales tales como el concreto, tabique, cerámicos, yeso, etcétera, hace que los costos de ellos sean menores, debido a que disminuye su demanda y así su precio, así mismo, se reduce la contaminación como consecuencia de su fabricación y transporte, ahorro en energía y agua, y evita que más materiales terminen en vertederos, debido a esto, se le debe de dar mayor prioridad a la reducción de los residuos en un plan de gestión.



Reducir el uso de recursos iniciales como la piedra, la arcilla, arenas y gravas, aglomerantes, el cemento y el mortero, materiales aditivos y aceros, evita el impacto completo, así como cualquier necesidad para su reutilización o reciclaje. Reducir los RC&D requiere el compromiso y la atención de todos los actores clave en la construcción. En sí es un proceso en el cual cada uno realiza importantes aportaciones. En primera instancia, se requiere que veamos la prevención de generación de residuos y la disminución de cantidades destinadas a los vertederos como una forma de conservación de los recursos naturales.



### 2.1.2 Reutilizar:

Volver a utilizar un material en un mismo estado como los bloques de concreto o tabiques, sin reprocesamiento de la materia, ofreciendo las siguientes opciones:

- **Reutilización directa en la obra** donde son generados los residuos: por ejemplo, al demoler una edificación hecha con tabique, es posible recuperarlo y reutilizarlo en sitio, evitando la compra de material y con ello la contaminación generada por su fabricación y transporte.

- **Reutilización en otras obras de la misma o de otra empresa constructora:** por ejemplo, en la excavación se obtiene material de relleno que al no utilizarse en esa obra, puede ser llevado a otros proyectos de la empresa o de otra empresa, para su uso.

- **Reutilización previa transformación,** es decir, al producirse los desechos de la construcción y demolición, tales como trozos de concreto simple o armado, fragmentos de bloques de concreto o tabiques, pedacería de tejas de barro, etcétera, es posible, someterlos a un proceso de selección ya sea en sitio o en una planta de reciclaje, para



obtener subproductos reciclados, el concreto podrá triturarse hasta darle la dimensión deseada y ser utilizado como sub-base en pavimentaciones, o dependiendo del cribado que se le aplique, puede llegar a convertirse en grava o arena reciclada. Lo mismo sucede con los bloques de concreto o tabiques y tejas, los cuales al ser seleccionados y clasificados, pueden ser sometidos a diferentes procesos para ser reutilizados como diferentes subproductos, por ejemplo, rellenos, o agregados para fabricar nuevas piezas.

Reutilizar, hace que se extienda la vida de los materiales existentes y disminuye la necesidad de nuevos materiales. Inclusive edificios completos pueden ser reutilizados a través de la renovación, ya sea para el mismo uso o uno nuevo, ahorrando con ello recursos y dinero: por ejemplo, al adecuar el nuevo proyecto a las estructuras existentes, se disminuye la necesidad de demolerlas y a su vez el tener que adquirir nuevos materiales.



El reutilizar o recuperar componentes de un edificio, es muy común en renovaciones de edificios históricos y esta práctica se extiende a elementos como puertas y componentes de iluminación.<sup>50</sup>

### 2.1.3 Reciclar

Es el proceso donde los materiales de desperdicio como el concreto demolido, pedacería de bloques de concreto, tabiques, cerámicos, etcétera, son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

El Reciclaje conserva los recursos y evita que los materiales terminen en los vertederos. La demolición y renovación de proyectos, presentan numerosas oportunidades para el reciclaje.

---

<sup>50</sup> Gruzen Samton LLP. (2003) *Construction and Demolition Waste Manual (Manual de Residuos de la Construcción y Demolición*. [Documento WWW].URL <http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/waste.pdf>. Octubre, 2011.

La manera más sostenible de reciclaje es aquella que convierte los residuos en nuevos productos, tales como la pedacería de acero o concreto demolido, en nuevos agregados y elementos estructurales, o como sub-bases en obras de urbanización, como material drenante, etcétera.



## **2.2 Gestionar los Residuos de la Construcción y Demolición**

### **2.2.1 Definición de Residuos de Construcción**

Residuos de edificaciones y reacondicionamiento de viviendas, edificios comerciales y otras estructuras. La composición es muy variable, puede incluir piedras, ladrillos, concreto, maderas, elementos de instalaciones especiales, etc.<sup>51</sup>

### **2.2.2 Definición de Residuos de Demolición**

Los residuos de edificios demolidos, calles, caminos y otras estructuras similares. La composición de dichos residuos es similar a la de los residuos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y metales. Vidrio industrial (que no se utiliza como envase) y su uso es para almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano, cristales blindados, fibra óptica, focos, etc.<sup>7</sup>

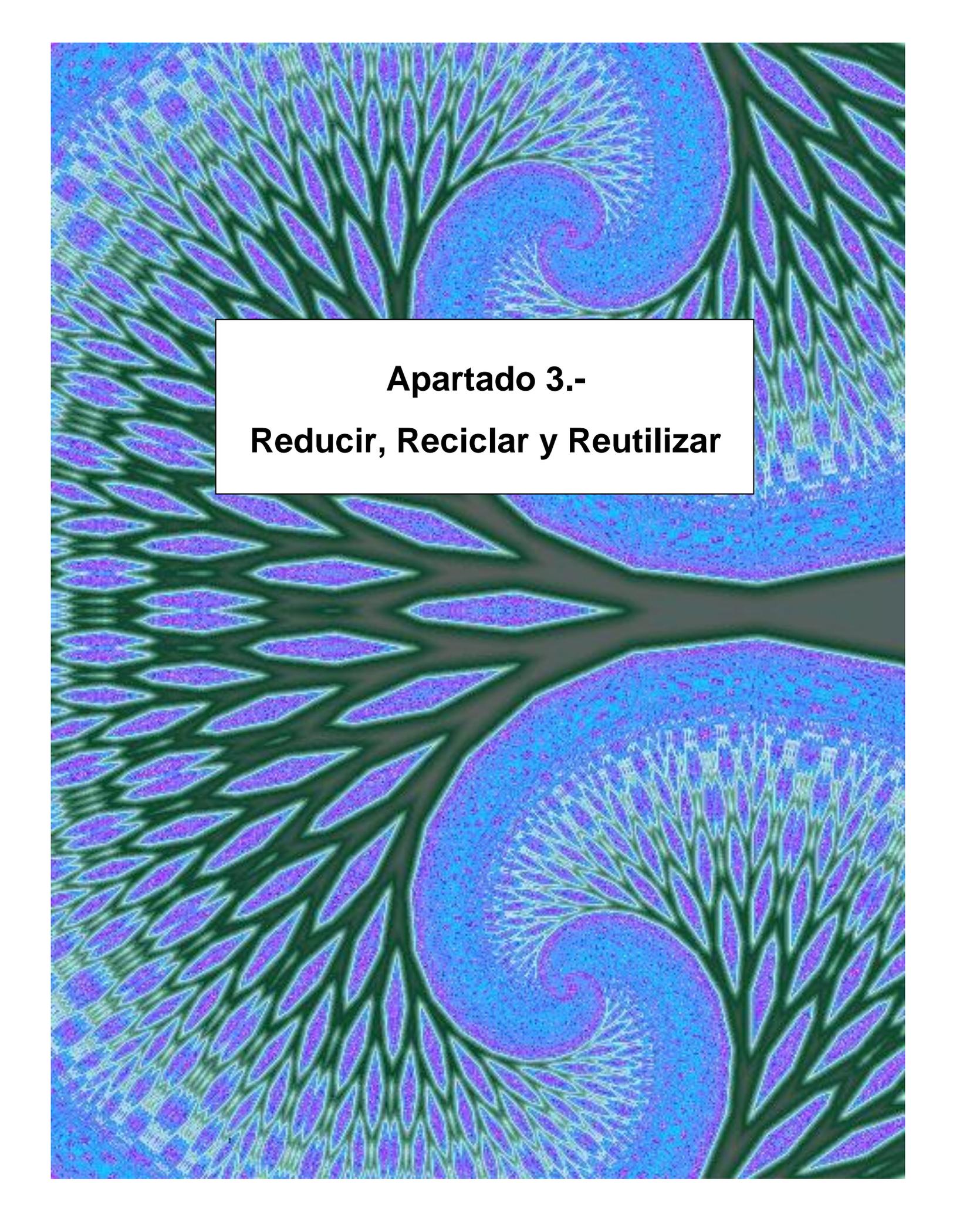
### **2.2.3 ¿Qué es la Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición?**

Es el Proceso mediante el cual se establecen políticas, acciones y estrategias a tomar en el manejo de los RC&D.

Para llevar a cabo este proceso, es necesario planificar, organizar y controlar el uso adecuado de los recursos materiales y las actividades de trabajo con el propósito de lograr nuestros objetivos de reducir, reutilizar y reciclar de manera eficiente, eficaz y oportuna los residuos generados, con la finalidad de minimizar en lo mayor posible, los impactos económicos, ambientales y sociales.

---

<sup>51</sup> Universidad de Alcalá de Henares. (2005) *Reciclaje de residuos de vidrio de construcción y demolición*. [Documento WWW].URL <http://portal.uah.es>. Marzo 2012.

The background of the slide is a complex fractal pattern. It consists of numerous branching, tree-like structures that resemble coral or a dense network of veins. The color palette is primarily blue and purple, with some darker, almost black, lines defining the branches. A prominent feature is a large, light blue spiral that winds through the center of the image, surrounded by the branching patterns. The overall effect is a highly detailed, organic, and mathematical design.

**Apartado 3.-  
Reducir, Reciclar y Reutilizar**

## Apartado 3.- Reducir, Reciclar y Reutilizar los Materiales Obtenidos

### 3.1. Respecto a los Materiales

De las 2 toneladas de material que necesitamos para edificar 1 m<sup>2</sup> de vivienda, más de la mitad son áridos o también llamada materia prima (casualmente, los residuos de construcción y demolición están constituidos principalmente por material pétreo).<sup>52</sup>

¿Cómo podemos contribuir en el manejo sustentable de los recursos naturales?, para ello sugerimos las siguientes consideraciones:

- Realizar demoliciones atendiendo a criterios de desconstrucción.
- Aprovechar al máximo los materiales.
- Reutilizar los recortes de obra siempre que sea posible.
- Reciclar los materiales pétreos y reutilizarlos como sub-bases en obras de urbanización, como material drenante, etc.

### 3.2 Respecto a la Separación en Sitio o en Planta

Los beneficios económicos del reciclaje son mayores si los residuos pueden ser separados desde su origen; esto se llama "separación en sitio." Es decir, que los trabajadores separen los metales del concreto y madera, y así sucesivamente, y colocar cada material en un contenedor diferente. Estos contenedores son transportados a los diferentes mercados.



El reciclaje de residuos mezclados es la otra alternativa y significa colocar todos los materiales reciclables en un solo recipiente, que es transportado a una planta procesadora, donde diferentes materiales se separan a mano o con equipo automatizado.

<sup>52</sup> Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (2010) *Estudio de zonas impactadas por tiraderos clandestinos de residuos de la construcción en el Distrito Federal*. [Documento WWW]. URL <http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/EOT-02-2010.pdf>. Octubre, 2011.

La Separación en Sitio y el reciclaje de residuos mezclados tienen ventajas y desventajas<sup>53</sup> :

**Ventajas y Desventajas de la Separación en Sitio y en Planta.**

Método de Reciclaje	Ventajas	Desventajas
<b>En Sitio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayores tasas de reciclaje</li> <li>• Reducción de los costos de reciclaje; ingresos por algunos de los materiales</li> <li>• A menudo, sitio de trabajo más seguro y limpio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiples contenedores en obra</li> <li>• Los trabajadores deben separar los materiales para el reciclaje</li> <li>• Logística más compleja</li> <li>• Mercados múltiples, más información para gestionar</li> </ul>
<b>En Planta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo uno o dos contenedores en sitio</li> <li>• No hay necesidad de trabajadores para separar los materiales para el reciclaje</li> <li>• Mayor facilidad de logística</li> <li>• Un solo mercado, menos información para gestionar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa menor de reciclaje</li> <li>• Más altos costos de reciclaje</li> </ul>

**Tabla 2.** Ventajas y Desventajas de la Separación en Sitio y en Planta.<sup>9</sup>

El equilibrio entre la separación en sitio y el reciclaje de residuos mezclados se basa en la relación entre la complejidad y la economía.

Podemos ver que en la mayoría de los casos la separación en sitio, es más ventajosa económicamente:

- Cuando se separan en el sitio, los materiales están listos para ir directamente al mercado, no hay necesidad de pagar un procesador para ordenar los materiales, por ejemplo el acero, es cual, al clasificarse en

<sup>53</sup> IRN. Institución de Redes de Reciclaje. (2005). *Recycling Construction and Demolition Waste. A Guide for Architects and Contractors. (Reciclando Residuos de la Construcción y Demolición. Una Guía para Arquitectos y Contratistas)* [Documento WWW]. URL <http://www.mass.gov/dep/recycle/reduce/cdrguide.pdf>. Octubre, 2011.

sitio, inmediatamente después puede ser retirado por la empresa recolectora de metales.

- Los materiales separados de origen son generalmente de mejor calidad, con menos contaminantes, por lo que valen más en el mercado del reciclaje.

Haciendo un balance, la separación en sitio es generalmente preferible al reciclado de residuos mezclados. Cuesta menos, y las tasas de reciclado son típicamente más



altas.

La complejidad para realizarla no es más que, simplemente los trabajadores pongan diferentes materiales en diferentes contenedores que mezclados entre sí. Al ser más pequeños, los contenedores de materiales separados en sitio, a menudo se pueden colocar cerca de las áreas de

trabajo, de modo que la separación en sitio, lleve menos tiempo y esfuerzo que llevar los residuos a un contenedor central.

La separación en sitio no implica que todos los materiales sean separados todo el



tiempo; siempre habrá un contenedor de residuos mezclados en el lugar, y habrá algunos materiales que siempre se dispondrán reciclados o como residuos mezclados. Algunos materiales también estarán separados en el sitio, durante una fase de un trabajo, por ejemplo los paneles de concreto ligero, pero serán manejados como residuos

mezclados en otro momento. Sin embargo, habrá sitios donde el reciclaje de residuos mezclados sea la única opción posible, debido a las limitaciones del sitio, tamaño del trabajo, o los tiempos; en estos casos el objetivo es identificar a la planta procesadora de residuos mezclados que pueda lograr la mejor combinación de precio y tasa de reciclaje; pero, donde sea posible, la separación en sitio se debe considerar la mejor opción de reciclaje.<sup>9</sup>

## Procedimiento para Separación en sitio:

Los principios de la separación en sitio son sencillos: cada uno de los materiales reciclables ya sea concreto, tabique, acero, agregados, tierra, etcétera, deben separarse al momento de generarse y se colocaran en el contenedor adecuado.

