



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA

POSGRADO EN INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE
EDIFICACIONES PARA SU APROVECHAMIENTO**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO - AMBIENTAL

P R E S E N T A:

ING. GUERRY JACK MARTEL VARGAS

TUTOR:

M. en C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS

UNAM
POSGRADO

2008

JURADO ASIGNADO:

Presidente	:	Dr. Alfonso Durán Moreno
Secretario	:	M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios
Vocal	:	Dra. María Teresa Orta Ledesma
1er Suplente	:	M. en I. Carlos Javier Mendoza Escobedo
2do Suplente	:	Dra. Georgina Fernández Villagómez

Lugares donde se realizó la Tesis

El trabajo de investigación de campo se realizó en Ciudad Universitaria, D.F. (Construcción del Museo Universitario de Arte Contemporáneo – MUAC); en Coyoacán D.F. (Construcción de edificio de departamentos “Residencial Riviera”); en Miguel Hidalgo, D.F. (remodelación de edificio de oficinas); y en Ciudad Satélite para el caso de la Demolición de Vivienda Residencial de 2 niveles.

La elaboración del trabajo se ejecutó en el edificio de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

M.C. Constantino Gutiérrez Palacios

TUTOR DE TESIS

Ing. Guerry Jack Martel Vargas

SUSTENTANTE

A mis dos grandes amores:

Mi esposa Ana Rocío Arias Abanto y

mi hijo Giacomo Derek Martel Arias.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su ayuda y por permitirme seguir adelante en busca de conquistar mis sueños.

A mi esposa Ana Rocío y mi hijo Giacomo, por su amor incondicional, comprensión, empuje, motivación y sacrificio para poder sacar este proyecto adelante.

A mis padres, Fortunato Martel y Julia Vargas, por traerme al mundo y darme todo su apoyo y ayuda para cumplir con mis metas y objetivos, valiéndose para ello de mucho sacrificio.

A mis hermanos, hermanas y padres políticos, por su apoyo, empuje y motivación.

A la Secretaría de Relaciones Exteriores de los Estados Unidos Mexicanos por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en los Estados Unidos Mexicanos y sobre todo por el apoyo económico brindado.

A la UNAM, una gran Institución, de la cual me siento orgulloso de formar parte.

A mi tutor M. en C. Constantino Gutiérrez Palacios, por su orientación, valiosa ayuda y sobre todo mucha paciencia y comprensión.

A todos mis profesores, por compartir sus conocimientos y sus enseñanzas brindadas tanto a nivel profesional como de formación personal.

A cada uno de mis Tutores Dr. Alfonso Durán Moreno, Dra. Georgina Fernández Villagómez, M. en I. Carlos Javier Mendoza Escobedo y Dra. María Teresa Orta Ledesma, por su apoyo y acertada orientación brindada para la realización y ejecución del presente trabajo de investigación.

A todos mis amigos de la Maestría, en especial a Francisco Gutiérrez y Lizett Rivera, por toda su ayuda brindada a mí y mi familia durante mi estadía en México.

A todos mis amigos de México, quienes me brindaron su amistad de manera incondicional, en especial a la Familia Martínez Pedrosa en Morelos.

A mis amigos de Perú, quienes a pesar de la distancia se mantuvieron dándome ánimos para seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 Hipótesis	3
1.3 Objetivo General	3
1.4 Objetivos Particulares	3
1.5 Alcances y Limitaciones	4
CAPÍTULO I	5
ANTECEDENTES	5
2 Antecedentes	6
2.1 Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D)	7
2.2 Definiciones de términos utilizados en los RC&D	9
2.2.1 Aprovechamiento de los RC&D	9
2.2.2 Caracterización de los RC&D	9
2.2.3 Clasificación de Materiales	9
2.2.4 Demolición	10
2.2.5 Desconstrucción	10
2.2.6 Disposición Final de los RC&D	10
2.2.7 Ecosistema	10
2.2.8 Generación de los RC&D	10
2.2.9 Obras Civiles	11
2.2.10 Planta de Tratamiento de RC&D	11
2.2.11 Reciclaje de los RC&D	11
2.2.12 Residuos Peligrosos	11
2.2.13 Reuso	11
2.3 Experiencias Internacionales del Manejo de los RC&D	12
2.3.1 Manejo de los RC&D en Estados Unidos de Norte América	12
2.3.1.1 Estudio de los RC&D, realizado por la EPA-Environmental Protection Agency (2003)	12
2.3.1.2 Caracterización de los RC&D en Edificaciones (Franklin Associates Prairie Village, KS, 1998)	13
2.3.1.3 Caracterización Detallada de los RC&D en el Estado de California (Cascadia Consulting Group, 2006)	15
2.3.2 Manejo de los RC&D en La Unión Europea: Residuos Plásticos como componente de los RC&D, según el APPRICOD (Assessing the Potential of Plastics Recycling in the Construction and Demolition, 2006)	20
2.3.3 Manejo de los RC&D en España: Programa de Gestión de Residuos de la Construcción en Cataluña, 2006	22

2.3.4 Manejo de los RC&D en Alemania: Unión Europea, Hamburgo-Alemania (Zebau, 2006)	29
2.3.5 Generación y Reciclaje de los RC&D en diferentes países	35
2.4 Experiencia del Manejo de los RC&D en México-Distrito Federal	36
2.4.1 Caracterización y Generación de los RC&D, Secretaría del Medio Ambiente del D.F., 2002	36
2.4.2 Reciclaje del Cascajo en el Distrito Federal	38
2.5 Marco Jurídico del Manejo de los RC&D en México	39
2.5.1 Evolución Legislativa Respecto al Manejo de los Residuos en México	39
2.5.2 NADF-007-RNAT-2004 (aprobado el 12 de Julio del 2006)	41
2.6 Contaminación del Medio ambiente como consecuencia del inadecuado manejo de RC&D y por los procesos de Construcción y Demolición	46
2.6.1 Contaminación del Aire	47
2.6.1.1 Contaminación por las Partículas Suspendidas (Organización Internacional del Trabajo, 1997)	47
2.6.1.2 Contaminación por Emisión de Gases (Organización Internacional del Trabajo, 1997)	48
2.6.2 Contaminación por Ruido (Estrucplan, 2007)	46
2.6.3 Contaminación por Materiales y Residuos Peligrosos	49
2.6.4 Contaminación por Vibraciones (Organización Internacional del Trabajo, 1997)	50
2.6.5 Contaminación por Generación de Aguas Sanitarias	51
2.6.6 Otros Contaminantes (Organización Internacional del Trabajo, 1997)	51
2.7 Algunas Medidas de Mitigación de la Contaminación por Construcción y Demolición (Organización Internacional del Trabajo, 1997)	52
CAPÍTULO III	54
METODOLOGÍA	54
3 Metodología	55
3.1 Definiciones de los Tipos de Almacenamiento Aplicados	55
3.1.1 Método de Área de Almacenamiento (APPRICOD, UNIÓN EUROPEA)	56
3.1.2 Método de Almacenamiento Puntual	58
3.1.3 Método Combinado de Área de Almacenamiento y Almacenamiento Puntual	59
3.1.4 Definición del Método de Cuantificación y Caracterización de los RC&D en Obras de Demolición y Remodelación	60
3.2 Definición del Método de la Cuantificación y la Caracterización de los Componentes de los RC&D	62
3.3 Selección de Obra como Área de Estudio de Campo	62
3.3.1 Condiciones para la Selección de Áreas de Estudio	63
3.4 Áreas de Estudio de Campo	64
3.4.1 Museo Universitario de Arte contemporáneo - MUAC	64
3.4.2 "Residencial Riviera"	65
3.4.3 Vivienda Residencial de Demolición	65
3.4.4 Edificio de oficinas	66
3.5 Estudio de campo en las Áreas Seleccionadas	67

3.5.1 Estudio de Campo en el Museo Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC _____	67
3.5.1.1 Análisis de sus RC&D _____	68
3.5.2 Estudio de campo en la obra de Edificación de Departamentos- "Residencial Riviera" _____	81
3.5.3 Estudio de campo en la Obra de Demolición de la Vivienda Residencial _____	83
3.5.4 Estudio de Campo de Obra de Remodelación del Edificio de oficinas _____	85
3.6 Trabajo de Gabinete _____	86
3.6.1 Datos Obtenidos de la Cuantificación de los RC&D generados en cada una de las Áreas de Estudio _____	87
3.6.2 Elementos de cada Componente generado en cada uno de las áreas de estudio _____	90
CAPÍTULO IV _____	94
ANÁLISIS DE RESULTADOS _____	94
4 Análisis de los Resultados _____	95
4.1 Análisis de los Datos Obtenidos en el Estudio de Campo de las Obras Seleccionadas _____	95
4.1.1 Análisis de los Datos obtenidos de la Cuantificación del Total de los RC&D Generados en las cuatro Áreas de Estudio _____	95
4.1.2 Análisis de los Datos obtenidos de la Cuantificación de las 2 Obras de Construcción de Edificaciones _____	99
4.1.3 Análisis de los Datos Obtenidos de los Componentes de los RC&D Generados por Cada Área de Estudio _____	101
4.1.3.1 Análisis de los Datos Obtenidos en la Construcción del MUAC _____	102
4.1.3.2 Análisis de los Datos Obtenidos en la Construcción de la Construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera" _____	104
4.1.3.3 Análisis de los Datos Obtenidos en la Demolición de Vivienda Residencial _____	107
4.1.3.4 Análisis de los Datos Obtenidos en la Remodelación del Edificio de Oficinas _____	109
4.2 Análisis de los Componentes de los RC&D Generados en las Cuatro Áreas de Estudio, para Su Aprovechamiento. _____	112
4.2.1 Análisis de las Causas de la Inadecuada Disposición de los RC&D que No Permiten su Total Aprovechamiento _____	116
4.2.2 Propuesta de Metodología de Caracterización y Almacenamiento de los RC&D en obras de Construcción, Demolición y Remodelación _____	117
4.2.3 Propuesta de los Diagramas de Flujo para el Manejo Integral de cada uno de los componentes de los RC&D. _____	122
4.3 Análisis del Marco Jurídico del Manejo de los RC&D en México _____	122
4.3.1 Análisis de NADF-007-RNAT-2004 (aprobado el 12 de Julio del 2006) _____	123
4.3.2 Análisis de la Aplicación de la Norma NADF-007-RNAT-2004, en el estudio de campo realizado en las 4 obras seleccionadas _____	126
4.3.3 Ventajas del Cumplimiento de la Norma NADF-007-RNAT-2004., para el Aprovechamiento de los RC&D. _____	127

4.3.4 Propuesta de Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para la Caracterización y Almacenamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición_____	129
4.4 Análisis de los Programas de Obras del Gobierno Federal y de la Iniciativa Privada para el Manejo de los RC&D_____	130
4.5 Análisis de la Adaptación de la Normatividad Nacional Relativa a Estudios de Generación de Residuos Sólidos Urbanos _____	131
CAPÍTULO V _____	132
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	132
5.1 Conclusiones _____	133
5.2 Recomendaciones_____	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	139
ANEXO 01: MARCO JURÍDICO_____	144
ANEXO 02: CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UN DETERMINADO GRUPO DE OBRAS CIVILES _____	154
ANEXO 03: DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS COMPONENTES DE LOS RC&D _____	156
ANEXO 04: ENCUESTA PARA LOS GENERADORES DE RC&D_____	166
ANEXO 05: LEY FEDERAL DE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN_____	170
ANEXO 06: ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PARA LA CARACTERIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RC&D)_____	174

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1:	Caracterización de los RC&D en los Estados Unidos. Noviembre del 2003 _____	13
TABLA 2.2:	Composición de las obras de edificaciones en los Estados Unidos _____	14
TABLA 2.3:	Composición de los residuos de nuevas construcciones residenciales (promedio de evaluación de 4 muestras en la región norte de Estados Unidos) _____	14
TABLA 2.4:	Composición de los residuos de demolición de edificaciones no residenciales (promedio de evaluación de 19 muestras al Noroeste del Pacífico) _____	15
TABLA 2.5:	Composición de los RC&D en el Estado de California para 4 áreas metropolitanas (San Diego, Los Ángeles, San Francisco y el Valle Central), 2004 _____	16
TABLA 2.6:	Principales componentes de los RC&D en el Estado de California _____	17
TABLA 2.7:	Composición de obras de construcción de edificaciones en el Estado de California, 2004 _____	20
TABLA 2.8:	Evaluación del Volumen de los Residuos de Demolición en Edificaciones, comparando m^3 de residuo / m^2 de área construida _____	24
TABLA 2.9:	Evaluación del Volumen de Residuos de Demolición de Obras Viales, comparando m^3 de residuo/ m^2 de área construida _____	25
TABLA 2.10:	Evaluación de Volúmenes de Residuos de la Construcción de Edificación _____	25
TABLA 2.11:	Evaluación de Volúmenes de Residuos de Construcción de Edificación de m^3 Sobrantes de Ejecución por m^2 de área construida _____	25
TABLA 2.12:	Composición del Volumen de los materiales sobrantes de los Residuos de la Construcción _____	26
TABLA 2.13:	Composición del Volumen de los Residuos de Construcción de Edificación para los residuos de embalaje: Distribución porcentual aproximada de los volúmenes aparentes _____	26

TABLA 2.14:	Pesos de los Residuos de Demolición de Edificación en kg/m ² de área Construida _____	27
TABLA 2.15:	Comparativo en Peso de los Residuos Viales/m ² de área construido _____	27
TABLA 2.16:	Pesos de los Residuos de Construcción en kg/m ² de área construida _____	27
TABLA 2.17:	Pesos de los Residuos Sobrantes de Ejecución/m ² de área construida _____	28
TABLA 2.18:	Pesos de los Residuos de embalaje en Construcción: Distribución Porcentual Aproximada _____	28
TABLA 2.19:	Pesos de los residuos de excavación _____	28
TABLA 2.20:	Resumen de las medidas usadas para el manejo de los RC&D en Alemania Fuente: ZEBAU GmbH, 2006 _____	31
TABLA 2.21:	Responsabilidad de las entidades públicas y privadas en el manejo de los RC&D en Alemania _____	32
TABLA 2.22:	Principales componentes de los RC&D en Alemania _____	33
TABLA 2.23:	Composición de los RC&D al norte, sobre el Río Rhine en Alemania _____	35
TABLA 2.24:	Generación y reciclaje de los RC&D, en Estados Unidos, Japón, Australia, República de Corea, Singapur y Alemania _____	36
TABLA 2.25:	Caracterización de los RC&D en México, D.F., 1996 _____	37
TABLA 2.26:	Generación de RC&D en el D.F. de 1990 a 1995 _____	37
TABLA 2.27:	Cantidad de cascajo reciclado en el D.F. desde el año 2005 hasta el 31 de julio del 2008 _____	38
TABLA 2.28:	Categoría y requerimientos ambientales de los generadores de residuos de la construcción de acuerdo con el volumen de RC&D que generan _____	42
TABLA 2.29:	Clasificación de los residuos de la construcción _____	43
TABLA 2.30:	Niveles de Ruido _____	49
TABLA 3.1:	Metrado de madera utilizada en obra para el encofrado _____	72
TABLA 3.2:	Volumen total de material excavado _____	80
TABLA 3.3:	Resumen de la cuantificación de los RC&D durante la construcción del MUAC _____	88
TABLA 3.4:	Resumen de la cuantificación de los RC&D generados durante la construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera" _____	89

TABLA 3.5:	Resumen de la cuantificación de los RC&D generados de la demolición de la Vivienda Residencial _____	89
TABLA 3.6:	Resumen de la cuantificación de los RC&D generados de la remodelación de Edificación Comercial _____	90
TABLA 3.7:	Elementos presentes en cada componente de los RC&D durante la construcción del MUAC _____	91
TABLA 3.8:	Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera" _____	92
TABLA 3.9:	Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la demolición de la Vivienda Residencial _____	92
TABLA 3.10:	Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la remodelación del Edificio de oficinas _____	93
TABLA 4.1:	Caracterización y cuantificación total de los RC&D de edificaciones en el DF (promedio de 4 muestras: 3 en el D.F. y una en el Estado de México) _____	97
TABLA 4.2:	Caracterización y cuantificación de los RC&D como producto de 2 obras de construcción de edificaciones en el DF _____	99
TABLA 4.3:	Caracterización y cuantificación de los RC&D de la construcción del Museo Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC _____	102
TABLA 4.4:	Caracterización y cuantificación de los RC&D de la Construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera" _____	105
TABLA 4.5:	Caracterización y cuantificación de los RC&D de la Demolición de una Vivienda Residencial _____	107
TABLA 4.6:	Caracterización y cuantificación de los RC&D como producto de la remodelación del Edificio de Oficinas _____	110
TABLA 4.7:	Categorización del tipo de generador _____	118
TABLA 4.8:	Reciclaje efectuado en las 4 obras estudiadas y reciclaje esperado de los RC&D _____	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Contaminación por RC&D: Actualmente la mala disposición de los RC&D está ocasionando problemas de contaminación que necesitan ser controlados de inmediato (Chicoloapan, Estado de México) _____	7
Figura 2.2:	Proceso de construcción (Coyoacan, Distrito Federal) y demolición (Ciudad Satélite, Estado de México) _____	9
Figura 3.1:	Vista del Museo de Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC _____	64
Figura 3.2:	Edificio de departamentos "Residencial Riviera" _____	65
Figura 3.3:	Vivienda Residencial de demolición _____	66
Figura 3.4:	Edificio de Oficinas remodelación Marquesina _____	66
Figura 3.5:	Vista en 3D del Museo Universitario de Arte Contemporáneo _____	68
Figura 3.6:	Almacenamiento de la chatarra _____	69
Figura 3.7:	Residuo del concreto luego del vaciado de la mezcladora _____	70
Figura 3.8:	Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera" _____	71
Figura 3.9:	Madera _____	72
Figura 3.10:	Residuos producto del desmontaje _____	73
Figura 3.11:	Residuos Sólidos _____	74
Figura 3.12:	Residuos de mármol _____	75
Figura 3.13:	Unicel _____	75
Figura 3.14:	Residuos de tabla roca _____	76
Figura 3.15:	Almacenamiento de llantas _____	77
Figura 3.16:	Residuos de vidrio _____	77
Figura 3.17:	Almacenamiento de PVC _____	78
Figura 3.18:	Almacenamiento y generación de Residuos Peligrosos _____	79
Figura 3.19:	Almacenamiento de PET _____	79
Figura 3.20:	Generación de residuos de excavación _____	80
Figura 3.21:	Distribución del almacenamiento aplicado en el MUAC _____	81
Figura 3.22:	Residencial Riviera _____	82
Figura 3.23:	Distribución del almacenamiento aplicado en Residencial Riviera _____	83

Figura 3.24:	Vivienda Residencial _____	84
Figura 3.25:	Distribución del almacenamiento aplicado en la demolición de la vivienda residencial _____	84
Figura 3.26:	Remodelación Marquesina _____	85
Figura 3.27:	Distribución del almacenamiento aplicado en la remodelación de edificio de oficinas _____	86
Figura 3.28:	Representación gráfica de los volúmenes obtenidos en campo _____	87
Figura 3.29:	Gráfico del método de cuantificación de obra construida _____	87
Figura 4.1:	Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados, como promedio de 3 muestras en el D.F. y 1 en el Estado de México _____	97
Figura 4.2:	Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en las 4 áreas de estudio (3 obra en el D.F. y 1 en el Estado de México) _____	98
Figura 4.3:	Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados, como promedio de 2 obras de construcción _____	100
Figura 4.4:	Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en las 2 obras de construcción _____	100
Figura 4.5:	Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes generados de los RC&D en la construcción del MUAC _____	103
Figura 4.6:	Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la construcción del MUAC _____	104
Figura 4.7:	Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la construcción del edificio de departamentos "Residencial Riviera" _____	106
Figura 4.8:	Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la construcción del edificio de departamentos "Residencial Riviera" _____	106
Figura 4.9:	Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la demolición Vivienda Residencial _____	108
Figura 4.10:	Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la demolición de la Vivienda Residencial _____	109

- Figura 4.11:** Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la remodelación de Edificación de de Oficinas _____ 111
- Figura 4.12:** Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la remodelación de Edificación de Oficinas _____ 111
- Figura 4.13:** Proporción entre la recuperación esperada y la recuperada de los RC&D _ 129

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está dirigido a realizar el estudio para caracterizar los residuos que se generan en la construcción y demolición (RC&D) de obras de edificaciones, para su aprovechamiento.

La investigación se llevó a cabo en el Distrito Federal y la Zona Conurbada del Estado de México, mediante el estudio de campo de dos obras de construcción, una de demolición y una de remodelación; con la finalidad de conocer la composición, cantidad, características y manera en la que los generadores actualmente almacenan y manejan "in situ" los componentes que conforman los RC&D que generan.

Con los estudios de campo realizados se obtuvo las cantidades totales de residuos generados, se identificaron los materiales que actualmente son recuperados; considerando el mercado del reciclaje existente actualmente en México se identificó aquellos residuos con alto potencial de recuperación para su re inserción en el mercado de la construcción de obras civiles

Con base en los resultados obtenidos en el actual manejo de los RC&D, se dan a conocer los problemas que se presentan, a fin de proponer una metodología que permita el adecuado manejo de los RC&D desde el lugar de su generación, complementándolo con una propuesta de anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para la Caracterización, Generación y Almacenamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D), aplicable a cualquier tipo de obra Civil, a fin de esperar la recuperación de por lo menos un 80% de la cantidad total de los RC&D generados, para con ello disminuir considerablemente las cantidades de los RC&D que actualmente son llevados a su disposición final o son dispuestos inadecuadamente. Esto con el fin de esperar que se promueva el manejo integral y adecuado de los RC&D a fin de reducir la contaminación causada al ambiente debido a su disposición de manera clandestina.

Otro beneficio esperado con el aprovechamiento de los RC&D, es la disminución de la explotación de las materias primas que se utilizan en la fabricación de elementos constructivos, así como la motivación de los constructores para usar materiales reciclados en los distintos procesos constructivos de las diferentes obras civiles.

SUMMARY

This research work is aimed at making the characterization of Waste Construction and Demolition in building through a field study of a work in construction, demolition and another one in a reshuffle, with the aim of making its quantification by calculating Approximate volumes, based on the waste stored and the components that make up what.

The methodology is applied through the storage area used by the APPRICOD of the European Union, storage and timely combination of both, applied in each work under review, according se han ido storing waste from the works studied in the field, ranked According to the legislation that regulates nationally.

In order to make comparisons between the respective individual components of the RC & D was to get them into a single unit of measurement of weight, using the specific gravity of each, which yielded the predominance of each component , Their share in the total composition and density that each represents in terms of the constructed area.

With the results of field and then analyses respective proceeded to propose the methodology as a basis for storage, characterization and disposal of construction waste and demolition, as well as drawing up a blueprint for Norma Oficial Mexicana referring to the generation of construction waste. We analyzed the actions they are taking the public and private sectors in this regard, the advantages and disadvantages of the study, the potential for reuse and recycling of each component, as well as the underlying causes that RC & D must be carried to the respective fillings its final disposition.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano por su propia naturaleza y capacidad siempre está en busca del desarrollo tecnológico e intelectual, esperando con ello tener una mejor calidad de vida, lo cual ha traído como consecuencia: el desarrollo de distintos elementos que permiten continuar con este magno crecimiento, abarcando los diversos campos de aplicación y ciencias del desarrollo humano, como es el caso de la importancia de las **obras de la Ingeniería Civil**, la que tiene múltiples áreas de aplicación, los que directamente son un gran aporte para el desarrollo de un país, ofreciendo: Edificaciones destinadas a oficinas, vivienda, industria, entre otras; obras de transporte y comunicaciones; obras hidráulicas; y muchas otras que definitivamente causan impacto en cuanto al quehacer nacional.

La ejecución de diferentes tipos de obras de construcción, trae como consecuencia la utilización de recursos naturales y artificiales, los que afectan negativamente el ecosistema de nuestro planeta, por lo que surge la necesidad de preservarlo para las futuras generaciones, debiendo desde hoy, buscar y mantener un equilibrio de convivencia mutua entre los seres humanos y el medio ambiente que nos rodea; para ello es necesario tomar como ejemplo los acontecimientos y experiencias surgidas en los países desarrollados, quienes en muchos casos están luchando en pos de no sobrepasar la línea de "equilibrio" que podría de cierta forma, afectar el medio ambiente que los rodea, creando severas consecuencias que perjudicarían la salud y seguridad de su población.

Los países desarrollados, tras exhaustivos estudios, han tomado conciencia de la importancia necesaria que se le debe dar al manejo integral de los residuos de la construcción y demolición - RC&D, a fin de disminuir su generación, es por ello que muchos de los materiales que se generan, deberían ser aprovechados, reusándolos o reciclándolos.

Ante esta "Corriente Ambientalista", México no ha permanecido ajeno, motivo por el cual, en la Ciudad de México se aprobó la "Norma Ambiental para el Distrito Federal "NADF-007-RNAT-2004", el 12 de Julio del 2006, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el Distrito Federal, buscando además fomentar un manejo adecuado de los RC&D, así como fortalecer su reuso y reciclaje. Sin embargo aún no se cuenta con suficientes estudios para determinar la cantidad y composición de los RC&D generados, lo que obliga a "actuar" en este campo, ya que hay mucho por hacer.

En el trabajo de investigación, se propone realizar un estudio de Caracterización de Residuos de la Construcción y Demolición de Edificaciones para su Aprovechamiento, con la finalidad de dar la iniciativa a fin de poder obtener mayor información a futuro, lo cual permitirá una mejor aplicación y aprovechamiento de la Norma referida.

Teniendo en cuenta la problemática antes descrita, es necesario tomar conciencia de la necesidad de preservar el ecosistema antes de llegar a sobrepasar el punto de equilibrio crítico y sea tarde para controlarlo y mantener un ambiente adecuado.

1.1 Justificación

Los Países industrializados, desde el inicio del concepto del manejo de los residuos sólidos, han dado prioridad de atención a la gestión de los residuos sólidos municipales predominantemente domiciliarios con el fin de resguardar la salud y seguridad del ser humano, transcurrido el tiempo y como consecuencia de los diferentes estudios de generación realizados, se comenzó a prestar atención a la generación de los Residuos de la Construcción y Demolición – RC&D, los cuales, han provocado impactos ambientales negativos en el aire, suelo y agua, así como en la salud y seguridad de los habitantes, debido principalmente a su manejo inadecuado.

Por otro lado, con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos dispuestos, han podido concluir que estos residuos pueden ser aprovechados, reusándolos o reciclándolos. Por ello, en la Ciudad de México se aprobó la Norma Ambiental para el Distrito Federal “NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción y demolición en el Distrito Federal. Sin embargo no se tienen suficientes estudios de la cantidad y caracterización de este tipo de residuos en origen, es por ello que en este trabajo se propone realizar un estudio de caracterización de los RC&D, a fin de obtener mayor información para su aprovechamiento y una mejor aplicación de la Normatividad referida.

1.2 Hipótesis

Actualmente en México el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RC&D) es escaso, por lo que se propone desarrollar una metodología adecuada para la caracterización y almacenamiento de los RC&D como punto de partida base de su manejo integral para su aprovechamiento.

1.3 Objetivo General

Proponer la metodología de caracterización y almacenamiento de los RC&D para su aprovechamiento, a partir del estudio en campo de cuatro obras de edificaciones: dos obras de construcción, una de demolición y una de remodelación.

1.4 Objetivos Particulares

- Analizar los programas del gobierno federal y de la iniciativa privada, en cuanto al manejo de los residuos de la construcción y demolición.
- Seleccionar obras que sean representativas para la realización del estudio de la caracterización de los RC&D.
- Realizar el estudio de campo de la caracterización de los RC&D, aplicando la norma NADF-007-RNAT-2004.
- Adaptar la normatividad nacional relativa a la generación de residuos sólidos urbanos para aplicarla a un estudio de caracterización de los RC&D.
- Analizar la generación y almacenamiento de los RC&D, partiendo de los resultados obtenidos en el estudio de campo y considerando la NADF-007-RNAT-2004.

- Proponer una metodología que sirva de base para la caracterización y almacenamiento de los RC&D, así como su anteproyecto de Norma Oficial Mexicana.

1.5 Alcances y Limitaciones

- El estudio de campo se realizará en dos obras de construcción, una de demolición y una de remodelación en edificaciones para el año 2007.
- El estudio se llevará a cabo en el área Metropolitana de la Ciudad de México y su zona conurbada.
- La realización del estudio de caracterización de los RC&D en las obras seleccionadas, será de acuerdo con la Norma NADF-007-RNAT-2004.
- El estudio de la Caracterización de los RC&D en Edificaciones tiene la intención de que estos residuos puedan ser aprovechados, pero no se llevará a cabo los estudios demostrativos de cómo pueden ser aprovechados ya que este sería otro tema de investigación.

CAPÍTULO II
ANTECEDENTES

2 Antecedentes

La generación de los residuos de la construcción y demolición (RC&D) se ha dado desde el principio de los tiempos, así es conocido que, en las antiguas culturas comenzaron la ejecución de obras de ingeniería, algunas de las cuales han perdurado en el tiempo, tal como: El Coliseo Romano, Machu Picchu, Las Pirámides Aztecas, las Pirámides de Egipto, la Muralla China, entre otras. Las que son las más conocidas a nivel mundial y en las que sin duda alguna se generaron grandes volúmenes de residuos de la construcción.

Hoy en día, a nivel mundial se ejecutan infinidad de obras civiles y con ello se generan considerables cantidades de RC&D, que deben de ser adecuadamente manejados a fin de que no representen un grave problema para el medio ambiente.

En México, de acuerdo con estudios oficiales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – SEMARNAT, para el año 2004 en el Distrito Federal se generan 3,000 toneladas de residuos de la construcción y demolición diariamente, el cual ha sido estimado con datos obtenidos de acuerdo con las cantidades dispuestas en el Relleno Sanitario Bordo Poniente, con ayuda de los controles de pesaje y estimación por capacidad de carga de los diferentes vehículos que disponen los RC&D.

Por otro lado, se estima que sólo el 15% de los RC&D generados son dispuestos adecuadamente, por lo que se estima que el 85% de los RC&D generados en el DF son dispuestos de manera clandestina en quebradas, caminos, barrancas y otros accidentes naturales, con lo cual, se contamina el ecosistema, afectando la salud y seguridad de los habitantes (*Secretaría de Medio Ambiente del D.F., 2002*).

Ante la mencionada problemática, que representa la mala disposición de los RC&D, para el caso del Distrito federal, las autoridades, investigadores públicos y privados del sector educación, gremios empresariales, y personal profesional, procedieron a promover la promulgación de la Norma Ambiental del Distrito Federal "NADF-007-RNAT-2004", desde el año 2004, a fin de contar con un instrumento legal que permita controlar la gestión adecuada de los RC&D, la que finalmente fue aprobada el 12 de Julio del 2006.

En este segundo capítulo se conceptualiza y define los distintos términos utilizados en el lenguaje común del área de los Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D); así como estudio y presentación de algunas de las distintas experiencias obtenidas por países que han decidido aplicar esquemas que les permita controlar la cantidad de sus RC&D generados, lo que ayuda a plantear la metodología del estudio de campo aplicado en el proceso experimental del capítulo 3; asimismo se procede a revisar el marco jurídico existente a nivel nacional referidos al manejo de los RC&D.



Figura 2.1: Contaminación por RC&D: Actualmente la mala disposición de los RC&D está ocasionando problemas de contaminación que necesitan ser controlados de inmediato (Chicoloapan, Estado de México).

2.1 Residuos de la Construcción y Demolición (RC&D)

Los RC&D, son todos aquellos materiales generados durante la realización o ejecución de una obra civil, así como por los procesos de demolición y remodelación.

En las obras civiles de construcción, los residuos están referidos a todos aquellos componentes excedentes, que no forman parte de la estructura integral de la obra, o que han sido descartados debido al propio proceso constructivo; como por ejemplo: el material producto de la preparación del terreno, aquellos materiales que por sus propiedades físico-químicas no pueden ser reutilizados en la obra, los materiales de embalaje, materiales y sustancias utilizados por los equipos de movimiento de tierras, residuos generados por el personal que trabaja en la ejecución de la obra, y residuos de oficinas.

Con el fin de identificar el tipo de obra civil sobre el cual va dirigido el trabajo de investigación, se procede a clasificar las mismas de la siguiente manera (Solminihac & Thenoux, 2002):

- Obras de Transporte: caminos, carreteras, autopistas, aeropuertos, terrapuertos, puentes, puentes, túneles, entre otros.
- Obras Hidráulicas: presas, diques, canales abiertos, canales cerrados, sistemas de riego, entre otros.
- Obras de Edificaciones: edificios multifamiliares, edificios de oficinas, edificios industriales, edificios comerciales, almacenes, entre otros (área de estudio)
- Obras Sanitarias: alcantarillado, desagüe, plantas de tratamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, rellenos sanitarios, entre otros.
- Obras Eléctricas: tendido de redes de conducción eléctrica, centrales hidroeléctricas, centrales termonucleares, entre otros.

En las obras de demolición y remodelación, que pueden ser ejecutadas para cualquier tipo de obra civil, los residuos son el producto de todos los materiales que conforman la obra civil a demoler o remodelar.

Se debe tener presente que en las obras a construir, demoler o remodelar, cada una de ellas presentarán sus propios componentes que conformarán sus residuos de composición variable, las mismas que estarán en función al tipo de estructura, época de ejecución, experiencia del constructor, lugar geográfico (en el que se desarrolla el proyecto), clima, volumetría, nivel social, tipo de obra, así como muchas consideraciones más, que se deben tener en cuenta.

Los RC&D son también generados a nivel domiciliario como producto de la autoconstrucción y autorremodelación que diariamente se realizan en las diferentes tipos de edificaciones; cuyas volúmenes de residuos generados, juntándolos y vistas a nivel macro, llegan a formar cantidades considerables de RC&D, que deben ser incluidos en la adecuada Gestión del Manejo Integral de los RC&D.



Figura 2.2: Proceso de construcción (Coyoacan, Distrito Federal) y demolición (Ciudad Satélite, Estado de México).

2.2 Definiciones de términos utilizados en los RC&D

A continuación se procede a dar una breve descripción de las diferentes terminologías que serán utilizados comúnmente en el tema de los RC&D.

2.2.1 Aprovechamiento de los RC&D

Consiste en reusar y reciclar los RC&D, generando nuevos productos para la formación de un mercado dinámico, los mismos que tienen por finalidad crear un producto paralelo al realizado con materiales vírgenes. Los productos elaborados con RC&D deben contar con un sustento técnico que permita utilizarlos adecuadamente, a fin de disminuir el volumen de los residuos para su disposición final (LGPGIR, 2006).

2.2.2 Caracterización de los RC&D

Es el proceso mediante el cual se procede a la identificación de los materiales que conforman los residuos de la construcción y demolición. (Kalipedia, 2007).

2.2.3 Clasificación de Materiales

Es la metodología mediante la cual se procede a seleccionar y organizar los diferentes tipos de materiales, basados en sus propiedades físico-químicas y características propias de cada uno de ellos, a fin de disponerlos adecuadamente (Kalipedia, 2007).

2.2.4 Demolición

Es la destrucción de una obra civil pre existente, la que por determinación no puede ser reutilizada, debido a diferentes criterios, los mismos que pueden darse por presentarse inseguras, antieconómicas o por desuso; con la finalidad de dar lugar a una nueva obra civil o recuperar el terreno (*Cascadia Consulting Group, 2006*).

2.2.5 Desconstrucción

En la actualidad se podría considerar este término relativamente como un nuevo concepto y conforme se ha venido prestando atención al manejo de los RC&D ha venido ganando terreno e importancia con el tiempo, por ello hoy se le define como el proceso en el cual se realiza una demolición planificada (ingeniería), con un análisis de generación de residuos, el control de la contaminación y la aplicación de medidas de seguridad, en la que se ejecuta un planeamiento de recuperación de elementos; de acuerdo a su categoría y a su potencialidad de reuso, reciclaje, manejo de residuos peligrosos y su disposición final (*Pichtel, 2005*).