Consideremos las siguientes reglas adicionales para realizar el trabajo de separación en el sitio sin problemas:

- Mantenga la menor cantidad posible de contenedores en el sitio: Los contenedores ocupan espacio, y con demasiados depósitos aumenta la posibilidad de confusión y contaminación. En general, el objetivo es tener un contenedor en el sitio para los residuos mezclados, y uno o dos contenedores adicionales para los residuos específicos



generados en cada fase del trabajo, es decir, si se trata de una obra que en ese momento se encuentre demoliendo estructuras, lo ideal sería contar con un contenedor específicamente para concreto reforzado y quizás otro para blocks o tabiques.

- Tenga contenedores de acuerdo al tipo de material. Un recipiente de madera, por ejemplo, por lo general que almacene entre 1.5 a 3 m<sup>3</sup> de madera. Sin embargo, la chatarra de cables y tuberías puede necesitar sólo un contenedor de 1.5 m<sup>3</sup>. Para el concreto, usted podrá tener una gran cantidad de material,



pero el tamaño del contenedor estará limitado por el peso que pueda ser transportado por el camino.

- Coloque los contenedores cerca de los lugares de trabajo. Una de las ventajas de la separación en sitio es que no se basa en un gran contenedor central

para todos los residuos. Envases más pequeños a menudo se pueden colocar cerca del área de trabajo. También busque la posibilidad de usar recipientes intermedios con ruedas, para que al final de la jornada se transporten los residuos a un



contenedor de mayor tamaño. Pensar en maneras más eficaces de optimizar el reciclaje, generará ahorros sorprendentes en el trabajo y en la comodidad.

- Lo que hace que funcione el trabajo de separación en sitio es el hecho de que coincide con las fases del trabajo. Sólo se tienen en el lugar, los contenedores necesarios en un momento determinado para los residuos específicos que se generan. Usted puede recoger, transportar y comercializar estos materiales. Cuando el proyecto pasa por diferentes etapas, es posible reciclar los diferentes materiales, en recipientes diferentes, y en general a los diferentes mercados. Nos lleva más energía y planeación hacer esto, pero en la mayoría de los casos los ahorros económicos y mayores tasas de reciclaje lo justifican.<sup>9</sup>

### 3.3 Tabla de Procesos y Posibles Usos Finales de los RC&D<sup>54</sup>

Material	Proceso	Uso Final
Concreto simple (RD)	Triturado	Agregado
Concreto fresco (RC)	Lavado para remover cemento y recuperar agregado	Agregado
Concreto reforzado	1. Triturado y separado de varillas 2. Reciclaje de acero	1. Concreto triturado reutilizado como agregado 2. Nuevo acero de refuerzo
Tabique y teja de barro	1. Limpieza 2. Triturado 3. Pulverizado	1. Reutilizado en albañilería 2. Agregado
Block de cemento	1. Limpieza 2. Triturado 3. Pulverizado	1. Reutilizado en albañilería 2. Agregado 3. Reciclado para nuevos blocks
Piedra natural	1. Limpieza 2. Trituración	1. Reutilizada en albañilería 2. Agregado
Loseta cerámica	1. Limpieza 2. Trituración	1. Reciclado para nuevas losetas
Pavimento asfáltico	1. Triturado y mezclado en frío 2. Triturado y mezclado en calor	1. Base de carreteras, relleno 2. Construcción de carreteras
Escombros compuestos (asfalto, ladrillos, concreto)	1. Triturado	Base en carreteras, material de relleno
Acero	1. Limpieza 2. Reciclado	1. Componentes de acero reutilizados 2. Nuevos componentes de acero
Aluminio	1. Limpieza 2. Reciclado	1. Componentes de aluminio reutilizados 2. Nuevos componentes de acero
Marcos y puertas de madera	Limpieza	Reutilizados como marcos, puertas, etc.
Madera (varios)	Reducido a menor tamaño	1. Leña 2. Acondicionador de suelos
Plástico	Reciclado	Nuevos productos
Tablaroca	1. Limpieza 2. Triturado 3. Reciclado	1. Reutilizado como tablas 2. Acondicionador del suelo 3. Nuevos productos
Vidrio	1. Limpieza 2. Triturado 3. Reciclado	1. Reutilizado para ventanas, espejos, etc. 2. Agregado 3. Nuevos productos
Accesorios eléctricos y de plomería	1. Limpieza 2. Separación para facilitar reciclaje	1. Reutilización 2. Nuevos productos
Aislamiento	1. Limpieza 2. Reciclaje	1. Reutilización 2. Nuevos Productos
Materiales de embalaje	Reciclaje	Nuevos materiales

<sup>54</sup> Holcim Ltd. (Octubre, 2007). *Reuse and Recycling of Construction Demolition Waste. (Reuso y Reutilización de Residuos de Construcción y Demolición)*. [Documento WWW]. URL <http://cowam.tech.net/Reuse%20and%20Recycling%20of%20CDW%20GTZ%202007.pdf>. Octubre, 2011.

### **3.4. Consideraciones de Normatividad y Legislación para la Reutilización de los Residuos de la Construcción y Demolición en México**

El hecho de que existan normas y especificaciones de uso de agregados vírgenes, limitará la utilización de agregados reciclados; por otro lado, será importante el establecimiento de políticas de promoción de uso de agregados reciclados en aquellos elementos donde se permita su utilización.

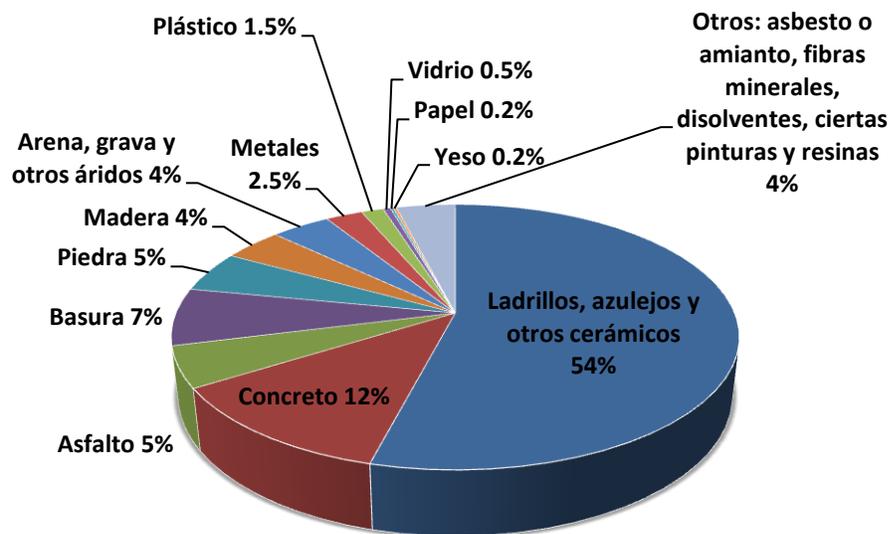
La legislación, por otro lado, permitirá disuadir la disposición sin reutilización de RC&D, si los costos de la misma son altos, lo que orientaría a los productores a preferir soluciones de reciclado y reutilización.

El Viernes 01 de Febrero de 2013, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), publica la NOM-161-SEMARNAT-2011, la cual establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión en dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Por norma, los Residuos de la Construcción y Demolición, se incluyen en los Residuos de Manejo Especial.

*Desde mi punto de vista, la norma maneja de manera muy general a los Residuos de Manejo Especial y no trata de manera específica a los Residuos de la Construcción y Demolición; a su vez, habla de los “grandes generadores de residuos” pero sin definir el rango de volumen de producción para considerarlos dentro de esta categoría, así mismo no habla de aquellos generadores menores, como la auto-construcción o la actividad de las diferentes empresas constructoras, ya sea pequeñas o medianas. La Norma únicamente habla de la necesidad de la creación de un Plan de Manejo para una obra que genere un volumen mayor a 80 m<sup>3</sup>, pero lo hace de manera general, sin especificar cual debe de ser el manejo de los RC&D, así como los lugares a los cuales se deberán de destinar para su reciclaje, por lo tanto se encuentra limitada. De la misma manera, no menciona la existencia de Empresas Procesadoras de RC&D, ya que ellas finalmente serían las encargadas de coadyuvar con los productores en cerrar el círculo de producción-consumo-reciclaje-reutilización.*

### 3.5 Residuos que por su Volumen, Impacto en el Medio Ambiente, Energía Incorporada en su Producción y Factibilidad para su Reducción, Reciclaje y Reutilización, son considerados en la presente Guía.

Como primer material tenemos a los ladrillos de arcilla, los cuales llegan a ocupar hasta un 54% del volumen generado de residuos. Posteriormente se trata el concreto el cual corresponde al segundo residuo en importancia y finalmente, por encontrarse comúnmente en unión con este último y por la trascendencia de su recuperación y reutilización, se aborda el acero de refuerzo. Todos los residuos a tratar, presentan en su producción, altos niveles de consumo de energía y por lo tanto de contaminación.



**Gráfica 1.** Composición de los Residuos de la Construcción y Demolición de una Vivienda. Fuente: [www.elmundo.es/suvienda](http://www.elmundo.es/suvienda)

### 3.6 Las 3 R's del Ladrillo

#### Introducción

La construcción con ladrillo ha sido un sistema utilizado desde hace más de dos mil años, haciendo a este tipo de tecnología de uso común una de las más antiguas. El ladrillo, debido a su durabilidad, incide en menores costos de reposición, pero al igual que el concreto, provoca el agotamiento de las canteras por la extracción. De igual manera, la fabricación de ladrillos además de involucrar el uso de materiales vírgenes,

produce altos niveles de contaminación por CO<sub>2</sub> debido a la energía utilizada en el proceso, por lo tanto, su recuperación, uso eficiente y reutilización son de vital importancia para disminuir la producción de nuevos ladrillos y la pérdida de aquellos obtenidos en demoliciones y renovaciones, los cuales generalmente terminan siendo dispuestos en vertederos sin ningún tipo de aprovechamiento.

El uso del ladrillo en estructuras sin grandes cargas, es recomendable sobre el uso del concreto, ya que entre otras ventajas, posee un aislamiento térmico mayor, eso implica, un menor costo de energía para aclimatar los espacios, contribuyendo con ello a un menor gasto en aire acondicionado y en calefacción.

### **3.6.1 La Reducción, Reutilización y el Reciclaje de Ladrillos**

La reducción del uso de ladrillos es posible mediante el uso eficiente de los mismos. Su recuperación y reutilización hace que la demanda de ladrillos fabricados a partir de materiales vírgenes disminuya. Cuando disminuye la necesidad de fabricación de nuevos materiales, también disminuyen los impactos al medio ambiente y el uso de la energía. Al reutilizar el ladrillo, se evita a su vez, que el ladrillo usado vaya a parar a vertederos con las consecuencias que esto conlleva.

Otra manera de reducir su uso, es simplificando las elevaciones y formas caprichosas elaboradas con ladrillos, además de utilizar de manera óptima todas las piezas surgidas del desperdicio. Será necesario destinar un espacio en la obra donde los residuos de ladrillo no terminen mezclados con otros materiales o se deterioren por el tránsito de trabajadores o maquinaria.

Por lo tanto, es de vital importancia, priorizar la recuperación del ladrillo, su limpieza y reutilización para la construcción de nuevos elementos constructivos y en proyectos de restauración histórica, que su disposición o reciclaje. En el caso de que la reutilización del ladrillo no sea posible, siempre será factible su reciclado mediante la trituración y su utilización en sistemas de drenaje, como material de relleno y en ocasiones como agregado en concreto.

### 3.6.2 El uso de Ladrillo Reciclado como agregado en Concreto

La reutilización de ladrillo reciclado para la elaboración de mezclas de concreto es posible a partir de su selección y trituración. Con ello, se reduce la necesidad de consumo de nuevos materiales naturales. Al elaborar concreto, el objetivo es el mayor uso posible de agregados, ya que estos tienen un costo menor que el cemento, esto significa que una mezcla de concreto contenga un 70-80% de agregados del volumen total. Varios países tales como Alemania, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos, España y Japón, han reutilizado los residuos de ladrillo generados en distintos procesos, como agregado grueso en mezclas de concreto.

Como parte de una iniciativa para confirmar la viabilidad de este proceso, el Instituto para la Investigación y la Innovación en Ciencia y Tecnología y Materiales de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, realizó un estudio donde se demuestra que es factible su reutilización<sup>55</sup>.

Se crearon cuatro diferentes mezclas, una con agregados naturales (grava y arena) y en las otras tres, la grava se sustituyó por triturado de ladrillo reciclado en proporciones del 10, 20 y 30% (Ver Tabla 3).

NOMBRE DE MEZCLA	PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS MEZCLADOS
M0	MEZCLA NORMAL SIN AGREGADOS ADICIONALES (MEZCLA PATRÓN)
M1	MEZCLA CON 10% DE AGREGADO TRITURADO DE LADRILLO RESPECTO A LA FRACCIÓN DE AGREGADO GRUESO
M2	MEZCLA CON 20% DE AGREGADO TRITURADO DE LADRILLO RESPECTO A LA FRACCIÓN DE AGREGADO GRUESO
M3	MEZCLA CON 30% DE AGREGADO DE TRITURACIÓN DE LADRILLO RESPECTO A LA FRACCIÓN DE AGREGADO GRUESO

Tabla 3. Nomenclatura de las mezclas en estudio.

Debido a la elevada absorción que presenta el triturado de ladrillo reciclado, este fue saturado durante 24 horas antes de la fabricación de las probetas para evitar la pérdida rápida de fluidez en el concreto.

<sup>55</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Pérez Rojas Angela V. (2012) *Uso de Triturado de Ladrillo Reciclado como Agregado Grueso en la elaboración de Concreto*. (pp. 116-125)

En la tabla 4 se indican las proporciones en peso de cada uno de los agregados utilizados en la elaboración de las diferentes mezclas de concreto tanto para el ensayo a compresión como para flexión.

Nombre	Ensayo de Flexión					Ensayo de Compresión				
	A/C	Cemento (Kg)	AGN (Kg)	AFN (Kg)	AGR (Kg)	A/C	Cemento (Kg)	AGN (Kg)	AFN (Kg)	AGR (Kg)
M0	0.5	5.12	5.68	4.65	-	0.5	5.12	12.11	9.91	-
M1	0.5	5.12	5.01	4.56	0.56	0.5	5.12	10.70	9.72	1.19
M2	0.5	5.12	4.37	4.47	1.09	0.5	5.12	9.32	9.54	2.33
M3	0.5	5.12	3.75	4.39	1.61	0.5	5.12	8.01	9.36	3.43

**Tabla 4. Proporciones en peso de las mezclas de concreto. A/C relación agua-cemento<sup>56</sup> AGN agregado grueso natural, agregado fino natural AFN, Agregado grueso reciclado AGR.**

La consistencia del concreto fresco se midió luego de dos minutos de la fabricación de la probeta, mediante el método del cono de Abrams y la resistencia de compresión y de flexión se midieron después de los 28 días de curado, tiempo en el cual el concreto logra su resistencia nominal. A continuación se presentan los resultados del análisis de la investigación:

- a. El análisis químico del ladrillo reciclado empleado cumple con la Norma NTC 3493<sup>57</sup>, la cual indica que tiene características similares a las de una puzolana natural, por lo cual es aceptable químicamente para ser utilizado como aditivo mineral en el concreto de cemento Portland.
- b. El agregado grueso reciclado presenta una densidad relativamente baja y una mayor absorción de agua en comparación con los agregados naturales. Estas características pueden atribuirse principalmente a la elevada porosidad y

<sup>56</sup> La relación agua / cemento constituye un parámetro importante de la composición del concreto. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y su contracción. La relación agua / cemento es el valor característico más importante de la tecnología del concreto. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de contracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida. La relación agua cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el concreto fresco. O sea que se calcula dividiendo la masa del agua por la del cemento contenidas en un volumen dado de concreto.

<sup>57</sup> Esta norma establece la utilización de cenizas volantes o puzolanas naturales, calcinadas o crudas, como aditivos minerales para concreto, donde sea deseable la acción cementante o puzolánica, o ambas, o donde puedan considerarse apropiadas otras propiedades, normalmente atribuidas a aditivos minerales finos; o donde se busque lograr ambos objetivos.

la forma angular de los ladrillos originales, lo cual puede afectar la manejabilidad, consistencia y plasticidad del concreto.

- c. La consistencia media del concreto fresco con una relación A/C = 0,5 fue de 74 mm. En esta se observa que al sustituir parcialmente la cantidad de agregado grueso natural por agregado triturado de ladrillo reciclado la manejabilidad del concreto se mantiene aproximadamente constante, confirmando la buena manejabilidad de estos concretos en obra.
- d. Las resistencias a la compresión son más bajas en las mezclas M1, M2 y M3 comparada con la mezcla de referencia M0, sin embargo, esta disminución varía entre 2 y 6% demostrando que los resultados son similares a los arrojados por un concreto convencional diseñado para soportar una resistencia de 3000PSI o 214 kg/cm<sup>2</sup>.
- e. La forma angular del material triturado de ladrillo y su rugosidad superficial benefician la unión entre este agregado y la pasta del cemento, por lo tanto pueden mejorar los rendimientos de la resistencia a flexión. La resistencia de flexión en las mezclas M1, M2 y M3 en comparación con la mezcla de referencia M0, es similar a lo identificado en la resistencia a compresión, sin embargo, para la resistencia de flexión el rango de disminución es tan solo de 0 a 2%.
- f. Es notorio el incremento de la absorción en concretos elaborados con agregado triturado de ladrillo reciclado, lo que indica una mayor permeabilidad al agua. En la investigación se encontró que la absorción en la mezcla 3 es casi el doble de la mezcla de referencia M0. Para mejorar el comportamiento de las mezclas ante esta propiedad se recomienda el uso de un aditivo plastificante el cual tiene un efecto positivo al disminuir la absorción de agua.

La Investigación realizada permite confirmar la viabilidad del uso del concreto con agregado reciclado de ladrillo en forma similar al concreto convencional, siempre y cuando el residuo reciclado no exceda el 30%. De cualquier forma, en caso de que se planee su utilización, es primordial realizar los análisis correspondientes a las propiedades del agregado reciclado de ladrillo ya que estas pueden variar de un residuo obtenido a otro. Cabe señalar que el concreto elaborado con agregados naturales posee mejores propiedades físico-mecánicas (resistencia a la flexión y

compresión), comparado con aquel elaborado con agregados de ladrillo reciclado, sin embargo, este último concreto posee mejores propiedades térmicas<sup>58</sup>. Así mismo, la densidad del concreto con agregado de ladrillo reciclado, es menor que la del concreto convencional, por lo que podría ser utilizado en aplicaciones donde el peso propio del elemento sea una limitante. De igual manera, el concreto con agregado de ladrillo, posee suficiente resistencia a la compresión y flexión, por lo que puede ser utilizado en aplicaciones donde estos factores no sean vitales.

Los principios del desarrollo sustentable requieren de la reducción de la extracción de materiales vírgenes y la maximización de la reutilización y el reciclaje de residuos constructivos. El uso de residuos de ladrillo triturado como agregado en mezclas de concreto, aporta beneficios ambientales.

### **3.6.3 Contaminantes en el Agregado de Ladrillo Reciclado**

La necesidad de un rendimiento predecible y consistente del producto final es uno de los factores limitantes en la expansión de la reutilización y el reciclaje de residuos de la construcción. Por ejemplo, los contaminantes en el agregado de ladrillo reciclado podrían pasar al nuevo concreto y tener efectos nocivos sobre la fuerza y durabilidad.

La presencia de asfalto en agregados reduce la resistencia del concreto. Por ejemplo, la presencia de 30% por volumen de asfalto en un árido reciclado reduce la resistencia a la compresión de concreto en aproximadamente un 30%<sup>59</sup>. El mortero de cal se puede quitar fácilmente de la superficie de los ladrillos, y debido a ello es posible volver a utilizar el ladrillo entero para nuevos muros. Por otro lado el mortero de cemento que contienen es mucho más difícil de eliminar, por lo que los ladrillos que tienen este tipo de mortero adherido a ellos por lo general se trituran para agregado<sup>60</sup>.

A partir de estudios sobre los efectos perjudiciales del yeso en el concreto de áridos reciclados, debido a la expansión del sulfato se concluyó que las especificaciones estándar para áridos reciclados deben incluir límites al contenido de yeso, debiendo ser

---

<sup>58</sup> Kesegić Ivana (2008) *Recycled Clay Brick as an Aggregate For Concrete. (Ladrillo de Arcilla Reciclado como Agregado para Concreto)* (pp. 35-40)

<sup>59</sup> Hansen, T. C. (1992) *Recycling of demolished concrete and masonry. (Reciclaje de concreto demolido y mampostería)*

<sup>60</sup> Sherwood, P. T. (Londres, 1995) *Alternative materials in road construction. (Materiales alternativos en la construcción de carreteras)*.

menores al 1% del peso total del agregado<sup>61</sup>. Para la producción de concreto donde el reciclado agregado puede estar contaminado con yeso, se recomienda utilizar cemento Portland resistente a los sulfatos en lugar de cemento Portland tipo I.

Los componentes orgánicos, tales como papel, madera, textiles y algunos pegamentos, son inestables en concreto cuando está sometido a ciclos de humedad/secado o congelación/descongelación, por lo que la cantidad de cemento deberá aumentarse. Otro tipo de sustancias orgánicas, como la pintura, puede provocar grandes cantidades de aire en el concreto<sup>61</sup>.

La presencia de cloruros, sulfatos y otras sales en el concreto armado puede causar la corrosión del acero de refuerzo. Se ha encontrado a su vez, que los agregados de mampostería reciclados tienen menor contenido de cloruro y sulfato que aquellos de concreto reciclado.

### **3.7 Las 3 R's del Concreto**

#### **Introducción**

El agotamiento de las canteras y la escasez de recursos naturales para agregados han motivado el uso de agregados provenientes de demoliciones de construcción. Entre sus desventajas se reporta el incremento tanto de la contracción por secado y del creep (entendido como la deformación progresiva del concreto en compresión), así como de la penetración iónica clorhídrica (derivada por disociación del cloruro de hidrógeno, y que puede llegar a la armadura). Para superarlas se incluye ceniza volátil en reemplazo de una porción de cemento. La investigación tiene que ver con los efectos de esta inclusión en la resistencia a la compresión, en la resistencia a la tensión, en el módulo estático de elasticidad, en la contracción por secado, en el creep y en la resistencia a la penetración clorhídrica. Se realiza en concreto con agregado reciclado.

---

<sup>61</sup> Khalaf, F. M. DeVenny, A. S. (2004) *Recycling of Demolished Masonry Rubble as Coarse Aggregate in Concrete: Review. (Reciclaje de Escombros de Mampostería Demolida como Árido Grueso en Concreto: Resumen)*. Journal of Materials in Civil Engineering. Revista sobre Materiales en Ingeniería Civil. (pp. 331-340).

### 3.7.1 Agregados reciclados

Los agregados reciclados están constituidos de partículas trituradas y graduadas, provenientes de materiales que han sido usados en construcción como concreto. Los **agregados de concreto reciclado**, limitan el contenido de la albañilería a no más del 5%.

También se restringen los usos a aplicaciones en cimentaciones, pavimentos, y concreto reforzado o pre-esforzado en condiciones ambientales que no sean severas.

Para la producción, pueden emplearse las típicas trituradoras primarias y secundarias para la obtención del agregado reciclado con calidad suficiente según las normas. Antes y con posterioridad al triturado, es necesario remover los materiales extraños para conseguir un producto limpio.

### 3.7.2 Características

Respecto al agregado natural, el reciclado tiene una densidad entre 4 a 8% más baja, y una mayor capacidad de absorción de agua (2 a 6 veces). Lo cual debe tomarse en cuenta para la preparación y facilidad de trabajo del concreto, e incluso en sus propiedades como concreto endurecido.

Fueron probadas diferentes mezclas para estudiar la influencia del agregado de concreto reciclado, con resistencias variando entre 10 a 45 mega pascales (N/mm<sup>2</sup>). Las mezclas incluyen proporciones variadas de agregado natural, hasta el 100% del agregado de concreto reciclado, pero se mantuvo la dotación de agua y cemento.

#### Propiedades en fresco

Los resultados indican una reducción del slump (conocido como la consistencia del concreto) al aumentarse el contenido de agregado de concreto reciclado, en una tolerancia de  $\pm 25$  mm. Sin embargo, se redujo la estabilidad de la mezcla para mayores proporciones de 50%.



## Resistencia a la compresión



Hasta el 30% de agregado de concreto reciclado, no se afecta la resistencia en los cubos de concreto de 100 mm, pero se produce una reducción de la misma con el aumento del contenido de este agregado. La compensación a esta pérdida, fue mejorada con el manejo de la proporción agua/cemento. Con igualdad de resistencia, no se encontraron diferencias en pruebas de resistencia a la flexión y del módulo de elasticidad. Sin embargo, se encontraron incrementos en la contracción última y en las deformaciones unitarias por creep. La conclusión más importante del estudio gira a incentivar el uso del agregado de concreto reciclado hasta el 30%, sin hacer modificaciones a los diseños habituales. Y a partir de ahí, realizar las modificaciones de mezclas en la proporción de agua/cemento. En tales casos, no se han encontrado diferencias en la durabilidad del concreto.

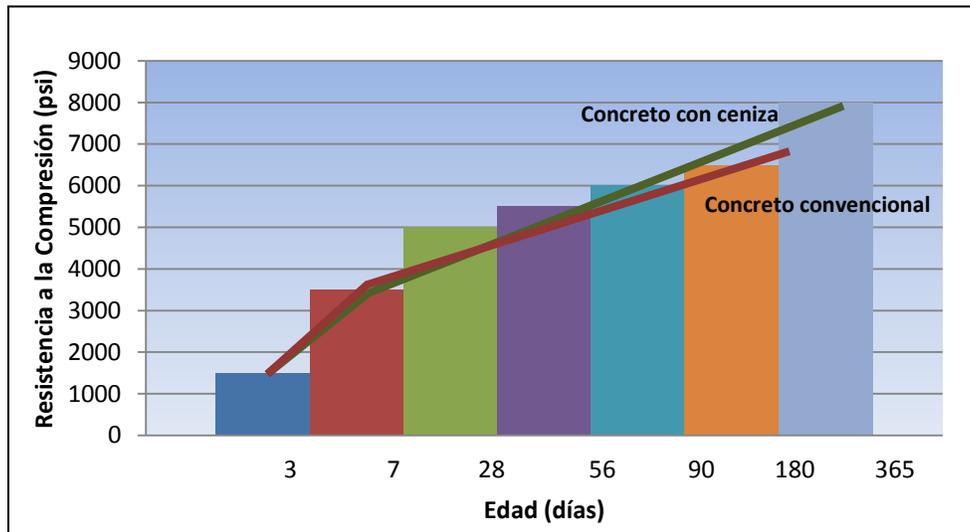
### 3.7.3 La reducción, reutilización y reciclaje del concreto.

Las estructuras se diseñan para optimizar la cantidad de concreto utilizado. Con la finalidad de **reducir** el uso de cemento en su elaboración, se utilizan cenizas volátiles, las cuales son compuestos minerales no-combustibles, ricas en sílice, alúmina, y calcio. Químicamente, se trata de una puzolana, que cuando se mezcla con cal (hidróxido de calcio) conduce a compuestos cementosos (silicato de calcio hidratado). En la producción de concreto, estas cenizas llenan los vacíos, conduciendo a un concreto más fuerte, más durable, y más resistente a los ataques químicos. Al ser duras y redondeadas, se puede producir el concreto con menos agua.

## Contribución a la calidad del concreto

- Respecto a la durabilidad y resistencia

Típicamente, el concreto con ceniza volátil tendrá a los 28 días una resistencia ligeramente más baja que el concreto convencional, pero es mucho más alta al llegar al año.



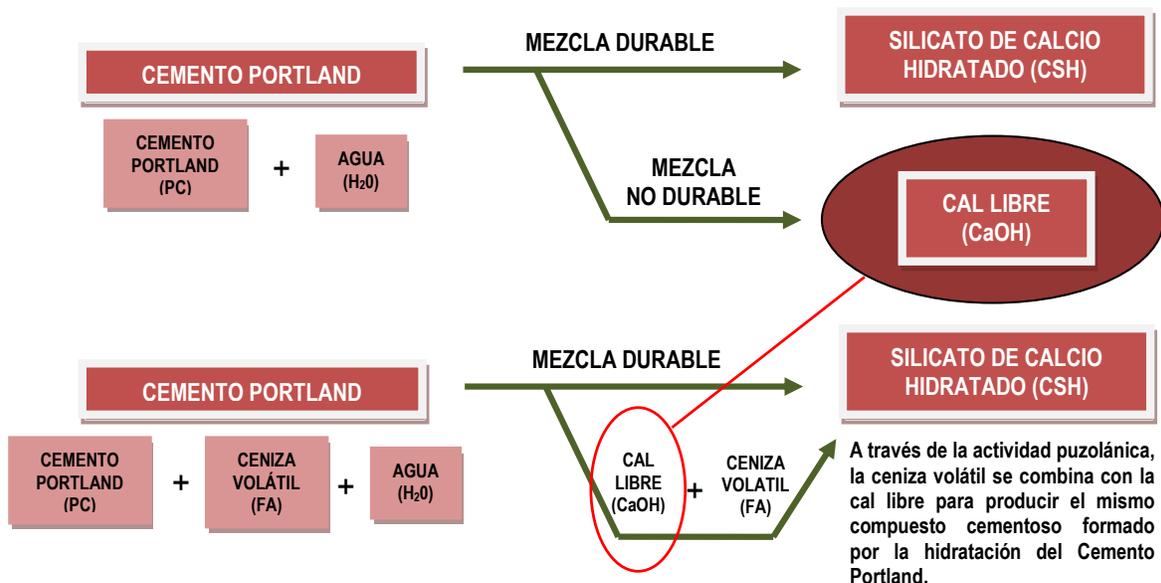
**Gráfica 2.** Comparación de la resistencia entre el concreto con ceniza y concreto convencional <sup>62</sup>

La cal, proveniente de la hidratación del cemento, queda disponible y reacciona con la ceniza, produciendo más silicato de calcio hidratado. Cuando no hay ceniza, la cal permanece intacta, y con el tiempo resulta susceptible a los efectos de la intemperie y a



la pérdida de resistencia y durabilidad. Una manifestación de esto último son las eflorescencias blanquecinas que se aprecian en muros y losas (producto del humedecimiento y secado repetido del concreto, o por movimientos del vapor de agua).