2.2.6 Disposición Final de los RC&D

Es el resultado de llevar todos los RC&D desechados a un lugar específicamente diseñado, a fin de confinarlos permanentemente de forma adecuada (*LGPGIR, 2006*).

2.2.7 Ecosistema

Es el medio ambiente que nos rodea, conformado por la flora, la fauna y los recursos naturales, en el que se debe mantener un equilibrio ecológico, que permita el desarrollo saludable de la vida, sin representar un peligro para la salud humana (*LGEEPA, 2007*).

2.2.8 Generación de los RC&D

Es el resultado de una actividad de consumo, proceso de construcción, demolición o remodelación, los cuales han sido desechados de las obras civiles por su generador, quien tiene la posibilidad de reusarlo, reciclarlo o desecharlo. (*Pichtel, 2005*).

2.2.9 Obras Civiles

Son todos aquellos procesos constructivos ejecutados con sustento técnico de la Ingeniería, los cuales también incluye los trabajos de remodelación y demolición, entre los cuales mencionamos a las diferentes construcciones: carreteras, edificaciones, presas, etc. (Solminihac & Thenoux, 2002).

2.2.10 Planta de Tratamiento de RC&D

Es el lugar de proceso de tratamiento y/o transformación de los RC&D, para generar nuevos productos en bien de su aprovechamiento, el cual cuenta con un personal especializado y equipos adecuados como: trituradora, banda transportadora y equipos de movilización de materiales, y otras. (Agencia de Residuos de Cataluña, 2006).

2.2.11 Reciclaje de los RC&D

Es la recuperación de aquellos residuos desechados por su generador original para ser utilizados en nuevas obras civiles o formar parte de un nuevo producto; los que previamente deben ser sometidos a procesos de transformación. (LGPGIR, 2006).

2.2.12 Residuos Peligrosos

Son aquellos residuos que tienen una o algunas de las propiedades CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso), los que representan un gran peligro para la salud y el ecosistema (NOM-052-SEMARNAT-2005).

2.2.13 Reuso

Es la acción en la que se procede a recuperar aquellos residuos que pueden ser reutilizados directamente en las distintas obras civiles u otras actividades alternas (LGEEPA, 2007).

2.3 Experiencias Internacionales del Manejo de los RC&D

Existe gran diversidad de experiencias internacionales en el campo del estudio de los RC&D, las que han sido ejecutadas en muchos países como: Estados Unidos de Norteamérica, La Unión Europea, España, Alemania y otros. Estas investigaciones se basaron en buscar una solución integral para el manejo de los RC&D; de los cuales a continuación se procede a describir en forma breve.

2.3.1 Manejo de los RC&D en Estados Unidos de Norte América

Estados Unidos le ha dado gran importancia al manejo de los RC&D a nivel nacional, realizando estudios enfocados a su manejo integral, del mismo modo es muy preciso considerar en este apartado sus investigaciones sobre la identificación de los materiales que componen los RC&D.

2.3.1.1 Estudio de los RC&D, realizado por la EPA-Environmental Protection Agency (2003)

La EPA considera importante conocer la composición de los RC&D que se generan en Los Estados Unidos, teniendo en cuenta a las características propias de cada tipo de obra civil y demoliciones que los generan, además de la ubicación geográfica, el sector socio-económico, y otros. Estos criterios han sido aplicados con la finalidad de contar con datos estadísticos que les permita estimar adecuadamente la composición de RC&D que se generan a nivel nacional, lo cual permitirá conocer y controlar sus volúmenes.

Los estudios realizados de la caracterización de los RC&D toman en cuenta la composición de los materiales que lo conforman; con el fin de obtener datos que permitan estimar las cantidades que pueden ser recuperadas, además de disminuir el impacto ambiental que estos puedan ocasionar.

La EPA otorga gran importancia a los profesionales especializados en el *manejo y gestión integral de los RC&D* y del mismo modo a la recopilación de datos históricos, que les ha permitido proyectar los resultados mostrados en la siguiente tabla (1.1), con el fin de direccionar sus programas de recuperación de los RC&D a los 3 principales componentes (concreto,

madera y tabla roca), que se presentan por porcentajes de composición más altos, representando un rango del 65% al 95% del total de los RC&D, con potencialidad de ser recuperados.

TABLA 2.1: Caracterización de los RC&D en Los Estados Unidos, noviembre del 2003.

Componente	Composición (%)
Concreto y Escombros mezclados	40 – 50
Madera	20 – 30
Tabla roca	5 – 15
Asfalto	1 – 10
Metales	1 – 5
Ladrillos	1 – 5
Plásticos	1 – 5

Fuente: Environmental Protection Agency, 2003.

2.3.1.2 Caracterización de los RC&D en Edificaciones (Franklin Associates Prairie Village, KS, 1998)

Este estudio busca obtener la cantidad y caracterización de RC&D en edificaciones a nivel nacional, principalmente enfocados en obras residenciales y no residenciales, provenientes de la construcción, demolición y remodelación. Este tratado consiste en la combinación de los datos obtenidos en campo (residuos generados en origen), en combinación con los datos obtenidos por la Oficina de Censo al respecto a las actividades de la industria de la construcción.

El tema de investigación sobre la caracterización de los RC&D ha quedado abierto para su actualización, a fin de que cada estado que forma parte de los Estados Unidos pueda enriquecerlo y actualizarlo a sus propias características y condiciones. El concepto de actualización está basado en que los residuos de la construcción de edificaciones se mantienen constantes en el tiempo y con una lenta variación en cuanto a su composición.

En cuanto a la composición de los residuos de la demolición, recomiendan tener en cuenta el período de tiempo en el cual fue construido la edificación a demoler, en base a la variabilidad de componentes que se pueden encontrar.

Los resultados del estudio mostraron además la composición de los diferentes tipos de obras de edificaciones, de los cuales se generan los RC&D.

TABLA 2.2: Composición de las obras de edificaciones en los Estados Unidos

Tipo de Edificación	Composición (%)
Demolición no residencial.	33
Remodelación residencial.	23
Remodelación no residencial.	21
Demolición residencial.	15
Nuevas construcciones residenciales.	5
Nuevas construcciones no residenciales.	3

Fuente: Franklin Associates, 1998.

Asimismo, este análisis presenta resultados de la composición de los RC&D, producto de nuevas construcciones residenciales y de obras de demolición de edificaciones no residenciales, para mostrar la composición de las mismas en cada uno de los casos.

TABLA 2.3: Composición de los residuos de nuevas construcciones residenciales (promedio de evaluación de 4 muestras en la región norte de Estados Unidos).

Componentes	Composición (%)
Madera	42
Tabla roca	27
Misceláneos	15
Ladrillo	6
Paneles	6
Plásticos	2
Metales	2

Fuente: Franklin Associates, 1998.

TABLA 2.4: Composición de los residuos de demolición de edificaciones no residenciales (promedio de evaluación de 19 muestras al Noroeste del Pacífico).

Componentes	Composición (%)
Concreto	66
Madera	16
Para disposición final	9
Metales	5
Asfalto	2
Ladrillo	1
Paneles	1

Fuente: Franklin Associates, 1998.

2.3.1.3 Caracterización Detallada de los RC&D en el Estado de California (Cascadia Consulting Group, 2006)

En el Estado de California se han desarrollado muchos estudios de generación y caracterización de los RC&D, entre los cuales se seleccionó el estudio titulado "Caracterización Detallada de los Residuos de la Construcción y Demolición", ejecutado entre diciembre del 2004 y junio del 2006, por estar directamente relacionado con el presente trabajo de investigación. Este estudio tomó en cuenta a las ciudades de San Diego, Los Ángeles, San Francisco y el Valle Central (4 de las áreas metropolitanas más representativas del Estado de California), con el objetivo de dar a conocer la cuantificación y caracterización de los RC&D por tipos de obras de ingeniería de edificaciones, así como la composición de las obras de edificaciones (Cascadia Consulting Group, 2006), entre las que se mencionan:

- Construcciones Residenciales (residencias unifamiliares y multifamiliares).
- Construcciones no Residenciales (oficinas gubernamentales, empresariales y escuelas).
- Remodelaciones Residenciales (residencias unifamiliares y multifamiliares).
- Remodelaciones no Residenciales (oficinas gubernamentales, empresariales y escuelas).
- Demolición (paredes, cercas, pavimentos, edificaciones, tanto en interiores como de exteriores).
- Techados (construcción, demolición y remodelación de los anteriormente descritos).

- Otras actividades de generación de RC&D (aquellas edificaciones no clasificadas como construcción, reparación o demolición de caminos, puentes y otro tipo de infraestructuras públicas)

Como resultado del estudio, presentaron la cantidad anual de RC&D generados en las cuatro áreas metropolitanas del estado de California, cantidad que asciende a 3'130,925 de toneladas de RC&D generadas en el año 2004.

TABLA 2.5: Composición de los RC&D en el Estado de California para 4 áreas metropolitanas (San Diego, Los Ángeles, San Francisco y el Valle Central), 2004.

Material	Composición (%)
Agregados reciclables	27
Residuos sólidos municipales	26
Otros materiales recuperables	20
Madera reciclable	15
Roca, arena y tierra	8
Metales reciclables	4

Fuente: *Cascadia Consulting Group, 2006*

El desarrollo del proyecto, estuvo basado en la lectura de muestras de vehículos de cargas provenientes de las 4 áreas metropolitanas participantes en el proyecto, dichos vehículos de carga que transportaron los RC&D a los rellenos sanitarios o estaciones de transferencia fueron seleccionados aleatoriamente; una vez identificado el vehículo de carga, el personal de campo, procedió a clasificar y cuantificar la cantidad de residuos que eran transportados y a identificar el tipo de obra y área metropolitana de procedencia.

En el procedimiento de campo, por cada zona de estudio de las obras seleccionadas, se cuantificó visualmente el volumen y la cantidad de residuos generados (*Cascadia Consulting Group, 2006*), valiéndose para ello de los siguientes criterios:

1. Anotación del número y datos de la muestra (lugar de procedencia, tipo de obra, entre otros).
2. Medidas estimadas en volumen de carga (largo x ancho x altura).

3. Anotación del residuo predominante presente.
4. Estimación de la composición y del volumen del componente con mayor predominancia.
5. Estimación de la composición por volumen de cada diferente tipo de componente presente.
6. Verificación de la suma de los componentes detallados versus el volumen total inicial estimado.

Una vez obtenidas todas las mediciones de campo, se procedió a estimar el peso de cada componente presente en los RC&D; basándose en el peso específico relativo de cada tipo de material, y conforme a la conversión de peso y volumen de la EPA (Environmental Protection Agency). Con esto se presentaron los resultados referidos a la cantidad de residuos aportados por cada área de estudio y por tipo de obra de edificaciones con su respectiva clasificación y caracterización de residuos presentes, finalmente se presentó la composición porcentual de los tipos de obras de edificaciones.

La presentación de resultados finalizó con la culminación del estudio en junio del 2006, mencionando a los *principales componentes de los RC&D del Estado de California*, obteniendo la siguiente lista:

TABLA 2.6: Principales componentes de los RC&D en el Estado de California

COMPONENTE	ELEMENTOS
1. Papel	1.1 Cartón 1.2 Bolsas de papel 1.3 Periódico 1.4 Papel Blanco 1.5 Papel de colores 1.6 Otros papeles de oficina 1.7 Revistas y catálogos 1.8 Guías telefónicas y directorios 1.9 Diversos tipos de papel 1.10 Restos y compuestos de papel

<p>2. Vidrio</p>	<p>2.1 Botellas de vidrio blanco 2.2 Botellas de vidrio verde 2.3 Botellas de vidrio marrón 2.4 Botellas de vidrio de otros colores 2.5 Vidrio plano 2.6 Restos y compuestos de vidrio</p>
<p>3. Metal</p>	<p>3.1 Latas de acero 3.2 Electrodomésticos grandes 3.3 Filtros de aceite 3.4 Conductos metálicos 3.5 Otros ferrosos 3.6 Latas de aluminio 3.7 Otros no ferrosos 3.8 Restos y compuestos metálicos</p>
<p>4. Electrónicos</p>	<p>4.1 Mercancías oscuras 4.2 Electrónicos relacionados con aparatos de computo 4.3 Otros pequeños aparatos eléctricos de consumo 4.4 Televisores y otros artículos con pantalla</p>
<p>5. Plástico</p>	<p>5.1 PET 5.2 Plásticos de polietileno de alta densidad 5.3 Otros plásticos 5.4 Bolsas de basura 5.5 Bolsas de comestibles y mercancías 5.6 Envases comerciales e industriales de películas 5.7 Productos de películas 5.8 Otros de películas 5.9 Artículos de plástico durables 5.10 Materiales de aislamiento y envases de poliestireno expandido 5.11 Restos y compuestos de plástico</p>

<p>6. Otros orgánicos</p>	<p>6.1 Comida</p> <p>6.2 Hojas y hierva</p> <p>6.3 Podas y recortes</p> <p>6.4 Ramas</p> <p>6.5 Residuos de cosecha agrícola</p> <p>6.6 Estiércol</p> <p>6.7 Textiles</p> <p>6.8 Alfombras</p> <p>6.9 Alfombras rellenas</p> <p>6.10 Restos y compuestos orgánicos</p>
<p>7. Construcción y Demolición</p>	<p>7.1 Concreto de alta resistencia con refuerzo</p> <p>7.2 Concreto de alta resistencia sin refuerzo</p> <p>7.3 Concreto simple con refuerzo</p> <p>7.4 Concreto simple sin refuerzo</p> <p>7.5 Asfalto de alta resistencia con refuerzo</p> <p>7.6 Asfalto de alta resistencia sin refuerzo</p> <p>7.7 Asfalto simple con refuerzo</p> <p>7.8 Asfalto simple sin refuerzo</p> <p>7.9 Otros agregados</p> <p>7.10 Tablones limpios</p> <p>7.11 Madera estructural limpia</p> <p>7.12 Otra madera reciclada</p> <p>7.13 Madera tratada</p> <p>7.14 Madera procesada</p> <p>7.15 Madera pintada</p> <p>7.16 Yeso limpio</p> <p>7.17 Yeso pintado de demolición</p> <p>7.18 Roca grande</p> <p>7.19 Roca pequeña</p> <p>7.20 Grava</p> <p>7.21 Arena limpia</p> <p>7.22 Arena sucia</p> <p>7.23 Vidrio</p> <p>7.24 Remanente o material mezclado de la construcción y demolición</p>

8. Residuos Peligrosos Domiciliarios	8.1 Pintura 8.2 Vehículos y equipos hidráulicos 8.3 Aceites 8.4 Baterías 8.5 Restos y compuestos con residuos peligrosos domiciliarios
9. Residuos Especiales	9.1 Cenizas 9.2 Aguas residuales sólidos 9.3 Lodos industriales 9.4 Residuos médicos 9.5 Residuos voluminosos 9.6 Llantas 9.7 Restos y compuestos con residuos especiales
10. Residuos Mezclados	10.1 Residuos mezclados

Fuente: Cascadia Consulting Group, 2006

Además, presentaron resultados referidos a la composición porcentual de los diferentes tipos de edificaciones en el año 2004, como se muestra en el siguiente cuadro.

TABLA 2.7: Composición de obras de construcción de edificaciones en el Estado de California, 2004.

Tipo de Obra	Composición (%)
Demolición	21
Remodelación residencial	19
Otras construcciones y demoliciones	17
Paneles	14
Remodelación no residencial	11
Nuevas construcciones residenciales	10
Nuevas construcciones no residenciales	8

Fuente: Cascadia Consulting Group, 2006

2.3.2 Manejo de los RC&D en La Unión Europea: Residuos Plásticos como componente de los RC&D, según el APPRICOD (Assessing the Potential of Plastics Recycling in the Construction and Demolition, 2006)

La Unión Europea le da gran importancia a la gestión integral de los RC&D, realizando estudios de clasificación y caracterización de los mismos, los que fueron generados por los diferentes tipos de obras civiles y procesos de demolición, a su vez notaron que a los residuos plásticos que se iban generando no les brindaban la debida importancia, realizando entonces el estudio de su manejo integral.

En los últimos años de investigación, los materiales plásticos han llamado la atención debido al incremento de su uso, lo que ha captado la atención respectiva de los países miembros de la Comunidad Europea, más aún teniendo en cuenta que el período de tiempo que los plásticos necesitan para degradarse es alrededor de 150 años como mínimo, pero además, si se consideran a los polímeros, la tendencia de éstos es la de no ser biodegradables; por lo que se hace necesario tenerlos bajo control, a fin de no incrementar el impacto ambiental que estos generan. Con este fin la Comunidad Europea promovió proyectos pilotos para el estudio de la generación de los materiales plásticos, basados en un marco legal y financiero adecuado; dichos estudios fueron liderados por Alemania, Holanda y Bélgica, por ser los países pioneros en el manejo de los productos plásticos como resultado de los RC&D.

En el 2006, El APPRICOD presentó retos iniciales en el estudio de la caracterización de los productos plásticos desarrollado por la Comunidad Europea, los que fueron:

- a) Falta de especificaciones técnicas referidas a la gestión de los productos plásticos procedentes de los RC&D.
- b) Desconocimiento de la manera adecuada de realizar el reciclaje de los plásticos.
- c) Falta de mecanismos que ayuden a la cooperación y acuerdo entre: el sector público y privado, además de los recicladores de plásticos.

El APPRICOD, también propone mecanismos que permitan realizar un manejo adecuado de los productos plásticos, poniendo en marcha cuatro proyectos pilotos referidos su manejo integral, dándose éstos en: Cataluña – ESPAÑA, Bruselas – BÉLGICA, Ancona – ITALIA y Gran Porto – PORTUGAL., de los que se obtuvieron los siguientes resultados:

- La realización de trabajos de clasificación de materiales, de acuerdo a su generación en los RC&D, acarrear un costo para su adecuado almacenamiento.
- Se debe tener en cuenta los diferentes sistemas de selección para los distintos materiales, considerando las condiciones propias de cada obra.
- Se tiene que considerar el transporte de los materiales seleccionados para su reuso o reciclaje y su disposición final.
- A la fecha no hay una metodología desarrollada referida a la selección de los materiales plásticos generados por los RC&D.
- Con el hecho de reutilizar los productos plásticos generados a partir de los RC&D, disminuye la cantidad de los RC&D a ser llevados a su disposición final y la cantidad de productos vírgenes utilizados para su fabricación; contribuyendo así con la conservación del ecosistema y disminuyendo la generación de gases del efecto invernadero, en el caso de la incineración de estos productos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio se concluye que es necesario darle el manejo integral adecuado a los residuos plásticos.

2.3.3 Manejo de los RC&D en España: Programa de Gestión de Residuos de la Construcción en Cataluña, 2006

Cataluña es uno de los Estados de ESPAÑA que le ha dado gran importancia a la Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición, implementando así todo el sistema necesario para controlar los volúmenes de los RC&D generados por las distintas obras civiles, y para su recuperación y disposición final.

La *Agencia de Residuos de Cataluña* en el año 2006 explica que la Gestión de los RC&D es el proceso mediante el cual se busca controlar estos residuos desde su generación en origen hasta su disposición final; orientado al manejo en conjunto de todos los componentes que lo conforman. Al mismo tiempo cuenta con un decreto ley referido al manejo de los RC&D, con vigencia iniciada en el año 1994, con el fin de que la agencia de residuos tome en cuenta en forma imperiosa, los siguientes puntos.

- Presentar una evaluación de los volúmenes, cantidad y características de los componentes que se generan a partir de los RC&D.

- Realizar operaciones de separación o clasificación selectiva de los RC&D, proyectadas para los diferentes tipos de obras.
- Definir las características de las instalaciones para el reciclaje o disposición de los RC&D.

La Agencia de Residuos de Cataluña (desde el 28 de junio del 2001) fue la encargada, entre los años 2001 al 2006, de llevar a cabo el Programa de gestión de residuos de la construcción y demolición en Cataluña (PROGROC), teniendo como objetivo principal alcanzar un alto nivel de Gestión Medioambiental de los RC&D, es decir, llegar a controlar adecuadamente la generación de estos residuos evitando que impacten sobre el ecosistema, para ello debe seguir los lineamientos establecidos por la Comunidad Europea en cuanto al reciclaje de los RC&D y seguridad ambiental, propios de cada proceso de generación; de tal forma que cada proyecto en el que se generen los RC&D se tengan en cuenta los costos derivados de una gestión ambientalmente sostenible.

Desde el punto de vista económico, la gestión de los RC&D en cualquiera de las etapas, involucra la necesidad de realizar un gasto, el mismo que puede ser recuperado por el reuso o reciclaje del residuo, pero en el caso de que los RC&D se conviertan en desecho, éstos pierden el total de su valor económico. Si los residuos son dispuestos clandestinamente, el costo que implica manejarlos adecuadamente se verá incrementado, debido a las acciones correctivas necesarias a ejecutar para llevar los RC&D a su disposición final.

Ante la problemática descrita, en Cataluña se dispuso de la estructura legislativa adecuada que permita cumplir con el manejo integral de los RC&D, por lo que, se impuso que todo generador de RC&D realice el pago de una Fianza del volumen total de sus residuos; dicha fianza estará en función de la cantidad de volumen de RC&D que se generó, la misma que es calculada por estimación.

Cuando el generador de los RC&D demuestre adecuadamente que ha reusado y reciclado un determinado volumen de RC&D, él recuperará el monto de la Fianza correspondiente al volumen equivalente; Con el monto de la Fianza restante, el estado de Cataluña garantiza la adecuada disposición de los RC&D que el generador no dispuso adecuadamente. Este procedimiento obliga al generador de los RC&D a cubrir los gastos de los requerimientos que implican disponer apropiadamente sus residuos generados.

El decreto de Cataluña, para establecer el monto de la fianza, se apoya en que los volúmenes de los RC&D que se esperan sean generados en las distintas obras civiles de

construcción y demolición, los mismos que son calculados por estimación, y en base a estudios de generación y caracterización previamente ejecutados. Además se exige al generador a reportar justificadamente el volumen total de RC&D generados, los cuales son contrastados con las cantidades inicialmente estimadas por la agencia.

En el caso del volumen final de los RC&D provenientes de la demolición, el cálculo del volumen estimado es considerando los espacios vacíos que se generan por la forma, tamaño y componente de los residuos; para el caso de Cataluña, la agencia ha tomado en cuenta un 40% de volumen adicional como porcentaje de vacíos, además para la estimación de las cantidades de residuos a ser generados en la demolición se debe tomar en cuenta: la fecha en el que fue construida la obra a ser demolida, su clasificación, sus características constructivas y sus materiales predominantes.

La Agencia de Residuos de Cataluña (en base a sus diferentes estudios de generación y caracterización de los RC&D) ha desarrollado distintas tablas que permiten calcular por estimación la cantidad de RC&D que se espera sean generados en las diferentes obras civiles, las que son convenientes presentarlas, para su mejor comprensión en este ítem, ya que los resultados mostrados a continuación, están en función del volumen de residuo estimado por unidad de área construida.

TABLA 2.8: Evaluación del Volumen de los Residuos de Demolición en Edificaciones, comparando m³ de residuo / m² de área construida.

Materiales	Construcción de Edificio de Viviendas		Construcción de Nave Industrial		Construcción de Edificio de Vivienda de Concreto	
	v.real	v.aparente	v.real	v.aparente	v.real	v.aparente
Mampostería	0.30100	0.51200	0.31000	0.52700	0.22500	0.38250
Concreto y mortero	0.03650	0.06200	0.15000	0.25500	0.30900	0.52530
Mat. Pétreos	0.04800	0.08200	0.01400	0.02400	0.02040	0.03470
Metales	0.00050	0.00090	0.00100	0.00170	0.00210	0.00360
Maderas	0.03900	0.06630	0.03800	0.06440	0.00280	0.00470
Vidrio	0.00020	0.00040	0.00030	0.00050	0.00060	0.00100
Plásticos	0.00020	0.00040	0.00020	0.00040	0.00040	0.00070
Asfalto	-	-	-	-	0.00070	0.00120
Otros	0.00460	0.00800	0.00060	0.00100	0.00900	0.01530
Total	0.43000	0.73200	0.51410	0.87400	0.57000	0.96900

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.9: Evaluación del Volumen de Residuos de Demolición de Obras Viales, comparando m³ de residuo/m² de área construida.

Materiales	Volumen real	Volumen aparente
Mat. Pétreos	0.25	0.3
Asfalto	0.15	0.25
Otros	0.001	0.002
TOTAL	0.401	0.552

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

Para el caso de los residuos de la construcción, se tuvo en cuenta la generación de residuos por metro cuadrado, así como, los residuos generados debido a los materiales utilizados para el embalaje, del cual se puede decir que poco a poco viene incrementando su uso y con ello el incremento de su generación.

TABLA 2.10: Evaluación de Volúmenes de Residuos de la Construcción de Edificación

Tipo residuo	m ³ Residuo Aparente por m ² Construido
Sobrantes de ejecución	0,045
Embalajes	0,08
Total	0,125

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.11: Evaluación de Volúmenes de Residuos de Construcción de Edificación de m³ Sobrantes de Ejecución por m² de área construida.

Partidas de obra	Volumen Real	Volumen Aparente
Mampostería	0.0102	0.0175
Concreto	0.0140	0.0244
Mat. Pétreos	0.0011	0.0018
Otros	0.0007	0.0013
Total	0.0260	0.0450

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

Así mismo, para la composición del volumen de los residuos generados, han estimado el porcentaje de sus componentes, como se muestran en las siguientes tablas.

TABLA 2.12: Composición del Volumen de los materiales sobrantes de los Residuos de la Construcción

Materiales de edificación	Porcentaje (%)
Concreto	4
Mampostería	6
Mat. Pétreos	5
Metales	2
Maderas	1
Vidrio	1
Plásticos	6
Asfalto	2
Obras Viales y de Urbanización	
Concreto	5
Mat. Pétreos	20
Asfalto	5

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.13: Composición del Volumen de los Residuos de Construcción de Edificación para los residuos de embalaje: Distribución porcentual aproximada de los volúmenes aparentes

Material	Porcentaje (%)
Madera	85
Plásticos	10
Papel + cartón	5
Metales	<0,05

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña, 2006.

A pesar de los trabajos y criterios adoptados por la Agencia de Residuos de Cataluña (entre el 2001 al 2006), en cuanto a la estimación de volúmenes, tomaron como parámetro de medida para el pago de la fianza por el manejo de los RC&D, el peso de los diferentes materiales que conforman los RC&D en relación a un metro cuadrado de construcción.

TABLA 2.14: Pesos de los Residuos de Demolición de Edificación en kg/m² de área Construida.

Material de Obra de Fábrica	Construcción de Edificio de Viviendas	Construcción de Nave Industrial	Construcción de Edificio de Viviendas de concreto
Mampostería	542.0	558.0	338.0
Concreto y morteros	84.0	345.0	711.0
Mat. Pétreos	52.0	35.0	51.0
Metales	4.0	7.8	16.0
Maderas	23.0	23.0	1.7
Vidrio	0.6	0.8	1.6
Plásticos	0.4	0.4	0.8
Asfalto	-	-	0.9
Otros	4.0	6.0	9.0
Total	710.0	976.0	1130.0

Incluye una solera de 280 kg/m² de peso.

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.15: Comparativo en Peso de los Residuos Viales/m² de área construido.

Material	kg/m ² construido
Mat. pétreos	420
Asfalto	195
Otros	5
Total	620

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.16: Pesos de los Residuos de Construcción en kg/m² de área construida.

Tipo residuo	kg/m ² construido
Sobrantes de ejecución	50
Embalajes	35
Total	85

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.17: Pesos de los Residuos Sobrantes de Ejecución/m² de área construida.

Partidas de obra	kg/m ² construido
Mamapostería	15
Concreto	32
Piedra	2
Otros	1
Total	50

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.18: Pesos de los Residuos de embalaje en Construcción:**Distribución Porcentual Aproximada.**

Material	%
Madera	75
Plásticos	16
Papel + cartón	8
Metales	1
Total	100

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

TABLA 2.19: Pesos de los residuos de excavación.

Material	kg/m ³ residuo real*	kg/m ³ residuo aparente
Terrenos Naturales		
Grava y Arena Compacta	2	1.67
Grava y Arena Suelta	1.7	1.41
Arcillas	2.1	1.75
Rellenos		
Tierra Vegetal	1.7	1.41
Terraplén	1.7	1.41
Pedraplén	1.8	1.5

* Para fijar el importe de la fianza se utilizará este valor

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña – ESPAÑA, 2006.

Las tablas anteriormente mostradas dan una idea de la importancia que implica contar con estudios de generación y caracterización de los Residuos de la Construcción y Demolición, lo que permite realizar estimaciones que ayuden en la toma de medidas necesarias para el manejo integral de los RC&D.

2.3.4 Manejo de los RC&D en Alemania: Unión Europea, Hamburgo-Alemania (Zebau, 2006)

Alemania, actualmente es uno de los países desarrollados que maneja adecuadamente sus RC&D, lo cual ha sido posible debido a que en el transcurso del tiempo han ido desarrollando y aplicando un adecuado **sistema legislativo** de la mano de las aplicaciones tecnológicas y el crecimiento cultural de su población, además de contar con un **catálogo de los componentes de sus RC&D** ,y **su recuperación y composición** de éstos, como se muestra a continuación, a fin de que sirva como lineamiento guía para alcanzar el adecuado manejo integral de los RC&D.

a) Evolución Legislativa:

Muestra la manera en que fue evolucionando la legislación referida al manejo de los residuos.

1972: Nace la Primera ley sobre la disposición de los residuos; referida a la disposición controlada e introducción de los conceptos de prevención y separación de los residuos (sin distinción de tipos de residuos). Se dio con la finalidad de centralizar, regular y controlar los rellenos sanitarios.

1986: Se promueve la ley para la prevención y disposición de los residuos, referida a la introducción al manejo de los residuos y el reciclaje.

1992: Se desarrolló el borrador de ordenanzas del contexto del manejo de los RC&D; conteniendo los requerimientos de la prevención del manejo de estos residuos, así como su recuperación y disposición final, sin afectar la calidad del medio ambiente, además de contener los objetivos cuantificables para la recuperación y reciclaje de los RC&D, a una razón del 60% del total generado para el año 1995.

1993: Se implantan instrucciones técnicas para el manejo de los residuos municipales, especificaciones de tratamiento, y eliminación de los Residuos Sólidos Domésticos y de los RC&D; se plantean especificaciones requeridas para el tratamiento, reciclaje y disposición de residuos, así como los objetivos para la reducción de la toxicidad y la posibilidad de reciclaje de los residuos peligrosos. Partiendo de la propuesta presentada en 1992, surge un nuevo anteproyecto en este año, el que contiene lineamientos para las actividades de demolición, la cual establece que las actividades de demolición deben ser desarrolladas planificadamente (hoy conocido como desconstrucción), posibilitando la recuperación de los componentes de los RC&D y estableciéndose como meta a reducir en un 50% los RC&D para el 2005, basados sobre los niveles de generación obtenidos en 1995, año en el que se planteó recuperar el 60% del total anual de los RC&D. Con este planteamiento, el objetivo es la recuperación del 80% de los RC&D generados para el año 2005. En este año, a fin de comprometer a la ciudadanía y sobre todo al sector empresarial involucrado en el ramo de la industria de la construcción, en Alemania se promovió el acuerdo voluntario del cumplimiento la legislación por parte de las empresas industriales, mediante la firma de un pacto de cumplimiento, en el cual el sector privado se comprometía a realizar el manejo adecuado de los RC&D, asimismo, el sector gubernamental se comprometió a instalar todos los mecanismos técnicos y legales que permitan cumplir el objetivo de recuperar el 80% de los RC&D, partir del año 2005.

1996: Se promueve el reciclaje y manejo de los residuos; mediante el establecimiento de la responsabilidad del generador de los residuos, y teniendo como principio el concepto del ciclo de vida del material y la jerarquía del tratamiento de los residuos (evitar, reducir, reusar, reciclar, disponer); reforzando la normatividad en cuanto al manejo integral de los RC&D. Sin embargo, la eliminación de los residuos es únicamente permitido cuando el reciclaje es mucho más caro o imposible, haciendo que se generen residuos inevitablemente.

2003: Surge la ordenanza comercial de residuos; la que se requiere realizar la separación de los residuos generados por las empresas comerciales y el desarrollo de los requerimientos legales. Igualmente, surge la ordenanza de residuos de madera; la que requiere del reciclaje o uso energético de la madera vieja, que está reforzada por la prohibición referida a que los residuos de madera sean dispuestos en los rellenos sanitarios. Asimismo en este año, se promueve el ciclo de cierre de las sustancias que se generan producto del manejo de los residuos, asegurando la compatibilidad de su disposición de manera amigable con el medio ambiente.

TABLA 2.20: Resumen de las medidas usadas para el manejo de los RC&D en Alemania

Medidas	Comentarios
Restricciones o prohibiciones sobre disposición	Los RC&D mezclados o recuperables, residuos inertes y/o suelo, no pueden ser llevados al relleno sanitario.
Desarrollo de un monorelleno sanitario (para una posible recuperación futura de los residuos)	Lugares de disposición altamente controlados, a fin de generar menos sitios de disposición. El destino de los RC&D tiene que ser documentado desde el 01-01-1199, esto para los diferentes sistemas de residuos inertes o peligrosos.
Impuestos (rellenos sanitarios u otros)	Impuesto federal de recaudación o incineración de los residuos, a fin de que puedan ser ejecutados mediante mecanismos legales (tribunal-audiencia). Esto permite la implantación de diferentes precios para el manejo de los residuos, por acuerdo de los rellenos sanitarios y para el manejo de los residuos peligrosos.
Subsidios	No hay subsidios directos.
Medidas de planeamiento de residuos	Esta es una obligación por escrito en cuanto a los planes de manejo de los residuos conforme a lo promovido en 1996 para el requerimiento del reciclaje donde sea posible y además sea económico, en especial para los RC&D.
Soporte del reciclaje y disposición.	Varios programas para suelos contaminados, uso de materiales reciclados y demolición selectiva.
Proyectos pilotos y demostraciones	Algunos proyectos incluyendo un proyecto de demolición selectiva.
Acuerdos voluntarios	Acuerdos voluntarios nacionales y locales para encargar la separación, reuso y reciclaje de los residuos.
Educación y formación	Forman parte de los acuerdos voluntarios.
Servicios de asesoría	Forman parte de los acuerdos voluntarios.
Intercambio de residuos	A nivel nacional y regional, basado en el internet intercambiando programas de materiales inertes.
Otras medidas	Sistemas de retorno para productos de PVC.
Medidas más efectivas	Combinación de medidas.

Fuente: ZEBAU GmbH, 2006.

b) Implementación Legislativa

Está referida al refuerzo e implementación de Responsabilidades de las diversas instituciones públicas y privadas.

TABLA 2.21: Responsabilidad de las entidades públicas y privadas en el manejo de los RC&D en Alemania.

Entidad	Compromiso
Municipio	Administrar los permisos de la construcción y demolición. Reforzar los permisos de la C&D. Verificar la conformidad.
Compañías de residuos	Demoler, desconstruir, desmantelar y edificar Separar los materiales reciclables y no reciclables. Recolectar los residuos. Clasificar los materiales reciclables. Disponer. Reciclar. Comercializar y vender los materiales
Compañías de Construcción	Usar materiales reciclables y recuperables. Evitar la generación de residuos de materiales innecesarios. Separar los componentes de los RC&D.
Manufactura	Brindar mayor a los productos diseñados con materiales reciclados. Mantener la homogeneidad de materiales de los productos en cuanto sea posible.
Inversionista y propietarios del hogar	Financiar responsable el manejo integral de sus RC&D. Brindar mayor disposición al manejo de sus RC&D generados o mediante contrato, siendo cada uno de ellos responsable del manejo de los RC&D. Comercializar.