<sup>62</sup> Ingeniería Perú (2003) *Reutilización del concreto. Adición de cenizas volátiles. Influencia de altas proporciones de ceniza volátil. Uso de ceniza de alta fineza.* (pp. 3)



**Gráfica 3.** Productos de Hidratación de Mezclas Cementosas <sup>63</sup>

- Respecto a la facilidad de trabajo del concreto

Las cenizas tienen menor peso unitario y producen más pasta cementosa, contribuyendo a aproximadamente en un 30% más de volumen de este material en comparación con el cemento convencional. Este mayor porcentaje, lubrica mejor los agregados y provoca la mayor fluidez del concreto.

Las cenizas reducen la cantidad de agua necesaria para producir un slump dado (entre un 2 a 10%), lográndose una mezcla mejor trabajable por la menor proporción de agua.

Con las cenizas se reduce la cantidad de arena necesaria en la mezcla, lo cual la hace mejor trabajable, porque resulta en una pasta más suave.

El **reuso** del concreto en edificaciones, se da a partir de la conservación de las estructuras principales (esqueleto del edificio) y la renovación de los demás espacios. La construcción con concreto da oportunidad de renovar el interior de un edificio si su uso o función cambia, en lugar de demoler las estructuras y construir una nueva edificación.

<sup>63</sup> Ingeniería Perú (2003) *Reutilización del concreto. Adición de cenizas volátiles. Influencia de altas proporciones de ceniza volátil. Uso de ceniza de alta fineza.* (pp. 3)

Grandes secciones de concreto de estructuras demolidas pueden ser reutilizadas para protección costera, por ejemplo como muros en gaviones.

El concreto reciclado se puede utilizar como base en pavimentaciones y como agregado en concreto nuevo, reduciendo con ello la cantidad de residuos que van a parar en rellenos sanitarios y la necesidad de extraer materiales vírgenes en la construcción nueva.

### **3.7.4 Consideraciones Técnicas para la Reutilización de Concreto**

La calidad de los residuos a ser reutilizados, se verá influenciada por las técnicas y prácticas utilizadas durante su uso o la demolición. Para efecto de viabilidad económica, su aprovechamiento será mayor dependiendo de la pureza con la que se obtienen. En este sentido, se le dará prioridad a la demolición selectiva, siempre y cuando los aspectos económicos y legales lo permitan (aumento en los costos de demolición y tiempo límite para la demolición de una edificación).

Por lo tanto, si se requiere obtener un producto con alto grado de reciclaje a partir de RC&D, se deberán de emplear técnicas de separación de fracciones específicas, cuyos costos serán menores en el caso de plásticos y maderas y mayores con respecto a fracciones minoritarias, implicando con ello una desventaja económica.

### **3.7.5 Proceso de Reciclaje y Reutilización de Concreto en la Planta de la Empresa “Concretos Reciclados S.A. de C.V.”**

- En el 2003, la Secretaría del Medio Ambiente hace una invitación a la Cámara Regional de la Industria Arenera del D.F. y del Estado de México y a la CMIC para instalar una planta de reciclados para los RCD en la ciudad de México.
- Por sus características, la Mina “La Esperanza I” presenta algunas ventajas para la instalación de la planta, por lo cual nace a partir de la actividad de la mina.



- En el 2004 se inaugura “Concretos Reciclados”, Empresa 100% mexicana especializada en el reciclado de RCD, empleando tecnología de punta, tal como el Equipo de Trituración y Cribado montado sobre orugas marca “Extec”.
- “Concretos Reciclados” se encuentra en el cerro “Yehualique” de la Sierra Sta. Catarina, en la Delegación Iztapalapa, México, D.F.
- El objetivo de “Concretos Reciclados” es el reciclado de los RCD, cumpliendo con una doble misión para la ciudad de México; primero, reducir el consumo de agregados pétreos naturales y segundo, la utilización de agregados reciclados para minimizar los sitios de disposición de RCD.
- Es la única organización mexicana dedicada al reciclaje de RC&D y lo realiza con una inversión cercana a los 2 millones de dólares para desarrollar esta actividad, utilizando tecnología de punta como es el uso de máquinas de trituración y clasificación computarizadas y robotizadas equipadas con motores ecológicos, para reciclar los materiales pétreos. Cuenta con una capacidad de operación de la planta es de 2,000 toneladas al día en 2 turnos de trabajo y cuenta con una capacidad total de almacenaje de 3’000,000 de toneladas.
- Cuenta con una superficie aproximada de 8 hectáreas, las cuales se encuentran 40 metros por debajo del nivel de la calle, aprovechando una depresión natural del terreno la cual es utilizada como medida de mitigación ambiental contra polvo y ruido, además cuenta con otra área similar como área de amortiguamiento del impacto al medio ambiente que ha sido acondicionada con áreas verdes y estanque para almacenamiento de agua pluvial utilizada en la actividad del reciclaje, así como caminos de acceso, estacionamiento vehicular, oficinas y talleres.



**Imagen Aérea 1.** Toma aérea de la Planta Procesadora de Residuos de la Construcción “Concretos Reciclados S. A. ubicada en la Delegación Iztapalapa, México, D. F., obtenida de “Google Earth”.

- Como parte del proceso de reciclado, la recepción del escombro es primordial, éste debe estar libre de materiales peligrosos (asbesto-cemento) y también de los no peligrosos que no son pétreos como: madera, plásticos, papel, textiles, vidrio, envases y demás materiales indeseables (basura) que pueden restar calidad a los productos reciclados. El costo de recepción es de \$70/m<sup>3</sup>.



- Dependiendo de las características del escombro, se deposita en 4 diferentes almacenes: Almacén de concreto simple o armado, Almacén de materiales mezclados, como pueden ser morteros y concretos, prefabricados de mortero o concreto (tabiques, adocretos, tubos, blocks, etc.), mamposterías, piedra, cerámicos, prefabricados

de arcilla (tabiques, blocks, ladrillos), etcétera, Arcilla producto de excavaciones y Fresado de carpeta asfáltica.

- Los Materiales Reciclados Resultantes cumplen perfectamente con los requerimientos de calidad para los cuales han sido seleccionados, ya sea en bases, sub-bases, sub-rasantes, terraplenes, cubierta en rellenos sanitarios, andadores o ciclopistas. Así mismo, se utilizan en la elaboración de suelo-cemento para relleno de cavernas, materiales para la cama y acostillamiento de tuberías, rellenos, filtros, pedraplenes, mejoramiento de terrenos o incluso agregados para la elaboración de concretos. También se pueden elaborar mezclas asfálticas en caliente empleando un 15% de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement). Un 45% en mezclas templadas o tibias y hasta un 85% para el caso de mezclas frías. El empleo de materiales reciclados en las diversas obras de ingeniería civil, es lo que permitirá realmente conducirnos hacia una...  
“CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE”
- Además, ofrece a la venta materiales para carpeta asfáltica en frío, block y grava controlada, a precios en un 50 por ciento por debajo de/ costo comercial.

### **Principios Corporativos**

Promover la cultura del reciclaje y crear nuevos estándares en el reciclado de los desechos y materiales pétreos producto de la construcción. Además de proveer a la industria de la Construcción con nuevos materiales reciclados de la más alta calidad.

Siguiendo los pasos de países desarrollados de la Comunidad Europea y Australia, Concretos Reciclados utiliza tecnología de punta, como es el uso de máquinas de trituración y clasificación, computarizadas y robotizadas, equipadas con motores ecológicos, para reciclar los materiales pétreos.

## **Productos**

Los materiales aceptados para reciclar, provenientes de desechos de la industria de la construcción y demolición, están compuestos por tabiques, ladrillos, concretos, cerámicos, arcillas, blocks, adocretos, mamposterías, etcétera. De estos es posible obtener una variedad de productos:



### **Material de 3”**

Material recomendado para estabilización de suelos, rellenos, filtros o pedraplenes.

### **Material de 3” a finos**

Valor relativo de soporte estándar mayor al 50% especificado para este producto, habiendo obtenido valores hasta del 80%, cumpliendo también en forma satisfactoria con el valor cementante, el equivalente de arena y la contracción lineal.



### **Usos:**

Recomendado como sub-base en caminos secundarios o con tráfico ligero, cubierta en rellenos sanitarios, relleno en estacionamientos o jardines, construcción de terraplenes.



### **Material de 2" a finos**

#### **Usos:**

Además de emplearse con cierta ventaja en los anteriores, se puede emplear en rellenos donde se requiera un material más fino que el anterior.

### **Material de 1" a finos**

#### **Usos:**

En todos los anteriores y en rellenos donde se requiera un material aún más fino. Puede substituir con ventaja al tepetate natural en muchas aplicaciones, para recibir firmes de banquetas o edificaciones pequeñas o para recibir tuberías.



#### **Servicios**

La planta cuenta dentro de sus instalaciones con una Área de Laboratorio, a cargo de la Empresa Certificada y de reconocida trayectoria Inspectec, Supervisión y Laboratorio, S.A. de C.V., la cual realiza pruebas de calidad de materiales de la construcción y colabora con Concretos Reciclados ofreciendo servicios de laboratorio y de asesoría a las empresas preocupadas por la ecología, para el empleo de estos materiales y el aprovechamiento de los productos provenientes del reciclado.

#### **Materiales Factibles de Reciclar**

Son aquellos que provienen principalmente de demoliciones y desechos de la industria de la construcción (edificaciones, excavaciones, vialidades, urbanizaciones, caminos).

El material recibido deberá encontrarse libre de contaminantes como basura, papel, madera, plástico, textiles y materiales tóxicos.

Los materiales que pueden ser recibidos para su reciclaje son:

Adocretos, Arcillas, Blocks, Tabiques, Ladrillos, Concreto Simple y Armado, Mampostería, Cerámicos y Fresado de Carpeta Asfáltica.

Y aquellos que no pueden ser recibidos, por no ser aptos para su reciclaje en esta planta son:

Basura, Orgánicos, Aceites, Grasas, Asbestos, Baterías, Llantas Usadas, Papel, Plásticos, Químicos, Tanques de Gas, Textiles, Vidrio y Tablaroca.

### **Tecnología Usada en el Reciclaje**

El principal problema que presentan los RC&D es el tamaño y la heterogeneidad que presentan los desechos.

Para efecto de lidiar con esta problemática, Concretos Reciclados, utiliza el siguiente equipo:

1. Equipo de Trituración Primaria, a base de quijadas, montado sobre orugas, computarizado y manejado a control

remoto, con electroimán para la separación de los materiales ferrosos y con sistemas de aspersion para la estabilización de polvos.



2. Equipo de Cribado, montado sobre orugas, computarizado y manejado a control remoto. Este equipo gracias a su doble cama vibratoria, nos permite clasificar materiales con 4 curvas granulométricas diferentes.



3. Planta de Clasificación de Doble Criba, montada sobre orugas, robotizada, computarizada y manejada a control remoto, equipada con motor ecológico.

4. Cono de Trituración Secundario, montado sobre chasis con neumáticos



5. Excavadora, cargadores frontales, camiones de volteo, camionetas pick-up y tractocamiones con semi-remolque de 30m<sup>3</sup>.



Cabe señalar que la Empresa cuenta con la única asfáltadora del país que permite utilizar materiales reciclados alimentados directamente.

### 3.8 Las 3 R's del Acero

#### Introducción

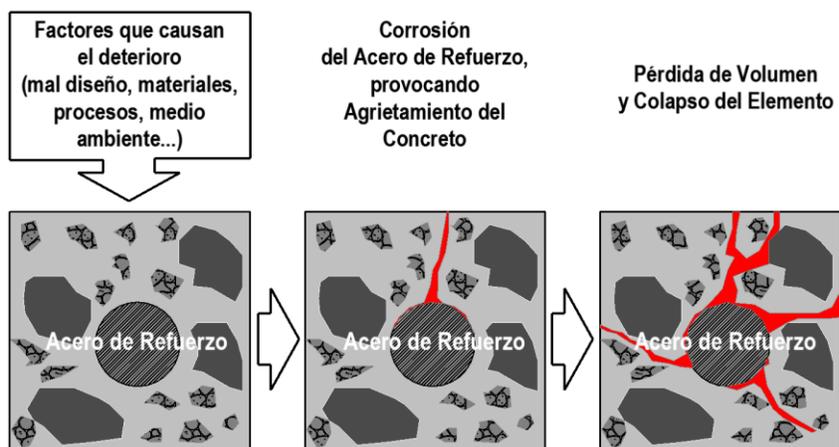
Las Industrias del acero y del aluminio producen un 10% del total de CO2 emitido a la atmósfera por las actividades antropogénicas en el mundo<sup>64</sup>. A pesar de que se ha mejorado la eficiencia de los procesos de fabricación de estos metales, es necesario enfocarse en la reducción de la demanda a través del uso eficiente de los productos, es decir, que los materiales cumplan con la función para lo cual fueron fabricados, pero optimizando su uso, ya que con ello, se reducirá la demanda de nuevos materiales vírgenes.



#### 3.8.1 La Reducción, Reutilización y el Reciclaje del Acero

Como primer enfoque en la Reducción del Uso de Acero de Refuerzo en la Industria de la Construcción, está la optimización del Diseño Estructural de manera que se requiera menor cantidad de barras de refuerzo en el concreto armado. De acuerdo a cifras del Instituto de Acero de Refuerzo del Concreto “CRSI” (Por sus siglas en Inglés); una tonelada de barras de acero de refuerzo requiere de alrededor de 1.13 tons de mineral de hierro, 635 kg de carbón, y 54 kg de piedra caliza. Cabe señalar que, el Acero Reciclado requiere de 75% menos de energía para su producción.