Fuente: ZEBAU GmbH, 2006

Para generar un adecuado mercado en el manejo de los RC&D, Alemania desarrolló el concepto de **Flujo Económico**, donde se suscribe que el generador de los RC&D es el responsable de los costos que implica la adecuada disposición de sus residuos. Este accionar permitió el desarrollo de empresas dedicadas a la demolición y reciclaje de los RC&D, a fin de que sean contratados para que realicen el manejo responsable de estos residuos y actualmente, estas empresas compran el material a los generadores para que puedan procesarlos y comercializarlos.

c) Catálogo de los RC&D

Contiene el listado de los componentes de los RC&D, incluyendo los residuos de excavación y sitios contaminados.

TABLA 2.22: Principales componentes de los RC&D en Alemania

COMPONENTE	ELEMENTO
1. Concreto, ladrillo, azulejos y cerámicos	1.1 Concreto 1.2 Ladrillo 1.3 Azulejos, ladrillos y cerámicos 1.4 Mezcla o fracción de concreto, ladrillo, azulejos y cerámicos; contaminado con material peligroso. 1.5 Mezcla de concreto, ladrillo, azulejos y cerámicos.
2. Madera, vidrio y plástico	2.1 Madera 2.2 Vidrio 2.3 Plástico 2.4 Vidrio, madera o plástico; contaminado con residuos peligrosos.
3. Mezcla bituminosa, y productos conteniendo hulla y alquitrán	3.1 Hulla de alquitrán conteniendo mezcla bituminosa. 3.2 Mezcla bituminosa con excepción de hulla de alquitrán 3.3 Hulla de alquitrán y alquitrán conteniendo otros productos.

<p>4. Metales (incluye aleaciones)</p>	<p>4.1 Cobre, bronce y latón 4.2 Aluminio 4.3 Plomo 4.4 Zinc 4.5 Hierro y acero 4.6 Estaño 4.7 Metales mezclados 4.8 Residuos de metales contaminados con materiales peligrosos. 4.9 Cables contaminados con aceite, hulla de alquitrán u otros materiales peligrosos. 4.10 Cables</p>
<p>5. Suelo</p>	<p>5.1 Suelo y roca contaminados con materiales peligrosos 5.2 Suelo y roca 5.3 Residuos peligrosos 5.4 Pista de balastro contaminado con residuos peligrosos 5.5 Pista de balastro</p>
<p>6. Materiales de construcción dañados y con asbesto</p>	<p>6.1 Materiales dañados conteniendo asbesto 6.2 Materiales dañados 6.3 Materiales de construcción contaminados con asbesto.</p>
<p>7. Materiales de yeso para construcción</p>	<p>7.1 Materiales de yeso para construcción contaminados con residuos peligrosos 7.2 Materiales de yeso para construcción</p>
<p>8. Otros residuos de la construcción y demolición</p>	<p>8.1 Residuos de la construcción y demolición contaminados con mercurio 8.2 Residuos de la construcción y demolición conteniendo PCB 8.3 Otros residuos de la construcción y demolición (incluye material mezclado), contaminados con materiales peligrosos. 8.4 Mezcla de residuos de la construcción y demolición.</p>

Fuente: ZEBAU GmbH, 2006

d) Recuperación y composición de los RC&D

Teniendo en cuenta los procedimientos aplicados y empleados en Alemania, han conseguido llegar a recuperar alrededor del 86% de los RC&D generados en el año 2004, lo cual significa una cantidad de 162.9 millones de toneladas recuperadas sobre un total de 188.2 millones de toneladas; lo que dio como resultado que solamente el 14% restante de los RC&D fueron llevados a disposición final.

Los estudios de caracterización de los RC&D llevados a cabo en Alemania, van en función de la zona o región en la cual se han realizado; por ejemplo a continuación se muestra la composición de los RC&D en porcentajes, sobre el Río Rhine (norte) en Alemania.

TABLA 2.23: Composición de los RC&D al norte, sobre el Río Rhine en Alemania

Material	Composición (%)
Ladrillo, roca y concreto	75.7
Madera	13.4
Yeso y mortero	9.2
Acero	0.9
Plástico	0.6
Metales	0.2

Fuente: ZEBAU GmbH, 2006.

2.3.5 Generación y Reciclaje de los RC&D en diferentes países

Los siguientes datos se refieren a la cantidad de los RC&D generados y el porcentaje de su reciclaje generados anualmente, en los países de: Estados Unidos, Japón, Australia, República de Crea, Singapur y Alemania.

TABLA 2.24: Generación y reciclaje de los RC&D, en Estados Unidos, Japón, Australia, República de Corea, Singapur y Alemania.

País	Año	Generación (millones de toneladas)	Reciclaje (%)
Estados Unidos	1996	136.0	25
Japón	2002	76.2	92
Australia	2002	-	90
República de Corea	2002	43.9	83
Singapur	2003	0.4	94
Alemania	2004	188.2	86

Fuente: Jerónimo Gracia Rodríguez, 2006.

2.4 Experiencia del Manejo de los RC&D en México-Distrito Federal

México se suma a ser uno de los países que toma acciones en cuanto al manejo integral de los RC&D, y lo hace a través del Distrito Federal, una de las ciudades más importante de México, la cual se a posicionado como el pionero que está tomando acciones en cuanto a la investigación y ejecución del manejo integral de los RC&D, habiendo realizado estudios de generación de residuos e implantado la normatividad respectiva para el adecuado manejo de los RC&D, siendo a la vez a nivel nacional, la ciudad que cuenta con una planta para el reciclaje del cascajo.

2.4.1 Caracterización y Generación de los RC&D, Secretaría del Medio Ambiente del D.F., 2002

El Distrito Federal cuenta con un estudio de diagnóstico ejecutado en el año 2002, titulado: **“Minimización y Manejo de Residuos de la Industria de la Construcción”**, cuyo desarrollo incluyó el estudio de caracterización y generación de los residuos de la construcción y demolición. El estudio sobre la caracterización de los RC&D, estuvo a cargo de los investigadores: Cruz, López y Valenzuela en 1996, el cual se llevó a cabo en el Relleno Sanitario Bordo Poniente, y cuyos resultados los obtuvieron del análisis de 116 camiones que transportaban RC&D al Relleno Sanitario, del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 2.25: Caracterización de los RC&D en México, D.F., 1996

Material	Composición (%)
Material de excavación	43.1
Concreto	24.4
Block tabique	23.3
Tabla roca	4.0
Madera	1.5
Cerámica	0.9
Plástico	0.8
Piedra	0.6
Papel	0.5
Varilla	0.5
Asfalto	0.3
Lámina	0.1
TOTAL	100.0

Fuente: Revista Ingeniería Civil No.325, Mayo 1996

Para el estudio de la generación, se procedió a visitar el lugar de origen de la generación de los RC&D transportados por los 116 camiones antes mencionados, con el propósito de obtener la cuantificación del volumen de RC&D generados por metro cuadrado de área construida; obteniendo como resultado una generación de 0.85 m³ de RC&D por m² de área construida, con lo que se estimó la cantidad de RC&D generados entre los años de 1990 a 1995, en relación a la cantidad de superficie de construcción ejecutada, conforme se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 2.26: Generación de RC&D en el D.F. de 1990 a 1995

Concepto		1990	1991	1992	1993	1994	1995
Superficie construida en m ²		15'213,700.9	14'096,623.2	15'733,504.2	23'283,658.0	38'525,475.0	22'159,394.0
Volumen estimado en m ³ *		12'931,645.8	11'982,129.7	13'373,478.6	19'791,109.0	32'746,638.0	18'835,485.0
Generación de residuos estimados en m ³ **		872,886.1	808,793.8	902,709.8	1'335,900.0	2'210,398.0	1'271,395.0
Generación de residuos estimados en t ***	Año	1'309,329.0	1'213,191.0	1'354,065.0	2'003,850.0	3'315,597.0	1'907,092.0
	Día	3,587	3,324	3,710	5,490	9,084	5,225

* Factor de conversión de m² a m³ : 0.85

** Índice de Generación : 6.75%

*** Factor de Conversión de m³ a t : 1.5

Fuente: Revista Ingeniería Civil No.325, Mayo 1996.

Como se puede apreciar en la Tabla 1.24, la generación diaria de RC&D es variable a lo largo de 5 años, la que va de la mano con la cantidad de obra ejecutada, la misma que puede estar asociada a distintos factores como: el económico, el riesgo país y muchos otros más. Con la generación diaria de estos RC&D obtenidos, podemos lograr un promedio diario que sirva de referencia, dando como resultado una generación de **6,084 toneladas diarias**.

2.4.2 Reciclaje del Cascajo en el Distrito Federal

Es necesario tener en cuenta que en el D.F., desde el año 2005, se recicla el cascajo, conforme a datos proporcionados por la única empresa dedicada al reciclaje del cascajo a nivel federal, denominada "**Concretos Reciclados, S.A. de C.V.**", la que a través del Ingeniero Enrique Granell C. proporcionó las cantidades de cascajo recibidos, procesados e introducidos nuevamente al mercado mediante el reciclaje de éstos. Estos datos se muestran en la tabla 1.25, de la cual se puede obtener un promedio de **94 toneladas diarias** de cascajo, recuperadas y recicladas, para el 31 de julio del 2008.

TABLA 2.27: Cantidad de cascajo reciclado en el D.F. desde el año 2005 hasta el 31 de julio del 2008

Año	Cantidad Reciclada al Año		Cantidad Diaria en t
	Volumen m ³	Tonelada	
2005	34,288	44,574	122.1
2006	17,706	22,368	61.3
2007	20,202	26,262	72.0
2008	16,746	21,769	119.6

Fuente: CONCRETOS RECICLADOS, S.A. DE C.V., 2008

2.5 Marco Jurídico del Manejo de los RC&D en México

De acuerdo a los estudios internacionales referidos al manejo de los RC&D, se ha podido notar que gran parte del éxito que han obtenido los países desarrollados en la recuperación y manejo integral de estos residuos, se apoya principalmente en su estructura legislativa implantada, la misma que se ve reforzada por la supervisión de su cumplimiento y de la responsabilidad asumida por los propios generadores. Es por esta razón que se ha visto por conveniente presentar y analizar el marco jurídico relacionado al manejo de RC&D de México en este apartado.

En el caso de México, actualmente las acciones legislativas que permiten exigir de manera directa el realizar un adecuado manejo de los RC&D se han dado a nivel estatal, y como se mencionó en el apartado anterior, es el Distrito Federal quien ha tomado la iniciativa, prueba de ello es que desde el año 2004, se formuló y buscó la aprobación de la Norma Ambiental para el Distrito Federal (NADF-007-RNAT-2004), que establece la clasificación y especificaciones del manejo de los residuos de la construcción y demolición en el Distrito Federal, la que finalmente se aprobó el 12 de Julio del 2006, cuya acción se ejecuta directamente al manejo integral de los RC&D.

Asimismo, es necesario mencionar que actualmente el Estado de México está buscando aprobar su proyecto de norma relacionada con el manejo de los RC&D.

2.5.1 Evolución Legislativa Respecto al Manejo de los Residuos en México

La historia de la evolución legislativa referido al manejo de los residuos en México indica que se inició el 15 de Julio de 1891 con el control de los residuos sólidos municipales (RSM) generados por los habitantes de aquel entonces en el país; siendo esta la fecha en que se expidió el Primer Código Sanitario elaborado por el Consejo Superior de Salubridad.

En 1964 se dieron los primeros intentos por parte de la federación referido al control de los RSM, a través de la Dirección de Ingeniería Sanitaria, la cual formó parte de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (CCISSA).

Estas acciones se dieron con el fin de atender los programas de recolección y disposición de los RSM a nivel federal, incorporando técnicas y métodos de ingeniería para tratar de solucionar el problema de los residuos sólidos.

En la década de 1960, en la Ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección de profesionales y técnicos de la CCISSEA, la que estuvo seguida de planes integrales de recolección y disposición de los RSM en las principales capitales de los estados de la república y en otras ciudades

A fines de la década de 1970 hasta 1982, en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), dentro de la Subsecretaría de Asentamientos Humanos y en la Dirección de Ecología Urbana, se llevaron a cabo una serie de proyectos como la elaboración de normas técnicas para el control de los RSM, luego del cual a partir de 1983, se inicia el programa RS100, que consistió en la ejecución de proyectos ejecutivos de rellenos sanitarios en ciudades con cantidades mayores o iguales a los 100,000 habitantes, y con estas condiciones iniciales se empezaron a elaborar los manuales referidos al diseño de los rellenos sanitarios y los programas de rutas de recolección de residuos, así como la elaboración de proyectos ejecutivos para el confinamiento de los residuos industriales, prosiguiendo con la impartición de cursos de capacitación y adiestramiento del personal de los municipios del país.

En 1992 se crea la Secretaría de Desarrollo Social, (SEDESOL), que incluye en su estructura al Instituto Nacional de Ecología (INE), siendo la SEDESOL, la institución que continuó brindando el apoyo a los municipios en cuanto al desarrollo de los proyectos ejecutivos y del financiamiento para la construcción de la infraestructura adecuada para el control de los RSM y la construcción y operación de rellenos sanitarios.

En 1994 surge la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), a la cual se incorpora el INE y los demás órganos que se ocupaban de cuestiones ambientales en la SEDESOL. En este contexto, el INE asume la responsabilidad del desarrollo de la normatividad de los residuos sólidos municipales y en el año de 1996, ésta promulga la norma oficial mexicana que establece los requerimientos técnicos de la selección de sitios para ubicar rellenos sanitarios.

En la actualidad se cuenta con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, además con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los mismos que son las leyes federales que exigen de manera general el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos, los Residuos de Manejo Especial (incluye los RC&D) y los Residuos Peligrosos.

Paradójicamente a pesar que México tomó acciones tempranamente, en cuanto al manejo de los residuos sólidos municipales, mediante una aplicación legislativa federal, México no ha tomado las acciones legales de alcance federal en cuanto al manejo integral de los RC&D, y si de alguna manera se menciona en la legislatura federal actual, se podría decir que ésta es prácticamente insipiente y aún no se le ha dado la importancia para manejar adecuadamente los RC&D, a fin de controlar los impactos que pudiera ocasionar al ambiente.

2.5.2 NADF-007-RNAT-2004 (aprobado el 12 de Julio del 2006)

Se tiene en cuenta esta norma ya que es el soporte legal principal de este trabajo de investigación.

El objetivo de esta norma ambiental del Distrito Federal, establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el Distrito Federal: Buscando fomentar su manejo adecuado así como fortalecer su reuso, reciclaje y minimizar su disposición final inadecuada, la cual estipula que los RC&D alcanzan una generación de 3,000 t/día, teniendo como componentes predominantes a: la madera, la tabla roca, los residuos de albañilería, los metales, el vidrio, los plásticos, el asfalto, el concreto, los ladrillos, los bloques cerámicos, entre otros; reconociendo que los metales y la madera, son los componentes que actualmente presentan un mayor potencial de reuso.

De acuerdo con la Ley de Residuos Sólidos del D.F., los RC&D son catalogados como residuos especiales a causa de la enorme cantidad que se genera, por lo que se le considera como causante de un fuerte impacto ambiental, lo que principalmente se asocia a su disposición inadecuada y al no-aprovechamiento potencial de reuso y reciclaje de muchos de sus componentes.

El alcance de la NADF-007-RNAT-2004, es de aplicación obligatoria en todo el territorio del Distrito Federal para el caso de los generadores de los RC&D y el prestador de servicio que intervenga en el manejo de estos residuos, pasando por: la generación, la recolección, el transporte, el aprovechamiento o la disposición final, según sea el caso.

La presente norma categoriza a los generadores de acuerdo a la cantidad de volumen que producen, exigiéndoles el cumplimiento de ciertos requisitos, los mismos que se presentan a continuación:

TABLA 2.28: Categoría y requerimientos ambientales de los generadores de residuos de la construcción de acuerdo con el volumen de RC&D que generan.

Categoría	Requerimientos
Mayor o igual a 7 m ³	Presentación de plan de manejo de residuos de acuerdo con lo establecido por las disposiciones jurídicas aplicables*.
Menor de 7 m ³	Recolección mediante la contratación de un prestador de servicios (transportista) o la Delegación correspondiente. Sin presentación de plan de manejo de residuos.

Fuente: NADF-007-RNAT-2004.

* El plan de manejo de residuos requerido debe ser presentado ante la Secretaría del Medio Ambiente para su evaluación y autorización, conforme a los procedimientos y formatos que para el efecto se establezca.

“Los generadores así como los distintos prestadores de servicios, serán responsables del adecuado manejo de los RC&D hasta su disposición final”.

“Los generadores de RC&D de cantidad mayor o igual a 7 m³, en coordinación con los prestadores de servicios, deberán comprobar mediante manifiesto de entrega de recepción, el destino final de los RC&D de acuerdo a lo propuesto en el plan de manejo”.

Asimismo en la norma, se establece una clasificación de los componentes de los RC&D generados, de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.29: Clasificación de los residuos de la construcción y demolición.

A. Residuos potencialmente reciclables para la obtención de agregados y material de relleno
1. Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc.).
2. Concreto simple.
3. Concreto armado.
4. Cerámicos.
5. Concretos asfálticos.
6. Concretos asfálticos producto del fresado.
7. Productos de Mampostería.
8. Tepetatosos.
9. Prefabricados de arcilla cocida (tabiques, ladrillos, blocks, etc.).
10. Blocks.
11. Mortero.
B. Residuos de excavación
1. Suelo orgánico.
2. Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.
3. Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos, contenidos en el suelo.
C. Residuos sólidos
1. Cartón.
2. Madera.
3. Metales.
4. Papel.
5. Plástico.
6. Residuos de podas, tala y jardinería.
7. Paneles de Yeso.
8. Vidrio.
9. Otros.

Fuente: NADF-007-RNAT-2004 – Distrito Federal

La Norma, implica especificaciones técnicas para el manejo de los residuos de la construcción, en la que los generadores de residuos de la construcción de volúmenes mayores o iguales a 7 m³ y los prestadores de servicios (además de cumplir con la presentación del plan de manejo de residuos y demás ordenamientos legales aplicables en la materia), deben observar las disposiciones indicadas en las siguientes fases del manejo, según sea el caso:

- a) Separación en la fuente
- b) Almacenamiento
- c) Recolección y transporte

- d) Aprovechamiento
- e) Disposición final

a) Separación en la fuente de los RC&D: En las áreas de generación de residuos de la construcción, éstos se deben separar en la clasificación A, B y C, establecida en el Tabla 1.27. En el caso de generar residuos peligrosos o suelo contaminado se debe realizar su manejo y tratamiento conforme a la legislación aplicable.

b) Almacenamiento de los RC&D: El almacenamiento de residuos de construcción dentro del predio del proyecto únicamente debe ser temporal, por lo que se debe minimizar la dispersión de polvos y emisión de partículas con el uso de agua tratada en las áreas de mayor movimiento, y además debe retirarse los residuos en el plazo que establezcan las disposiciones jurídicas correspondientes.

c) Recolección y transporte de los RC&D: La recolección y transporte de los residuos de la construcción referidos en esta norma ambiental debe realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en el Reglamento de Tránsito para el Distrito Federal y demás ordenamientos jurídicos aplicables, además de cumplir con lo siguiente:

- Durante la recolección y transporte de los residuos de la construcción se debe respetar la separación de estos residuos, realizada desde la fuente por el generador conforme a lo establecido en Tabla 1.27 y evitar mezclarlos con otro tipo de residuos.
- El prestador del servicio del transporte debe circular en todo momento, con los aditamentos necesarios que garanticen la cobertura total de la carga, para evitar la dispersión de polvos y partículas, así como la fuga o derrame de residuos líquidos, durante su traslado a sitios de disposición autorizados.

d) Aprovechamiento de los RC&D:

- Para el aprovechamiento de los residuos de la construcción clasificados en la sección **A** de la Tabla 1.27, los generadores de residuos de la construcción que requieren presentar evaluación de impacto ambiental, aviso de demolición o informe preventivo, deben enviar a reciclaje por lo menos un 30% de estos residuos de la construcción durante el primer año de aplicación de la norma ambiental, incrementándose dicho porcentaje en un 15 % anual hasta llegar al 100 % como óptimo.

- Para el aprovechamiento de los residuos de la construcción clasificados en la sección **B** de la Tabla 1.27, los generadores de residuos de la construcción que requieren presentar evaluación de impacto ambiental, aviso de demolición o informe preventivo deben reusar directamente en el sitio de generación al menos el 10% de los residuos generados, salvo que el interesado demuestre, mediante estudios y pruebas en laboratorios acreditados, un porcentaje diferente que garantice las especificaciones técnicas del proyecto, así como del correspondiente estudio costo-beneficio; debiendo indicar en el plan de manejo de residuos, el reuso que se les dará a dichos residuos.
- Para los residuos identificados como residuos sólidos en la sección **C** de la Tabla 1.27, el generador debe buscar su valorización preferentemente.
- Los residuos de la construcción clasificados en las secciones **A** y **B** de la Tabla 1.27, pueden ser reutilizados por el generador en el sitio de generación o en otros sitios de aprovechamiento, debiendo indicarlo en el plan de manejo de residuos.

En las siguientes obras se debe al menos sustituir un 25% de los materiales vírgenes por materiales reciclados, siempre y cuando estos materiales cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto, el costo sea el más conveniente para el interesado o que demuestre mediante estudios y pruebas en laboratorios acreditados un porcentaje diferente que garantice las especificaciones técnicas del proyecto, así como del correspondiente estudio costo-beneficio:

- ✓ Sub-base en caminos
 - ✓ Sub-base en estacionamientos
 - ✓ Carpetas asfálticas para vialidades secundarias
 - ✓ Construcción de terraplenes
 - ✓ Relleno sanitario
 - ✓ Construcción de andadores o ciclopistas
 - ✓ Construcción de lechos para tubería
 - ✓ Construcción de bases de guarniciones y banquetas
 - ✓ Rellenos y pedraplenes
 - ✓ Bases hidráulicas
- En caso de presentarse otros usos de los materiales reciclados producto del tratamiento de los residuos de la construcción, éstos deben sustentarse y demostrar su uso con análisis o pruebas correspondientes.

e) Disposición final de los RC&D.

- Aquellos residuos de la construcción clasificados en la sección **A** de la Tabla 1.27 que no se envíen a reciclaje, deben enviarse a sitios de disposición final autorizados.
- Los residuos de la construcción clasificados en la sección **B** de la Tabla 1.27 que no sea posible su reuso deben enviarse a sitios de disposición final autorizados.
- Los residuos sólidos identificados en la sección **C** de la Tabla 1.27 que no puedan ser valorizados o comercializados deben ser enviados a disposición final en los sitios autorizados.
- En el caso de que se generen residuos peligrosos o suelo contaminado, se deben disponer o confinar conforme a la legislación aplicable.

Finalmente en el **Anexo 01**, se presenta información complementaria correspondiente, referida al marco legal existente en los Estados Unidos Mexicanos, referidos al manejo de los RC&D.

2.6 Contaminación del Medio ambiente como consecuencia del inadecuado manejo de RC&D y por los procesos de Construcción y Demolición

A agosto del 2008, en México la preocupación por parte de los generadores de los RC&D, a fin de evitar la contaminación como consecuencia del inadecuado manejo integral de sus residuos aún está en proceso de crecimiento. Por ello es bien sabido que toda actividad humana genera contaminación del ecosistema en menor o mayor grado, las que dependen de las medidas de control aplicadas para cada una de las actividades desarrolladas como es el caso de la construcción y demolición, en las que cada tipo de obra a construir o demoler presentaran sus propios procesos predominantes de ejecución y su propia generación de contaminantes, los que dependerán del grado de concientización que tenga el generador, asociado a su experiencia y tecnología a ser aplicada.

Ante lo descrito, a continuación se presentan algunos tipos de contaminación generada por las distintas actividades de la construcción y la demolición como: la contaminación del aire, la contaminación por ruido y la contaminación por materiales y residuos peligrosos.

2.6.1 Contaminación del Aire

La contaminación del aire se da por la presencia de diferentes elementos como consecuencia del proceso constructivo y entre las principales se mencionan a: las partículas suspendidas y la emisión de gases.

2.6.1.1 Contaminación por las Partículas Suspendidas (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*)

Las partículas suspendidas son elementos que por su tamaño pueden quedar suspendidas en el aire y dependiendo de su origen pueden ser dañinos para la salud del ser humano.

En el caso de la construcción y demolición, las partículas suspendidas son partículas de polvo, generado por: el tránsito sobre terreno natural debido a la carga y descarga de agregados para la construcción o escombros, la manipulación del cemento Pórtland, el uso del martillo neumático, el movimiento de tierras, entre otros.

El principal daño asociado a las partículas suspendidas es el incremento de los problemas preexistentes asociados al sistema respiratorio y cardiovascular; cuyos efectos son ocasionados por aquellas partículas menores a $10\ \mu\text{m}$ ($1\ \text{micrómetro} = 1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{metros}$), provenientes de materiales y sustancias que contienen Compuestos Orgánicos Volátiles - COVs, como los generados por: los equipos, las maquinarias, los residuos peligrosos y el polvo de los trabajos de demolición, cuyos daños a la salud son incrementados por el hábito de fumar por parte de los trabajadores, propiciando su auto contaminación.

2.6.1.2 Contaminación por Emisión de Gases (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*)

Es uno de los puntos al que quizás no se le ha prestado la adecuada atención durante los procesos de construcción y demolición, debido a la escasa información disponible. Esta contaminación genera problemas a la atmósfera, debido al uso de maquinaria que no cuenta con un buen mantenimiento o al sobre uso de tiempo de estas, lo que hace que sus emisiones no sean tan fáciles de controlar teniendo algunos ejemplos de ello como son: los gases que emiten los generadores de electricidad, los equipos de movimiento de tierra, las plantas de asfalto, las trituradoras y demás equipos por su propio diseño o modo de funcionamiento.

En el uso de equipos y maquinaria se generan emisiones de gases, en el cual se presenta el CO (monóxido de carbono), que se encuentra asociado a las partículas respirables PM10 (PM10 = 10 micrómetros), lo cual ocasiona enfermedades respiratorias y cardiovasculares, incrementando la probabilidad de padecimiento de: el cáncer, la bronquitis crónica, la exacerbación del asma, la tos crónica y otros problemas respiratorios, los cambios en la función pulmonar y el envejecimiento prematuro de los pulmones; por lo que es necesario controlarlos y proteger a los operadores y personas que se encuentran trabajando cerca de los equipos y maquinarias que emiten estos gases.

2.6.2 Contaminación por Ruido (*Estrucplan, 2007*)

Las obras civiles son ruidosas por naturaleza, ocasionando con ello problemas de: audición, tensión nerviosa y dificultad para dormir, debido a una exposición de tiempo prolongado a la generación de ruido que sobrepasa el máximo recomendable que es de 60dB (decibeles); teniendo en cuenta que el ruido es un sonido o conjunto de sonidos mezclados y desordenados, que se puede definir como un sonido molesto e intempestivo que produce efectos fisiológicos y psicológicos no deseados en una persona.

En el caso de operaciones de procesos constructivos como son: hincado de pilotes y perforación de túneles, estos representan un alto riesgo para el ser humano, debido a la magnitud de la generación de ruido, en el cual varios minutos de exposición podría causar daños irreparables al aparato auditivo.

No obstante, los efectos del ruido pueden variar de un individuo a otro, ya que el informe de la Organización Mundial de la Salud, acerca del ruido en la sociedad, señala que el ruido puede tener una serie de efectos nocivos directos para las personas expuestas al mismo, como alteraciones de sueño, efectos fisiológicos auditivos y no auditivos - básicamente cardiovasculares - o interferencias en la comunicación (Criterios de salud Medioambiental 1996).

La mayoría de los ruidos generados en la construcción, provienen del uso de equipos mecánicos, como se muestran a continuación:

TABLA 2.30: Niveles de Ruido.

Equipo	dB (A)	Equipo	dB (A)
Martillo neumático	103-113	Aplanadora de tierra	90-96
Perforador neumático	102-111	Grúa	90-96
Sierra de cortar concreto	99-102	Martillo	87-95
Sierra industrial	88-102	Niveladora	87-94
Soldador de pernos	101	Cargador de tractor	86-94
Bulldozer	93-96	Retroexcavadora	84-93

Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS, 2006

Es necesario reiterar que el nivel de ruido aceptable para el ser humano es de 60 dB, por lo que todo nivel que supera este promedio pone en riesgo la salud del individuo.

2.6.3 Contaminación por Materiales y Residuos Peligrosos

Los materiales y residuos peligrosos son aquellos elementos que presentan algunas de las propiedades CRETIB, es decir que pueden ser: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o biológico infeccioso, esta última propiedad se presenta como producto de la asistencia médica brindada a los trabajadores y accidentes (NOM-052-SEMARNAT-2005).

Por lo general el tipo de generación de residuos peligrosos de la construcción están relacionados con aceites gastados y combustibles, así como por la presencia de diferentes

sustancias químicas utilizadas, las que se encuentran presentes en: los compuestos adhesivos, los productos de limpieza, los tratamientos decorativos, los protectores de maderas, los protectores de metales, los tratamientos para pisos, los fungicidas, el cemento, los aislantes, los selladores, la pintura, los solventes y muchos más.

Son de especial cuidado los solventes líquidos comúnmente usados para remover: pintura, lacas, barnices y revestimientos; entre los cuales se encuentran los diluyentes, thinners y agentes de limpieza similares (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*).

Con adecuadas medidas de seguridad el riesgo que representan los residuos peligrosos para los trabajadores podría ser controlado, por ello estas medidas de protección en el manejo de los residuos peligrosos están orientados principalmente a la no-contaminación del suelo, pero por las propiedades tóxicas e inflamables de los residuos peligrosos generados como componentes de los RC&D, se hace necesario que se brinde especial cuidado a su manejo adecuado para la protección de la salud del ser humano, ya que este tipo de contaminación produce efectos tóxicos como: los mareos, los vómitos y los dolores de cabeza, provocados en poco tiempo de exposición, y otros efectos crónicos que originan enfermedades pulmonares provocadas por la exposición a largo plazo. Además el contacto directo con la piel de algunas sustancias químicas puede causar dermatitis, y los ácidos y álcalis corrosivos pueden dañar la piel y la vista (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*).

Se ha observado en el estudio de campo que los combustibles y los aceites gastados son manipulados directamente por los trabajadores sin ninguna protección, ocasionando que el combustible penetre por los poros de la piel, lo cual conforme al grado de exposición, cantidad y tiempo de las personas expuestas en campo, podrían ocasionar problemas cancerígenos.

2.6.4 Contaminación por Vibraciones (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*)

En la construcción se emplean muchas máquinas o herramientas de mano, que además de causar ruido también generan vibraciones que son transmitidas al cuerpo de las personas que las utilizan, que ocasionan problemas como: lesiones en músculos y articulaciones, además de afectar la circulación de la sangre.

2.6.5 Contaminación por Generación de Aguas Sanitarias

En los diferentes tipos de obras civiles se vienen instalando los baños portátiles, los que por su uso generan contaminantes, ya que pueden causar problemas como: epidemias y un alto grado de contaminación del suelo, aire y agua; por lo que deben ser apropiadamente controlados, además de garantizar su manejo y tratamiento adecuado, ya sea por parte del generador o de terceros.

2.6.6 Otros Contaminantes (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*)

Se hace necesario mencionar que se pueden dar otros tipos de contaminación como consecuencia de los procesos de construcción, los que a continuación se detallan:

- El uso de tuberías de PVC, las cuales en caso de incendio genera gases que contienen cianuro.
- Los pegamentos usados para maderas aglomeradas tardan años en secarse y emiten gases que afectan la salud de las personas que habitan las edificaciones.
- Las sustancias químicas que dan la impresión de olor a limpieza y a pintura fresca, estos generan gases que dañan la salud.
- Una obra no muy bien ventilada puede agudizar los problemas de asma y alergias de quienes las padecen.
- La contaminación electromagnética generada por diversas fuentes puede afectar a aquellas personas que poseen marcapasos y algún elemento metálico dentro de su cuerpo.
- La contaminación de las aguas superficiales que reciben las aguas pluviales que escurren sobre el terreno en las que se desarrollan las obras de construcción y demolición, representan un problema serio para los animales y personas que dependen de las aguas superficiales, esta contaminación se debe a: los derrames y mala disposición de aceites, combustibles y líquidos provenientes de los vehículos y maquinarias pesadas; los escombros de la construcción; los sedimentos originados por la erosión; y los restos de jardinería que contienen plaguicidas o herbicidas.
- La contaminación paisajística, se puede ocasionar debido a la falta de diseño de obra, que vaya acorde con el medio ambiente que lo rodea, así como consecuencia de la mala disposición de todos los equipos, insumos y RC&D que haga el contratista.

2.7 Algunas Medidas de Mitigación de la Contaminación por Construcción y Demolición (*Organización Internacional del Trabajo, 1997*).

Algunas de las medidas recomendadas para la disminución o control de la contaminación, generada por la Construcción y Demolición son:

- Reducción y control de las fuentes contaminantes.
- Empleo de infraestructura y tecnología adecuada para disminuir la emisión de gases provenientes de equipos y maquinarias.
- Uso de camiones cerrados para el transporte de agregados pétreos y cascajo o uso de lona para evitar la dispersión del polvo.
- Lavado de vehículos dentro del lugar de la construcción.
- La estabilización y riego con agua tratada de los caminos de acceso.
- Riego de zonas de remoción de tierra.
- Reciclado de materiales.
- Designación de zonas para el estacionamiento y mantenimiento de vehículos y maquinarias en el lugar de construcción; lejos de arroyos o entradas de desagües de lluvia.
- Mantenimiento continuo de todos los vehículos y maquinaria empleada en la construcción y demolición con su respectiva inspección y control de fugas.
- Uso de áreas de almacenamiento adecuado para el control de derrames de residuos peligrosos.
- Uso de agua para cualquier tipo de limpieza en el lugar de construcción.
- Limpieza de los derrames de residuos peligrosos, tan pronto como sea posible.
- No regar con agua el pavimento o superficies impermeables donde haya habido derrames de residuos peligrosos (se recomienda utilizar métodos de limpieza en seco como materiales absorbentes, los mismos que deben ser desechados adecuadamente).
- Cuando los derrames de residuos peligrosos ocurren directamente sobre el suelo, se recomienda retirar la tierra contaminada y disponerlos de manera adecuada.
- Las actividades de demolición requieren del control del polvo, ruido y vibración, según sea el caso.

- Manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos generados en las obras de construcción y demolición.

Finalmente, se considera que este capítulo contiene la terminología necesaria para continuar con el desarrollo de la investigación y se reitera tener en cuenta los anexos considerados, ya que brindan importante información complementaria de los términos presentados, para proceder a desarrollar la metodología del trabajo de esta tesis, en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3 Metodología

Diversos estudios de caracterización y generación de los RC&D, obtenidos en los países desarrollados fueron presentados en el capítulo anterior, ya que para su procedimiento y tipo de materiales estudiados, brindan una amplia información, la misma que se complementa con lo presentado en la NADF-007-RNAT-2004.

La metodología se aplica a los diversos estudios de campo basada en obras de: construcción, demolición y remodelación, en las que se estudiaron la caracterización de los RC&D de cada uno de ellos, lo que ha permitido identificar los principales componentes de estos residuos, que podrían ser aptos para su reuso y reciclaje, según sus observaciones.

El método de trabajo para esta investigación se basa en el planteamiento de la metodología de la clasificación, cuantificación y almacenamiento de los RC&D, de las diversas áreas de estudio, y para ello se presentan 3 métodos de almacenamiento, así como el método de cuantificación y caracterización, asimismo, la selección de área de estudio para el análisis de sus RC&D generados y finalmente el trabajo de gabinete mediante la recolección de datos.