La vida útil de un inmueble construido con elementos de concreto reforzado es variable, oscila entre los 50 a 80 años, dependiendo de las condiciones en la que fue elaborada la



<sup>64</sup> Agencia Internacional de Energía IEA (por sus siglas en Inglés) (2008). *Energy technology perspectives 2008: scenarios & strategies to 2050 (Perspectivas de la Tecnología de la Energía 2008: escenarios y estrategias hacia el 2050)*; [Documento WWW]. URL <https://sustainability.water.ca.gov/documents/18/3334113/Reusing+Steel+and+Aluminum.pdf>

estructura (calidad y homogeneidad de los materiales y mano de obra, adecuada proporción de agua-cemento, uso de aditivos para concreto, cumplimiento de especificaciones, diseño correcto, ejecución adecuada de los procesos de colocación, vibrado y curado, entre otros), así mismo, influye en su deterioro, el uso a las que son sometidas dichas estructuras, las condiciones medioambientales a las que son expuestas, si están en contacto con químicos, algún tipo de agente corrosivo o agua, acelerando con ello, la pérdida de volumen y resistencia del concreto y la corrosión del



acero de refuerzo. Terminada su vida útil, el Acero de Refuerzo se Recicla generalmente por los Contratistas de Demolición, los cuales venden el acero rescatado como chatarra. El acero es recuperado a partir de la trituración del concreto por la acción de martillos y garfios montados sobre maquinaria pesada. Posteriormente se corta en pedazos utilizando antorchas y herramientas de corte y se

vende a las plantas de tratamiento de acero donde se reprocessa para fabricar nuevos productos. De acuerdo al Instituto de Acero de Refuerzo del Concreto, más del 65% del total de barras de refuerzo se reciclan. Así mismo, el acero reciclado



representa el 40% de los recursos férricos de la industria del acero en todo el mundo. El gran nivel de rendimiento de la industria del acero se acerca a su límite teórico (50%). Debido a los niveles de producción previos y a que el círculo de vida de los productos del acero es largo, la disponibilidad actual de chatarra no puede cubrir la alta demanda de acero.<sup>65</sup>

---

<sup>65</sup> Constructalia (2013). *Ventajas de Reciclar Acero en la Construcción*. [Documento WWW]. URL [http://www.constructalia.com/espanol/construccion\\_sostenible/las\\_ventajas\\_del\\_acero/ventajas\\_de\\_reciclar\\_acero\\_en\\_la\\_construccion](http://www.constructalia.com/espanol/construccion_sostenible/las_ventajas_del_acero/ventajas_de_reciclar_acero_en_la_construccion)

## Huella de Carbono<sup>66</sup>

La Sostenibilidad de un producto es directamente proporcional a su tasa de reciclaje, y en el caso del Rendimiento del Acero Estructural evaluado mediante el Método de Análisis del Inventario de Ciclo de Vida (ICV)<sup>67</sup>, es posible la reducción de su huella de carbono y su impacto ambiental hasta en un 40 %, gracias a su reciclaje; es decir, una tonelada de sección sin reciclaje, generaría unos 1,444 kg de CO<sub>2</sub>e<sup>68</sup>, mientras que con tasas de reciclaje del 95%, dicha cantidad se reduce a 834 kg de CO<sub>2</sub>e.

## Procesos de Fabricación

La Fabricación del Acero es posible mediante dos tipos de tecnologías: El horno de oxígeno básico (BOF), que se utiliza principalmente para el acero laminado con usos en automóviles y electrodomésticos (entre otros) y el horno de arco eléctrico (EAF), que se utiliza normalmente para crear formas alargadas, las cuales incluyen a las barras de refuerzo.

En México, más de dos tercios del acero de refuerzo que se consume se fabrica en hornos eléctricos, ya sea combinando hierro, esponja y chatarra, o empleando únicamente acero reciclado chatarra seleccionado y clasificado para obtener un producto de alta calidad. El resto de este tipo de acero se elabora mediante alto horno y convertidor al oxígeno BOF (Horno de Oxígeno Básico), que también emplea chatarra en la fase de aceración.<sup>69</sup>

---

<sup>66</sup> De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas, la Huella de Carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos.

<sup>67</sup> El Método de Análisis del Inventario de Ciclo de Vida (ICV) implica la creación de un Inventario de los Flujos desde y hacia la naturaleza del sistema de un producto. El inventario de flujos incluye consumos de agua, energía y materias primas y las emisiones al aire, tierra y agua. Para el desarrollo del inventario, se construye un modelo de flujo del sistema técnico a partir de datos de entradas y salidas.

<sup>68</sup> El Banco Mundial define al dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) como una unidad universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen dicho efecto.

<sup>69</sup> Grupo BSV (2013) *Proceso de Fabricación del Acero de Refuerzo*. [Documento WWW]. URL [http://acerobsv.com/html/varilla\\_corrugada.html](http://acerobsv.com/html/varilla_corrugada.html)

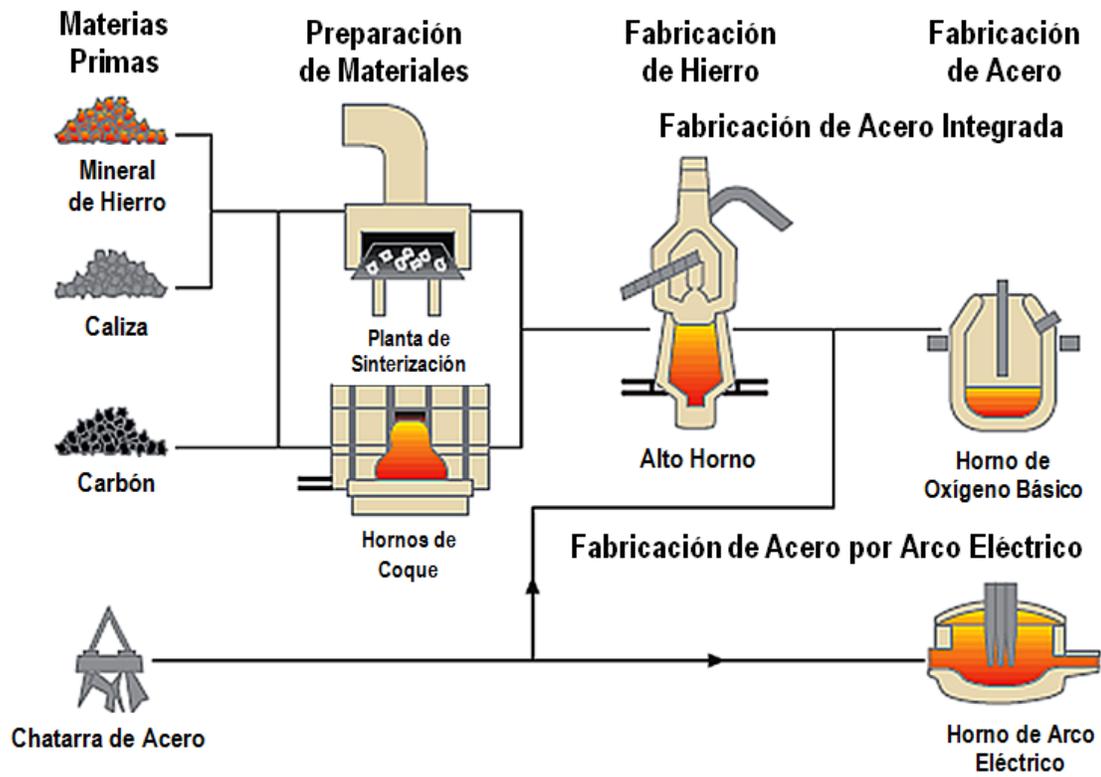


Figura 4. Proceso de Integración de la Chatarra de Acero a la Fabricación de Nuevo Acero. Fuente: [www.steelconstruction.com](http://www.steelconstruction.com)

## CONCLUSIONES

A lo largo de los últimos 20 años, la Ciudad de Pachuca se ha transformado de manera evidente y acelerada. En el pasado quedaron aquellas calles angostas de principios de 1800, ubicadas en la parte norte de la actual zona urbana, por donde bajaban los animales de carga y las carretas, llevando y trayendo suministros a las minas; las mismas que dieron un poderoso auge a la Nueva España con la extracción de metales preciosos.

La ciudad con el transcurrir de los años, pasó de ser eminentemente minera, a ser una ciudad de comercio y de servicios, se hizo el intento de enfocar a la ciudad hacia fines más industriales en la década de los 70's pero no fue posible, en mi opinión, debido a una mala planeación, en la actualidad, la zona industrial apenas cuenta con unas pocas empresas.

La traza irregular que en un principio originó la Zona Histórica de la ciudad, con el tiempo fue dando lugar a un mayor crecimiento urbano, el cual originó una serie de fraccionamientos y colonias hacia el sur, formando parte del nuevo centro económico y financiero de la Ciudad. Este crecimiento se dio en parte debido a la atracción que ejerce la vida urbana para los pobladores de los alrededores, quienes en su mayoría vivían con grandes carencias tanto en servicios, infraestructura y empleo.

Un evento que disparó de manera explosiva el crecimiento de la Ciudad de Pachuca, fue el terremoto de 1985 en la Ciudad de México; muchas familias optaron por mudarse a las ciudades cercanas como Querétaro, Puebla, Toluca y siendo Pachuca una ciudad en desarrollo con amplias zonas habitacionales, nuevas con viviendas de bajo costo, y un costo de vida relativamente bajo comparado con el Distrito Federal, abrió sus puertas a docenas de familias que decidieron establecerse aquí.

El crecimiento desmedido de la estructura urbana, debido al auge constructivo por la migración y otros fenómenos sociales y económicos, dio lugar a una gran variedad de problemas tanto de falta de infraestructura como de sobrecarga de los servicios públicos. Uno de estos problemas, es la evidente falta de control sobre el creciente volumen de desechos sólidos de la construcción que se generan día a día, muchos de

los cuales van a parar en grandes extensiones para relleno de predios - los que mejor se empleaban -, y cientos de toneladas, terminaron en el tiradero municipal de residuos sólidos, disminuyendo considerablemente su tiempo de vida. Gran parte de estos residuos también terminó en tiraderos clandestinos de municipios vecinos o formando parte del paisaje urbano; inclusive hoy en día es posible ver grandes volúmenes de RC&D abandonados en predios sobre los accesos de la Ciudad, principalmente en el lado Oriente de la misma, sin ningún aprovechamiento, sin ningún uso, simplemente creando problemas ambientales, tales como el aumento de la escorrentía superficial entendida como la permeabilidad de los suelos, lo cual impide la adecuada filtración del agua al subsuelo originada por su compactación y provocando erosión, simplemente por nombrar una problemática.

El impacto visual que producen este tipo de residuos, fue lo primero que motivó mi inquietud por saber más del tema, empecé a notar más este cambio del paisaje durante mis recorridos al trabajo; de repente amanecían grandes y pequeños montones de escombros a un lado de la carretera, era evidente que los habían ido a tirar durante la noche. Empezó a interesarme más el tema al ver que nadie hacía nada al respecto. Pienso que a la mayoría de los habitantes de cualquier ciudad, les incomodaría que la imagen urbana se deteriorara tan fácilmente, y a la vez, es nuestra responsabilidad como ciudadanos, evitar en lo mayor posible que continúen este tipo de prácticas, las cuales finalmente terminan afectando a todos por igual. En el mismo sentido, pensaba que habría alguna forma de evitarlo, alguna manera de incidir sobre el problema, lo cual terminaría beneficiando tanto a la ciudad como a sus habitantes.

Al observar esta problemática y el impacto visual negativo y el mal aspecto que da a la ciudad, surgió la inquietud de conocer los impactos adicionales que generaba, me imaginé que por los fuertes vientos que comúnmente se presentan en la ciudad, principalmente por las tardes, muchas de las partículas de este escombros, seguramente terminarían siendo respiradas por los habitantes, y con las lluvias, también se dispersarían sus componentes.

Habiendo trabajado en obra, sabía que el polvo de la construcción no solo provenía del tabique, agregados o del concreto; existen varios materiales entre ellos el asbesto

que están catalogados como residuos peligrosos, además de las pinturas y los solventes que se utilizan en la construcción, los cuales sin un adecuado manejo, terminan filtrándose al subsuelo y contaminando los mantos freáticos.

Se presenta la oportunidad de investigar un tema que me interesa y empiezo a recabar datos, algunos de ellos, realmente me sorprendieron como el que la Industria de la Construcción es responsable del 8% del total de los Gases de Efecto Invernadero<sup>70</sup>, los cuales provocan el Calentamiento Global y el Aumento de los Niveles del Mar; que el 50% de los materiales utilizados en la construcción proceden de la corteza terrestre<sup>71</sup> y al extraerlos se provocan diversos impactos a los ecosistemas y a la disponibilidad de estos recursos; que el sector construcción es responsable del 50% del total de recursos naturales empleados y del 40% del total de la Energía Consumida<sup>71</sup>; por lo tanto cualquier esfuerzo en disminuir dichos impactos, representarían grandes beneficios para la ciudad y quizás para otras ciudades en donde no existe un manejo adecuado de este tipo de residuos.

Como arquitectos y constructores, no nos percatamos realmente de todos los procesos de fabricación que hay detrás de los materiales que utilizamos diariamente, no tenemos idea o es mínima acerca de los grandes impactos que se generan al producirlos, que se modifica el entorno y el paisaje de donde se extraen los agregados pétreos, la piedra, la cantera, etcétera; que se utiliza gran cantidad de energía y se consumen enormes volúmenes de agua, de la cual carecen grandes regiones de nuestro país principalmente en el norte, tan solo el año pasado y el anterior, fueron de los más secos de las últimas décadas provocando que grandes extensiones agrícolas dejaran de producir alimentos.

Es grande el potencial que tienen los residuos de la construcción, la gente no lo ve así, simplemente desean deshacerse de ellos a cualquier costa sin importar el lugar donde vayan a parar; en la actualidad se utilizan en su mayoría como material de

---

<sup>70</sup> Instituto Nacional de Ecología. (2002) *Inventario de Emisiones de GEI*. [Documento WWW].URL [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/mexico\\_nghgi\\_2002.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/mexico_nghgi_2002.pdf). Octubre, 2011.

<sup>71</sup> Anink, D., Boonstra, C., y Mak, J. (1996) *Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment (Manual de la Construcción Sostenible. Un Método de Preferencia Ambiental para la Selección de Materiales para su Uso en la Construcción y Renovación)* (pp.8)

relleno lo que significa grandes cantidades de energía y suministros simplemente sepultados; en contraste, hay países como los Estados Unidos o Canadá que recuperan, reciclan y reutilizan el 60 al 70% de los residuos de la construcción y demolición, mientras que hay otros como Japón que llegan a tasas del 80%<sup>72</sup>, solo una mínima parte termina en lugares de disposición.

Mucho nos falta para aprovechar todos estos materiales, se debe de trabajar en mejorar la eficiencia de los procesos de diseño y constructivos, la cuantificación y el uso de los materiales, evitar el desperdicio, pero sobre todo nos falta concientizar a todos los involucrados en dichos procesos, concientizarlos sobre el beneficio que se obtiene, no solo a corto si no a largo plazo, ya que hace falta mucho trabajo en este sentido.

También es necesario investigar más, encontrar nuevos usos para los materiales reciclados; sin un mercado que los demande no es redituable su proceso. Es necesario a su vez, crear conciencia en los productores y consumidores acerca de los beneficios de aprovechar estos residuos, se debe resaltar el beneficio ecológico, pero si el producto no viene acompañado por un beneficio económico, difícilmente tendrá éxito.

Parte del objetivo del presente trabajo, es iniciar un proceso de información y concientización de todas las partes involucradas. Creo que a partir del conocimiento de los impactos que se producen al medio ambiente y de los beneficios que se pueden obtener al gestionar adecuadamente estos residuos, tanto ambientales como económicos, es posible lograr un cambio positivo y crear sinergia, con el fin de maximizar las acciones individuales que están en nuestras manos aportar.