Es necesario aclarar que la metodología planteada para el estudio de caracterización está enmarcada dentro del campo teórico práctico y se ajusta a las condiciones de obra, además se adaptaron a la forma en que se desarrollaron los trabajos de obra, es decir, tomando en cuenta la metodología de almacenamiento empleado por el contratista, para conocer la situación real del proceso de su generación y almacenamiento de sus RC&D en obra.

Finalmente en este capítulo se explica la metodología que se utiliza para llevar a cabo el estudio de campo para caracterizar los RC&D para su aprovechamiento.

3.1 Definiciones de los Tipos de Almacenamiento Aplicados

Está referida a la manera en la cual se procederá a realizar el estudio de caracterización de los RC&D, teniendo en cuenta el modo de separarlos y almacenarlos, ya que la separación

adecuada de los distintos componentes de los RC&D es la base primordial para el proceso de su gestión integral y recuperación.

El proceso de caracterización de los componentes de los RC&D, fue ajustado a la clasificación recomendada en la Norma, NADF-007-RNAT-2004 del Distrito Federal, en concordancia con Tabla 1.27, en la que se clasifican los RC&D sirviendo de base preliminar para el estudio de caracterización de campo.

La Metodología busca la clasificación e identificación de los componentes generados de los RC&D así como el aprovechamiento de estos, que dependerá del tipo de obra. Para lograr este objetivo se plantea la aplicación de cuatro procesos metodológicos: Método de área de almacenamiento, método de almacenamiento puntual, Método combinado de área de almacenamiento y de almacenamiento puntual y método de cuantificación de área construida, mismas que se proceden a detallar.

3.1.1 Método de Área de Almacenamiento (APPRICOD, UNIÓN EUROPEA)

Este método se basa en la ubicación de un área de almacenamiento, tomando en cuenta el desarrollo del proyecto de estudio de la caracterización de los residuos plásticos de los RC&D en Europa.

Para el caso de la aplicación de esta metodología en el estudio de campo se designa un área determinada en obra para el almacenamiento temporal de los RC&D generados. El área a ser destinada depende del volumen y cantidad de los RC&D que se espera sean generados, en concordancia con la frecuencia de generación y recolección. Para este efecto se asigna una zona de trabajo conforme a las cantidades de residuos esperados, también un área respectiva para cada tipo de componente de los RC&D en base a la Tabla 1.27, para lo cual, hay que tener presente que se podrían generar residuos de oficina contemplados dentro de los Residuos Sólidos Municipales, además de Residuos Peligrosos que se deben manejar de acuerdo con la LGEEPA y su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos, en el que se especifica el procedimiento de su manejo respectivo.

Esta metodología de área de almacenamiento, hace necesario movilizar los diferentes tipos de residuos generados durante el proceso de construcción o demolición hacia al área previamente asignada como el punto de acopio o almacenamiento temporal de los RC&D.

De acuerdo a la experiencia de los países que conforman la Comunidad Europea, este proceso requiere de la designación de personal y toma de medidas directrices, que exija la movilización de los residuos generados hacia el respectivo punto de acopio, ocasionando gastos que deben ser contemplados en el presupuesto, ya que implica la realización de trabajos adicionales como: la movilización de los RC&D (asociada a la capacidad de volumen que este puede llegar a ocupar) por los trabajadores hacia el sitio de acopio; la adecuada señalización de la ubicación de cada tipo de material; la capacitación del personal que clarificaría los residuos; y la búsqueda y planeación de los distintos lugares a los cuales se puedan evacuar los residuos ya sea para su reuso, reciclaje o disposición final.

Los estudios de los planos de ejecución de los proyectos son de mucha ayuda en la estimación de la cantidad de algunos residuos a ser generados, tal como es el caso del movimiento de tierras, debido a las excavaciones a realizar o como producto de las actividades de demolición, y entre otros. Para el caso de los residuos que se espera sean generados en gran cantidad se recomienda contemplar su posible movilización al punto de acopio o a su disposición final, ya que un manejo inadecuado y no planificado puede llevar a la realización de gastos innecesarios, así como a la pérdida de su recuperación.

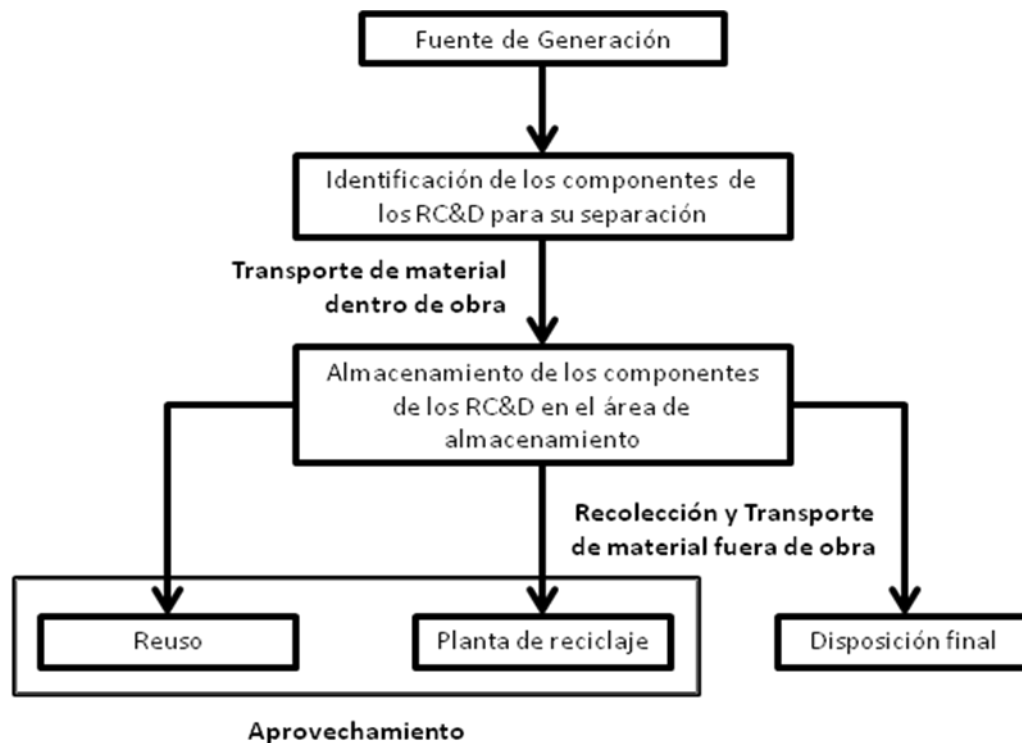
En el área de almacenamiento se debe señalar la ubicación de cada componente, identificándolo con su nombre respectivo o su imagen como ayuda visual, siendo recomendable la utilización de ambas.

Es importante considerar en esta metodología de aplicación, introducir la cultura de la clasificación de los RC&D, siendo este uno de los puntos más difíciles a cumplir, por lo que los involucrados en la industria de la construcción tienen del desarrollo de hábitos de clasificación y separación de los RC&D.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta es el adecuado manejo de los residuos peligrosos, que representan un riesgo para la salud del ser humano y el medio ambiente, además de ser los causantes de la contaminación de los demás componentes de los RC&D, ocasionando con ello la pérdida del potencial de la recuperación de estos componentes.

Con la finalidad de complementar lo descrito en los párrafos anteriores sobre la metodología, se tiene en cuenta un diagrama de flujo que muestra los pasos a seguir para el manejo de los RC&D.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MÉTODO DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

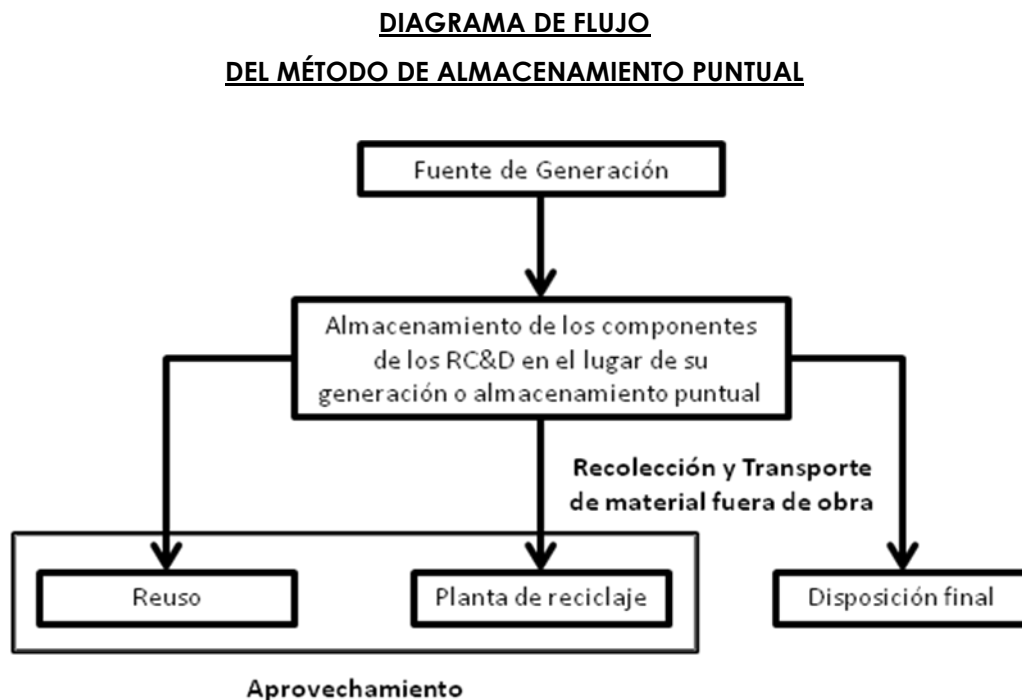
3.1.2 Método de Almacenamiento Puntual

Este método plantea el almacenamiento por separado de cada componente de los RC&D en un punto de acopio pre determinados dentro de la obra civil en ejecución, mediante su identificación y caracterización respectiva; teniendo como ejemplo el acopio de la madera en el área de carpintería; el almacenamiento de la chatarra en el área de los metales, entre otros.

Para esta técnica de almacenamiento se debe tener en cuenta la necesidad de instruir al personal, y de este modo no se produzca una mezcla los residuos de un determinado componente con otros, a fin de caracterizar y cuantificar cada uno de los componentes de los RC&D, para su reutilización, reciclaje o disposición final de manera adecuada.

No obstante, es importante tener en cuenta la disposición de grandes volúmenes de residuos generados, a fin de realizar su manejo integral diariamente.

Finalmente, para visualizar lo expuesto, se presenta un diagrama de flujo que esquematiza los procesos de este método.



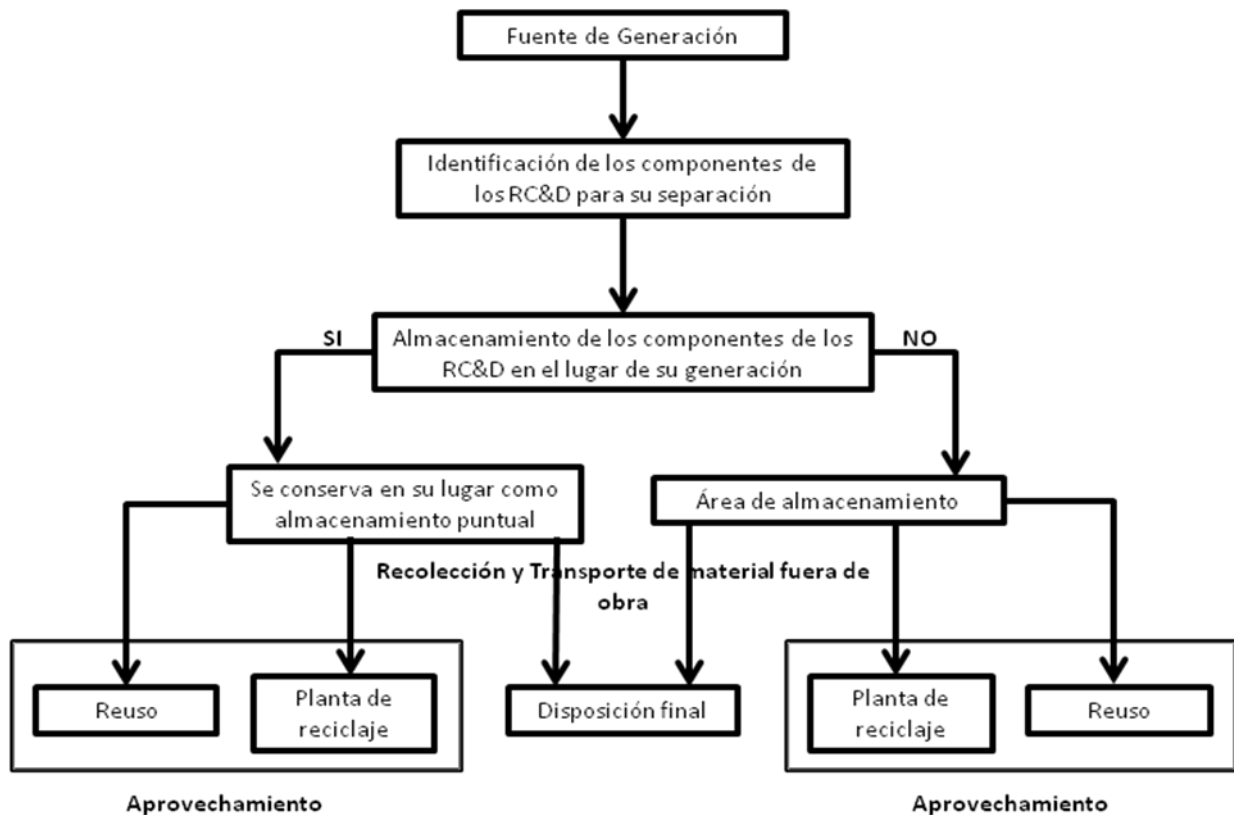
Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Método Combinado de Área de Almacenamiento y Almacenamiento Puntual

Esta metodología trata de la aplicación del método de área de almacenamiento y del método de almacenamiento puntual en una misma obra civil, es decir con esta combinación de técnicas se almacenan los RC&D en forma práctica, con la finalidad de realizar la caracterización y cuantificación de los componentes de los RC&D generados.

El proceso de aplicación de la metodología, se ejecutó mediante la identificación de cada uno de los materiales utilizados en obra, así como de la identificación de sus residuos generados y el lugar de su almacenamiento, conforme se muestra en el siguiente diagrama de flujo.

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MÉTODO COMBINADO
DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y ALMACENAMIENTO PUNTUAL**



Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 Definición del Método de Cuantificación y Caracterización de los RC&D en Obras de Demolición y Remodelación

Esta metodología está dirigida a la caracterización y cuantificación de los RC&D como producto de la demolición y remodelación, preferentemente mientras la obra de ingeniería civil no haya sido derruida, permitiendo identificar con mucha practicidad los elementos visibles de los RC&D que se presentan en obra.

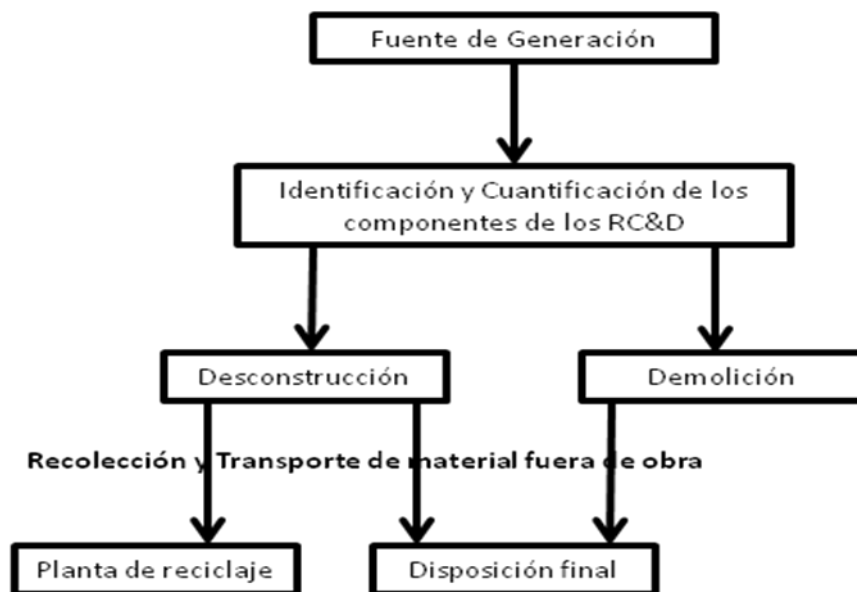
Para el caso de los componentes no visibles, la cuantificación se realiza de manera global, es decir agrupando los elementos para formar un componente, por ejemplo al hablar del cascajo en el caso de muros, este componente agrupa elementos como: ladrillo de arcilla cocida, mortero y material de tarrajeo; además algo similar ocurre en el caso de techos de albañilería y en la cimentación.

Esta metodología permite obtener volúmenes compactos e individualizados por componente presente de los RC&D, sea el caso de los elementos visibles o no visibles, a fin de brindarle mayor importancia a los componentes reutilizables y reciclables.

Esta metodología también es aplicable para la caracterización y cuantificación de elementos de obras luego de ser demolidas, procediendo previamente a identificar cada uno de los elementos, teniendo en cuenta que es recomendable realizar una demolición mediante el proceso de desconstrucción.

Con el fin de esquematizar las ideas vertidas a continuación se muestra el diagrama de flujo referido al método recomendado.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE OBRAS DE DEMOLICIÓN Y REMODELACIÓN



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Definición del Método de la Cuantificación y la Caracterización de los Componentes de los RC&D

La identificación de los componentes de los residuos generados se obtienen en base a su presencia en obra, para luego proseguir con la medición aproximada de su volumen almacenado, dicho volumen es multiplicado por el peso volumétrico aparente de cada componente y así se obtiene la cantidad de cada componente de todos los residuos generados en unidades de masa, para proceder a calcular el porcentaje que cada uno de ellos representa en relación al peso total de los residuos generados en obra.

Teniendo en cuenta el método de la caracterización y cuantificación de los RC&D en el trabajo de campo se procedió a la identificación de los elementos presentes en las obras seleccionadas, los cuales fueron agrupados de acuerdo a sus características físico-químicas para la formación de los componentes, los que además fueron separados unos de otros con el fin de realizarse la cuantificación, mediante la medición aproximada de su volumen individual de cada residuo generado.

Es necesario tener en cuenta, que cada tipo de obra presentan diferentes componentes en cantidades y porcentajes variables, en relación a la composición total de sus residuos, dependiendo de: la predominancia de los elementos que lo conforman, la zona geográfica en que se desarrolla la obra civil, el país, el estado o municipio, las condiciones climáticas, las técnicas constructivas, la corriente arquitectónica, la zona cultural, el nivel socio económico, el tipo de uso de suelo, y entre otros factores; los que ocasionan la variación de los resultados para cada estudio de caracterización y generación de los RC&D que sean ejecutados.

3.3 Selección de Obra como Área de Estudio de Campo

Teniendo en cuenta la importancia del marco conceptual del título del presente trabajo de investigación es necesario ubicar el lugar donde se desarrollarán los diversos estudios de campo, así como la aplicación de la metodología explicada y la recolección de datos para obtener conclusiones constructivas en este tema de actualidad y beneficio para el país, como son los residuos generados para su aprovechamiento.

Uno de los principales inconvenientes para realizar el estudio de campo en una obra de edificación que tome en cuenta la generación de los RC&D para su aprovechamiento, de acuerdo con los contratistas, es la falta de partida presupuestal para la realización del adecuado almacenamiento de los RC&D generados, es por ello que se tuvo que tener en cuenta las condiciones expuestas por el contratista para realizar todas las visitas de estudio, y se consideró la adaptación al modo de almacenamiento de sus residuos generados por cada obra que realizaba el contratista.

3.3.1 Condiciones para la Selección de Áreas de Estudio

Con el fin de obtener un apropiado perfil de la caracterización de los RC&D para su conveniente aprovechamiento generado por las obras de edificaciones y teniendo cuenta las observaciones de los distintos contratistas explicado anteriormente, para lograr la recolección de datos, se consideraron las siguientes condiciones:

- a) Contar con una obra civil de construcción en edificaciones, donde aplique la metodología de clasificación y caracterización de los RC&D, y con ello, mediante la observación "in situ" recoger los datos de dicha generación.
- b) Estar ubicada dentro del área metropolitana, para permitir el acceso inmediato, a fin de realizar visitas periódicas por vía de transporte público y privado, para llevar un control de las cantidades de residuos que se generan y el control de la metodología de campo aplicado.
- c) Ser una obra de edificación, ya que es el tipo de obra que se está desarrollando con mayor predominio dada la tendencia constructiva demandada.
- d) Facilitar la determinación del acopio de los RC&D generados.
- e) Facilitar, por parte del contratista o encargado de obra, los datos que ellos posean respecto a los RC&D y para las realizar mediciones respectivas y necesarias.

Todas estas consideraciones necesarias permitirán realizar un trabajo propio y beneficioso, ya que luego de obtener los datos se procederá a efectuar el análisis respectivo de ellos con la óptima claridad.

Finalmente, se adiciona el Anexo 02, con el fin de complementar información al respecto de las consideraciones para la selección de un determinado grupo de obras civiles.

3.4 Áreas de Estudio de Campo

Para la ejecución del trabajo en campo y teniendo en cuenta los criterios expuestos, se ha procedido a seleccionar dos obras de construcción, una obra de demolición y una obra de remodelación, que a continuación se describen como áreas de estudio.

3.4.1 Museo Universitario de Arte contemporáneo - MUAC

Esta obra fue otorgada mediante licitación por concurso público a fin de realizar la construcción del proyecto arquitectónico e instalaciones del nuevo edificio sede del Museo Universitario de Arte Contemporáneo – MUAC. La licitación fue hecha mediante la modalidad de precio alzado y teniendo como tiempo de ejecución inicial determinado entre el 26 de junio del 2006 y 26 de junio del 2007, sin embargo el fue ejecutado entre el 26 de junio del 2006 al 30 de septiembre del 2008.

El MUAC consistió en la construcción de: estacionamiento subterráneo, plaza de acceso, áreas exteriores, mobiliario fijo, equipamiento básico; y puesta en funcionamiento de la obra terminada. Esta obra de construcción se desarrolló en la zona cultural de Ciudad Universitaria, Distrito Federal, abarcando un área total de construcción de 20,559.0 m².



Figura 3.1: Vista del Museo de Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC

3.4.2 “Residencial Riviera”

Esta obra de edificación de Departamentos “Residencial Riviera”, cuenta con un periodo de ejecución propuesto entre agosto del 2007 a diciembre del 2008, ubicándose en los alrededores de la estación del metro División del Norte en Coyoacan, Distrito Federal.

Las características principales del edificio de departamentos son las construcciones de: 41 departamentos distribuidos en 6 pisos más azotea y 41 estacionamientos dispuestos en 2 sótanos, obteniendo un área construida total de 5,600.0 m², sobre un área de terreno de 700 m².



Figura 3.2: Edificio de departamentos “Residencial Riviera”

3.4.3 Vivienda Residencial de Demolición

Esta obra de vivienda residencial esta compuesta por dos niveles, abarcando un área construida de 400 m², sobre un área de terreno de 300 m², ubicada en Ciudad Satélite del Estado de México.

La vivienda residencial fue demolida entre el 23 de agosto al 07 de septiembre del 2007.



Figura 3.3: Vivienda Residencial de demolición.

3.4.4 Edificio de oficinas

La obra forma parte de un edificio de oficinas ubicado en la Delegación Miguel Hidalgo del Distrito Federal, con el propósito de demoler la marquesina del edificio de oficinas, la misma que ocupa un área de 350 m², de un área total de 12,150 m².

La remoción de la marquesina se ejecuto entre el 22 de agosto al 01 de septiembre del 2007.



Figura 3.4: Edificio de Oficinas remodelación Marquesina.

3.5 Estudio de campo en las Áreas Seleccionadas

3.5.1 Estudio de Campo en el Museo Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC

El estudio de campo en esta obra civil, se realizó entre el 28 de marzo del 2007 al 15 de febrero del 2008, considerando que a pesar de no haberse realizado la cuantificación de los residuos generados en esta obra, entre el 15 de febrero y el 30 de septiembre del 2008, la falta de esta información no modificó de manera considerable los resultados obtenidos, ya que en este período se realizaron los trabajos de acabados, relacionados con las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Para la realización del estudio de campo del edificio sede del Museo Universitario de Arte Contemporáneo de la UNAM, se contó con el respectivo permiso de las autoridades encargadas a partir del 28 de marzo del 2007, permiso que consistió exclusivamente en el cálculo de volúmenes de los residuos "in situ" generados de los materiales que se tengan a la vista.

El trabajo de campo inicialmente consistió en entrevistas al profesional encargado de la obra, la que estuvo referida a la adquisición de las cantidades de residuos generados entre 26 de junio del 2006 al 28 de marzo del 2007, así como la identificación de los puntos de almacenamiento de los residuos, con la finalidad de dar por inicio al trabajo de caracterización y cuantificación respectivamente.

Las visitas de campo fueron planteadas en forma diaria con el fin de identificar los componentes de los RC&D y proceder a la cuantificación de su volumen respectivo de forma diaria; pero conforme se fue obteniendo la información de los residuos y las condiciones de avance experimental, se reprogramó el periodo de visita a obra de 1 ó 2 veces por semana preferentemente, ya que el retiro de los residuos generados en obra, se realizaba de manera semanal o quincenal, dependiendo del tipo y cantidad de residuo generado, así como la necesidad de reubicar el área de almacenamiento temporal de los residuos, para el cumplimiento del avance constructivo por parte del contratista.

En el estudio de campo se observó que los puntos de almacenamiento de los residuos, se dio mediante el *Método Combinado de Área de Almacenamiento y Almacenamiento Puntual*, como se menciona en el Capítulo 2, debido a que el contratista fue quien lo aplicó en su proceso constructivo empíricamente, regida por su programación de obra y avance de la misma. Una vez identificado los tipos de componentes generados, se procedió a ubicar las áreas de almacenamiento de estos, localizando e identificando el almacenamiento puntual de la chatarra, madera y cascajo, así como, la instalación de contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos PET, residuos sólidos y residuos peligrosos.



Figura 3.5: Vista en 3D del Museo Universitario de Arte Contemporáneo.

3.5.1.1 Análisis de sus RC&D

En el caso de los residuos sólidos urbanos, estos fueron recogidos por los camiones recolectores de la UNAM y los envases PET por la empresa ECOBAU para su reciclaje, como parte de las condiciones de trabajo exigidas por la UNAM al contratista.

Los residuos peligrosos fueron almacenados y manejados de acuerdo a lo recomendado por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia de Residuos Peligrosos, siendo entregados a una empresa especializada autorizada por la SEMARNAT, a fin de garantizar su manejo adecuado para su reuso, reciclaje o disposición final.

Una vez iniciado el trabajo de campo en la construcción del Museo Universitario de Arte Contemporáneo, se procedió a identificar los elementos de los componentes de cada uno de

sus residuos generados, así como su método de almacenamiento, además del método de cuantificación.

a) **Metales (Chatarra):**

- ✓ Este residuo estuvo compuesto principalmente por elementos como: alambre, clavos, carretillas gastadas, restos de varillas de acero, restos del andamio metálico, lámina de acero para techo y restos de acero estructural.
- ✓ La cuantificación se realizó considerando el material suelto por volumen aproximado.
- ✓ El almacenamiento de este residuo fue mediante almacenamiento puntual.



Figura 3.6: Almacenamiento de la chatarra.

b) Concreto:

- ✓ Cuando el concreto es colocado con la ayuda de la grúa, el concreto es vaciado en un contenedor acarreado por la grúa. También el concreto puede ser colocado "in situ", usando una bomba y tubería metálica, es decir, el concreto es colocado mediante bombeo, cuyo residuo generado sólo por la operación del bombeo, es de un promedio de 1 m³ de material por cada vez que se realice esta operación, esto como producto del llenado de la bomba a fin de que permita realizar el bombeo respectivo.
- ✓ Este componente estuvo conformado por los residuos del concreto utilizado en obra, producto del remanente de los camiones mezcladores que lo transportan.
- ✓ Conforme a la cuantificación hecha en campo se ha considerado que, por cada olla o camión mezclador de concreto de 8 m³ de capacidad se obtiene un desperdicio de 0.06 m³ de concreto. La cuantificación de los residuos de concreto se realizó considerando el material compacto.
- ✓ Con este componente se utilizó inicialmente el método de almacenamiento combinado y posteriormente este residuo fue mezclado con el cascajo.



Figura 3.7: Residuo del concreto luego del vaciado de la mezcladora.

c) Cascajo:

- ✓ Este componente estuvo conformado por los elementos como: el concreto residual, material térreo, pequeños trozos de madera, trozos de unicel, trozos de fierro, papel y roca. Los elementos con propiedades distintas al concreto y los agregados pétreos son considerados contaminantes, y por su tamaño y cantidad se necesitaría de personal dedicado a separarlos y clasificarlos, incurriendo en costos adicionales de afectación.
- ✓ La cuantificación se realizó considerando el material suelto mediante el cálculo de su volumen aproximado.
- ✓ Para el almacenamiento de este componente se utilizó el método combinado.

**Figura 3.8: Cascajo.**

d) **Madera:**

- ✓ Este componente estuvo conformado por toda la madera utilizada en el encofrado y como material de embalaje, pasando.
- ✓ La cuantificación se realizó considerando el material compacto determinado por toda la madera comprada para su uso en obra.
- ✓ Para este residuo se empleo el método de almacenamiento combinado.

TABLA 3.1: Metrado de madera utilizada en obra para el encofrado.

TOTAL Encofrado Común	m ²	2,959.61
TOTAL Encofrado Madera	m ²	54,423.01
TOTAL GENERAL	m²	57,382.61

Fuente: El Contratista.

**Figura 3.9: Madera**

e) Desmontaje:

- ✓ Este componente estuvo conformado por los materiales utilizados en la construcción de las oficinas provisionales utilizadas por el contratista y supervisor.
- ✓ La cuantificación se realizó mediante el cálculo de volumen aproximado del material suelto, el mismo que fue posteriormente mezclado con el componente chatarra.
- ✓ Para este componente se empleó el método de área de almacenamiento.



Figura 3.10: Residuos producto del desmontaje.

f) Residuos Sólidos:

- ✓ Estuvieron conformados por los residuos de oficina, servilletas, papel sanitario, pedazos de unicel, bolsas de papel en el que se almacenó el cemento, cartón, material de embalaje, fibra de vidrio, botellas PET y plástico.
- ✓ Para los meses comprendidos entre junio del 2006 y marzo del 2007, la cuantificación de estos residuos fueron facilitados por el contratista, complementado los valores obtenidos en campo. La cuantificación de su volumen se realizó considerando el material suelto.
- ✓ Este componente fue almacenado temporalmente en bolsas negras para ser recogido por el camión recolector de la UNAM. Se empleó el método de almacenamiento puntual.



Figura 3.11: Residuos Sólidos.

g) Mármol:

- ✓ Estuvo conformado por aquellos elementos de mármol deteriorado y roto, generados por el cortado de las piezas.
- ✓ La cuantificación de su volumen se realizó considerando el material suelto con un 40% de volumen adicional en comparación con el volumen del material compactado.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento puntual considerando que finalmente fue mezclado con el cascajo.



Figura 3.12: Residuos de mármol.

h) Unicel:

- ✓ Este componente estuvo conformado por todos aquellos elementos de unicel que no fueron utilizados en obra, debido a que se encontraban deteriorados o en su defecto no fue necesario su utilización y teniendo en cuenta que un porcentaje de este material fue dispuesto conjuntamente con los Residuos Sólidos.
- ✓ La cuantificación de su volumen se realizó considerando el material compacto.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento puntual.



Figura 3.13: Unicel.

i) Tabla roca:

- ✓ Estuvo conformado por todos los residuos de la tabla roca deteriorada y de pedazos de los cortes realizados que no fueron utilizados.
- ✓ La cuantificación de su volumen se realizó considerando el material suelto con un 40% adicional al volumen del material compactado.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento combinado considerando que finalmente fue mezclado con el cascajo.



Figura 3.14: Residuos de tabla roca.

j) Llantas:

- ✓ Estuvieron conformados por llantas desgastadas de la maquinaria pesada, vehículos de transporte y carretillas.
- ✓ La cuantificación total de este componente no pudo ser realizado, debido a que el contratista mantuvo sus datos en reserva. Sin embargo, lo observado se cuantificó considerando el material compactado.
- ✓ Para este componente se empleó el método de área de almacenamiento.



Figura 3.15: Almacenamiento de llantas.

k) Vidrio:

- ✓ Los residuos se han generado principalmente por la ruptura del vidrio utilizado en obra.
- ✓ La cuantificación del volumen se realizó considerando el material compactado.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento puntual considerando que luego fue movilizado y mezclado con el cascajo.



Figura 3.16: Residuos de vidrio.

l) Plásticos:

- ✓ Estuvo conformado por los restos de las tuberías de PVC, mangueras y lonas.
- ✓ Su cuantificación de su volumen se realizó considerando el material compactado.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento puntual.



Figura 3.17: Almacenamiento de PVC.

m) Residuos Peligrosos:

- ✓ Estuvo conformado por: tierra contaminada, diesel contaminado, filtros, trapos impregnados y aceite quemado. En el caso de los tambos que han contenido productos como el curador de concreto, selladores, aceite de maquinaria y pintura, el encargado del manejo de estos residuos, informó que estos fueron entregados al proveedor de estos materiales.
- ✓ La cuantificación se realizó por peso para los elementos sólidos y en litros para el caso de los elementos líquidos.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento combinado.



Figura 3.18: Almacenamiento y generación de Residuos Peligrosos.

n) PET:

- ✓ Estuvo conformado por botellas plásticas, como resultado del consumo de refrescos y agua por parte de los trabajadores de la obra, siendo almacenados de manera separada a los residuos sólidos, para su reciclaje.
- ✓ La cuantificación de su volumen se realizó considerando el material suelto.
- ✓ Para este componente se empleó el método de almacenamiento puntual.



Figura 3.19: Almacenamiento de PET.

o) **Material de Excavación:**

- ✓ Este componente producto del material de excavación, fue del tipo de roca volcánica predominante de la zona. El manejo de este residuo fue mediante su movilización inmediata a un lugar previamente definido por la UNAM para su colocación.
- ✓ Una parte del residuo de excavación estuvo conformado por la capa edáfica, la misma que ha sido reutilizado para el caso de revegetación del área de trabajo y en su gran mayoría movilizado a las áreas verdes de la UNAM.
- ✓ En el caso de este componente, se cuenta con información brindada por el contratista, correspondiente a la generación de las siguientes cantidades:

TABLA 3.2: Volumen total de material excavado.

TOTAL Excavación suelo edáfico	m ³	5,807.76
TOTAL Excavación tipo roca	m ³	103,993.64
TOTAL GENERAL	m³	109,801.40

Fuente: El Contratista



Figura 3.20: Generación de residuos de excavación.

Es necesario indicar que algunos de los datos obtenidos de la cuantificación de los residuos, han sido proporcionados por la empresa a un 70%, como es el caso de los residuos

peligrosos, chatarra y residuos sólidos, toda vez que se llevó a cabo un control interno de la misma, debido a que el manejo de estos residuos generaron un costo o beneficio comercial para él contratista, aclarando que mediante el presente estudio se ha recabado toda la información referida a la cuantificación de los RC&D para la obtención de los valores totales, ya que para la empresa la obtención de la cuantificación total no fue indispensable.

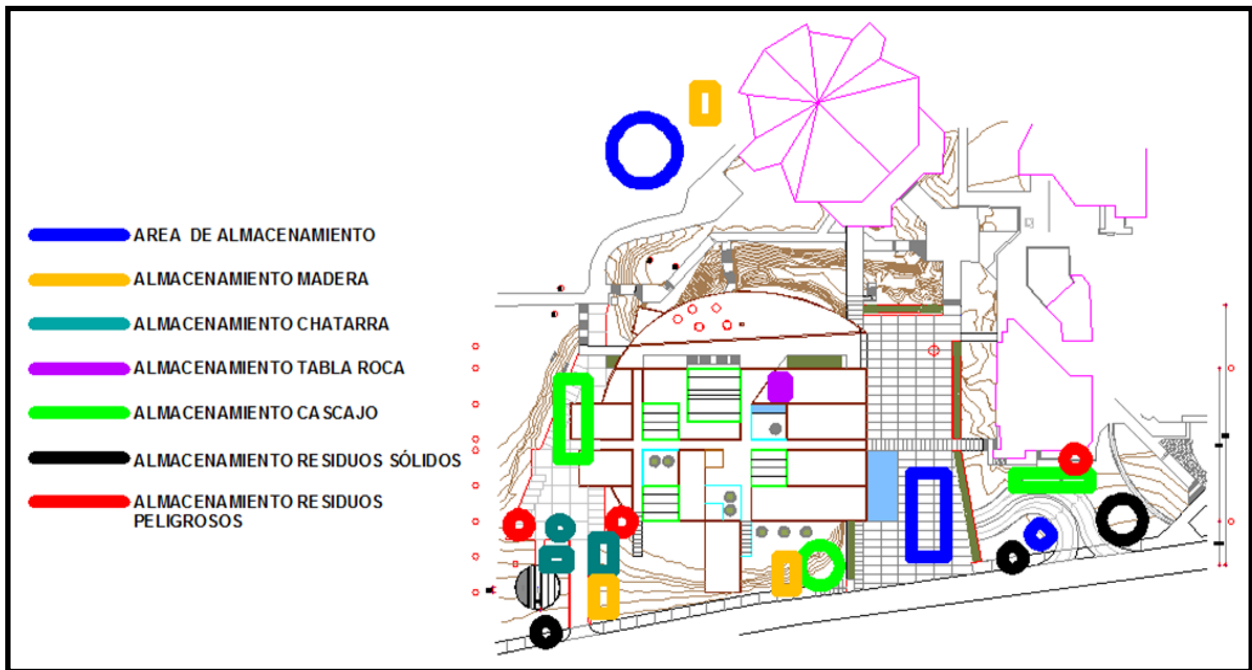


Figura 3.21: Distribución del almacenamiento aplicado en el MUAC

3.5.2 Estudio de campo en la obra de Edificación de Departamentos- “Residencial Riviera”

El estudio de campo en esta obra de edificación se realizó desde agosto del 2007 hasta febrero del 2008, considerando las propias características de la obra residencial construida. Este estudio fue realizado, tomando en cuenta todas las recomendaciones hechas por el comité tutorial.

El desarrollo del presente estudio se realizó con el fin de complementar la experiencia de campo en este tipo de obra de edificación en cuanto a los datos obtenidos en el estudio del MUAC, para el estudio de la caracterización de los RC&D en construcción de edificaciones.

La identificación y cuantificación de los componentes presentes en los residuos se realizó de manera similar a como se llevó a cabo en el procedimiento de campo para el MUAC

El material obtenido en la excavación de la obra "Residencial Riviera", presentó características del tipo arenoso.

En este estudio se observaron los siguientes componentes: Material de Excavación, chatarra, concreto, cascajo, madera, residuos sólidos, unicel y plásticos; en este caso se tiene una menor cantidad de componentes, debido a que el estudio de campo corresponde a los avances de construcción de la cimentación y el casco de los 2 sótanos.

La presencia de los residuos peligrosos ha sido mínima y el manejo de la misma se ha presentado de manera inadecuada.

Para el almacenamiento de los residuos, se aplicó el método combinado de área de almacenamiento y almacenamiento puntual, para la chatarra, madera, block de concreto y PVC. Mientras que para el cascajo, madera, unicel y residuos sólidos, se aplicó el método de área de almacenamiento.



Figura 3.22: Residencial Riviera

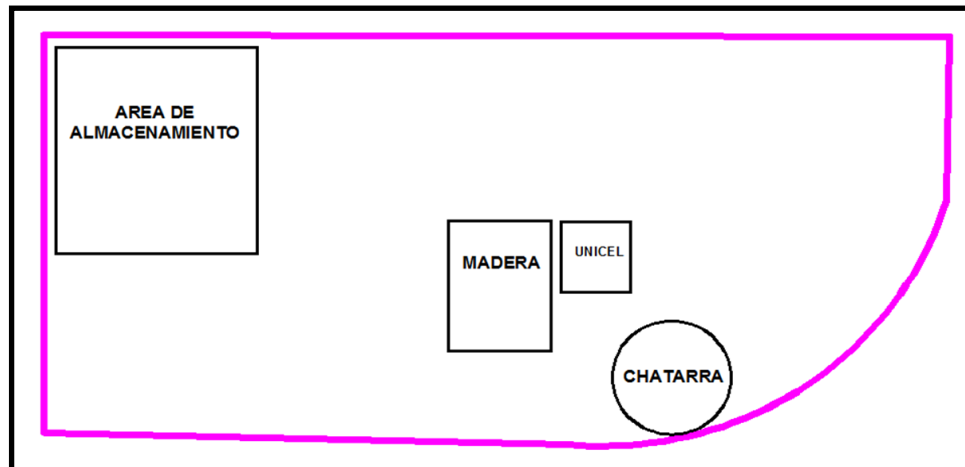


Figura 3.23: Distribución del almacenamiento aplicado en Residencial Riviera.

3.5.3 Estudio de campo en la Obra de Demolición de la Vivienda Residencial

En el estudio de campo se observó que antes de realizar los trabajos de demolición los trabajadores procedieron a retirar de manera adecuada todos aquellos elementos que podrían ser fácilmente reutilizados, los cuales fueron: cajones de los closets, las puertas, las ventanas, los vidrios y los aparatos sanitarios.

En este estudio se observaron los siguientes componentes: Material de excavación, chatarra, bloques de concreto, cascajo, madera, tabla roca, vidrio, mármol, cerámica, loseta, teja, alfombra, tela y esponja. Es necesario señalar que algunos de los elementos decorativos de la obra han venido a formar parte de la demolición, ya que los residuos están conformados por todos aquellos componentes que se encuentran presentes en la obra.

La cuantificación de cada uno de los componentes se realizó antes de que la obra sea demolida, es decir, se aplicó el método de cuantificación de obra construida, a fin de realizar adecuadamente la identificación de los componentes y la medición de sus cantidades volumétricas con facilidad. Sin embargo, la caracterización y clasificación de los componentes presentes en la demolición, se cuantificaron de manera individual, en un 95% del total sin que ocurra una mezcla entre componentes. Algunos residuos como la alfombra y tela de revestimiento de muros, se cuantificaron considerando el área de las mismas, además la cuantificación final del cascajo, estuvo referido a su volumen suelto y considerando un 40% adicional del volumen compactado; este componente presentó elementos como: concreto, ladrillo de arcilla y mortero.

Finalmente la remoción y cimentación se realizó mediante la utilización de maquinaria pesada, de tal forma que no hubo una selección, ni separación de los elementos que la conforman, conllevando a una mezcla de los componentes y ocasionando su contaminación, debido a la presencia de distintos componentes presentes durante la remoción de la cimentación, por lo que el material obtenido tubo que llevarse a su disposición final y sin opción de reciclaje.



Figura 3.24: Vivienda Residencial.

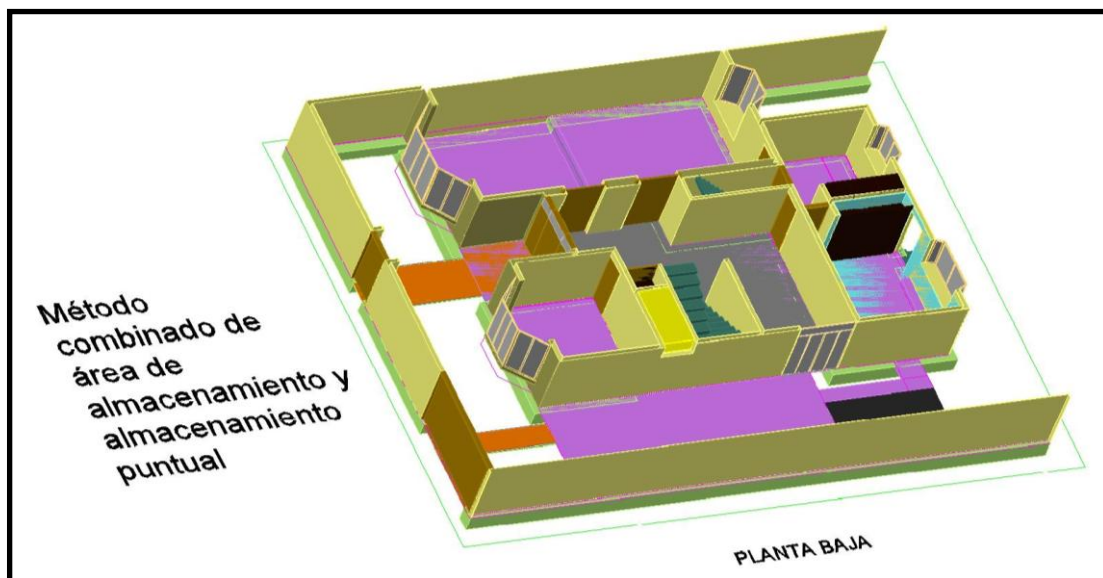


Figura 3.25: Distribución del almacenamiento aplicado en la demolición de la vivienda residencial.

3.5.4 Estudio de Campo de Obra de Remodelación del Edificio de oficinas

El estudio de campo se realizó de manera similar al proceso de la caracterización y cuantificación de la obra de vivienda residencial.

En este estudio se observaron los siguientes componentes: Chatarra, concreto, asbesto y madera.

La cuantificación de cada uno de los componentes generados se realizó antes de que la obra sea demolida, con un 90% del total del material. La cuantificación del 10% restante se realizó sobre el volumen de material suelto de los componentes. La cuantificación final en el caso del cascajo está referida a su volumen suelto, considerando un 40% de volumen adicional, conformado por los elementos como: concreto, ladrillo de arcilla y mortero; y para la chatarra se consideró el volumen compactado del material.

La clasificación de los componentes se basó en la cuantificación final del 100% de los RC&D generados, sin que ocurra una mezcla de ellos.



Figura 3.26: Remodelación Marquesina.

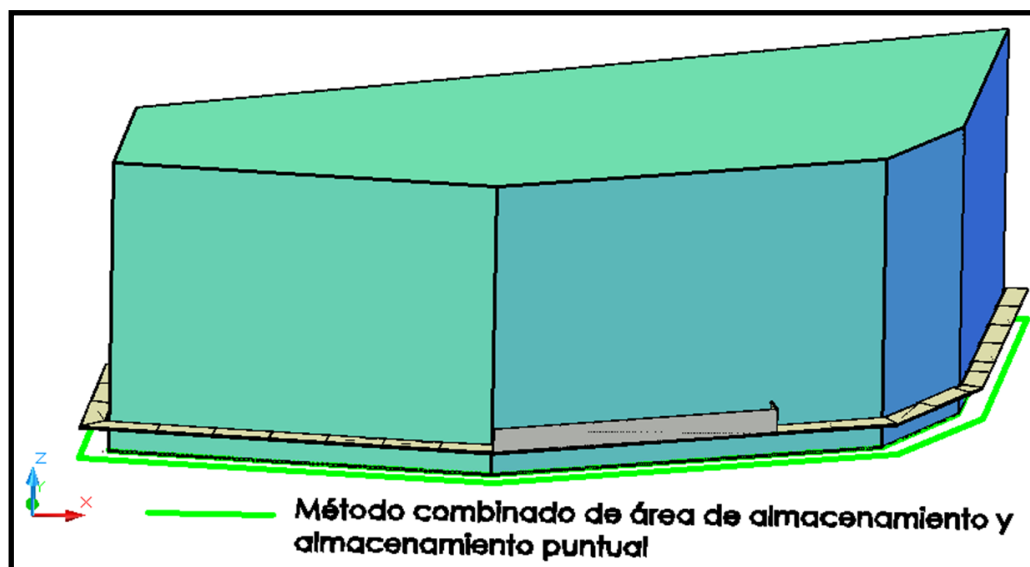


Figura 3.27: Distribución del almacenamiento aplicado en la remodelación de edificio de oficinas.

3.6 Trabajo de Gabinete

Este método de trabajo de gabinete consiste en pasar todos los datos obtenidos en el estudio de campo de las áreas de estudio seleccionadas hacia un formato digital, para llevar el control de los RC&D generados en cada obra estudiada.

Los volúmenes de campo, se obtuvieron con la representación geométrica de cada componente de los RC&D, empleando la herramienta de dibujo AutoCAD, es decir cada muestra cuantificada en campo, fue representada por una figura geométrica regular o irregular, según la forma encontrada "in situ", por lo tanto, la volumetría que cada componente presentó en campo fue aproximada a una volumetría fácilmente cuantificable y de fácil representación y así se proceda a obtener el volumen correspondiente a cada componente. Los volúmenes regulares, fueron calculados directamente de manera manual, es decir sin usar de la representación gráfica en formato CAD.

La cuantificación acumulativa y el control mensual para cada componente se hicieron con la hoja de cálculo respectiva en formato digital, la cual sirvió para la obtención de la comparación de valores de cantidades y porcentajes de cada componente.

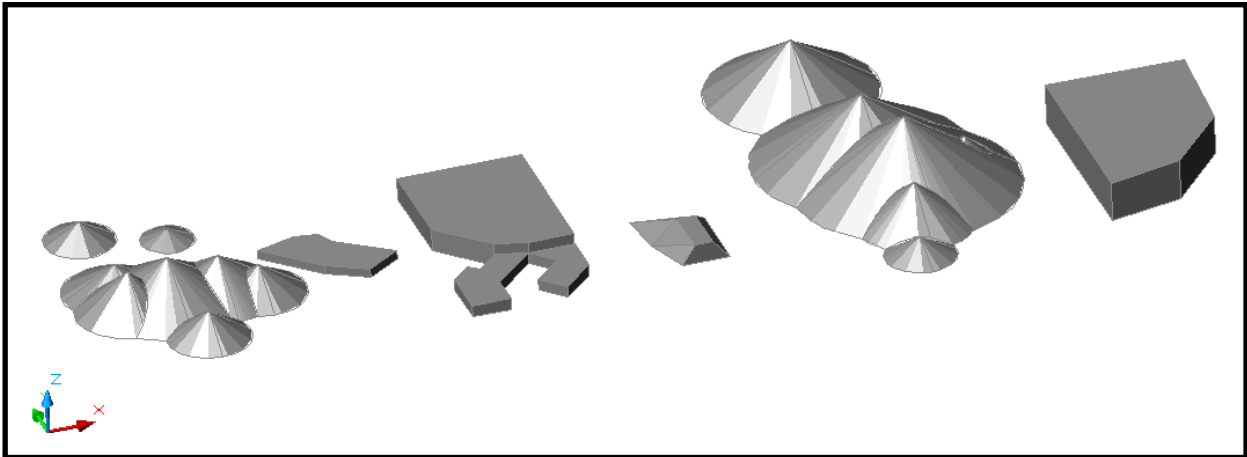


Figura 3.28: Representación gráfica de los volúmenes obtenidos en campo.

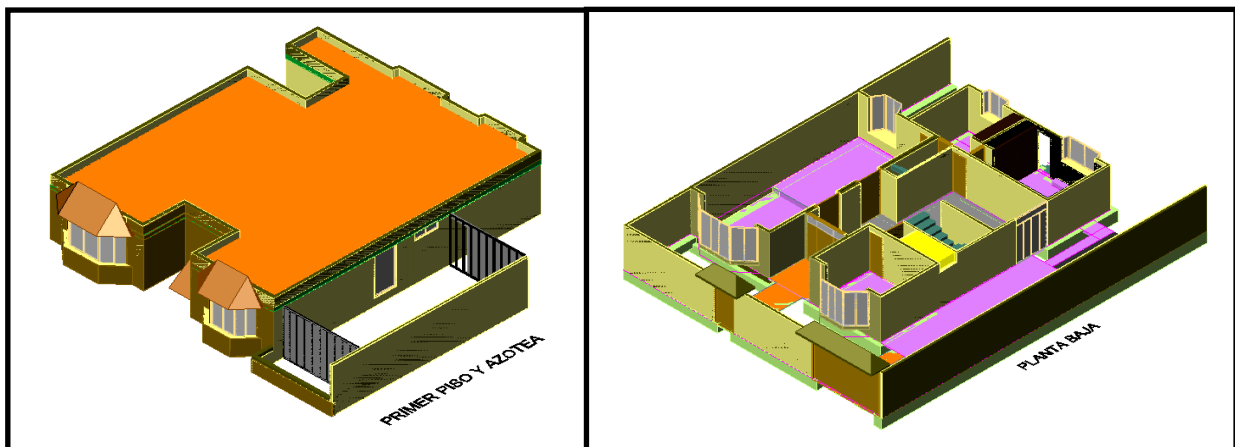


Figura 3.29: Gráfico del método de cuantificación de obra construida.

3.6.1 Datos Obtenidos de la Cuantificación de los RC&D generados en cada una de las Áreas de Estudio

Las obras de estudiadas fueron consideradas como fuente de generación individuales, a fin de caracterizar y cuantificar sus residuos de manera global para cada área estudiada.

A continuación se detallan los resúmenes de los estudios de campo realizados en cada área de estudio, con las cantidades y unidades de medida de los diferentes residuos

generados, acompañado de su correspondiente período de ejecución; reiterando las fechas de duración del estudio de campo para cada obra seleccionada.

TABLA 3.3: Resumen de la cuantificación de los RC&D durante la construcción del MUAC.

	Material	Unidad	Cantidad	Período	
				Fecha Inicio	Fecha Final
1	Material excavado**	m ³	103,993.64	28-mar-07	15-feb-08
2	Cascajo* +	m ³	1,962.70	28-mar-07	15-feb-08
3	Madera**	m ³	1,444.32	26-jun-06	15-feb-08
4	RS*	m ³	952.03	26-jun-06	15-feb-08
5	Chatarra**	m ³	611.86	26-jun-06	15-feb-08
6	Mármol**	m ³	63.90	26-jun-06	15-feb-08
7	Concreto**	m ³	54.89	26-jun-06	15-feb-08
8	Tabla roca**	m ³	59.57	26-jun-06	15-feb-08
9	Vidrio**	m ³	3.97	26-jun-06	15-feb-08
10	Plásticos**	m ³	7.15	26-jun-06	15-feb-08
11	Unicel**	m ³	67.63	26-jun-06	15-feb-08
12	Llantas**	m ³	1.27	26-jun-06	15-feb-08
13	Diesel Contaminado**	L	1,400.00	26-jun-06	15-feb-08
14	Tierra Contaminada***	kg	900.00	26-jun-06	15-feb-08
15	Tropos Impregnados***	kg	900.00	26-jun-06	15-feb-08
16	Aceite Quemado**	L	1,000.00	26-jun-06	15-feb-08
17	PET*	m ³	24.51	26-jun-06	15-feb-08
18	Filtros***	kg	600.00	26-jun-06	15-feb-08

Fuente: Elaboración Propia

- * Volumen suelto
- ** Volumen compacto
- *** Peso medido

+ La cuantificación del cascajo generado anterior al período de inicio, no fue posible, debido a la reserva del contratista y a que la empresa no llevó un control adecuado de estos.

TABLA 3.4: Resumen de la cuantificación de los RC&D generados durante la construcción del Edificio de Departamentos "Residencial Riviera".

	Material	Und	Cant	Período	
				Fecha Inicio	Fecha Final
1	Material excavado**	m ³	3,500.00	03-sep-07	15-feb-08
2	Cascajo*	m ³	185.45	03-sep-07	15-feb-08
3	Madera**	m ³	55.18	03-sep-07	15-feb-08
4	Chatarra*	m ³	64.34	03-sep-07	15-feb-08
5	Block Concreto**	m ³	4.08	03-sep-07	15-feb-08
6	Residuos Sólidos*	m ³	14.01	03-sep-07	15-feb-08
7	Unicel**	m ³	36.94	03-sep-07	15-feb-08
8	Plásticos**	m ³	0.10	03-sep-07	15-feb-08

Fuente: Elaboración Propia

* Volumen suelto

** Volumen compacto

TABLA 3.5: Resumen de la cuantificación de los RC&D generados de la demolición de la Vivienda Residencial.

	Material	Und	Cant	Período	
				Fecha Inicio	Fecha Final
1	Cascajo* +	m ³	276.34	23-ago-07	07-sep-07
2	Material de excavación	m ³	100.00	23-ago-07	07-sep-07
3	Mármol**	m ³	4.48	23-ago-07	07-sep-07
4	Loseta**	m ³	7.67	23-ago-07	07-sep-07
5	Madera**	m ³	5.92	23-ago-07	07-sep-07
6	Block Concreto**	m ³	1.33	23-ago-07	07-sep-07
7	Chatarra**	m ³	0.24	23-ago-07	07-sep-07
8	Cerámica**	m ³	0.33	23-ago-07	07-sep-07
9	Vidrio**	m ³	0.21	23-ago-07	07-sep-07
10	Teja**	m ³	0.21	23-ago-07	07-sep-07
11	Tabla roca**	m ³	0.35	23-ago-07	07-sep-07
12	Alfombra**	m ²	73.47	23-ago-07	07-sep-07
13	Esponja**	m ³	0.40	23-ago-07	07-sep-07
14	Tela**	m ²	14.95	23-ago-07	07-sep-07

Fuente: Elaboración Propia

* Volumen suelto

** Volumen compacto

+ El cascajo se encuentra cuantificado mediante los volúmenes de concreto y mampostería.

TABLA 3.6: Resumen de la cuantificación de los RC&D generados de la remodelación de Edificación Comercial.

	Material	Und	Cant	Período	
				Fecha Inicio	Fecha Final
1	Cascajo*	m ³	38.85	22-ago-07	01-sep-07
2	Chatarra**	m ³	0.84	22-ago-07	01-sep-07
3	Asbesto**	m ³	1.14	22-ago-07	01-sep-07
4	Residuos Sólidos*	m ³	0.24	22-ago-07	01-sep-07
5	Madera**	m ³	0.07	22-ago-07	01-sep-07

Fuente: Elaboración Propia

- * Volumen suelto
- ** Volumen compacto

3.6.2 Elementos de cada Componente generado en cada uno de las áreas de estudio

Los elementos se encuentran en cada uno de los componentes de los RC&D anteriormente descritos, ya que cada componente se encuentra definido por sus características generales.

La clasificación de sus características generales responde a que en el momento de realizar el reciclaje o disposición de los RC&D, el comprador o receptor de los residuos los adquiere por grupo de elementos similares, considerándolos un solo componente.

A continuación se presentan todos los elementos que forman parte de cada componente generado por cada obra estudiada.

TABLA 3.7: Elementos presentes en cada componente de los RC&D durante la construcción del MUAC.

COMPONENTE	ELEMENTOS
Material de excavación	Roca
Chatarra	Fierro de construcción, tubería de fierro galvanizado, carretillas viejas, clavos, alambre, mallas de fierro, varillas de separación de encofrado, ángulos de acero, restos de láminas de acero, restos de encofrado de acero y restos de lámina.
Concreto	Concreto.
Cascajo	Cascajo, roca, concreto, baldes viejos, plástico, tabla roca, vidrio, mármol y en pequeñas cantidades: pedazos de madera, pedazos de chatarra, pedazos de cartón, PET, restos de tubería de PVC, restos de unicel y perfiles de aluminio.
Madera	Todo tipo de madera utilizada en el encofrado y producto del material de embalaje.
Residuos Sólidos	Papel sanitario, servilletas, PET (en pequeñas cantidades), cartón, útiles de oficina (papel, tóner, embases de tintas y plumas), bolsas de embalaje del cemento Portland, pedazos de unicel, fibra de vidrio y hule.
Unicel	Unicel.
Mármol	Mármol.
Tabla roca	Tabla roca.
Vidrio	Vidrio (se almacenaba conjuntamente con el cascajo).
Llantas	Llantas de caucho.
Plásticos	Tuberías de PVC, mangueras y lona.
PET	PET.
Residuos Peligrosos	Tierra contaminada, diesel contaminado, filtros, trapos impregnados y aceite quemado.

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3.8: Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la construcción del Edificio de Departamentos “Residencial Riviera”.

COMPONENTE	ELEMENTOS
Material de excavación	Arena
Chatarra	Fierro de construcción, tubería de fierro galvanizado, carretillas viejas, clavos, alambre, mallas de fierro, varillas de separación de encofrado, ángulos de acero y restos de lámina de acero para techo.
Block Concreto	Block Concreto.
Cascajo	Cascajo, arena, concreto, pedazos de madera, PET, restos de tubería de PVC, baldes viejos, plástico, pedazos de manguera y en pequeñas cantidades pedazos de chatarra y restos de uniceL.
Madera	Todo tipo de madera utilizada en el encofrado.
Desmontaje	Todo material utilizado en la ejecución de las oficinas provisionales.
Residuos Sólidos	Servilletas, PET, cartón, pedazos de uniceL, papel y descartables.
UniceL	UniceL.
Plásticos	Tuberías de PVC y bolsas de plástico.

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3.9: Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la demolición de la Vivienda Residencial.

COMPONENTE	ELEMENTOS
Chatarra	Fierro de ventanas, barandas de escaleras, puertas metálicas, escaleras metálicas y armadura de la tabla roca.
Material de excavación	Arena
Block Concreto	Block Concreto.
Cascajo	Muros de mampostería, tarrajeo, concreto escaleras, concreto techo, falso piso y todo elemento de concreto presente en la edificación.
Madera	Puertas, armarios, closets, cercos y enchapados de pared.

Tabla roca	Tabla roca de muro de azotea sobre cochera.
Vidrio	Vidrio de ventanas y mamparas.
Mármol	Mármol de pisos y paredes.
Cerámica	Cerámico del enchapado de cocina.
Loseta	Loseta del revestimiento del techo de la azotea y de los caminos de acceso
Teja	Teja de revestimiento de detalle techado de balcón y entrada principal.
Alfombra	Alfombra de revestimiento de pisos.
Tela	Tela de revestimiento de muros sobre esponja.
Esponja	Esponja de revestimiento de muros.

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 3.10: Elementos presentes en cada componente de los RC&D generados durante la remodelación del Edificio de oficinas.

COMPONENTE	ELEMENTOS
Chatarra	Fierro de estructura y acero de refuerzo.
Asbesto	Asbesto.
Cascajo	Concreto.
Madera	De cerco de separación.
Residuos Sólidos	PET, restos de alimentos y servilletas.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4 Análisis de los Resultados

En este capítulo se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos para identificar la predominancia de cada uno de los componentes, lo que permitirá prever la tendencia de las cantidades de su composición, así como su predominancia y porcentajes en la composición total de los RC&D. Además se presentan los análisis estadísticos respectivos, análisis de la normatividad relativa al tema y su aplicación, proponiendo una metodología de caracterización y almacenamiento de los RC&D, así como la elaboración de un anteproyecto como propuesta de Norma Oficial Mexicana.

4.1 Análisis de los Datos Obtenidos en el Estudio de Campo de las Obras Seleccionadas.

El análisis de los datos obtenidos en campo está orientado a la cuantificación total de volúmenes de los RC&D con sus respectivos componentes generados en cada obra estudiada, presentando los porcentajes de cada componente en relación a la generación total de los RC&D en forma global y luego individualmente; además analiza el cálculo de su densidad en unidades de masa por m² de obra ejecutada, partiendo de cada componente generado para luego analizar el total de éstos en las cuatro obras estudiadas, es decir, en forma conjunta; lo que permitirá estimar la generación de cada componente función del área de ejecución.

En este análisis partiremos de los resultados obtenidos de manera conjunta, englobando las cuatro obras estudiadas en campo, prosiguiendo con el análisis de las dos obras de construcción y finalmente con los resultados obtenidos por cada tipo de obra estudiada en campo de manera individual.

4.1.1 Análisis de los Datos obtenidos de la Cuantificación del Total de los RC&D Generados en las cuatro Áreas de Estudio

Este análisis se realizó en base a la presentación de los datos resumidos de todos los residuos que componen las 4 áreas de estudio, lo que permitirá observar con mayor facilidad el tipo de componente predominante, así como la tendencia que presentan los demás

componentes en las cuatro obras estudiadas. Este análisis global de las cuatro obras estudiadas se hace en base a que la cantidad de RC&D generados en las mismas son consideradas y llevadas a su disposición final en conjunto y al entrar al relleno sanitario se considera como un solo bloque de residuos, indistintamente de donde procedan y en que fecha ingresen.

La tabla resumen que a continuación se presenta está referida a: la cantidad total de residuos generados en las cuatro obras estudiadas mostrando a los componentes referido al porcentaje que cada uno de ellos conforma respecto a los RC&D generados; y la densidad que indica la cantidad de residuos que se generan por metro cuadrado de obra ejecutada. Asimismo se presentan el diagrama de barras que muestra la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados, y la proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados.

Se debe tener en cuenta que la presentación de los componentes de los RC&D generados están ordenados en forma decreciente, es decir, de mayor a menor y conforme a la cantidad en que estos se encuentran presentes en el total de los RC&D generados. Además es importante aclarar que para todas las tablas que se presentaran en este análisis se utilizará la siguiente nomenclatura:

Nomenclatura utilizada para los encabezados respectivos:

Cant (t)	Cantidad en toneladas
%	Porcentaje de la cantidad de componente generado en comparación con la cantidad total de RC&D generados como producto de la obra u obras analizadas
Densidad (kg/m²)	Densidad referida a la cantidad de residuos generado por metro cuadro de obra ejecutada.

TABLA 4.1: Caracterización y cuantificación total de los RC&D de edificaciones en el DF (promedio de 4 muestras: 3 en el D.F. y una en el Estado de México)

	Material	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)
1	Cascajo*	3202.3	65.17	140.4
2	Madera**	903.2	18.38	39.6
3	RS*	193.3	3.93	8.5
4	Chatarra*	209.3	4.26	9.2
5	Mármol**	184.6	3.76	8.1
6	Concreto**	144.7	2.94	6.3
7	Tabla roca**	48.0	0.98	2.1
8	Plástico**	10.5	0.21	0.5
9	Vidrio**	10.4	0.21	0.5
10	Residuos peligrosos***	4.5	0.09	0.2
11	Misceláneos**	3.3	0.07	0.1
		4914.1	100.00	215.4

ÁREA CONSTRUIDA = 22809 m²

* Volumen suelto,

** Volumen compacto,

*** Peso medido

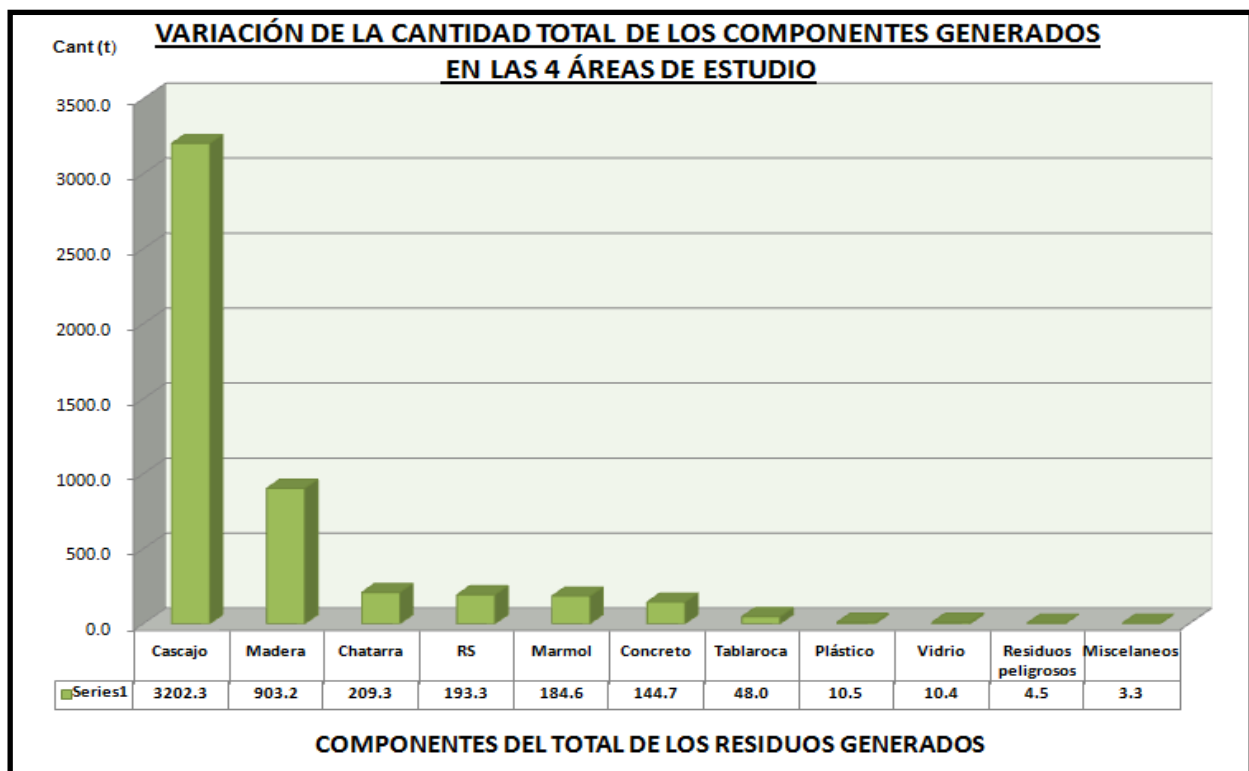


Figura 4.1: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados, como promedio de 3 muestras en el D.F. y 1 en el Estado de México.

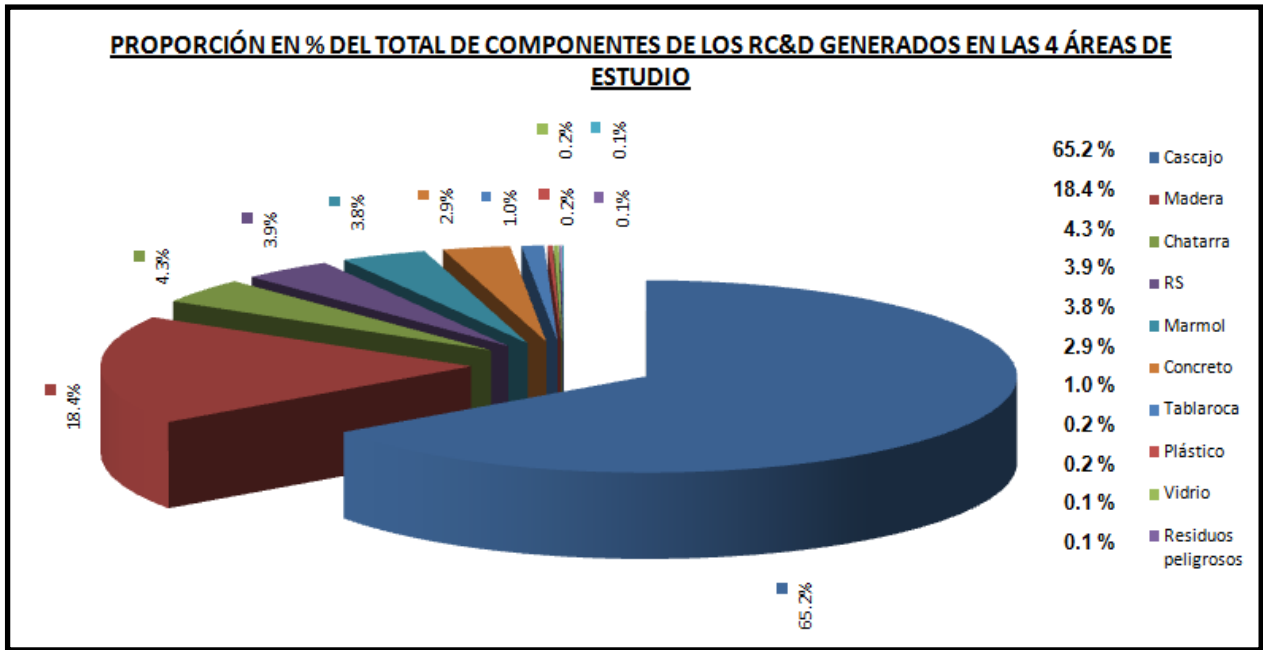


Figura 4.2: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en las 4 áreas de estudio (3 obra en el D.F. y 1 en el Estado de México).