Una de las medidas que será necesario poner en práctica es buscar la eficiencia en la cuantificación de los materiales a utilizar en un proyecto determinado, lo cual nos permite reducir costos, beneficia al cliente y por otro lado, compraremos menos, con ello, automáticamente se reducen varios factores, entre ellos la necesidad del uso de más recursos materiales y humanos, combustible para transporte, materias primas para

---

<sup>72</sup> Nisbet, Michael. (2012) *Demolition and Deconstruction: Review of the Current Status of Reuse and Recycling of Building Materials. (Demolición y Deconstrucción: Revisión del Estado Actual de la Reutilización y Reciclado De Materiales De Construcción)*. [Documento WWW].URL [ftp://ftp.tech-env.com/pub/RETROFIT/awma%20paper\\_wm1b.pdf](ftp://ftp.tech-env.com/pub/RETROFIT/awma%20paper_wm1b.pdf). Noviembre, 2012.

la producción, emisión de contaminantes en las industrias y en los lugares de extracción de suministros. La Reducción de la generación de residuos, como primer enfoque, produce mayores beneficios ambientales. Usando menos materiales, hace que los costos de ellos sean menores al haber menor demanda; así mismo se reduce la contaminación desde su fabricación y transporte, ahorro en energía y agua, y evita que más materiales terminen en vertederos, por lo tanto, se le debe de dar mayor prioridad a la reducción de los residuos en el manejo de RC&D.

De la misma manera, al reducir el uso de recursos iniciales se evita el impacto completo, así como cualquier necesidad para su reutilización o reciclaje. Reducir los RC&D requiere del compromiso y la atención de todos los actores claves en la construcción. En sí es un proceso en el cual todos deben de estar involucrados desde el principio y en el que cada uno realiza importantes aportaciones. En primera instancia, se requiere que veamos la prevención de generación de residuos y la disminución de cantidades destinadas a los vertederos como una forma de conservación de los recursos naturales.

Debe de formar parte de nuestra cultura como constructores, el tener una idea de las cantidades y características de los residuos que generará nuestra obra, así como de la manera en que dispondremos de ellos. Así mismo es necesario coordinarnos con la autoridad competente para conocer los lugares apropiados a donde se deberán dirigir tales residuos, de esta manera, en forma conjunta, se facilitará el procesamiento de los mismos.

Como un compromiso que debemos adquirir antes de iniciar un proyecto, es el cumplir con la normatividad vigente, a pesar de que las leyes para la gestión y disposición de residuos de la construcción son escasas y están limitadas, será necesario respetarlas o en todo caso, asumir las responsabilidades de no cumplirlas, ya sea como multas, sanciones o incluso suspensiones de obra.

Otro factor que es necesario tomar en cuenta, es la creciente demanda de viviendas de bajo costo en nuestro país, pienso que debido a la magnitud de los volúmenes de residuos que 10, 100 o 1000 casas pueden generar, es necesario investigar e invertir

mayores recursos en eficientar dichos procesos constructivos y el uso de los materiales, contribuyendo con ello en múltiples beneficios al medio ambiente.

Así mismo, los sitios que ya se encuentran afectados, pueden considerarse para su recuperación; los RC&D, en su mayoría inertes, aún son factibles de ser utilizados si han estado por un periodo corto de tiempo a la intemperie, por lo tanto es posible rescatar estos materiales y reincorporarlos como materia prima nuevamente.

### **¿Cómo lograr que tenga éxito la Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición?**

Esto es posible, como se ha descrito, mediante acciones como la Reducción, el Reciclaje y la Reutilización llevadas a la práctica. No simplemente esperando a que los generadores de RC&D actúen de buena fe, ni esperando a que empiecen a preocuparse por el medio ambiente, o aplicando mayores sanciones a los infractores mediante una nueva legislación... Es más que la suma de todo lo anterior, es un conjunto de medidas coordinadas para su aplicación inmediata, las cuales deben de empezar por la concientización, educación y capacitación tanto de aquellos que extraen los materiales, como de los que los transportan y comercializan y de aquellos que diseñan, planean y ejecutan los proyectos como últimos generadores antes de la ocupación del inmueble por el usuario final, contando en todo momento con la orientación y la asesoría de la Secretaría Municipal de Obras Públicas.

Para que las acciones anteriormente descritas produzcan los resultados deseados, será necesario considerar un elemento que hará de la Gestión de RC&D un tema atractivo para los involucrados, motivando con ello su participación activa. La Mercadotecnia de los Procesos y el Diseño de Estrategias a partir de un adecuado Plan de Negocios, hará posible gestionar más fácilmente, las cerca de 200 toneladas de RC&D que se producen diariamente en la Ciudad.

Un inicio podría ser la firma de convenios de cooperación entre diferentes entidades: Instituciones Educativas y de Investigación, Cámara de la Construcción, Cámara de la Industria de la Transformación, Colegio de Arquitectos, Secretaría del Medio Ambiente, entre otros; mediante los cuales sea posible intercambiar información y a su vez se

impartan cursos de información y capacitación sobre el tema. Así mismo, se podrán establecer Mecanismos de Análisis, los cuales permitirán conocer la situación real del problema, detectar vulnerabilidades y fortalezas y con ello, diseñar e implementar los primeros pasos a seguir. Probablemente crear un censo de obras de construcción o utilizar el existente y conocer de forma precisa, las cantidades de RC&D que cada proyecto está generando o está próximo a generar y presentar dicha información de manera cartográfica, lo cual permitiría ubicar estratégicamente un centro de acopio, fuera de la ciudad, pero lo más cercano posible a los puntos de generación de RC&D. Esto también haría necesario, la creación de un Plan Municipal de Gestión de RC&D con metas reales y alcanzables a corto plazo. Sabemos de antemano que los volúmenes de RC&D generados por el solo Municipio de Pachuca son elevados, ahora bien, al pensar en solucionar la problemática de su gestión se podrá a su vez, contribuir a que dicha gestión se extienda a los Municipios Conurbados como son los de Mineral de la Reforma, Zempoala y Epazoyucan, los cuales a su vez presentan dinámicas de construcción importantes, por lo tanto, será necesario el establecimiento de dicho centro de acopio pero también de una Planta Recicladora de RC&D con la capacidad para atender a esta zona metropolitana. Con la finalidad de darle seguimiento al Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición y al vez, valorar sus resultados, se tendrán que diseñar mecanismos de monitoreo y establecer protocolos de evaluación, así como crear documentos donde se estandaricen conceptos y terminología y se cuente con herramientas de medición para conocer por ejemplo, el tipo de residuo generado y su volumen, con qué frecuencia se genera, el tipo de obra que lo generó, de manera que sea posible monitorear el proceso de forma precisa y con ello, sepamos que vamos en el camino correcto.

Hoy en día, lo único seguro en nuestro planeta es el cambio, y como habitantes de él no podemos excluirnos de la constante transformación de las cosas. Que mejor que generar cambios positivos, perdurables, lo cual está en nuestras manos hacerlo posible, no es aceptable simplemente seguir construyendo y destruyendo sin ninguna responsabilidad; ya tenemos en la puerta muchas facturas que habrá que pagar... Hemos abusado de nuestros recursos naturales y del medio ambiente sin medir las consecuencias. Creo que es hora de que, como especie y como sociedad, nos

planteemos la urgente necesidad de hacer algo por el planeta que habitamos. Que mejor momento ahora que aún tenemos la posibilidad de revertir las cosas que no hemos hecho bien. ¿De qué le es útil a la humanidad, el haber alcanzado fronteras lejanas en otros planetas, si no es posible rescatar y preservar el único lugar en el cual tenemos posibilidades de seguir viviendo? Mucho camino hay por andar...creo que es momento que empecemos a asumir nuestras responsabilidades y que mejor oportunidad para llevarlo a cabo que mejorando nuestra manera de hacer las cosas, y con ello será posible evitar, disminuir y minimizar el deterioro en nuestro medio ambiente y los ecosistemas...

---

Arq. Luis Spinola Paniagua; Pachuca, Hidalgo a 05 de Abril de 2014.

## ANEXO I. ENTREVISTAS

### Entrevista a las Cámaras/Organizaciones

#### Sección 1.- Datos generales

Nombre de la Cámara/Organización <b>Cámara de la Industria de la Construcción (CMIC) Delegación Hidalgo</b>	Teléfono <b>(01-771)71-3-69-66 y 71-4-27-45.</b>	E-mail <b>cmichgo@prodigy.net.mx</b>
Nombre del Director <b>Arq. Edgar Espínola Licona</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>04 / Abril / 2012                      19:00</b>	
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Arq. Edgar Espínola Licona/Director</b>	Teléfono <b>(01-771)71-3-69-66 y 71-4-27-45.</b>	E-mail <b>cmichgo@prodigy.net.mx</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>
Dirección de la Cámara/Organización <b>Constructores Hidalguenses, S/N Col. Presa de Jales Norte; Pachuca de Soto Hgo., C.P. 42080</b>	Teléfono <b>(01-771)71-3-69-66 y 71-4-27-45.</b>	E-mail <b>cmichgo@prodigy.net.mx</b>
Nombre del Contacto/Cargo <b>Ing. Raúl Pérez Flores/Secretario</b>	Teléfono <b>(01-771)71-3-69-66 y 71-4-27-45.</b>	E-mail <b>cmichgo@prodigy.net.mx</b>

#### Sección 2.- Características de la Cámara/Organización

Tipo de Proyectos de sus agremiados	No. de agremiados
Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input type="checkbox"/> Ambas <input checked="" type="checkbox"/>	1-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input type="checkbox"/> 51-100 <input type="checkbox"/> Más de 100 <input checked="" type="checkbox"/>
Enfoque de los proyectos de sus agremiados	
Demolición <input type="checkbox"/> Construcción Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Industrial <input type="checkbox"/> Construcción de Salud <input checked="" type="checkbox"/> Otro tipo de construcciones <input type="checkbox"/> (especifique) _____	
Obra civil <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Remodelación <input type="checkbox"/>	

#### Sección 3.- Cuestionario

1	¿Conoce cómo gestionan los RC&D sus agremiados? Si es así, por favor describa  Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <b>Por medio de transportistas de la CTM</b>
2	¿Conoce usted los volúmenes y tipos de residuos que generan las obras de sus agremiados? Si es así, por favor señale los volúmenes generales y tipos producidos.  Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Volúmenes de Residuos (en múltiplos de 7 m3): _____  <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Acero <input type="checkbox"/> Yeso <input type="checkbox"/> Cal <input type="checkbox"/> Agregados <input type="checkbox"/> Mampostería <input type="checkbox"/> Cerámicos <input type="checkbox"/> Block <input type="checkbox"/> Tabique <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Aluminio <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Cartón <input type="checkbox"/> Otros (especifique) <b>Todos los anteriores</b>

3	<p>¿Cree usted que los RC&amp;D impactan en forma negativa al medio ambiente y a la salud de la población?</p> <p><input type="checkbox"/> Definitivamente sí  <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente sí  <input type="checkbox"/> No estoy seguro  <input type="checkbox"/> Probablemente no  <input type="checkbox"/> Definitivamente no</p>
4	<p>En una escala de 0 a 5 donde 0 es nada y 5 es bastante, indique en qué medida cree usted que los RC&amp;D impactan al medio ambiente y a la población.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5</p>
5	<p>¿Conoce las afectaciones que los RC&amp;D provocan en el medio ambiente y/o la comunidad?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
6	<p>Si es así, por favor descríbalas brevemente:</p> <p>.....</p>
7	<p>¿Sabe usted si en las obras de sus agremiados se manejan residuos tóxicos y/o peligrosos?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
8	<p>Si es así, por favor menciónelos brevemente:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
9	<p>Por favor enumere las principales limitaciones/obstáculos que encuentran sus agremiados para reducir, reusar, reciclar o reutilizar los RC&amp;D.</p> <p><b>1. Económicas.</b>  <b>2. De capacitación.</b>  <b>3. De conocimiento.</b>  4. _____ .  5. _____ .  6. _____ .</p>

10	<p>¿Conoce usted acciones que se podrían proponer a sus agremiados con la finalidad de reusar, reutilizar o reciclar los RC&amp;D de sus proyectos?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
11	<p>Si es así, por favor descríbalas brevemente:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
12	<p>¿Conoce usted la normatividad vigente respecto a la gestión y disposición de RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
13	<p>¿Cuenta la cámara/organización con políticas ambientales?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
14	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p> <p><b>Uso eficiente del agua</b></p>
15	<p>¿Cuenta la cámara con políticas de reducción de generación de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
16	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p>
17	<p>¿Conoce usted alguna cámara/organización similar a la suya que ponga en práctica algún tipo de plan de manejo de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
18	<p>Si es así, por favor indique en una escala de 0 a 5 donde 0 es poco y 5 es bastante, su disposición para proponer a sus agremiados la integración de un plan de gestión de residuos similar en sus proyectos.</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5</p>
19	<p>Si no es así, ¿Cuáles tendrían que ser las condiciones para que a la cámara/organización le interesara reciclar, reusar o reutilizar los RC&amp;D?</p>
20	<p>¿Le gustaría recibir capacitación para usted y sus agremiados, sobre los procesos de reducción, reuso, reutilización y reciclaje de los RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>

## Sección 4.- Notas y Comentarios

Por favor anote información adicional provista por la cámara/organización pero no capturada en este cuestionario.

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura)
2	Referente a los procedimientos constructivos <b>Se requiere de mayor conocimiento de las etapas del reciclaje para poder aplicarlo.</b>
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía <b>La CMIC tiene plena disposición para poner en práctica políticas ambientales sustentables las que deberán de ponerse a consideración previa de los agremiados.</b>

## Formato de Entrevista a las Cámaras/Organizaciones

### Sección 1.- Datos generales

Nombre de la Cámara/Organización <b>Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda</b>	Teléfono <b>(01 771) 7134314</b>	E-mail <b>hidalgo@canadevi.org.mx</b>
Nombre del Presidente <b>Lic. Javier Ruiz Nieto</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>18 / Abril / 2012</b>	<b>11:00</b>
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Lic. Javier Ruiz Nieto/Presidente</b>	Teléfono <b>(01 771) 7134314</b>	E-mail <b>hidalgo@canadevi.org.mx</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>
Dirección de la Cámara/Organización <b>Plaza de las Américas, Local 24 Núcleo C, Blvd. Valle de San Javier, C.P. 42086, Pachuca, Hidalgo</b>	Teléfono <b>(01-771)71-3-69-66 y 71-4-27-45.</b>	E-mail <b>cmichgo@prodigy.net.mx</b>
Nombre del Contacto/Cargo <b>Lic. Javier Ruiz Nieto/Presidente</b>	Teléfono <b>(01 771) 7134314</b>	E-mail <b>hidalgo@canadevi.org.mx</b>

## Sección 2.- Características de la Cámara/Organización

Tipo de Proyectos de sus agremiados	No. de agremiados
Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input checked="" type="checkbox"/> Ambas <input type="checkbox"/>	1-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input type="checkbox"/> 51-100 <input type="checkbox"/> Más de 100 <input checked="" type="checkbox"/>
Enfoque de los proyectos de sus agremiados	
Demolición <input type="checkbox"/> Construcción Residencial <input type="checkbox"/> Construcción Comercial <input type="checkbox"/> Construcción Industrial <input type="checkbox"/> Construcción de Salud <input type="checkbox"/> Otro tipo de construcciones <input type="checkbox"/> (especifique) <b>Vivienda de Interés Social</b> Obra civil <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Remodelación <input type="checkbox"/>	

## Sección 3.- Cuestionario

1	¿Conoce cómo gestionan los RC&D sus agremiados? Si es así, por favor describa Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <b>Por medio de transportistas de la CTM</b>
2	¿Conoce usted los volúmenes y tipos de residuos que generan las obras de sus agremiados? Si es así, por favor señale los volúmenes generales y tipos producidos.  Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Volúmenes de Residuos (en múltiplos de 7 m3): _____  <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Acero <input type="checkbox"/> Yeso <input type="checkbox"/> Cal <input type="checkbox"/> Agregados <input type="checkbox"/> Mampostería <input type="checkbox"/> Cerámicos <input type="checkbox"/> Block <input type="checkbox"/> Tabique <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Aluminio <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Cartón <input type="checkbox"/> Otros (especifique) <b>Todos los anteriores</b>
3	¿Cree usted que los RC&D impactan en forma negativa al medio ambiente y a la salud de la población?  <input type="checkbox"/> Definitivamente sí <input checked="" type="checkbox"/> Probablemente sí <input type="checkbox"/> No estoy seguro <input type="checkbox"/> Probablemente no <input type="checkbox"/> Definitivamente no
4	En una escala de 0 a 5 donde 0 es nada y 5 es bastante, indique en qué medida cree usted que los RC&D impactan al medio ambiente y a la población.  <input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
5	¿Conoce las afectaciones que los RC&D provocan en el medio ambiente y/o la comunidad?  Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
6	Si es así, por favor descríbalas brevemente: .....