Del total de los RC&D generados se recicló el 4.6% del total de los residuos, lo que corresponde a la chatarra, plástico y residuos peligrosos; el 3.9% del total correspondiente a los residuos sólidos, los que fueron adecuadamente dispuestos; mientras que el 91.5% del total de los residuos fueron evacuados de las obras para su disposición final. En ninguno de los casos se puede asegurar que hubo una adecuada disposición, toda vez que no se pudo verificar la ubicación del destino final de los residuos debido a la falta de colaboración de los transportistas.

Es necesario mencionar que en las 4 obras estudiadas se generaron 320,621 toneladas de material excavado (311,981 t del Museo; 8,400 t de la obra de edificación y 240 t de la demolición), presentando una densidad de 14.06 toneladas de material excavado por cada metro cuadrado de obra ejecutada; de los cuales 311,981 t del Museo corresponden al 97.3% de la cantidad total de material excavado, los que fueron reusados dentro de la UNAM como material de relleno. Por lo que se decidió separar los residuos producto de la excavación, debido a que la cantidad generada de material excavado distorsiona el análisis y resultado de los demás componentes de los RC&D generados, ya que este material representaría el 98.5% del total como producto de las 4 muestras evaluadas.

4.1.2 Análisis de los Datos obtenidos de la Cuantificación de las 2 Obras de Construcción de Edificaciones

Este análisis corresponde a los datos obtenidos en las dos obras de construcción de edificaciones en el DF, para ello se presenta la tabla respectiva, el diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en las 2 obras , así como la proporción de los estos; con el fin de obtener la tendencia de la composición que se presenta en los residuos como producto de las obras de construcción.

TABLA 4.2: Caracterización y cuantificación de los RC&D como producto de 2 obras de construcción de edificaciones en el DF

	Material	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)
1	Cascajo*	2792.6	62.40	127.2
2	Madera**	899.7	20.10	41.0
3	RS*	193.2	4.32	8.8
4	Chatarra*	200.8	4.49	9.1
5	Mármol**	172.5	3.85	7.9
6	Concreto**	141.5	3.16	6.4
7	Tabla roca**	47.7	1.07	2.2
8	Plástico**	9.8	0.22	0.4
9	Vidrio**	9.9	0.22	0.5
10	Residuos peligrosos***	4.5	0.10	0.2
11	Misceláneos**	3.3	0.07	0.2
		4475.5	100.00	203.8

ÁREA CONSTRUIDA = 21959 m²

- * Volumen suelto
- ** Volumen compacto
- *** Peso medido



Figura 4.3: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados, como promedio de 2 obras de construcción.

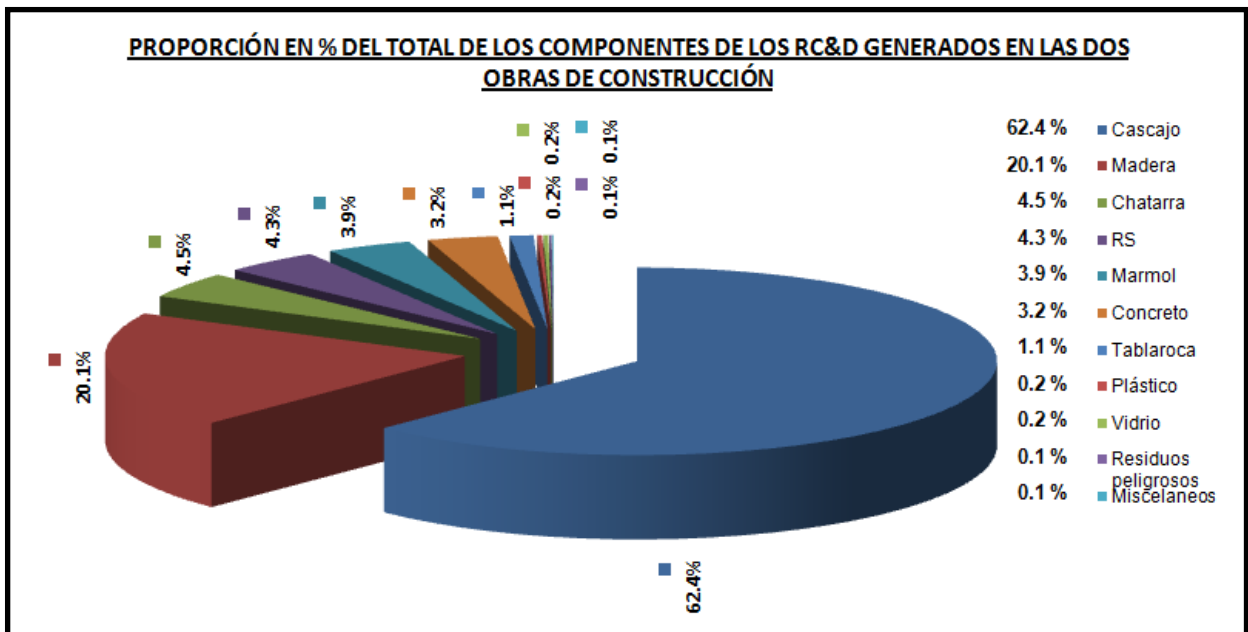


Figura 4.4: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en las 2 obras de construcción.

Del total de los RC&D generados se recicló el 4.8%, correspondiente a los componentes como: chatarra, plástico y residuos peligrosos; el 4.3% corresponde a los residuos sólidos, los que fueron dispuestos adecuadamente; mientras que el 90.9% de los residuos fueron evacuados de las obras para su disposición final. En ninguno de los casos se puede asegurar que hubo una adecuada disposición, toda vez que no se pudo verificar la ubicación del destino final de los residuos debido a la falta de colaboración de los transportistas.

Entre las dos obras de construcción estudiadas se generaron 312,821 toneladas de material excavado (311,981 t del Museo y 8,400 t de la obra de edificación), de los cuales 311,981 t del Museo, correspondiente al 99.7% de la cantidad total de material excavado, los mismos que fueron reusados dentro de la UNAM como material de relleno. Asimismo, se tiene una densidad de 14.2 toneladas de material excavado por cada metro cuadrado de obra construida.

Es muy importante que en la generación de los residuos de la construcción se deba conocer la cantidad de residuos que se generan por cada tipo de material utilizado en los procesos constructivos, con la finalidad de contar con parámetros que permitan proyectar la cantidad de residuos que se generarán en las obras en las que se utilicen estos materiales.

4.1.3 Análisis de los Datos Obtenidos de los Componentes de los RC&D Generados por Cada Área de Estudio

Luego de presentar la información obtenida referida a las cuatro áreas de estudio en conjunto y de las dos obras de construcción, se considera necesario presentar los datos obtenidos por cada área de estudio, con el fin de observar la caracterización y cantidades de los componentes que se presentan en los RC&D generados en cada uno de ellos, lo que permitirá determinar su tendencia y comportamiento en cuanto a la generación de los RC&D. Para todos los casos de la información presentada en cada una de las áreas de estudio, se ha buscado transformar todas las medidas de los componentes obtenidos en campo a una misma unidad de medida, referido al peso de cada uno de ellos, utilizando el peso volumétrico aparente de cada componente.

4.1.3.1 Análisis de los Datos Obtenidos en la Construcción del MUAC

El MUAC ha sido la única área de estudio en la que se ha podido obtener la cantidad de residuo generado por material utilizado en el proceso constructivo, correspondiente a 7 componentes de un total de 10. Asimismo se debe tener presente que toda la madera destinada al encofrado pasó a ser considerado como residuo en un 100%, además de la madera proveniente del embalaje de los productos adquiridos.

Por lo que se muestra la cuantificación de los RC&D de la construcción del MUAC, así como el diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes generados de los RC&D y la proporción de los componentes que conforman el total de estos.

TABLA 4.3: Caracterización y cuantificación de los RC&D de la construcción del Museo Universitario de Arte Contemporáneo - MUAC

	Material	Und	Cant	Período		Peso Volumétrico Aparente (kg/m ³)	Densidad (kg/l)	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)	Metrado Total	%
				Fecha Inicio	Fecha Final							
1	Cascajo*	m ³	1962.70	28-mar-07	15-feb-08	1300 ^a		2551.5	61.19	124.11		
2	Madera**	m ³	1444.32	26-jun-06	15-feb-08	600 ^b		866.6	20.78	42.15	1442.0	100.2
3	RS*	m ³	952.03	26-jun-06	15-feb-08	200 ^c		190.4	4.57	9.26		
4	Chatarra*	m ³	611.86	26-jun-06	15-feb-08	297 ^d		181.7	4.36	8.84	1227.0	14.8
5	Mármol**	m ³	63.90	26-jun-06	15-feb-08	2700 ^e		172.5	4.14	8.39	4527.0	1.4
6	Concreto**	m ³	54.89	26-jun-06	15-feb-08	2400 ^b		131.7	3.16	6.41	7318.9	0.8
7	Tabla roca**	m ³	59.57	26-jun-06	15-feb-08	800 ^f		47.7	1.14	2.32	423.0	14.1
8	Vidrio**	m ³	3.97	26-jun-06	15-feb-08	2500 ^g		9.9	0.24	0.48	38.0	10.4
9	Plástico**	m ³	7.15	26-jun-06	15-feb-08	1360 ^h		9.7	0.23	0.47		
10	Unicej**	m ³	67.63	26-jun-06	15-feb-08	20 ⁱ		1.4	0.03	0.07	6900.0	1.0
11	Llantas**	m ³	1.27	26-jun-06	15-feb-08	940 ^j		1.2	0.03	0.06		
12	Diesel Contaminado**	L	1400.00	26-jun-06	15-feb-08		0.865 ^k	1.2	0.03	0.06		
13	Tierra Contaminada***	kg	900.00	26-jun-06	15-feb-08			0.9	0.02	0.04		
14	Tropos Impregnados***	kg	900.00	26-jun-06	15-feb-08			0.9	0.02	0.04		
15	Aceite Quemado**	L	1000.00	26-jun-06	15-feb-08		0.9 ^k	0.9	0.02	0.04		
16	PET*	m ³	24.51	26-jun-06	15-feb-08	30 ^l		0.7	0.02	0.04		
17	Filtros***	kg	600.00	26-jun-06	15-feb-08			0.6	0.01	0.03		
TOTAL								4169.6	100.00	202.81		

ÁREA A CONSTRUIDA = 20559 m²

Material excavado**: 103,993.64 m³, equivalente a 311,981 toneladas de material tipo roca (Peso volumétrico aparente^b = 3,000 kg/m³)

- * Volumen suelto
- ** Volumen compacto
- *** Peso medido

- a) Concretos Recicladados, S.A. de C.V.
- b) ARQHYS, <http://www.arqhys.com/peso-materiales.html>
- c) Tchobanoglus, 1994
- d) Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/debris-new/pubs/remguide.pdf>
- e) Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Caliza_marm%C3%B3rea
- f) Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Car%C3%B3n_yeso
- g) Cristalizando, <http://www.cristalizandosa.com.ar/item.php?idi=60529&ids=60518>
- h) Plasticbages Industrial S.L., <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>
- i) Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_t%C3%A9rmico_de_poliestireno
- j) Sistema de Información Sobre Comercio Exterior, <http://www.sice.oas.org/trade/chicanas/Dch39-40.asp>
- k) TechFAQ, <http://www.tech-faq.com/lang/es/specific-gravity.shtml>
- l) Fuente: Propia

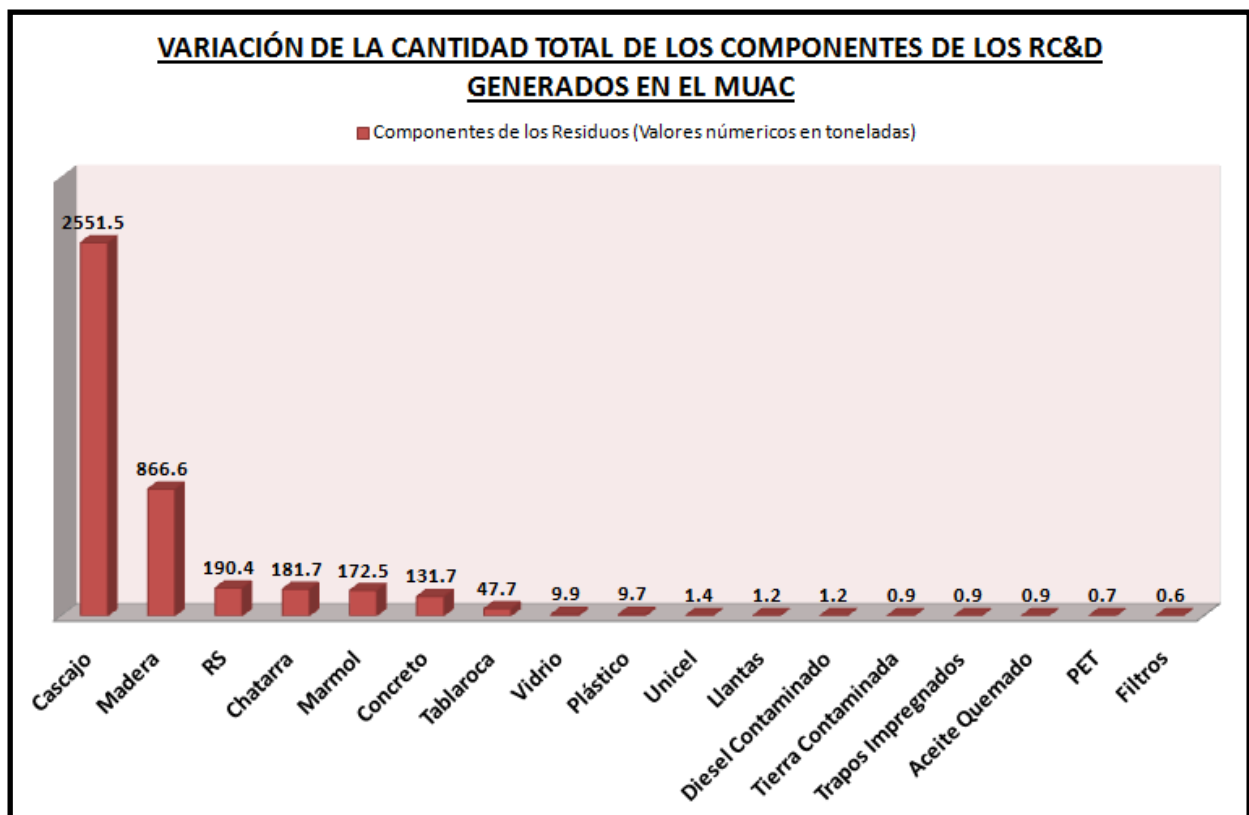


FIGURA 4.5: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes generados de los RC&D en la construcción del MUAC.

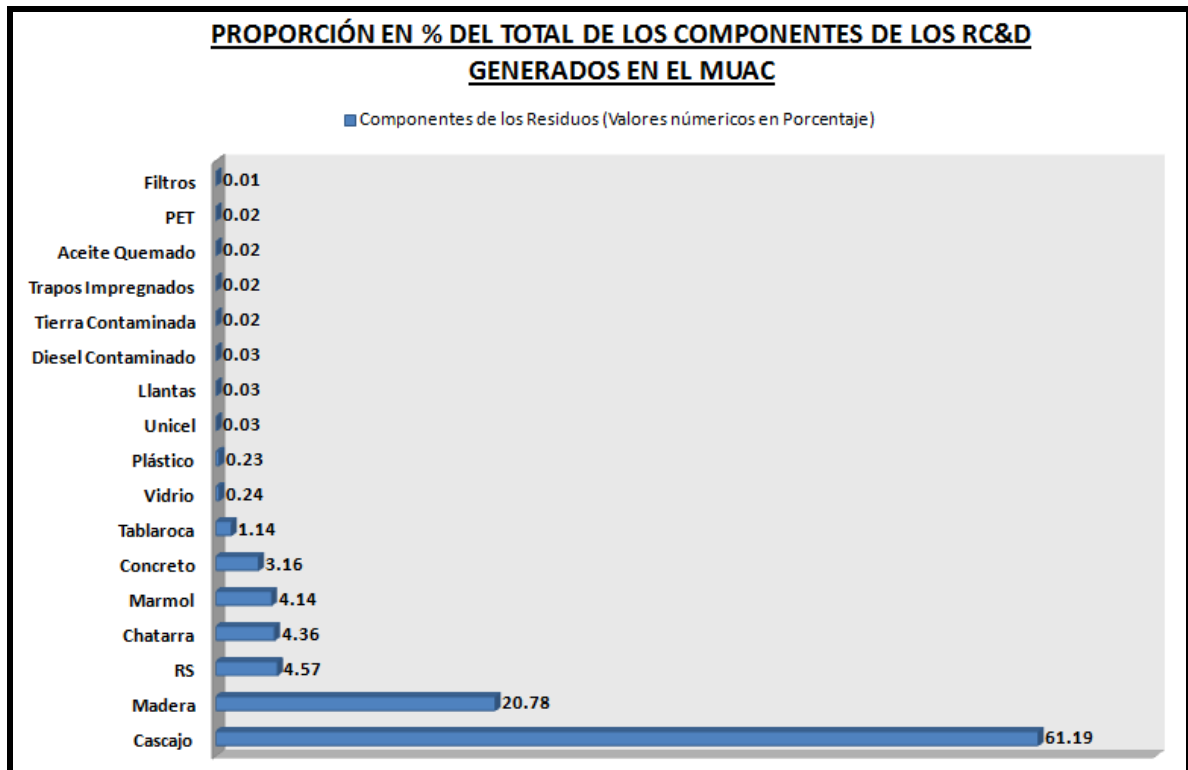


FIGURA 4.6: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la construcción del MUAC.

4.1.3.2 Análisis de los Datos Obtenidos en la Construcción de la Construcción del Edificio de Departamentos “Residencial Riviera”

En este análisis se muestra la cuantificación de los RC&D en la construcción del edificio de departamentos “Residencial Riviera”, así como el diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados y la proporción de los componentes que conforman el total de estos.

TABLA 4.4: Caracterización y cuantificación de los RC&D de la Construcción del Edificio de Departamentos “Residencial Riviera”

	Material	Und	Cant	Período		Densidad (kg/m ³)	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)
				Fecha Inicio	Fecha Final				
1	Cascajo*	m ³	185.45	03-sep-07	15-feb-08	1300 ^a	241.1	78.59	172.20
2	Madera**	m ³	55.18	03-sep-07	15-feb-08	600 ^b	33.1	10.79	23.65
3	Chatarra*	m ³	64.34	03-sep-07	15-feb-08	297 ^c	19.1	6.23	13.65
4	Block Concreto**	m ³	4.08	03-sep-07	15-feb-08	2400 ^b	9.8	3.19	6.99
5	Residuos Sólidos*	m ³	14.01	03-sep-07	15-feb-08	200 ^d	2.8	0.91	2.00
6	Unicel**	m ³	36.94	03-sep-07	15-feb-08	20 ^e	0.7	0.24	0.53
7	Plástico**	m ³	0.10	03-sep-07	15-feb-08	1360 ^f	0.1	0.04	0.09
TOTAL							306.8	100.00	219.12

ÁREA CONSTRUIDA = 1400 m²

Material excavado**: 3,500 m³, equivalente a 8,400 toneladas de material tipo arena (Peso volumétrico aparente ^b = 2,400 kg/m³)

- * Volumen suelto
- ** Volumen compacto

- a) Concretos Reciclados, S.A. de C.V.
- b) ARQHYS, <http://www.arqhys.com/peso-materiales.html>
- c) Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/debris-new/pubs/remguide.pdf>
- d) Tchobanoglus, 1994
- e) Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_f%C3%A9rmico_de_poliestireno
- f) Plasticbages Industrial S.L., <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>

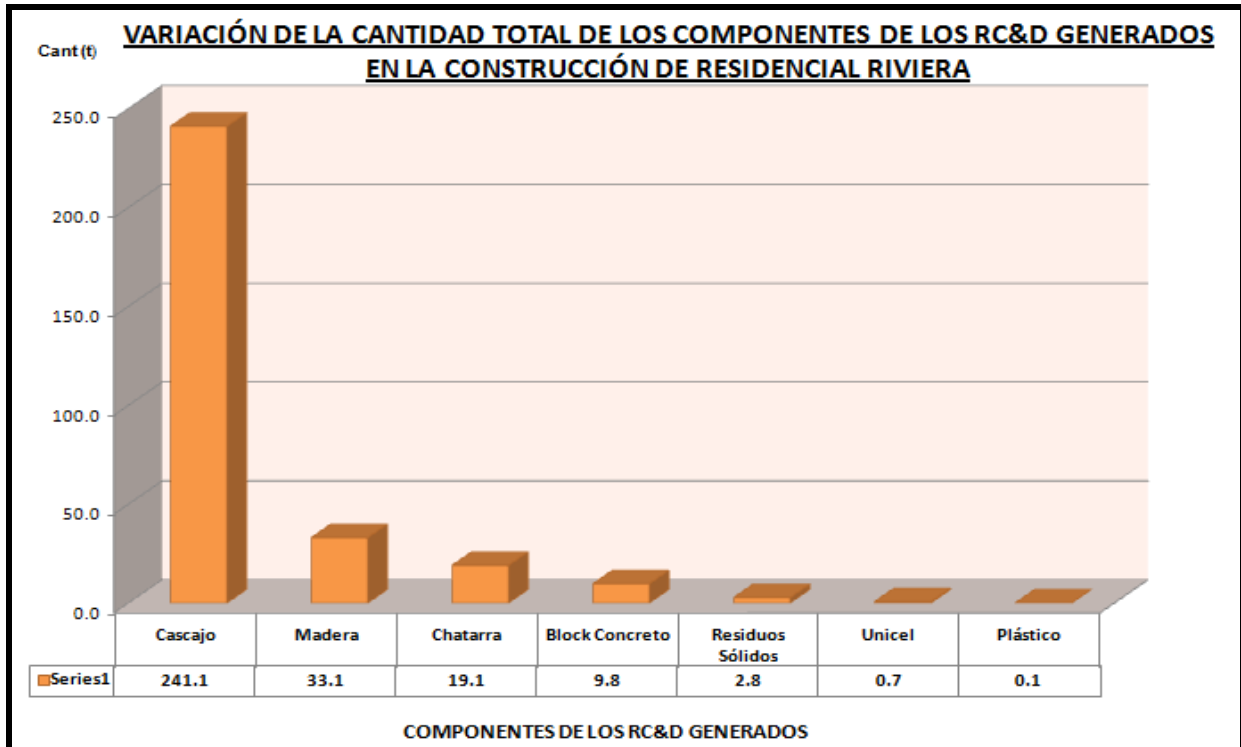


FIGURA 4.7: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la construcción del edificio de departamentos “Residencial Riviera”.

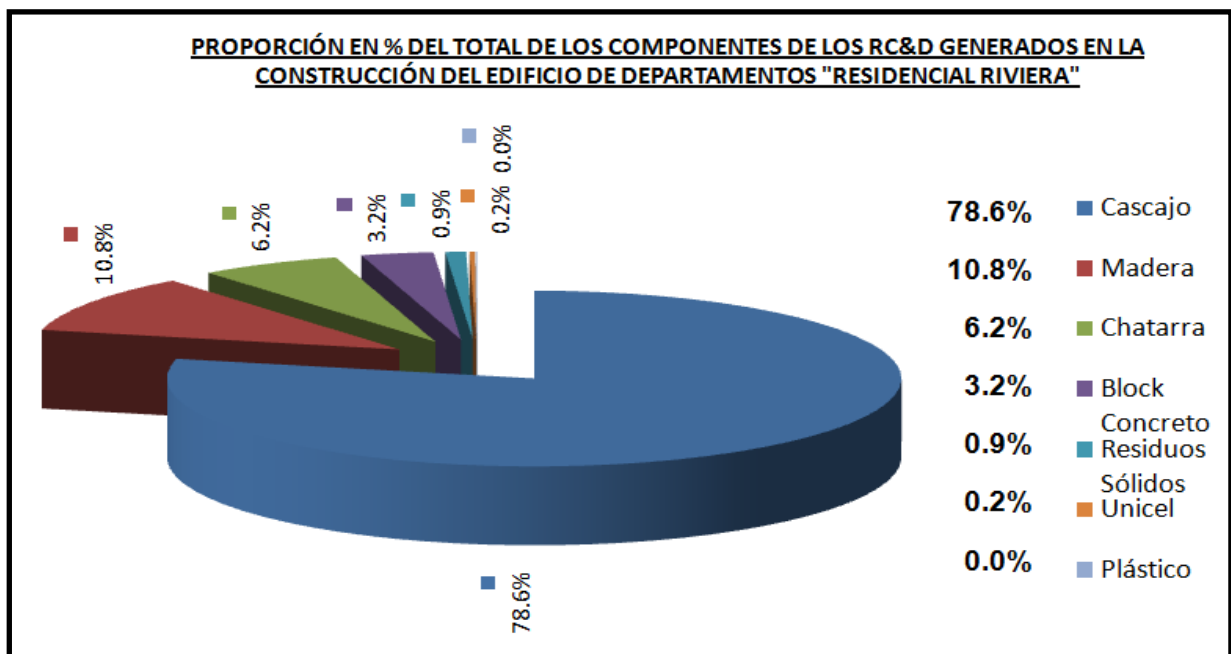


FIGURA 4.8: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la construcción del edificio de departamentos “Residencial Riviera”.

4.1.3.3 Análisis de los Datos Obtenidos en la Demolición de Vivienda Residencial

En este análisis se muestra la cuantificación de los RC&D en la demolición de una Vivienda Residencial, así como el diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados y la proporción de los componentes que conforman el total de estos. Además es importante aclarar que todos los componentes de los RC&D fueron medidos antes de que la edificación sea demolida.

TABLA 4.5: Caracterización y cuantificación de los RC&D de la Demolición de una Vivienda Residencial.

	Material	Und	Cant	Período		Densidad (kg/m ³)	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)
				Fecha Inicio	Fecha Final				
1	Cascajo*	m ³	276.34	23-ago-07	07-sep-07	1300 ^a	359.2	91.39	898.09
2	Mármol**	m ³	4.48	23-ago-07	07-sep-07	2700 ^b	12.1	3.08	30.24
3	Loseta**	m ³	7.67	23-ago-07	07-sep-07	1443 ^c	11.1	2.82	27.67
4	Madera**	m ³	5.92	23-ago-07	07-sep-07	600 ^d	3.5	0.90	8.87
5	Block Concreto**	m ³	1.33	23-ago-07	07-sep-07	2400 ^d	3.2	0.81	7.98
6	Chatarra**	m ³	0.24	23-ago-07	07-sep-07	7860 ^d	1.9	0.49	4.79
7	Cerámica**	m ³	0.33	23-ago-07	07-sep-07	2173 ^e	0.7	0.18	1.79
8	Vidrio**	m ³	0.21	23-ago-07	07-sep-07	2500 ^f	0.5	0.13	1.33
9	Teja**	m ³	0.21	23-ago-07	07-sep-07	1745 ^g	0.4	0.09	0.92
10	Tabla roca**	m ³	0.35	23-ago-07	07-sep-07	800 ^h	0.3	0.07	0.70
11	Alfombra**	m ²	73.47	23-ago-07	07-sep-07	1.6 ⁱ	0.1	0.03	0.29
12	Esponja**	m ³	0.40	23-ago-07	07-sep-07	20 ^j	0.0	0.00	0.02
13	Tela**	m ²	14.95	23-ago-07	07-sep-07	0.16 ^k	0.0	0.00	0.01
TOTAL							393.1	100.00	982.70

ÁREA CONSTRUIDA = 400 m²

Material excavado**: 100 m³, equivalente a 240 toneladas de material tipo arena (Peso volumétrico aparente^d = 2,400 kg/m³)

* Volumen suelto

** Volumen compacto

^a Concretos Recicladados, S.A. de C.V.

- b Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Caliza_marm%C3%B3rea
- c Las 3 L, http://www.ladrilloslas3l.com.ar/comun_pared.htm
- d ARQHYS, <http://www.arqhys.com/peso-materiales.html>
- e CELIMA, <http://www.celima-trebol.com/webcelima/liso.htm>
- f Cristalizando, <http://www.cristalizandosa.com.ar/item.php?idi=60529&ids=60518>
- g Talamsa, http://www.talamsa.com.mx/contenido_productos_l_tejas.htm
- h Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Car%C3%B3n_veso
- i Rodas, http://www.meller.com.ar/esp/alfombras_meller/rodas/home.html
- j MOLOTEX S.L., <http://www.miolatex.com/CochonesdeEspuma.htm>
- k Archi Expo, <http://www.archiexpo.es/prod/vescom/revestimiento-de-tela-para-paredes-49362-101593.html>

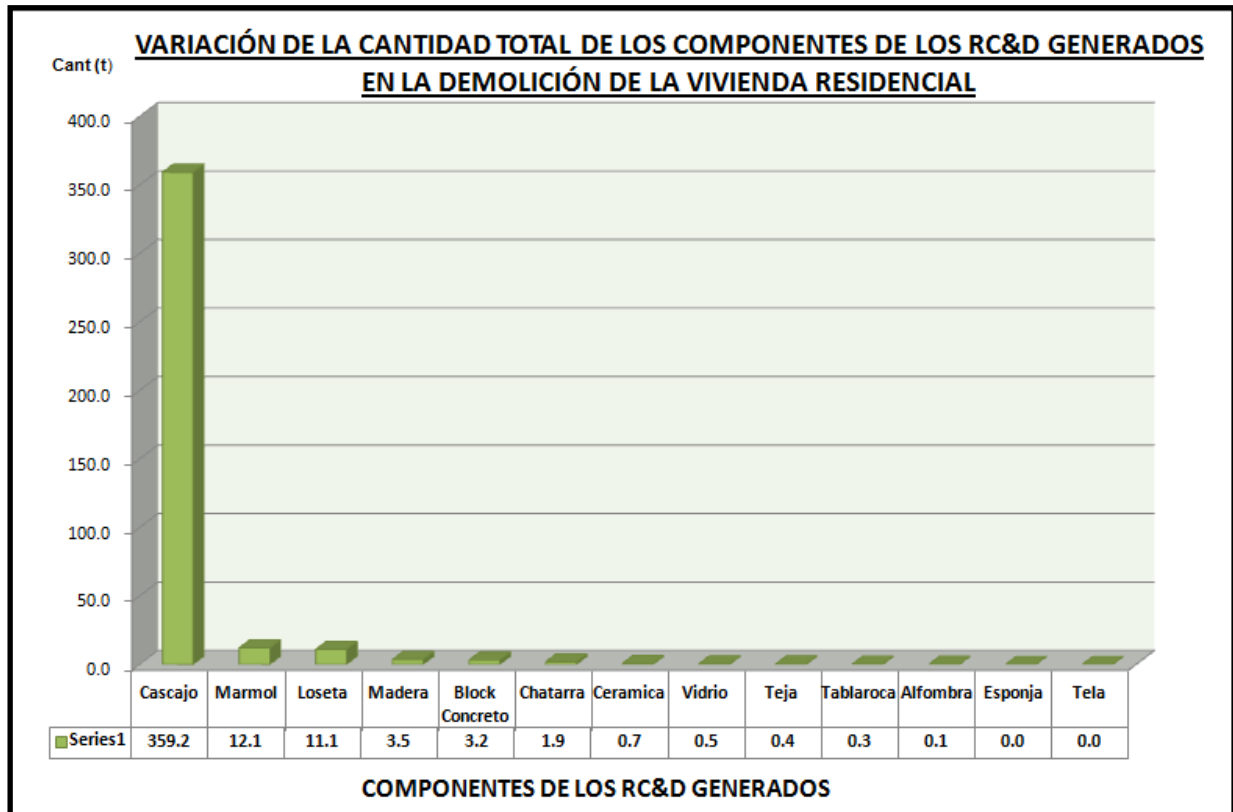


FIGURA 4.9: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la demolición Vivienda Residencial.

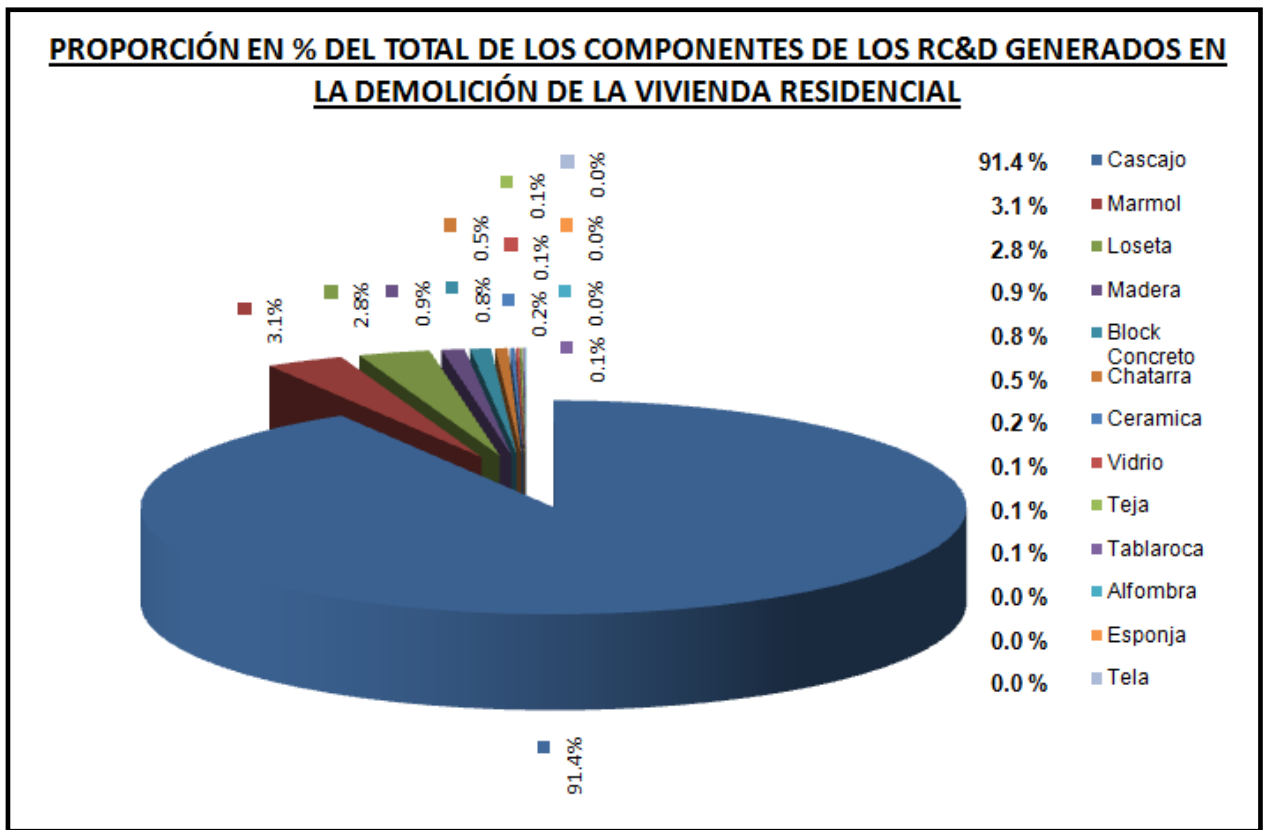


Figura 4.10: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la demolición de la Vivienda Residencial.

4.1.3.4 Análisis de los Datos Obtenidos en la Remodelación del Edificio de Oficinas

En este análisis se muestra la cuantificación de los RC&D en la remodelación del Edificio de Oficinas, así como el diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados y la proporción de los componentes que conforman el total de estos. Además es importante aclarar que todos los componentes de los RC&D fueron medidos antes de que la edificación en remodelación sea demolida.

TABLA 4.6: Caracterización y cuantificación de los RC&D como producto de la remodelación del Edificio de Oficinas.

Material	Und	Cant	Período		Densidad (kg/m ³)	Cant (t)	%	Densidad (kg/m ²)
			Fecha Inicio	Fecha Final				
1 Cascajo*	m ³	38.85	22-ago-07	01-sep-07	1300 ^a	50.51	84.11	144.30
2 Chatarra**	m ³	0.84	22-ago-07	01-sep-07	7860 ^b	6.60	11.00	18.86
3 Asbesto*	m ³	1.14	22-ago-07	01-sep-07	2500 ^c	2.85	4.75	8.14
4 Residuos Sólidos**	m ³	0.24	22-ago-07	01-sep-07	200 ^d	0.05	0.08	0.14
5 Madera**	m ³	0.07	22-ago-07	01-sep-07	600 ^b	0.04	0.07	0.12

TOTAL	60.0	100.00	171.56
--------------	-------------	---------------	---------------

ÁREA CONSTRUIDA = 350 m²

* Volumen suelto

** Volumen compacto

a) Concretos Reciclados, S.A. de C.V.

b) ARQHYS, <http://www.arqhys.com/peso-materiales.html>

c) Sapiensman, http://www.sapiensman.com/conversion_tables/peso_especifico.htm

d) Tchobanoglous, 1994

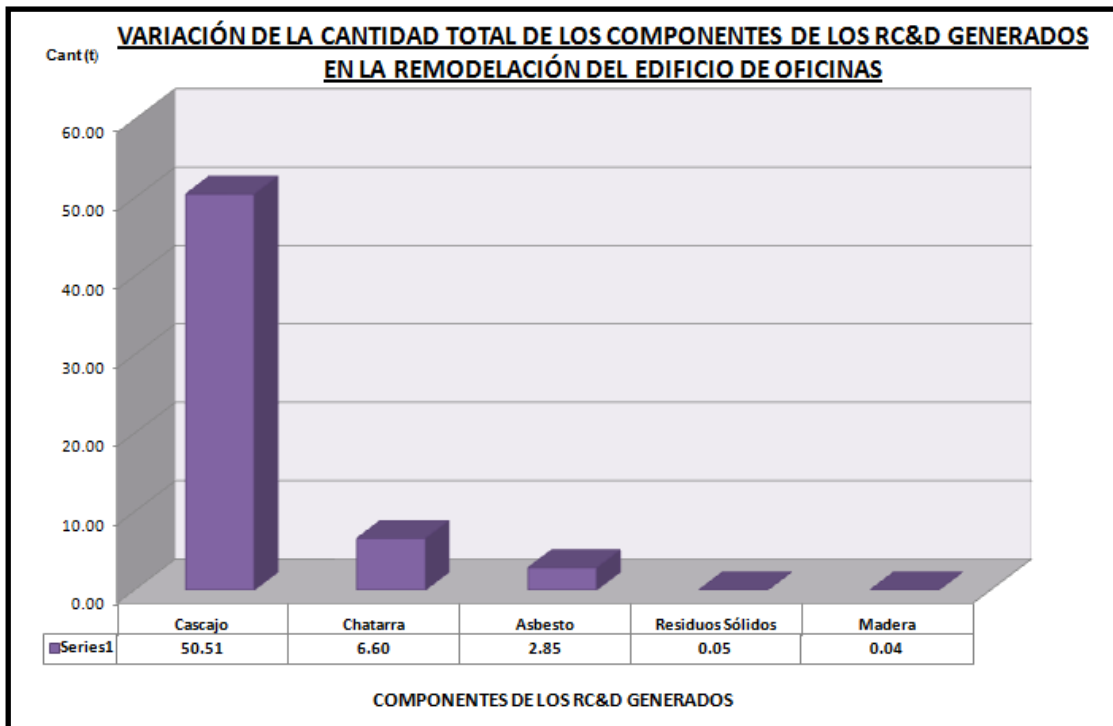


Figura 4.11: Diagrama de barras de la variación de la cantidad total de los componentes de los RC&D generados en la remodelación de Edificación de de Oficinas.

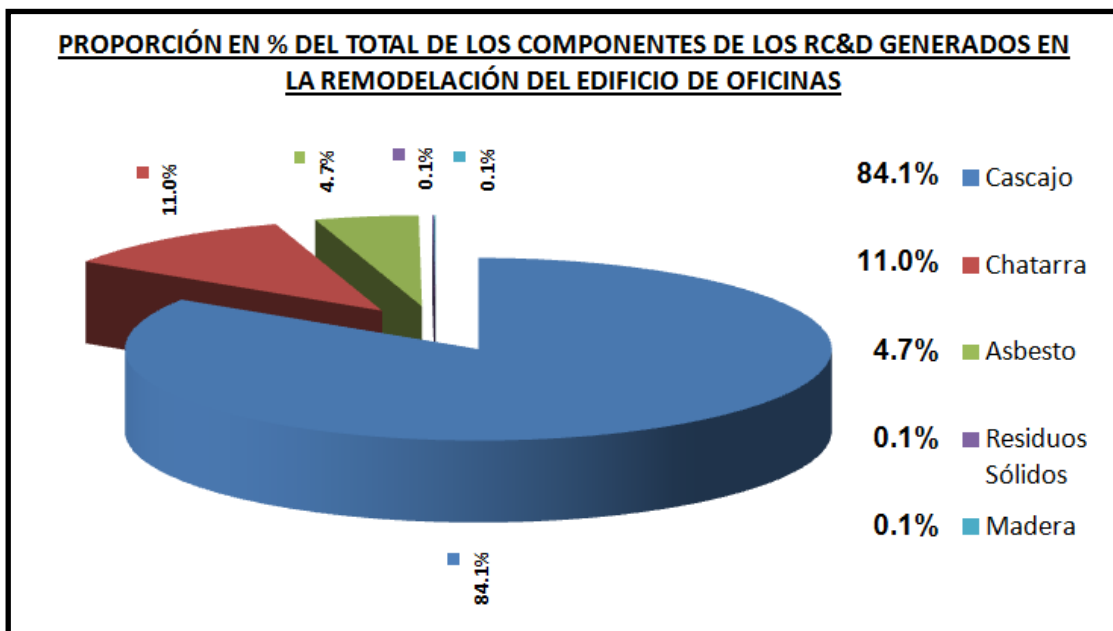


Figura 4.12: Proporción de los componentes que conforman el total de los RC&D generados en la remodelación de Edificación de Oficinas.

4.2 Análisis de los Componentes de los RC&D Generados en las Cuatro Áreas de Estudio, para Su Aprovechamiento.

Los residuos generados del total de las áreas de estudio para ser aprovechados en el reuso o reciclaje han sido estimados por cada tipo de componente, siendo estos extraídos de las tablas del capítulo 3 y que a continuación se presentan.

COMPONENTE DE LOS RC&D	PROCESOS PARA SU APROVECHAMIENTO
<p>Chatarra: Conformado por elementos metálicos: elementos de aluminio, lata, acero de construcción, acero estructural, fierro galvanizado y otros que tenga propiedades metálicas.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: En las áreas de estudio este componente ha sido almacenado a granel y mediante el método de almacenamiento puntual. El método de almacenamiento se puede dar mediante de área de almacenamiento y almacenamiento puntual, usando contenedores abiertos, cerrados o a granel, en el cual todos los elementos metálicos pueden ser acumulados de manera conjunta, evitando mezclarlos con otros elementos que ocasionen su contaminación. Es recomendable protegerlos de la lluvia a fin de evitar la corrosión de alguno de sus elementos.</p> <p>Recolección: Se recomienda que el transporte de estos materiales sea realizado en camiones cerrados, a fin de evitar su dispersión. Este tipo de componente actualmente en México tiene un gran mercado dinámico, el cual va creciendo con el tiempo y como prueba de ellos se puede mencionar a una de las principales empresas recicladoras ubicada en el estado de México, como es Distribuidora de Metales Xalostoc, S.A. de C.V.</p> <p>Recuperación: Este componente presenta alta potencialidad de ser reciclado. En el caso de la demolición, aplicando el proceso de desconstrucción se pueden recuperar muchos elementos metálicos como las ventanas, puertas, barandas y más, pudiendo ser reinsertados en el mercado para su reuso. En las áreas de estudio, las empresas constructoras lo almacenan adecuadamente a fin de venderlo a los recicladoras, cuidando que no sean <i>mezclados con otro tipo de componente</i>, ya que esto ocasiona que este componente sea llevado a su disposición final, perdiendo su potencialidad de recuperación.</p>
<p>Cascajo: Conformado por: diferentes tipos de materiales, provenientes del concreto simple, concreto armado, blocks de concreto, muros de albañilería, ladrillos, cerámicos, mármol, losas y mortero.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: En las áreas de estudio, el almacenamiento se dio mediante área de almacenamiento y a granel, presentando un alto grado de contaminación con pedazos de madera, pedazos de tabla roca, vidrio, metales, PET, plásticos, etc., evitando con ello su recuperación. El almacenamiento de este componente se puede dar mediante área de almacenamiento o almacenamiento puntual. Se debe de destinar un lugar acondicionado, evitando la mezcla con otros materiales.</p> <p>Recolección: Se recomienda que el transporte de estos materiales sea realizado en camiones cerrados, a fin de evitar su dispersión.</p>

	<p>Recuperación: Presenta un alto potencial de recuperación.</p> <p>Para lo observado en el estudio de campo, prácticamente este componente no puede ser reciclado, por lo que debió de ser llevado para su disposición final.</p> <p>Actualmente en México, existe una sola planta de reciclaje de concreto, denominada Concretos Reciclados, S.A. de C.V., ubicado en la delegación Iztapalapa, Distrito Federal, empresa que se dedica al reciclaje del cascajo, aunque a la fecha no existe la cultura adecuada que permita el reciclaje del concreto, ya que el 100% del componente generado debe de ser llevado a disposición final por encontrarse altamente mezclado.</p>
<p>Concreto: Conformado por los residuos productos del concreto simple y de alta resistencia.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento se da conjuntamente con el cascajo.</p> <p>Recolección: La recolección se da conjuntamente con el cascajo.</p> <p>Recuperación: El reciclaje se da de manera conjunta con el cascajo.</p>
<p>Madera: Conformado por todos los elementos de madera como: producto de la cimbra y embalaje; y elementos como puertas, ventanas, closets, enchapado, cercos y todos aquellos elementos de madera (para el caso de la demolición).</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento se da a granel.</p> <p>En el caso de las áreas estudiadas, un 10% de este material fue mezclado con el cascajo y elementos metálicos</p> <p>Recolección: Estos componentes son recolectados de los diferentes tipos de obras civiles.</p> <p>El transporte de estos materiales se puede dar tanto en camiones cerrados como en camiones de plataforma, teniendo cuidado en este último caso de almacenarlos adecuadamente y asegurándolos para que se mantengan estables.</p> <p>Recuperación: Aunque en otros países este componente es recuperado casi en su totalidad, en México aún no se le da el provecho respectivo (no se obtuvieron datos que confirmen el reciclaje de este componente).</p> <p>Para este componente se presentan algunos problemas como la mezcla con elementos químicos, producto del proceso de curado de la madera y a fin de darle mayor durabilidad.</p>
<p>Desmontaje: Conformado por producto del desmontaje principalmente de oficinas provisionales instaladas en las distintas obras civiles.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: Se da a granel, teniendo cuidado de almacenarlos adecuadamente.</p> <p>Recolección: Estos componentes pueden ser recolectados de los diferentes tipos de obras civiles de construcción, demolición y remodelación. El transporte de estos materiales se puede dar tanto en camiones cerrados como en camiones de plataforma, teniendo cuidado en este último caso, de almacenarlos adecuadamente y asegurándolos para que se mantengan estables.</p> <p>Recuperación: Este tipo de materiales cuenta con un alto grado de recuperación para su reuso y reciclaje, siempre que se tenga el cuidado necesario con los procesos de: armado, desarmado, almacenamiento y transporte.</p>
<p>Residuos Sólidos: Conformado por residuos de oficina, papel sanitario, residuos de comida,</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación, proveniente principalmente de las oficinas.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento se da en contenedores distribuidos en toda la obra, mediante el uso de bolsas plásticas que faciliten su recolección.</p>

<p>envoltura de alimentos y material de embalaje.</p>	<p>Recolección: Son recolectados por camiones de recolección de residuos sólidos urbanos, aunque dependiendo de la ubicación de la obra, se debe velar por el manejo adecuado de los mismos, a fin de controlar la contaminación que pudieran ocasionar.</p> <p>Recuperación: Este tipo de componente presenta elementos que pueden ser recuperados, siempre y cuando se almacenen de manera separada y evitando su contaminación, tal es el caso del papel, plásticos y cartón.</p>
<p>Unicel: Está conformado por un único elemento conocido como unicel.</p>	<p>Origen: Con las nuevas tendencias se presentan en las obras de construcción, como resultado de los elementos constructivos y como material de embalaje.</p> <p>Almacenamiento: EL almacenamiento en las obras de estudio se dio a granel y mezclados con el cascajo. El almacenamiento de este material será a granel o mediante el uso de contenedores abiertos o cerrados evitando que sean mezclados con otros componentes, ya que es considerado como material contaminante. Se recomienda almacenarlos separadamente.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlos en camiones cerrados.</p> <p>Recuperación: Prácticamente en México a la fecha es un material no reutilizable y altamente contaminante, por lo que, su adecuado almacenamiento y separación contribuyen a no contaminar a otros componentes provechosos.</p>
<p>Mármol y cerámica: Conformado por el material producto de los acabados de pisos y paredes.</p>	<p>Origen: Son producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: Han sido almacenados mediante almacenamiento puntual y a granel, siendo finalmente mezclados con el cascajo, lo que es adecuado sin que sean mezclados con componentes contaminantes del cascajo.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlo en camiones cerrados.</p> <p>Recuperación: Este material es potencialmente reciclable. Para el caso de la demolición, el contratista trató de retirar de manera adecuada los elementos de mármol y cerámica en aproximadamente un 30% del total, lo cual se vio interrumpido por la celeridad de la ejecución de los trabajos, ocasionando que el material restante sea mezclado con el cascajo contaminado.</p>
<p>Tabla Roca: Conformado por el material producto de los acabados y compuesto principalmente de yeso y cartón.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación de edificaciones.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento en obra se dio mediante el almacenamiento puntual y a granel, siendo mezclado con el cascajo y ocasionando su contaminación. Se recomienda un almacenamiento a granel o mediante contenedores abiertos o cerrados. Este componente es considerado contaminante por lo que se debe evitar mezclarlos con otros componentes.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlo en camiones cerrados.</p> <p>Recuperación: En México este material aún no es reciclable.</p>
<p>Vidrio: Conformado por material resultante de elementos decorativos y separadores en</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación de edificaciones.</p> <p>Almacenamiento: En obra se dio mediante almacenamiento puntual y a granel, siendo finalmente mezclado con el cascajo.</p>

<p>la construcción, en el caso de la demolición es producto de puertas y ventanas.</p>	<p>Se recomienda su almacenamiento a granel o mediante el uso de contenedores abiertos o cerrados, evitando su mezcla con otros componentes.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlo en camiones cerrados.</p> <p>Recuperación: Este material es potencialmente reciclable.</p> <p>Para todos los casos, salvo la demolición, su recuperación fue prácticamente nula debido a la mezcla ejecutada con el cascajo.</p>
<p>Llantas: Componente proveniente de los equipos y maquinarias que utilizan neumáticos.</p>	<p>Origen: Proviene de los equipos y maquinarias utilizados en las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento es a granel y mediante método de almacenamiento puntual o área de almacenamiento.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlo en camiones cerrados o de plataforma, teniendo cuidado en este último caso y se debe almacenarlos adecuadamente, asegurándolos para que se mantengan estables.</p> <p>Recuperación: Presenta alto potencial de recuperación.</p> <p>Actualmente en el mercado se está produciendo pintura impermeabilizante, el cual tiene como principal componente a las llantas, así que se espera que el mercado siga creciendo a fin de reciclar este componente y disminuir la cantidad de la misma para su disposición final.</p>
<p>Plásticos: Componente compuesto por los residuos de PVC, lona y mangueras.</p>	<p>Origen: Es producto de las obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento es a granel, mediante método de almacenamiento puntual o área de almacenamiento.</p> <p>Recolección: Se recomienda recolectarlo en camiones cerrados.</p> <p>Recuperación: Presenta alto potencial de recuperación. Las mangueras y la lona que se encuentren en buen estado son reutilizables, el resto es llevado a su disposición final.</p>
<p>PET: Conformado por los envases plásticos, principalmente producto del consumo de los trabajadores.</p>	<p>Origen: Proviene de las áreas de cocina, comedor, campamentos y oficina de las distintas obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: Salvo el almacenamiento realizado en el museo en el resto de obras se almacenaron conjuntamente con los residuos sólidos urbanos.</p> <p>El almacenamiento se da en contenedores, mediante método de almacenamiento puntual.</p> <p>Recolección: La recolección se realiza mediante camiones recolectores de residuos sólidos urbanos, quienes manejan estos elementos de manera adecuada y lo llevan a lugares de reciclaje.</p> <p>Recuperación: Presenta alto potencial de recuperación.</p> <p>En el caso del Museo fue adecuadamente almacenado y reciclado por la Empresa ECOBAU, en los demás casos este componente no fue adecuadamente almacenado para su recuperación.</p>
<p>Residuos Peligrosos: Conformado por aceites gastados, filtros vehiculares, trapos impregnados, tierra contaminada y</p>	<p>Origen: Proviene de los equipos, maquinarias y elementos utilizados en las distintas obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento es mediante el uso de contenedores metálicos, en un área de almacenamiento que cuente con piso y dique de concreto, techado, cercado y debidamente identificado, en concordancia con la</p>

<p>contenedores de materiales y residuos peligrosos.</p>	<p>LGEEPA y su Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos.</p> <p>Recolección: Debe ser realizado por una empresa especializada en el manejo de los residuos peligrosos y debidamente autorizada por la SEMARNAT.</p> <p>Recuperación: Presentan alto potencial de recuperación los residuos de aceites gastados y trapos impregnados, como combustible de hornos cementeros, para el caso de los contenedores estos pueden ser reciclados para su reuso.</p>
<p>Esjonja: Conformado por producto del recubrimiento de paredes o maquinaria.</p>	<p>Origen: Proviene de las distintas obras de construcción, demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento debe darse mediante el uso de contenedores cerrados y en área de almacenamiento.</p> <p>Recolección: Su recolección puede ser efectuada por camiones recolectores de residuos sólidos urbanos.</p> <p>Recuperación: Prácticamente es un material irrecuperable causante de contaminación de otros componentes con potencialidad de recuperación. En el caso de las obras estudiadas este elemento ocasionó la contaminación del cascajo, producto de la demolición.</p>
<p>Tela</p>	<p>Origen: Proviene principalmente de las obras de demolición y remodelación.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento es a granel mediante método de área de almacenamiento.</p> <p>Recolección: Su recolección se puede realizar haciendo uso de los camiones de recolección de residuos sólidos urbanos.</p> <p>Recuperación: En la mayoría de casos, dado el desgaste, no es recuperable. En el caso de la demolición fue un contaminante del cascajo por lo que no debe mezclarse con otros componentes.</p>
<p>Alfombra</p>	<p>Origen: Proviene principalmente de las obras de demolición y remodelación de edificaciones.</p> <p>Almacenamiento: El almacenamiento es a granel y mediante el método de área de almacenamiento.</p> <p>Recolección: Se puede realizar mediante el uso de camiones cerrados o de plataforma.</p> <p>Recuperación: Presentan alto potencial de recuperación. Dependiendo de su desgaste, este componente adecuadamente retirado y almacenado tiene un alto porcentaje de recuperación.</p>

4.2.1 Análisis de las Causas de la Inadecuada Disposición de los RC&D que No Permiten su Total Aprovechamiento

En este punto analizamos la inadecuada disposición de los RC&D observada en el estudio de campo de las cuatro obras seleccionadas, las mismas que se analizaron en el cuadro anterior y de las que se concluye algunas causas que no permiten la recuperación de

la mayor cantidad de los componentes del total de los RC&D generados en las obras construcción, demolición o remodelación y que a continuación se presentan:

- Falta de un mercado dinámico o la inexistencia de quienes se dediquen a recuperar algunos componentes o elementos que forman parte de los RC&D.
- Carencia de un beneficio económico, luego de la correcta disposición del total de componentes de los RC&D generados.
- Falta de compromiso e interés de los trabajadores para realizar un adecuado almacenamiento de los residuos, ya que los disponen en el primer lugar que encuentran a la vista, siendo este no necesariamente el tipo de componente que le corresponde.
- Desconocimiento de métodos de almacenamiento de los RC&D que se generan en las distintas obras civiles.
- Falta de disposición de las propias empresas contratistas para poder realizar un almacenamiento adecuado, sustentado en la falta del factor tiempo y presupuesto además de no querer disponer de personal específico para esta tarea, y porque acarrea un costo que merma sus utilidades.
- Falta de supervisión por parte de las autoridades para hacer cumplir las leyes específicas de alcance federal.
- Falta de sanción económica a las empresas que no cumplan las leyes y normatividad dispuesta.
- Falta de convenios entre el contratista y el contratante para considerar tiempos necesarios que permitan realizar un adecuado trabajo de desconstrucción y manejo de los RC&D.

4.2.2 Propuesta de Metodología de Caracterización y Almacenamiento de los RC&D en obras de Construcción, Demolición y Remodelación

En vista de los problemas presentados en el estudio de campo referidos a la caracterización y almacenamiento de los RC&D generados en las cuatro obras estudiadas, se plantea una propuesta de metodología de Caracterización y Almacenamiento de los RC&D en obras de Construcción, Demolición y Remodelación, la que podría ser una alternativa de solución y beneficio para un adecuada manejo integral delos RC&D en beneficio de su aprovechamiento, la que a continuación se presenta tomando como modelo a las

experiencias internacionales presentadas y a los principios legales vigentes en México, referidos al tema de investigación.

Para proceder al planteamiento de la metodología, se va a considerar dos tipos de generadores, teniendo como parámetro de referencia la cantidad de 7 m³, esto en virtud a la única normatividad existente en el país relacionada al manejo de los RC&D, como es el caso de la NADF-007-RNAT-2004. En base a esta categorización se propone una metodología de caracterización y almacenamiento de los RC&D en obras de construcción y demolición; por lo que tenemos:

TABLA 4.7: Categorización del tipo de generador.

CATEGORÍA	GENERACIÓN
Pequeño generador	Generación de residuos de la industria de la construcción y demolición en cantidad menor o igual a los 7 m ³ .
Gran generador	Generación de residuos de la industria de la construcción y demolición en cantidad mayor a los 7 m ³ .

A. Caracterización y almacenamiento de los residuos de la Construcción, Demolición y Remodelación, de grandes generadores:

Al realizar una adecuada caracterización de los RC&D generados en las obras mencionadas, y un adecuado almacenamiento de estos, conllevarían al aprovechamiento potencial de los RC&D y con este fin se proponen las siguientes recomendaciones, como parte de la metodología:

PARA EL GENERADOR:

- Determinar y clasificar los componentes que se generarán como RC&D, separándolos por componentes, sabiendo inicialmente cual es el producto que cotizará el reciclador y siguiendo la categorización de la NADF-007RNAT-2004.
- Considerara el tiempo adecuado para el desmantelamiento de obra a fin de poder recuperar la mayor cantidad posible de componentes constructivos.

- Elegir y aplicar la Metodología de Área de almacenamiento, almacenamiento Puntual o la combinación de ambas, como métodos de almacenamiento para los RC&D.
- Almacenar adecuadamente los Residuos Peligrosos de acuerdo a la LGEEPA y su reglamento en materia de Residuos Peligrosos Aplicar el término de desconstrucción, referido a la separación "in situ" de los diferentes elementos constructivos como son: puertas, ventanas, vidrio, fierro, alfombras, entre otros.
- Llevar una bitácora de la generación de los residuos, en la que se indique la fecha de retiro de los residuos de la obra, la empresa encargada del manejo de los RC&D, así como la clasificación de los residuos generados ya sea por reuso, reciclaje o disposición final.
- Capacitación del personal para una adecuada clasificación y método de almacenamiento de los RC&D generados en obra.
- Contar con un listado de empresas recicladoras a fin de que sean un respaldo y destino que se encarguen del manejo de los RC&D.

PARA LOS RESIDUOS:

- Mantener separados a cada uno de los componentes de los RC&D, especialmente a los altamente contaminantes y sin potencialidad de ser recuperados.
- Almacenar los residuos del concreto, cascajo, cerámicos, roca y material pétreo, conjuntamente.
- Designar un lugar de acopio para el almacenamiento de los residuos mixtos, como son los restos de madera mezclado con materiales pétreos, pedazos de metal, etc., ya que evitaría la contaminación de otros componentes; debido a que podría resultar más caro separarlos por cada tipo de componente, en comparación con el costo que conlleva a su disposición final.
- Disponer adecuadamente los residuos sólidos, separando las servilletas y papel sanitario, residuos orgánicos y demás residuos secos en almacenes diferentes.
- Destinar el área adecuada para el almacenamiento de los RC&D y evacuarlos de obra periódicamente a fin de evitar la mezcla entre ellos.

PARA LA BASE DE DATOS:

- Realizar un análisis comparativo en porcentaje de la cantidad de residuos generados versus la cantidad de material utilizado.

- Presentar la cuantificación final de todos los elementos utilizados en la construcción respectiva.
- Presentar la cantidad de residuos generados así como la cantidad de nuevo material empleado, cuando se realice la remodelación o reparación de determinada obra civil.
- Realizar la recolección y transporte de los componentes de los residuos de la construcción y demolición, manteniéndolos separados conforme a su caracterización y almacenamiento, evitando sean mezclados unos con otros, y el servicio deberá ser hecho por un prestador que cuente con la autorización y registro respectivo ante la entidad de gobierno responsable.

B. Caracterización y almacenamiento de los residuos de la Construcción, Demolición o Remodelación, de pequeños generadores:

El manejo de los RC&D de los pequeños generadores debería estar a cargo de los municipios, ya que ellos deberían destinar un área de almacenamiento de los residuos generados. Además se debería realizar un balance de materia de la cantidad de RC&D que se generen con el fin de calcular el área de almacenamiento, su punto de ubicación, tamaño de los contenedores y zona de atención, y para tal situación se debe conocer lo siguiente:

- Las fronteras del sistema.
- Las actividades que cruzan u ocurren dentro de sus fronteras.
- La generación de residuos asociada con estas actividades.

Estos residuos se relacionarán con el número de pequeños generadores que abarque la frontera, para lo cual se recomienda realizar encuestas casa por casa, a fin de llenar el siguiente encuesta.

ENCUESTA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN, DEMOLICIÓN Y REMODELACIÓN DE PEQUEÑOS GENERADORES

PARA EL ENCUESTADOR:

Nombres y Apellidos: _____

Institución a la que representa: _____

Cargo que desempeña: _____

PARA EL ENCUESTADO:

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Cantidad de personas que viven en el inmueble: _____

El inmueble se encuentra en construcción: _____

El inmueble se encuentra en mantenimiento o remodelación: _____

Cuántas veces ha generado residuos de la construcción en los últimos dos años: _____

Qué volumen de residuos total o por proceso de trabajo ha generado: _____

Qué tipos de residuos de la construcción y demolición ha generado:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Otros: _____

Dónde y cómo dispuso sus residuos: _____

Sólo en el caso de que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, lo considere conveniente, se le dará a la información un tratamiento diferente a lo expuesto; en tal caso, la misma Secretaría establecerá el procedimiento más adecuado. Asimismo se recomienda las siguientes exigencias:

PARA LOS PEQUEÑOS GENERADORES:

- Separar los residuos por componentes, sabiendo inicialmente cual es el producto que cotizará el reciclador y siguiendo la categorización de la NADF-007RNAT-2004.
- Reportar al Municipio correspondiente la cantidad de residuos generados, en cuanto a sus distintos componentes y almacenarlos por separado.

- Movilizar sus residuos hasta los puntos señalados para el almacenamiento respectivo, realizando el pago por este servicio, dicho costo se incrementará, en caso de disponer de material mezclado, con el fin de cubrir los costos que conlleva la separación de componentes para su clasificación respectiva o para cubrir los costos de su disposición final.
- Realizar el pago respectivo por la cantidad de residuos generados, ante el ayuntamiento con la finalidad de que sus residuos sean manejados adecuadamente hasta el lugar de su disposición final.

Para el caso de los pequeños generadores, se recomienda almacenar los RC&D mediante el método de área de almacenamiento, descrito en el numeral 6.2.1.

4.2.3 Propuesta de los Diagramas de Flujo para el Manejo Integral de cada uno de los componentes de los RC&D.

En este caso se ha procedido a realizar un análisis del movimiento de cada componente de los RC&D, siguiendo el proceso de manejo integral, desde su generación hasta su disposición final de cada componente, proponiendo para esto diagramas de flujo que cada uno de los componentes debe seguir con el fin de determinar su recuperación o disposición final, esto en base a lo visto en el estudio de campo respectivo, los mismos que son presentados en el **Anexo 03**.

Una vez presentado los diagramas de flujo para cada uno de los componentes presentes en el estudio de campo de la caracterización de los Residuos de la Construcción y Demolición en Edificaciones, se ha determinado que el cumplimiento de la ruta planteada, sólo se alcanzará mediante una adecuada caracterización y almacenamiento de los RC&D generados.

4.3 Análisis del Marco Jurídico del Manejo de los RC&D en México

En el aspecto legal, para el manejo de los RC&D hasta agosto del 2008 (**Anexo 01**), se puede observar que a nivel federal prácticamente son las instituciones del gobierno las responsables del manejo integral de los distintos tipos de residuos. Este marco le da mayor importancia al manejo y control de la generación de los residuos, además de que la

normatividad exige a las instituciones del gobierno proponer los lineamientos de su manejo integral, desde su generación en origen hasta su destino final. Empero, en cuanto al cumplimiento de estas exigencias del marco jurídico, es necesario llamar la atención al gobierno en conjunto, ya que no ha habido un avanzado significativo en cuanto al planteamiento de metodologías a emplear, ni se ha incentivado la ejecución de las mismas.

Es necesario reforzar el marco jurídico a nivel federal, en cuanto a la claridad y acciones que deben ser realizadas, para un adecuado manejo integral de los RC&D desde su generación en origen hasta su destino final, ya que el generador tiene poca o escasa responsabilidad; falta precisar las acciones que se tienen que ejecutar en relación a los RC&D y no hay exigencia de pagos de fianzas ni mecanismos de supervisión para su cumplimiento. Además, se considera muy importante contar con una normatividad referida al manejo adecuado de los RC&D a nivel federal, lo que ayudaría al 100% de la eficacia en el manejo de los RC&D del territorio Mexicano.

4.3.1 Análisis de NADF-007-RNAT-2004 (aprobado el 12 de Julio del 2006)

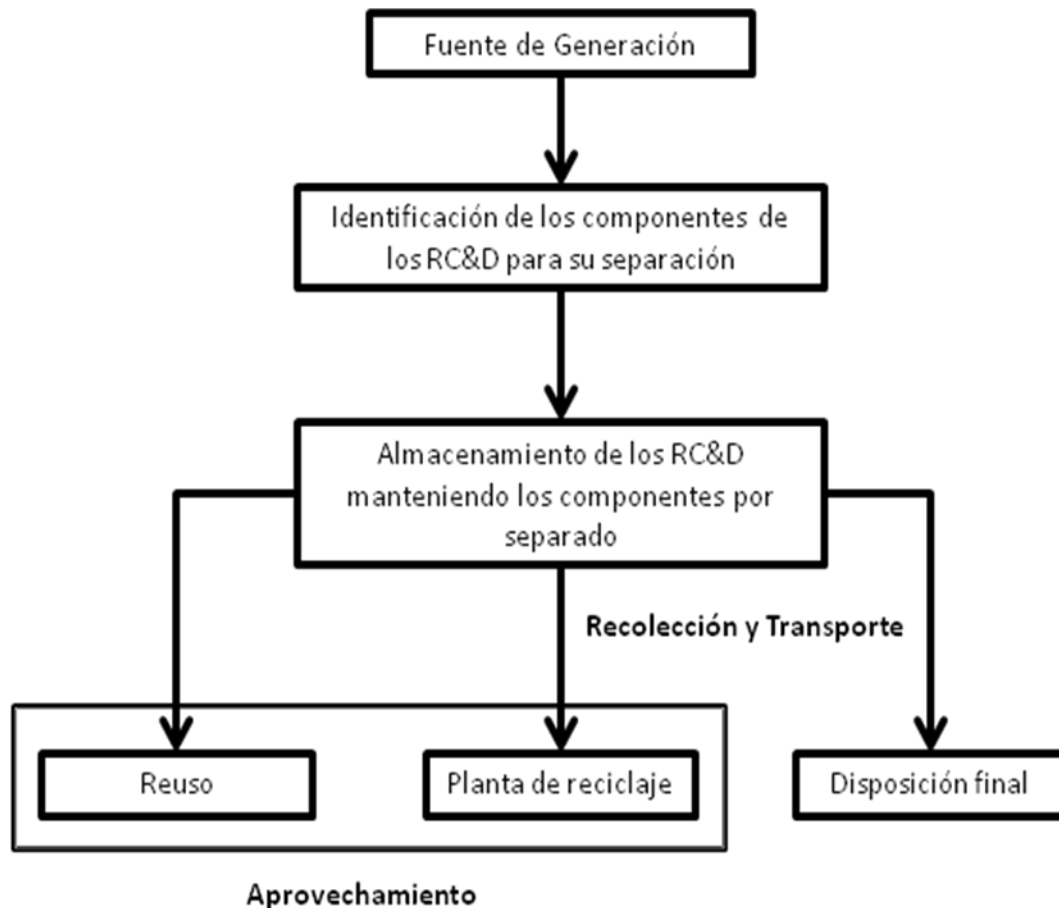
De cuerdo a lo leído se puede mencionar lo siguiente:

- De acuerdo a la NADF-007-RNAT-2004, se generan 3,000 toneladas de RC&D al día, por lo cual es necesario acotar que teniendo en cuenta los resultados obtenidos del informe de la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal referido al tema de "Minimización y Manejo de Residuos de la Industria de la Construcción", se obtuvo una generación diaria promedio de 6,084 toneladas diarias de RC&D, por lo que se podría estimar que más del 50% de los RC&D generados en el D.F. se disponen de manera inadecuada y generan la contaminación del ambiente.
- Con la finalidad de poder cumplir con el objetivo de la norma, en cuanto a clasificar y manejar adecuadamente los RC&D, es necesario considerar que el generador tome conciencia de la importancia de saber clasificar adecuadamente los diferentes tipos de componentes presentes en los RC&D, separándolos y almacenándolos de manera adecuada, a fin de brindar las facilidades para su recuperación, lo que implica el no mezclarlos, ni contaminarlos. Esto será posible capacitando al generador en cuanto a la identificación de los componentes de los RC&D, haciéndole entender la importancia

que esto conlleva en cuanto a la conservación del ambiente y sobre todo, informándole de la existencia de un mercado activo y dinámico para los RC&D.