7	<p>¿Sabe usted si en las obras de sus agremiados se manejan residuos tóxicos y/o peligrosos?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
8	<p>Si es así, por favor menciónelos brevemente:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
9	<p>Por favor enumere las principales limitaciones/obstáculos que encuentran sus agremiados para reducir, reusar, reciclar o reutilizar los RC&amp;D.</p> <p><b>1. Desconoce los obstáculos.</b></p> <p>2. _____ .</p> <p>3. _____ .</p> <p>4. _____ .</p>
10	<p>¿Conoce usted acciones que se podrían proponer a sus agremiados con la finalidad de reusar, reutilizar o reciclar los RC&amp;D de sus proyectos?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
11	<p>Si es así, por favor descríbalas brevemente:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
12	<p>¿Conoce usted la normatividad vigente respecto a la gestión y disposición de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
13	<p>¿Cuenta la cámara/organización con políticas ambientales?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
14	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p>
15	<p>¿Cuenta la cámara con políticas de reducción de generación de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
16	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p>
17	<p>¿Conoce usted alguna cámara/organización similar a la suya que ponga en práctica algún tipo de plan de manejo de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>

18	Si es así, por favor indique en una escala de 0 a 5 donde 0 es poco y 5 es bastante, su disposición para proponer a sus agremiados la integración de un plan de gestión de residuos similar en sus proyectos.  <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5
19	Si no es así, ¿Cuáles tendrían que ser las condiciones para que a la cámara/organización le interesara reciclar, reusar o reutilizar los RC&D?
20	¿Le gustaría recibir capacitación para usted y sus agremiados, sobre los procesos de reducción, reuso, reutilización y reciclaje de los RC&D?  Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

#### Sección 4.- Notas y Comentarios

**Por favor anote información adicional provista por la cámara/organización pero no capturada en este cuestionario.**

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura) <b>No hubo comentarios.</b>
2	Referente a los procedimientos constructivos <b>No hubo comentarios.</b>
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía <b>Refiriéndose a la sustentabilidad, sus agremiados han puesto en práctica las “hipotecas verdes”.</b>

## Sección 1.- Datos generales

Nombre de la Autoridad <b>Secretaría de Obras Públicas Municipales</b>	Teléfono <b>(771) 71 48623 - 71 48624</b>	E-mail <b>No se proporcionó</b>
Nombre del Director - Secretario <b>Ing. Víctor A. Bautista Ramírez</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>05 / Abril / 2012 12 : 00</b>	
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. Alfredo Rosales Vázquez / Director de Ecología</b>	Teléfono <b>(771) 71 48623 - 71 48624</b>	E-mail <b>No se proporcionó</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>
Dirección de la Cámara/Organización <b>Minería Nacional No. 301.Colonia Real de Minas</b>	Teléfono <b>(771) 71 48623 - 71 48624</b>	E-mail <b>No se proporcionó</b>
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. Alfredo Rosales Vázquez / Director de Ecología</b>	Teléfono <b>(771) 71 48623 - 71 48624</b>	E-mail <b>No se proporcionó</b>

## Sección 2.- Características de la Autoridad

Tipo de Licencias que otorga Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input type="checkbox"/> Ambas <input checked="" type="checkbox"/>	No. de licencias otorgadas por año <b>576</b>
Enfoque de los proyectos a los que otorgó la licencia  Demolición <input type="checkbox"/> Construcción Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Industrial <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Construcción de Salud <input type="checkbox"/> Otro tipo de construcciones <input type="checkbox"/> (especifique) _____ Obra civil <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento <input checked="" type="checkbox"/> Remodelación <input checked="" type="checkbox"/>	

## Sección 3.- Cuestionario

1	¿Existe una gestión de los RC&D de las obras por parte del municipio? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
2	Si es así, ¿De qué forma se realiza dicha gestión?
3	¿Existe un inventario de los tipos, características y volúmenes generados de RC&D? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
4	¿Quiénes son los responsables de gestionar los RC&D en las distintas obras? <b>Los mismos constructores.</b>
5	¿Dónde se permite disponer de los RC&D dentro del municipio? <b>En tiraderos autorizados.</b>

6	¿Existe algún departamento/oficina encargada de vigilar el destino de los RC&D? <b>Departamento de Ecología.</b>
7	¿Cuáles son las responsabilidades de los constructores respecto a la generación de los residuos? <b>Buscar que se dispongan de sus residuos en lugares autorizados.</b>
8	En el caso de que no haya un programa de manejo de residuos ¿de qué manera se podrían gestionar los mismos?
9	En el caso de que no haya un programa de gestión ¿se tienen planes para llevar a cabo uno?
10	¿Existe algún tipo de impuesto o sanción cuando el constructor no dispone de los residuos adecuadamente? ¿Cuál es? <b>Si, es una multa por disponer de los residuos en tiraderos clandestinos y se infracciona al transportista.</b>
11	¿Hay alguna empresa o persona encargada de reciclar o reutilizar los RC&D? <b>No</b>

#### Sección 4.- Notas y Comentarios

**Por favor anote información adicional provista por la autoridad pero no capturada en este cuestionario.**

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura)
2	Referente a los procedimientos constructivos
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía

## Formato de Entrevista a Constructora

### Sección 1.- Datos generales

Nombre de la Constructora <b>Grupo Vabe S.A. de C.V.</b>	Teléfono <b>(771) 71 80339</b>	E-mail <b>grupovabe@gmail.com</b>
Nombre del Responsable de Obra <b>Ing. José Arellano Meneses</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>12 / Abril / 2012                      17 : 00</b>	
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. José Arellano Meneses/Supertintendente</b>	Teléfono <b>(771) 71 80339</b>	E-mail <b>grupovabe@gmail.com</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>
Dirección de la Obra <b>Varias</b>	Teléfono	E-mail
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. José Arellano Meneses/Supertintendente</b>	Teléfono <b>(771) 71 80339</b>	E-mail <b>grupovabe@gmail.com</b>

### Sección 2.- Características de la Constructora

Tipo de Proyectos que realiza	No. de empleados
Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input type="checkbox"/> Ambas <input checked="" type="checkbox"/>	1-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input type="checkbox"/> 51-100 <input checked="" type="checkbox"/> Más de 100 <input type="checkbox"/>
Enfoque de los proyectos	
Demolición <input type="checkbox"/> Construcción Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Comercial <input type="checkbox"/> Construcción Industrial <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Construcción de Salud <input type="checkbox"/>	
Otro tipo de construcciones <input checked="" type="checkbox"/> (especifique) <b>Vivienda de Interés Medio y Social.</b>	
Obra civil <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Remodelación <input type="checkbox"/>	

### Sección 3.- Cuestionario

1	¿Cómo gestiona los RC&D en su obra? <b>Por medio de transportistas de la CTM.</b>
2	¿Conoce usted los volúmenes y tipos de residuos que se generan en su obra? <b>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Solo un estimado: 3 camiones de volteo por casa de interés social.</b>
3	¿Cuál es el RC&D que genera en mayor cantidad? <b>Tabique extruido, block, concreto, agregados.</b>

4	<p>¿Puede identificar el tipo de RC&amp;D de acuerdo al proceso de obra que los genera?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p><b>Productos de excavaciones, posteriormente concreto, blocks, tabiques, acero, yeso, polipropileno, madera, plástico de embalaje, tirol, periódico, entre otros.</b></p>
5	<p>¿La obra, genera algún tipo de residuo de manejo especial, tóxico o de riesgo?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
6	<p>Si es así ¿Cuál es el proceso de gestión de estos residuos?</p>
7	<p>¿Monitorea o conoce el lugar donde se disponen los RC&amp;D que se generan en su obra?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
8	<p>¿Cree usted que los RC&amp;D impactan en forma negativa al medio ambiente?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> <b>Si se les da una adecuada disposición</b></p>
9	<p>¿Conoce las afectaciones que los RC&amp;D provocan en el medio ambiente y la comunidad?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
10	<p>Por favor enumere las principales limitaciones/obstáculos que encuentra para reducir, reusar, reciclar o reutilizar los RC&amp;D.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Tiempo – Perder tiempo separando los materiales</b></li> <li>2. <b>Recursos – Contar con personal para separar materiales</b></li> <li>3. <b>Capacitación – El personal no sabe que materiales se pueden reciclar y por ello los mezcla.</b></li> </ol>
11	<p>¿Qué acciones lleva a cabo con la finalidad de reusar, reutilizar o reciclar los RC&amp;D en su obra?</p> <p><b>Evitar los desperdicios lo menos posible.</b></p>
12	<p>¿De qué manera cree usted que podría contribuir al reuso, reutilización o reciclaje de los RC&amp;D?</p> <p><b>Separando los materiales, capacitando al personal.</b></p>
13	<p>¿Conoce usted la normatividad vigente respecto a la gestión y disposición de RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>El escombro se debe de disponer en lugares autorizados.</b> No <input type="checkbox"/></p>
14	<p>¿Es usted el contratista o el subcontratista?</p> <p>Contratista <input type="checkbox"/> Subcontratista <input type="checkbox"/> Ambos <input checked="" type="checkbox"/></p>
15	<p>¿Tiene usted o la constructora políticas ambientales?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
16	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p>
17	<p>¿Cuenta usted o la constructora con políticas de reducción de generación de RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>Lo principal es utilizar lo mejor posible los materiales.</b> No <input type="checkbox"/></p>

18	¿Conoce usted constructoras/ responsables de obra/contratistas que pongan en práctica algún tipo de plan de manejo de RC&D?  Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
19	Si es así, por favor describa el mismo
20	¿Estaría dispuesto a integrar un plan de gestión de residuos similar en sus proyectos?  Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>Siempre y cuando sea factible y lo pueda hacer.</b> No <input type="checkbox"/>
21	Si no es así, ¿Cuáles tendrían que ser las condiciones para usted o la constructora reciclaran, reusaran o reutilizaran los RC&D?
22	¿Le gustaría recibir capacitación para usted y sus trabajadores, sobre los procesos de reducción, reuso, reutilización y reciclaje de los RC&D?  Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

#### Sección 4.- Notas y Comentarios

Por favor anote información adicional provista por la compañía pero no capturada en este cuestionario.

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura)
2	Referente a los procedimientos constructivos
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía

#### Formato de Entrevista a Constructora

##### Sección 1.- Datos generales

Nombre de la Constructora <b>Casas Quma S.A. de C.V.</b>	Teléfono <b>(800) 9997862</b>	E-mail <b>ymeza@casasquma.com</b>
Nombre del Responsable de Obra <b>Ing. Yesenia Meza</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>13 / Abril / 2012                      17 : 00</b>	
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. Yesenia Meza/Supertintendente</b>	Teléfono <b>(800) 9997862</b>	E-mail <b>ymeza@casasquma.com</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>

Dirección de la Obra <b>Carr. Pachuca Cd. Sahagún Km 10 Col. Ex Hacienda Chavarría Mineral de la Reforma, Hgo. C.P. 42181</b>	Teléfono <b>(800) 9997862</b>	E-mail <b>ymeza@casasquma.com</b>
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Ing. Yesenia Meza/Supertintendente</b>	Teléfono <b>(800) 9997862</b>	E-mail <b>ymeza@casasquma.com</b>

## Sección 2.- Características de la Constructora

Tipo de Proyectos que realiza	No. de empleados
Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input type="checkbox"/> Ambas <input checked="" type="checkbox"/>	1-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input type="checkbox"/> 51-100 <input type="checkbox"/> Más de 100 <input checked="" type="checkbox"/>
Enfoque de los proyectos	
Demolición <input type="checkbox"/> Construcción Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Comercial <input type="checkbox"/> Construcción Industrial <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Construcción de Salud <input type="checkbox"/>	
Otro tipo de construcciones <input checked="" type="checkbox"/> (especifique) <b>Vivienda de Interés Medio y Social</b>	
Obra civil <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento <input type="checkbox"/> Remodelación <input type="checkbox"/>	

## Sección 3.- Cuestionario

1	¿Cómo gestiona los RC&D en su obra? <b>Por medio de transportistas de la CTM</b>
2	¿Conoce usted los volúmenes y tipos de residuos que se generan en su obra? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Cuál es el RC&D que genera en mayor cantidad? <b>Concreto, tierra, block, bovedilla, agregados, yeso</b>
4	¿Puede identificar el tipo de RC&D de acuerdo al proceso de obra que los genera? Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <b>Tierra en las excavaciones, concreto y acero en cimientos, blocks en muros, bovedilla en losas, yeso en muros, polipropileno en instalaciones, plástico y cartón.</b>
5	¿La obra, genera algún tipo de residuo de manejo especial, tóxico o de riesgo? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
6	Si es así ¿Cuál es el proceso de gestión de estos residuos?
7	¿Monitorea o conoce el lugar donde se disponen los RC&D que se generan en su obra? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

8	¿Cree usted que los RC&D impactan en forma negativa al medio ambiente? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Conoce las afectaciones que los RC&D provocan en el medio ambiente y la comunidad? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
10	Por favor enumere las principales limitaciones/obstáculos que encuentra para reducir, reusar, reciclar o reutilizar los RC&D. <b>1. Dinero – Para contratar trabajadores que separen el material</b> <b>2. Tiempo – Por la necesidad de construir rápidamente no hay tiempo de separar</b> 3. _____ . 4. _____ . 5. _____ .
11	¿Qué acciones lleva a cabo con la finalidad de reusar, reutilizar o reciclar los RC&D en su obra? <b>Ninguna</b>
12	¿De qué manera cree usted que podría contribuir al reuso, reutilización o reciclaje de los RC&D? <b>Separando los materiales, capacitando al personal.</b>
13	¿Conoce usted la normatividad vigente respecto a la gestión y disposición de RC&D? Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>El escombro se debe de disponer en lugares autorizados.</b> No <input type="checkbox"/>
14	¿Es usted el contratista o el subcontratista? Contratista <input checked="" type="checkbox"/> Subcontratista <input type="checkbox"/> Ambos <input type="checkbox"/>
15	¿Tiene usted o la constructora políticas ambientales? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
16	Si es así, por favor describa las mismas
17	¿Cuenta usted o la constructora con políticas de reducción de generación de RC&D? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
18	¿Conoce usted constructoras/ responsables de obra/contratistas que pongan en práctica algún tipo de plan de manejo de RC&D? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
19	Si es así, por favor describa el mismo
20	¿Estaría dispuesto a integrar un plan de gestión de residuos similar en sus proyectos? Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>Siempre y cuando no implique un gasto y sea factible.</b> No <input type="checkbox"/>
21	Si no es así, ¿Cuáles tendrían que ser las condiciones para usted o la constructora reciclaran, reusaran o reutilizaran los RC&D?

22	¿Le gustaría recibir capacitación para usted y sus trabajadores, sobre los procesos de reducción, reuso, reutilización y reciclaje de los RC&D?  Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
----	---

#### Sección 4.- Notas y Comentarios

**Por favor anote información adicional provista por la compañía pero no capturada en este cuestionario.**

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura)
2	Referente a los procedimientos constructivos
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía

#### Formato de Entrevista a Transportista

##### Sección 1.- Datos generales

Nombre del Contratista <b>Sr. Gabriel Hernández Hernández</b>	Teléfono <b>No se proporciona</b>	E-mail <b>No tiene</b>
Nombre del Responsable de Obra <b>Sr. Gabriel Henández Hernández</b>	Fecha y hora de la Entrevista <b>14 / Abril / 2012                      13 : 00</b>	
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Sr. Gabriel Hernández Hernández/Transportista</b>	Teléfono <b>No se proporciona</b>	E-mail <b>No tiene</b>
Nombre del Entrevistador <b>Arq. Luis Spinola Paniagua</b>	Teléfono <b>(771) 7189996</b>	E-mail <b>lspinola_57@yahoo.com</b>
Dirección de la Obra <b>Calle Gardenia No. 800 Col. Santa Julia Pachuca, Hgo.</b>	Teléfono <b>No tiene</b>	E-mail <b>No tiene</b>
Nombre del Entrevistado/Cargo <b>Sr. Gabriel Hernández Hernández/Transportista</b>	Teléfono <b>No se proporciona</b>	E-mail <b>No tiene</b>

## Sección 2.- Características de la Constructora

Tipo de Proyectos que realiza	No. de empleados
Obra Pública <input type="checkbox"/> Obra Privada <input checked="" type="checkbox"/> Ambas <input type="checkbox"/>	1-10 <input type="checkbox"/> 11-50 <input checked="" type="checkbox"/> 51-100 <input type="checkbox"/> Más de 100 <input type="checkbox"/>
Enfoque de los proyectos	
Demolición <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Residencial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Comercial <input checked="" type="checkbox"/> Construcción Industrial <input type="checkbox"/>	
Construcción de Salud <input type="checkbox"/>	
Otro tipo de construcciones <input type="checkbox"/> (especifique)	
Obra civil <input type="checkbox"/> Mantenimiento <input checked="" type="checkbox"/> Remodelación <input checked="" type="checkbox"/>	

## Sección 3.- Cuestionario

1	¿Cómo gestiona los RC&D en su obra? <b>Por medio de transportistas</b>
2	¿Conoce usted los volúmenes y tipos de residuos que se generan en su obra? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Cuál es el RC&D que genera en mayor cantidad? <b>Tierra, tabique, concreto, block, agregados, bovedilla.</b>
4	¿Puede identificar el tipo de RC&D de acuerdo al proceso de obra que los genera? Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <b>Tierra en las excavaciones, concreto y acero en cimientos, blocks en muros, bovedilla en losas, yeso en muros, pvc en instalaciones, plástico y cartón.</b>
5	¿La obra, genera algún tipo de residuo de manejo especial, tóxico o de riesgo? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
6	Si es así ¿Cuál es el proceso de gestión de estos residuos?
7	¿Monitorea o conoce el lugar donde se disponen los RC&D que se generan en su obra? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Cree usted que los RC&D impactan en forma negativa al medio ambiente? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
9	¿Conoce las afectaciones que los RC&D provocan en el medio ambiente y la comunidad? Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>

10	<p>Por favor enumere las principales limitaciones/obstáculos que encuentra para reducir, reusar, reciclar o reutilizar los RC&amp;D.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Dinero – Para contratar trabajadores que separen el material</b></li> <li>2. <b>Tiempo – Por la necesidad de construir rápidamente no hay tiempo de separar</b></li> <li>3. _____ .</li> <li>4. _____ .</li> </ol>
11	<p>¿Qué acciones lleva a cabo con la finalidad de reusar, reutilizar o reciclar los RC&amp;D en su obra?</p> <p><b>Ninguna</b></p>
12	<p>¿De qué manera cree usted que podría contribuir al reuso, reutilización o reciclaje de los RC&amp;D?</p> <p><b>Separando los materiales.</b></p>
13	<p>¿Conoce usted la normatividad vigente respecto a la gestión y disposición de RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> <b>El escombro se debe de tirar en lugares autorizados.</b> No <input type="checkbox"/></p>
14	<p>¿Es usted el contratista o el subcontratista?</p> <p>Contratista <input checked="" type="checkbox"/> Subcontratista <input type="checkbox"/> Ambos <input type="checkbox"/></p>
15	<p>¿Tiene usted o la constructora políticas ambientales?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
16	<p>Si es así, por favor describa las mismas</p>
17	<p>¿Cuenta usted o la constructora con políticas de reducción de generación de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
18	<p>¿Conoce usted constructoras/ responsables de obra/contratistas que pongan en práctica algún tipo de plan de manejo de RC&amp;D?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/></p>
19	<p>Si es así, por favor describa el mismo</p>
20	<p>¿Estaría dispuesto a integrar un plan de gestión de residuos similar en sus proyectos?</p> <p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> <b>No sabe</b></p>
21	<p>Si no es así, ¿Cuáles tendrían que ser las condiciones para usted o la constructora reciclaran, reusaran o reutilizaran los RC&amp;D?</p>
22	<p>¿Le gustaría recibir capacitación para usted y sus trabajadores, sobre los procesos de reducción, reuso, reutilización y reciclaje de los RC&amp;D?</p> <p>Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>

#### **Sección 4.- Notas y Comentarios**

**Por favor anote información adicional provista por la compañía pero no capturada en este cuestionario.**

1	Referente a la Legislación/Normatividad (actual o futura)
2	Referente a los procedimientos constructivos
3	Referente a cualquier otro asunto enfatizado por la compañía

### **ANEXO III. EL POTENCIAL DE LOS MATERIALES**

El nivel de recuperación de determinados materiales y la demanda del mercado para los productos asociados está relacionado con la geografía y la fijación de precios. Los materiales más pesados y generados en grandes volúmenes son más costosos para su disposición en vertederos, esto da lugar a que estos materiales reciban atención prioritaria para su recuperación y el desarrollo de mercados donde se puedan reubicar. La mayoría de estos residuos se generan a partir de demoliciones de obra o de mantenimiento al pavimento.

#### **Concreto y Tabique de Barro**

El reprocesamiento del concreto implica el uso de sistemas relativamente poco complicados y bien identificados, los cuales actúan principalmente en la trituración de grandes trozos, los cuales dependiendo del uso destinado, se podrán obtener diversos diámetros de agregados. Es muy importante evitar que los desechos de concreto y tabique lleguen a los vertederos, ya que por su elevado peso, tienen importantes efectos en el suelo. De hecho, la recuperación de estos residuos y su reciclaje producen materiales con propiedades muy similares a los materiales vírgenes. Los mercados para este tipo de productos pueden variar desde aquellas empresas que requieren elaborar sub-bases para carreteras hasta pavimentaciones de vías con bajos volúmenes de tránsito. Otra de las ventajas que representa el concreto triturado es que ofrece de un 10 a un 15% mayor volumen que determinada roca virgen triturada.

#### **Asfalto**

Este material se genera a través del sector de la construcción civil de carreteras. Es potencialmente 100% reciclable. De hecho lo que se hace es retirar la capa de rodamiento (que generalmente es de 25-40mm), y el material recuperado pasa por una planta de asfalto, agregándole otro material y eliminando el aire contenido y posteriormente se termina colocando como pavimento asfáltico nuevo (reciclado). Inclusive se puede agregar a la mezcla, finos del reciclado de vidrio (a partir de botellas recicladas) los cuales mejorarán las propiedades de la carpeta. Así mismo puede ahorrarse energía al aplicar mezclas que requieran de menores cantidades de calor para su procesamiento.

## **Metales**

El precio de la chatarra de metal está sujeto a las fuerzas internacionales y a partir de la Crisis Financiera Mundial hubo grandes cambios en el mercado de la chatarra recuperada. El precio que las plantas reprocesadoras pagan por la chatarra de acero mezclado es muy variable, pero en conjunto con los costos que implicaría eliminar este material en vertederos, existen fuertes incentivos para recuperar este flujo de material.

La mayoría (aproximadamente el 90%) de los metales recuperados de RC&D provienen de proyectos de demolición. El 95% consiste en acero y el restante (aproximadamente 5%) son metales no ferrosos. Este último componente no ferroso principalmente incluye aluminio (1-2%), acero inoxidable y tuberías de cobre o de fierro. Los metales ferrosos como el acero pueden ser fácilmente recuperados del flujo de desechos usando imanes relativamente económicos.

## **Madera**

El volumen de recuperación de este tipo de material es variable, principalmente se trata de pedacería de madera o de elementos que ya cumplieron con su vida útil y su reprocesamiento más viable es a partir de la trituración para su posterior utilización en la elaboración de muebles conglomerados. Si es el caso que la madera no se encuentre contaminada por químicos (aceite, aditivos, etcétera) es posible utilizarla después de triturarse como composta o para su incineración como combustible.

## **Plásticos**

Los plásticos utilizados en la construcción se ubican en dos categorías distintas: como material de embalaje y para usos duraderos (tuberías, cableado, etcétera). El plástico recuperado es destinado a recicladores especializados quienes lo convierten en pellets y posteriormente en diversos productos. Este material es 100% reciclable, siempre y cuando no se encuentre contaminado.

## **Paneles de Yeso**

El yeso es considerado un contaminante cuando se presenta en los materiales dentro del flujo de los RC&D y por esta razón es uno de los materiales más difíciles cuando se trata de mejorar la recuperación de residuos, sin embargo, el yeso por sí mismo es altamente reciclable. La recuperación de placas de yeso en las obras de construcción se deberá realizar de forma manual y apoyada por empresas que adquieran estos materiales, las cuales generalmente están relacionadas con el fabricante del material o el proveedor.

## **Piedra y su excavación**

Este material se recupera principalmente cuando las obras civiles realizan preparación del sitio previo a la construcción y por la geología de la zona, se extrae una gran cantidad de piedra y material de excavación como subproducto. La recuperación de estos materiales y los mercados finales, una vez más, tendrá que ver con los canales de comercialización y elevados cargos impuestos a los transportistas si desean disponerlos en vertederos. Similar al concreto y ladrillo triturado, la piedra y roca excavada tiene diversas aplicaciones en la construcción de carreteras.

## **Tierra y arena**

Estos elementos se generan a partir de la preparación del terreno y excavación obras asociadas a actividades de construcción. Si se obtienen grandes volúmenes de materiales finos, es posible su utilización en el sitio. En el caso de ser tierra fértil, esta podrá ser transportada para su utilización en campos agrícolas, siempre y cuando exista la voluntad y se desee evitar su desperdicio en los correspondientes vertederos.

## **ANEXO IV. RESPONSABILIDADES.**

### **Del Promotor/Constructor**

- a. A fin de obtener la Licencia de Construcción, se presentará junto con el proyecto ejecutivo de obra, el Proyecto Técnico donde se incluya un Estudio de Gestión de Residuos, realizado por personal técnico competente donde se especifique los volúmenes de residuos a generar, su composición y el plan para su correcto reciclaje, reutilización y disposición.
- b. Posterior a la revisión, modificación (en su caso) y autorización del Proyecto, deberá de depositar una fianza, establecida por la Autoridad Municipal para asegurar la correcta gestión de los RC&D.
- c. Nombrar al responsable en obra de la gestión de los RC&D.
- d. De requerirse la separación en sitio, destinar un área adecuada en la obra para que se lleve a cabo.
- e. En el caso de residuos peligrosos, además de que deberán de ser considerados en el PTG; el promotor/constructor se pondrá en contacto con gestores autorizados y acordados para su correcta disposición mediante la documentación necesaria.<sup>73</sup>

### **Del Transportista**

- a. Realizar la recolección de residuos en tiempo y forma y recibir la documentación requerida por parte del contratista para ser entregada al gestor.
- b. Ajustarse al plan de recolección de residuos, establecido por el contratista en el Proyecto Técnico de Gestión.

### **Del Gestor**

- a. Recibir los residuos de acuerdo a las especificaciones y documentación necesarias.

---

<sup>73</sup> Gobierno de Cantabria, España. (2008). *Residuos Peligrosos*. [Documento WWW].URL [http://www.medioambientecantabria.com/documentos\\_contenidos/62453\\_1.guia.pdf](http://www.medioambientecantabria.com/documentos_contenidos/62453_1.guia.pdf). Octubre, 2011.

- b. Reciclar y/o destinar para su reutilización los residuos recibidos.
- c. Disponer los residuos sólidos de manera adecuada y conforme a la normatividad vigente.
- d. Colaborar con las visitas realizadas por las autoridades verificadoras del proceso.

#### **De la Autoridad Municipal**

- a. Recibir el Proyecto Técnico de Gestión, revisarlo y realizar las observaciones necesarias de acuerdo a la Normatividad vigente sobre RC&D.
- b. Emitir dictamen sobre el Proyecto Técnico y la autorización respectiva después de corroborar el cumplimiento de la Normatividad vigente.
- c. Realizar visitas de inspección a las obras, con la finalidad de verificar la correcta ejecución del Proyecto Técnico de Gestión.
- d. Realizar visitas y revisiones a los Transportistas y Gestores con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos del Proyecto Técnico de Gestión.

#### **De la Organización o Empresa Certificadora**

- a. Contar con el personal debidamente autorizado y calificado.
- b. Realizar visitas a los diferentes Gestores donde se verificarán las acreditaciones del personal y las adecuadas instalaciones.
- c. Certificar los procesos utilizados para el reciclaje y/o reutilización de los RC&D.