- Es necesario darle a conocer al generador un diagrama de flujo del manejo adecuado de los RC&D, obligándolos a cumplir adecuadamente con los diferentes procesos en el que estos intervengan.

DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL MANEJO DE LOS RC&D



Elaboración Propia

- Para el caso del Distrito Federal, la iniciativa tomada en la concepción de la norma NADF-007-RNAT-2004, se hace responsable al generador de sus residuos, así como a cada una de las personas físicas o morales que intervengan en el manejo de los RC&D, pero falta ser reforzada en el aspecto de las sanciones y falta de los mecanismos necesarios para supervisar a los generadores o prestadores de servicios, además de especificar claramente cuáles son las sanciones a las que serán sometidos y cómo se

llevarán a cabo las respectivas verificaciones. Todo esto conlleva la falta de cumplimiento de los objetivos propuestos en la NADF-007-RNAT-2004.

- El generador debe de almacenar por separado cada tipo de componente de los RC&D, evitando que ocurra una mezcla entre ellos, para lo cual debe tener en cuenta cierta metodología de almacenamiento. Asimismo es recomendable que se considere el almacenamiento de residuos mixtos como producto de la mezcla de los distintos componentes que forman parte de los RC&D generados en obra.
- Para poder llevar a cabo adecuadamente el transporte de los RC&D, es necesario almacenarlos correctamente, así como programar de manera acertada el retiro de cada uno de ellos, con la finalidad de evitar mezclarlos.
- De acuerdo con las cifras estimadas, actualmente se debería estar utilizando 85,966 toneladas anuales de concreto reciclado ([Rivera, 2008](#)), lo que representa un promedio de 235.5 toneladas diarias, sin embargo, de acuerdo con la caracterización de los RC&D obtenida por Aguilar en 1996, el concreto más los bloques de concreto conforman el 47% del total de los residuos de la construcción, lo que representa oficialmente 1,410 toneladas diarias de los RC&D(NADF-007-RNAT-2004), lo cual conlleva a una generación anual de 514,650 toneladas de residuos de concreto. Y siendo mucho más exigentes, apoyándonos en una generación promedio de 6,084 toneladas diarias de RC&D (Generación de RC&D en el D.F. de 1990 a 1995), la cantidad de cascajo generado diariamente es aproximadamente 2,859 toneladas diarias.
- A julio del 2008 se reciclan diariamente 94 toneladas de cascajo (Concretos Reciclados, S.A. de C.V), lo que representa el 3.3 % de las 3,000 toneladas diarias de RC&D que se generan de acuerdo a la NADF-007-RNAT-2004. No obstante, conforme a la mencionada norma (aprobada el 12 de julio del 2006), para agosto del 2008 han pasado 2 años, lo que indica que se debería estar reciclando el 45% del cascajo generado diariamente, equivalente a 1,287 toneladas de cascajo a ser reciclados. Comparando las 94 toneladas de cascajo reciclado con las 1,287 toneladas propuestas, se presenta una deficiencia mínima del 92% en cuanto al reciclaje, resultado que indica que no se está cumpliendo con las regulaciones de la NADF-007-RNAT-2004 del Distrito Federal.
- Conforme al requerimiento de reuso y reciclaje de los RC&D para agosto del 2008, faltan mecanismos necesarios para exigir y supervisar el uso de los materiales reciclados en las obras mencionadas anteriormente.
- Para la clasificación **A** de los RC&D, actualmente en México, cada uno de estos componentes forma parte del cascajo, el mismo que es almacenado y procesado de

manera global (mezclado) como un único componente, que de ser mezclado con otros tipos de componentes será considerado contaminado; haciendo que la cantidad total generada tenga que ser llevada a su disposición final y perjudicando los procesos de su recuperación. Para la clasificación **B** de los RC&D, mientras que los residuos como producto de la excavación no se contaminen durante su proceso de manejo pueden ser recuperados para su reuso y reciclaje, pero en caso de que presenten contaminación serán llevados a su disposición final. Finalmente, para la clasificación **C** de los RC&D se debe procurar mantenerlos separados durante su manejo, ya que pueden ser recuperados a fin de ser utilizados en otros procesos diferentes al campo de la construcción y demolición.

Finalmente, es necesario mencionar que a la fecha (agosto del 2008), el Estado de México se encuentra desarrollando su proyecto de norma para el Manejo de sus RC&D, empero no existe normatividad reguladora directa para los demás estados que forman parte de los Estados Unidos Mexicanos.

4.3.2 Análisis de la Aplicación de la Norma NADF-007-RNAT-2004, en el estudio de campo realizado en las 4 obras seleccionadas

La NADF-007_RNAT-2004, referida la clasificación y manejo de los RC&D no fue aplicada por los generadores de los residuos de las distintas obras, como se detallan a continuación:

MUAC: Esta construcción se realizó bajo la Autonomía que ostenta la Universidad Nacional Autónoma de México, por lo que se realizaron los propios planteamientos y condiciones que se aplican al interior de la Ciudad Universitaria, por ello la movilización del material de excavación del área de construcción fue hacia una zona determinada para realizar el relleno del mismo, con el fin de aprovechar la roca volcánica presente; y el material PET fue entregado a la empresa recicladora ECOBAU. Los residuos sólidos fueron entregados a los camiones recolectores propios de la UNAM y los Residuos Peligrosos fueron manejados adecuadamente conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos y el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, sin aplicación de la NADF-007-RNAT-2004.

Vivienda Residencial: No se aplicó ningún plan de manejo de los RC&D, debido a que se contaba con la licencia de construcción con fecha anterior a la aprobación de la norma.

Demolición De Vivienda Residencial De Dos Niveles: No se aplicó la normatividad por desarrollarse fuera de la zona de aplicación de la NADF.

Remodelación De Edificación: No consideraron la aplicación la norma por la excusa del factor tiempo.

En todas las obras seleccionadas se exhortó la aplicación de la norma, haciendo comentarios importantes sobre los diferentes procesos de ejecución en las que se aplicaría la norma, sin embargo los contratistas no consideraron necesario la aplicación de la misma por sus propios procesos de trabajo y condiciones internas.

Para el caso de la caracterización de los componentes de los RC&D generados en las obras seleccionadas, no fue aplicable la clasificación de los RC&D de la lista presentada en la **Tabla 2.29** En términos prácticos, mientras que en la norma hace una diferenciación para los diferentes tipos de concreto que se pueden clasificar y almacenar, en la práctica el almacenamiento de este componente es de manera global si ninguna distinción de sus propiedades particulares.

4.3.3 Ventajas del Cumplimiento de la Norma NADF-007-RNAT-2004., para el Aprovechamiento de los RC&D.

La principal ventaja que brinda el aprovechamiento de los RC&D está relacionado con la disminución del volumen que será destinado para su disposición final, procurando buscar una gestión integral del manejo de los RC&D para controlar la contaminación que estos generan debido a su mala disposición en forma clandestina; además de favorecer al ecosistema permitiendo una disminución de la explotación de los elementos naturales, ya que se espera que un banco de materias primas sea explotado en su totalidad, sólo que para este caso se busca prolongar su periodo de vida útil.

Sin embargo, otra de las ventajas que el aprovechamiento de los RC&D brinda es la de incentivar a la investigación sobre el uso de los RC&D.

Tomando en cuenta a los resultados referidos al reciclaje de RC&D efectuado en el estudio de campo a las 4 obras seleccionadas se evalúan los resultados esperados del reciclaje excluyendo la cantidad de residuos producto de la excavación, los que hubieran sido aprovechados con un adecuado manejo de los RC&D.

TABLA 4.8: Reciclaje efectuado en las 4 obras estudiadas y reciclaje esperado de los RC&D.

	Material	Cant (t)	%	Reciclaje Efectuado		Reciclaje Esperado	
				%	Cant (t)	%	Cant (t)
1	Cascajo	3202.3	65.17			90	2882.1
2	Madera	903.2	18.38	0.4	3.5	90	812.9
3	Chatarra	209.3	4.26	100.0	209.3	100	209.3
4	RS	193.3	3.93				
5	Mármol	184.6	3.76			100	184.6
6	Concreto	144.7	2.94			100	144.7
7	Tabla roca	48.0	0.98				
8	Plástico	10.5	0.21	6.7	0.7	30	3.2
9	Vidrio	10.4	0.21	4.8	0.5		
10	Residuos peligrosos	4.5	0.09	46.7	2.1		
11	Misceláneos	3.3	0.07				
		4914.1	100.00	4.40	216.1	86.22	4236.7

ÁREA A CONSTRUIDA = 22809

Conforme a los resultados obtenidos de la Tabla 3.7 sobre los estudios de campo efectuados, prácticamente con la metodología empleada por los generadores de los RC&D sólo se recuperó alrededor del 5% de los RC&D generados, sin embargo con un adecuada caracterización y almacenamiento el potencial de recuperación de los materiales reciclados en México está alrededor de un 85% del total generado.

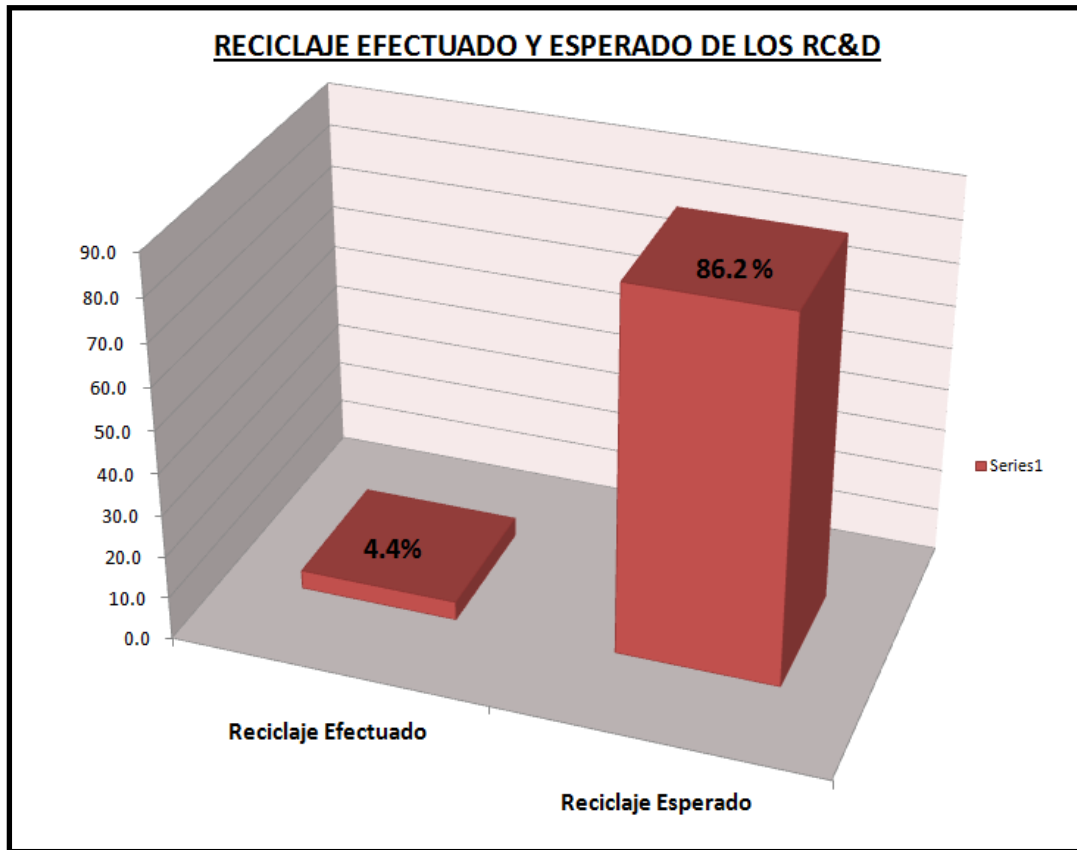


Figura 4.13: Proporción entre la recuperación de RC&D efectuada en campo en comparación con la recuperación esperada de los RC&D generados, ambos en porcentaje referido al total generado

4.3.4 Propuesta de Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para la Caracterización y Almacenamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición.

La presentación de los resultados esperados nos sirven de guía para mirar hacia el horizonte de las utilidades o beneficios que traería para este país el aprovechamiento de los RC&D, sin embargo observamos las consecuencias y pérdidas en la industria de la construcción, y todo ello por los inadecuados métodos de caracterización y almacenamiento de los RC&D que fueron aplicados, es por esto que este Anteproyecto de Norma tiene como objetivo establecer los procedimientos para llevar a cabo la caracterización de la generación y almacenamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición que se genera en la Industria

de la Construcción, considerando un alcance de observancia obligatoria en todo el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, para las personas físicas y morales, entidades públicas y privadas, responsables de la generación de los residuos de la industria de la construcción y prestadoras de servicio que intervengan en su generación, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

La finalidad de la norma propuesta es la de garantizar el manejo integral de los RC&D desde su generación hasta su disposición final, para procurar el aprovechamiento de la mayor cantidad posible de RC&D generados, la misma que toma en cuenta que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (**anexo 05**) establece que en la elaboración de las normas oficiales mexicanas deben participar las dependencias a quienes corresponda la regularización o el control ya sea de producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia que se quiere normar. Este Anteproyecto de Norma se presenta en el **anexo 06**, por su extensión y detalles reiterantes en los distintos análisis.

4.4 Análisis de los Programas de Obras del Gobierno Federal y de la Iniciativa Privada para el Manejo de los RC&D

A la fecha los programas específicos referidos al manejo de los RC&D por política pública, se viene dando por iniciativa estatal, ya que el Distrito Federal cuenta con una normatividad al respecto; además en cuanto al Estado de México, ellos vienen desarrollando su Norma Técnica Estatal referida al manejo de los RC&D.

La política Federal, a agosto del 2008 no ha atacado de manera frontal el manejo adecuado de los RC&D, ya que carece de una ley de alcance nacional que permita a las distintas entidades públicas tener un lineamiento específico en el cual respaldarse, a fin de exigir el cumplimiento de un adecuado manejo de los RC&D.

En el caso del sector privado se podría decir que todo queda en buenas intenciones y buenos deseos, ya que a la hora de realizar un adecuado manejo de los RC&D no se aprecian resultados, todo ello con la excusa de los costos que implica una adecuada gestión de los RC&D, y además en el caso de no cumplir con la normatividad exigida no habría sanciones que superen los costos que conlleva el adecuado manejo de los RC&D.

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) merece un llamado de atención por el nulo interés mostrado para el manejo integral de los RC&D, ya que para obtener datos referidos a la generación de los RC&D en el Distrito Federal se acordó que se harían cargo de aplicar encuestas de generación de RC&D (**Anexo 04**), en el mes de marzo del 2007 y a posteriori entre todos sus agremiados, para las obras desarrolladas principalmente entre Agosto del 2006 a Diciembre del 2007, pero hasta agosto del presente no se tuvo ninguna respuesta positiva de haber sido aplicada. Por lo tanto se confirma el escaso interés del sector privado en el manejo de los RC&D, a pesar que el principal objetivo del manejo integral de los RC&D es el control de la contaminación ambiental que genera su mala disposición.

4.5 Análisis de la Adaptación de la Normatividad Nacional Relativa a Estudios de Generación de Residuos Sólidos Urbanos

La aplicación de la Normatividad relativa a estudios de generación de residuos sólidos urbanos, no fue aplicable, pero sirvió como normatividad a fin de realizar el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos.

CAPÍTULO V

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

En este último capítulo se presentan las conclusiones más significativas, las mismas que rescatan todo el trabajo del estudio de campo, así como las experiencias exitosa en el estudio de la caracterización y almacenamiento de los RC&D y el aspecto legal pertinente. También se presentan recomendaciones para la mejora y avance de este tema de investigación.

5.1 CONCLUSIONES

1. En las cuatro obras estudiadas, únicamente se reciclo el 4% de la cantidad total de los residuos generados, siendo llevados a su disposición final el 96% de los residuos restantes, ocasionando con ellos que la potencialidad de reciclaje de cada uno de los componentes de los RC&D, no sea aprovechado.
2. El componente de los RC&D que se representa en mayor cantidad, es el cascajo, el mismo que presenta un alto potencial de recuperación, pero debido a su contaminación con otros componentes, es el más contaminado.
3. El porcentaje de RC&D generados que puede ser recuperado está alrededor del 86%, siempre y cuando se mantengan cada uno de los componentes adecuadamente caracterizados y almacenados desde su generación hasta su destino final, pasando por un manejo integral de la mano con los mecanismos técnico legales que prácticamente obliguen a los involucrados a tomar conciencia de la importancia del manejo adecuado de estos residuos a fin de controlar la contaminación que ocasionan al medio ambiente.
4. En es estudio de campo para la caracterización de los RC&D de edificaciones, en ninguna de las 4 obras estudiadas hay un adecuado almacenamiento del total de los componentes de los RC&D; los cuales inicialmente pueden estar adecuadamente separados, pero al disponerlos son mezclados unos con otros causando que los componentes se contaminen mutuamente por lo que su potencial de recuperación es nulo; además este problema se intensifica con la falta de interés que muestran los generadores de los RC&D, quienes usan el pretexto de la falta de partida presupuestal

para el adecuado manejo de los RC&D, y con la falta de sanciones que obligue a los generadores a realizar un adecuado manejo de los RC&D.

5. El manejo inadecuado que se viene realizando actualmente de los RC&D, solo permite que se pueda recuperar alrededor del 4% de la cantidad total generada, lo cual es un indicativo de la ineficiencia y poca importancia que se le brinda los RC&D, ocasionando con ello que se incremente la contaminación del ambiente, debido a que en muchos de los casos son dispuestos clandestinamente en áreas ejidales, barrancas, camellones, entre otros.
6. Es recomendable crear un área de almacenamiento para todos aquellos residuos mezclados, que en mucho de los casos la realización de su separación es poco conveniente, ya que demanda mucho tiempo o en el mejor de los casos las cantidades a obtener son poco representativas en comparación con la cantidad que se ha generado de manera separada de cada residuo. A este nuevo componente se le podría llamar "componente mixto", el cual evitaría la contaminación de los componentes potencialmente recuperables y con ello la disminución de la cantidades de residuos que actualmente son llevados a su disposición final en los distintos rellenos sanitarios autorizados para la recepción de los RC&D.
7. Es necesario que se promueva la creación de un relleno dirigido a la recepción de los RC&D.
8. La realización de la caracterización de los RC&D in situ, ha permitido definir los componentes que se presentan en mayor cantidad en la composición de los mismos, permitiéndonos identificarlos, como son: el concreto, cascajo, madera y chatarra, los cuales se tienen que almacenar de manera adecuada a fin de poder aprovecharlos y disminuir considerablemente las cantidades de los RC&D para su disposición final.
9. Los resultados obtenidos, dependerán del tipo de obra, la magnitud, volumetría, nivel socio económico para el que es dirigido, lugar de la edificación, experiencia del constructor y año de ejecución, como características principales a tener en cuenta, los cuales van a marcar la predominancia de los diferentes tipos de residuos que se generen.

10. La escasa disposición de los generadores para el adecuado manejo de los RC&D, se ve influenciado debido a que los programas del gobierno federal, a la fecha, no ha atacado frontalmente y de manera puntual el manejo integral de los RC&D, careciendo de una Ley o Normatividad de alcance nacional, que permita a las distintas entidades públicas, tener un lineamiento jurídico específico, en el cual respaldarse a fin de exigir el cumplimiento adecuado del manejo de los RC&D. Además de la falta de mecanismos técnicos, administrativos y legales, que deben ir de la mano con las sanciones y adecuado proceso de supervisión, a fin de hacerlas cumplir, presentando un costo superior al manejo que realice el propio generador.
11. En el caso de los programas de la iniciativa privada, existe una planta para el reciclaje del concreto ubicada en la Delegación Iztapalapa en el Distrito Federal, denominada "Concretos Reciclados, S.A. de C.V.", pero a la fecha la cantidad de RC&D que se reciclan diariamente no cubre las expectativas esperadas, (lo cual se considera que es el único aporte de la iniciativa privada), toda vez que al momento de realizar un adecuado manejo de los RC&D respecto a la normatividad del Distrito Federal, su aplicación es escasa, debido principalmente a que no hay mecanismos de supervisión que vigile el adecuado manejo de los RC&D que obliguen al generador a llevar sus residuos a las distintas empresas de reciclaje.
12. En el caso del sector privado, este se muestra indiferente en cuanto al manejo integral de los RC&D.
13. En el caso de la selección de la obra que sea representativa, el parámetro principal que definió su selección, fue las facilidades que brindó el constructor a fin de permitir realizar el estudio de caracterización de los RC&D en campo y no de las características propias de la obra ni en relación al tipo de construcción que se ejecuta en mayor cantidad.
14. En el caso de la realización del estudio de caracterización de los RC&D, se trató de aplicar la norma NADF-007-RNAT-2004, la cual sólo se logró, en cuanto a lo referido a la identificación de componentes de los residuos, debido al poco interés que los generadores muestran en cuanto a su cumplimiento, basados en que mantienen su propio procedimiento de trabajo; en líneas generales la norma NADF-007-RNAT-2004 del Distrito Federal no se aplicó en ninguna de las obras estudiadas.

15. Para el caso de la adaptación de la normatividad mexicana relativa a la generación de los Residuos Sólidos Urbanos, para su aplicación en el estudio de caracterización de los RC&D, esta no fue aplicada para ninguna de las obras estudiadas, debido a que los residuos fueron, almacenados de manera conjunta sin realizar la separación respectiva, salvo el PET para el caso del Museo.
16. Las ventajas que brinda la adecuada generación de los RC&D, están relacionadas con el potencial de recuperación de los componentes que lo conforman. Ya que, de darse el caso, esto representaría una disminución considerable de la cantidad de residuos para su disposición final, además de reforzar los lineamientos para la gestión controlada de los RC&D y de incentivar la investigación relacionada con la aplicación y uso de los RC&D.
17. Es necesario contar con una Norma Oficial Mexicana de alcance nacional referido al manejo integral de los RC&D desde su generación hasta su disposición final, a fin de que se cuente con la normatividad adecuada para al menos tratar de controlar estos residuos y con ello reducir la contaminación al ambiente que vienen causando.

Como todo proceso en estudio y de aplicación, se obtendrán ventajas por su aplicación, las mismas que se describen a continuación, conforme se espera se presenten estas:

- Permite la disposición adecuada de los RC&D, mediante una adecuada clasificación de los mismos.
- Permite obtener el porcentaje de composición de los RC&D, conforme a los materiales utilizados.
- Permite obtener la cantidad en condiciones adecuadas de los RC&D para su reuso y reciclaje para su aprovechamiento.
- Permite dar la prioridad adecuada a aquellos materiales con potencialidad económica de aprovechamiento.
- Permite disminuir la cantidad de material para su disposición adecuada.
- Permite mantener limpia y ordenada las Obras Civiles.

- Permite realizar la Gestión de RC&D "in situ", que a la larga representa menor afectación al ecosistema.
- Representa la posibilidad de obtener ingresos económicos por la comercialización que pueden llegar a tener los RC&D.
- Necesidad de contar con legislación adecuada que permita regular la generación de RC&D.

A continuación se presentan las desventajas esperadas por la aplicación de la metodología en estudio:

- Para las empresas ejecutoras, representa un incremento en los costos de ejecución de la obra civil.
- Para la empresa ejecutora, representa la necesidad de contar con personal capacitado para la realización adecuada de la generación y clasificación de los RC&D.
- Se tiene la necesidad de disponer de un lugar para el almacenamiento temporal de los RC&D, de ser el caso.
- Posibilidad de empresas que no quieran cumplir con el proceso de generación de los RC&D.

1.2 RECOMENDACIONES

- por lo que se recomienda darle prioridad en su manejo integral, sin contaminarlo con otros componentes de propiedades físicas y químicas distintas.
- Se recomienda que ya sea a nivel de educación, privada o estatal, se continúen con los estudios de generación y caracterización de los RC&D, los mismos que deberán ejecutarse para los diferentes tipos de obras civiles, lugar y nivel socio económico, teniendo en cuenta que cada país presenta sus propias características y procesos constructivos, con lo cual los resultados varían de un lugar a otro, llegando incluso al nivel de estados.

- Se recomienda la realización de un estudio de generación y caracterización de los RC&D, con un mínimo de dos obras con similares características, a fin de que nos permita obtener un comparativo y rango de generación de residuos, a fin de proyectar un estimado confiable ante la ejecución de otras nuevas obras, de características similares.
- Es necesario crear un banco de datos en cada municipio o entidad encargada de la autorización de obra, mediante el resguardo de las cuantificaciones de cada tipo de obra, ya sea detallada o de manera general (agrupando elementos homogéneos en componentes), para de esta manera conocer la volumetría que se generara, en el momento de la demolición de las obras.
- Conociendo los estimados de los RC&D generados, se tendrá un panorama mucho más claro de la cantidad real que se genera de este tipo de residuos, lo cual permitirá una mejor gestión y toma de decisiones, así como el estimado en cuanto a las sanciones económicas respectivas, ante la falta de cumplimiento de las normas y leyes respectivas.
- Deben haber sanciones económicas para aquellos que no hagan un adecuado manejo de los RC&D, los cuales deben ser superiores al costo de realizar un manejo adecuado, a fin de que tomen conciencia de la importancia de ello.

ANEXO 01

MARCO JURÍDICO

A continuación se procede a complementar el marco jurídico de estudio, referido al manejo de los RC&D.

1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente - LGEEPA (Reforma del 5 de Julio del 2007)

Título Primero - Disposiciones Generales

Capítulo II: Distribución de Competencias y Coordinación

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

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;

Título Cuarto - Protección al Ambiente

Capítulo IV: 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:

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;

2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Reforma del 22 de mayo del 2006)

Título Primero - Disposiciones Generales

Capítulo Único: 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:

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;

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

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:

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;

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

Título Segundo - Distribución de Competencias y Coordinación

Capítulo Único: Atribuciones de los Tres Órdenes de Gobierno y Coordinación entre Dependencias

Artículo 7.- Son facultades de la Federación:

XIV. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia, de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes de la gestión integral de los residuos;

Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas:

X. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo integral de los residuos de su competencia;

Título Sexto - De la Prevención y Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y De Manejo Especial

Capítulo Único

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;

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

3 Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (Reforma 10 de febrero del 2004)

Título Primero - De Las Disposiciones Generales

Capítulo Único: Del Objeto De Ley

Artículo 1º. La presente Ley es de observancia en el Distrito Federal, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

Título Segundo - De la Competencia

Capítulo I: De las Facultades

Artículo 6º. Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las siguientes facultades:

V. Integrar un inventario de los residuos sólidos y sus fuentes generadoras, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones;

VII. Promover la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, equipos, sistemas y procesos que eliminen, reduzcan o minimicen la liberación al ambiente y la transferencia de uno a otro de sus elementos, de contaminantes provenientes del manejo de los residuos sólidos;

Artículo 8º. Corresponde a la Secretaría de Salud del Distrito Federal, en el ámbito de su competencia, emitir recomendaciones y, en coordinación con la Secretaría y la Secretaría de Obras y Servicios, determinar la aplicación de las medidas de seguridad, dirigidas a evitar riesgos y daños a la salud de la población, derivados del manejo, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Capítulo II: De las Disposiciones Complementarias de la Política Ambiental

Artículo 11. La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Obras y Servicios y con opinión de las delegaciones, formulará y evaluará el Programa de Gestión Integral de los Residuos Sólidos, mismo que integrará los lineamientos, acciones y metas en materia de manejo integral de los residuos sólidos y la prestación del servicio público de limpia con base en los siguientes criterios:

I. Adoptar medidas para la reducción de la generación de los residuos sólidos, su separación en la fuente de origen, su recolección y transporte separados, así como su adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final;

XIV. Establecer las medidas adecuadas para reincorporar al ciclo productivo materiales o sustancias reutilizables o reciclables y para el desarrollo de mercados de subproductos para la valorización de los residuos sólidos;

XV. Fomentar el desarrollo uso de tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización y valorización de los residuos sólidos;

Artículo 15. En aquellos casos en que sea técnica y económicamente factible, la o el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, a través de las autoridades competentes, promoverá la creación de mercados de subproductos que establezcan mecanismos que involucren la participación de los productores, distribuidores, comercializadores y consumidores en la valorización de los materiales y productos que se conviertan en residuos sólidos.

Título Tercero - De la Prevención y Minimización de la Generación de los Residuos Sólidos

Capítulo I: De las Disposiciones Generales

Artículo 22. Para la prevención de la generación, valorización y manejo de los residuos sólidos, se incluirá en el reglamento las disposiciones para formular planes de manejo, guías y lineamientos para generadores de alto volumen de los residuos sólidos.

Artículo 25. Queda prohibido por cualquier motivo:

XII. Mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos e industriales no peligrosos; y

Artículo 26. Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidarios en caso de provocarse la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos sólidos, así como su mezcla con otros residuos ya sean de tipo orgánico o peligrosos. El frente de las construcciones o inmuebles en demolición deberán mantenerse en completa limpieza, quedando prohibido almacenar escombros y materiales en la vía pública.

Los responsables deberán transportar los escombros en vehículos adecuados que eviten su dispersión durante el transporte a los sitios que determine la Secretaría de Obras y Servicios.

Capítulo III: De la Clasificación de los Residuos Sólidos

Artículo 29. Para los efectos de esta Ley, los residuos sólidos se clasifican en:

I. Residuos urbanos; y

II. Residuos de manejo especial considerados como no peligrosos y sean competencia del Distrito Federal.

Artículo 31. Son residuos de manejo especial, siempre y cuando no estén considerados como peligrosos de conformidad con las disposiciones federales aplicables, y sean competencia del Distrito Federal, los siguientes:

V. Los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción civil en general;

Capítulo IV: De la Separación de los Residuos Sólidos

Artículo 33. Todo generador de residuos sólidos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales y similares.

...

Título Cuarto - Del Servicio Público de Limpia

Capítulo IV: De la Disposición Final

Artículo 49. Los residuos sólidos que no puedan ser tratados por medio de los procesos establecidos por esta Ley, deberán ser enviados a los sitios de disposición final.

4 Ley Ambiental del Distrito Federal (Reforma 04 de junio del 2004)

Título Tercero - De la Política de Desarrollo Sustentable

Capítulo V: Normas Ambientales para el Distrito Federal

ARTÍCULO 36. - La Secretaría, en el ámbito de su competencia emitirá normas ambientales las cuales tendrán por objeto establecer:

II. Los requisitos, condiciones o límites permisibles en la operación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento, industrialización o disposición final de residuos sólidos;

Título Cuarto - De la Protección, Restauración y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales

Capítulo V: Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo

ARTÍCULO 111.- Para la conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del suelo en el territorio del Distrito Federal, se considerarán los siguientes criterios:

V. La acumulación o depósito de residuos constituye una fuente de contaminación que altera los procesos biológicos de los suelos; y

Título Quinto - De la Prevención, Control y Acciones Contra la Contaminación Ambiental

Capítulo III: Sección I Residuos No Peligrosos

ARTÍCULO 169. - Durante las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos, se prohíbe:

VI. La mezcla de residuos peligrosos con residuos sólidos;

ARTÍCULO 170.- Es responsabilidad de la Secretaría elaborar programas para reducir la generación de residuos.

La generación, la separación, el acopio, el almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos, estarán sujetas al Reglamento de ésta Ley y a la normatividad correspondiente.

5 Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (Reforma 7 de Julio del 2005)

TÍTULO PRIMERO - DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

Artículo 3.- Para los efectos de esta Ley, se consideran obras públicas los trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, conservar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles. Asimismo, quedan comprendidos dentro de las obras públicas los siguientes conceptos:

I. El mantenimiento y la restauración de bienes muebles incorporados o adheridos a un inmueble, cuando implique modificación al propio inmueble;

II. Los trabajos de exploración, geotecnia, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas que se encuentren en el subsuelo y la plataforma marina;

III. Los proyectos integrales o llave en mano, en los cuales el contratista se obliga desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyéndose, cuando se requiera, la transferencia de tecnología;

IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo y subsuelo; desmontes; extracción y aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;

V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos naturales;

VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria;

VII. La instalación, montaje, colocación o aplicación, incluyendo las pruebas de operación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, siempre y

cuando dichos bienes sean proporcionados por la convocante al contratista; o bien, cuando incluyan la adquisición y su precio sea menor al de los trabajos que se contraten, y

VIII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

6 Código Financiero del Distrito Federal 2005 (Edición 2005)

Sección Décima Tercera: De los derechos por servicios de demolición

ARTICULO 263.- Por los servicios de demolición que preste el Distrito Federal se pagarán derechos equivalentes a la erogación que éste deba hacer por cada metro cuadrado de construcción demolida.

Sección Décima Quinta: De los derechos por los servicios de recolección y recepción de residuos sólidos

ARTICULO 265.- Por los servicios de recolección y recepción de residuos sólidos que generen los establecimientos mercantiles, empresas, fábricas, tianguis y mercados sobre ruedas, mercados públicos, centros de abasto, grandes concentraciones comerciales, industrias y similares, así como las dependencias y entidades federales, generadoras de residuos sólidos en alto volumen que presta el Gobierno del Distrito Federal se pagarán los derechos correspondientes conforme a las siguientes cuotas:

III. Por el servicio de recepción de residuos de la construcción en estaciones de transferencia, por cada 100 kilogramos o fracción: **\$81.00**

V. Por el servicio de recepción de residuos sólidos no peligrosos de manejo especial en sitios de disposición final por cada 100 kilogramos o fracción: **\$146.60**

Para los efectos de estos derechos se considerarán residuos de manejo especial aquellos establecidos en la legislación aplicable.

ANEXO 02

**CONSIDERACIONES PARA LA
SELECCIÓN DE UN DETERMINADO
GRUPO DE OBRAS CIVILES**

Estas consideraciones se sugiere tomarlas en cuenta en el caso que se requiera o estime realizar un estudio de caracterización de RC&D mediante la selección de un mínimo de 2 obras civiles, las mismas que podrían registrarse bajo determinados criterios de selección como son:

- a) Los tipos de obras civiles a ser seleccionadas deberán guardar concordancia en cuanto a su clasificación y tipo, como puede ser el estudio de edificación de oficinas, edificación de departamentos, construcción de carreteras, etc.
- b) Deben tener un diseño arquitectónico y volumetría similar.
- c) El proceso constructivo a ejecutar debe ser similar entre las obras en estudio.
- d) Deben encontrarse dentro de una misma zona geográfica o en su defecto con similares características, siendo necesario considerar un análisis comparativo entre cada una de ellas, teniendo en cuenta la clase socioeconómica a la cual va dirigida, clima y zona geográfica.
- e) Se obtener parámetros comparativos en cuanto a la caracterización de los RC&D generados, así como la influencia de la experiencia del constructor e inclusive parámetros de calidad en cuanto a los procesos utilizados y rangos de las cantidades de residuos generadas.
- f) Realizar una evaluación de generación de residuos por etapas constructivas para la cimentación, ejecución de estructuras de concreto, ejecución de acabados, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, así como una evaluación global de todos los RC&D generados en cada una de las obras en estudio.
- g) De acuerdo a la magnitud de la obra se pueden considerar diferentes estudios de caracterización y generación, como por ejemplo los bloques constructivos; teniendo en cuenta que deberán permitir hacer comparaciones en cuanto a las cantidades generadas de RC&D.

Tomando en cuenta todas las recomendaciones se podría realizar comparaciones adecuadas en cuanto a cantidades obtenidas de los diferentes componentes presentes en los RC&D, permitiendo la obtención de un promedio aproximado de cada uno de ellos, ya sea por etapas constructivas o por el global del estudio realizado.

ANEXO 03

**DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS
COMPONENTES DE LOS RC&D**

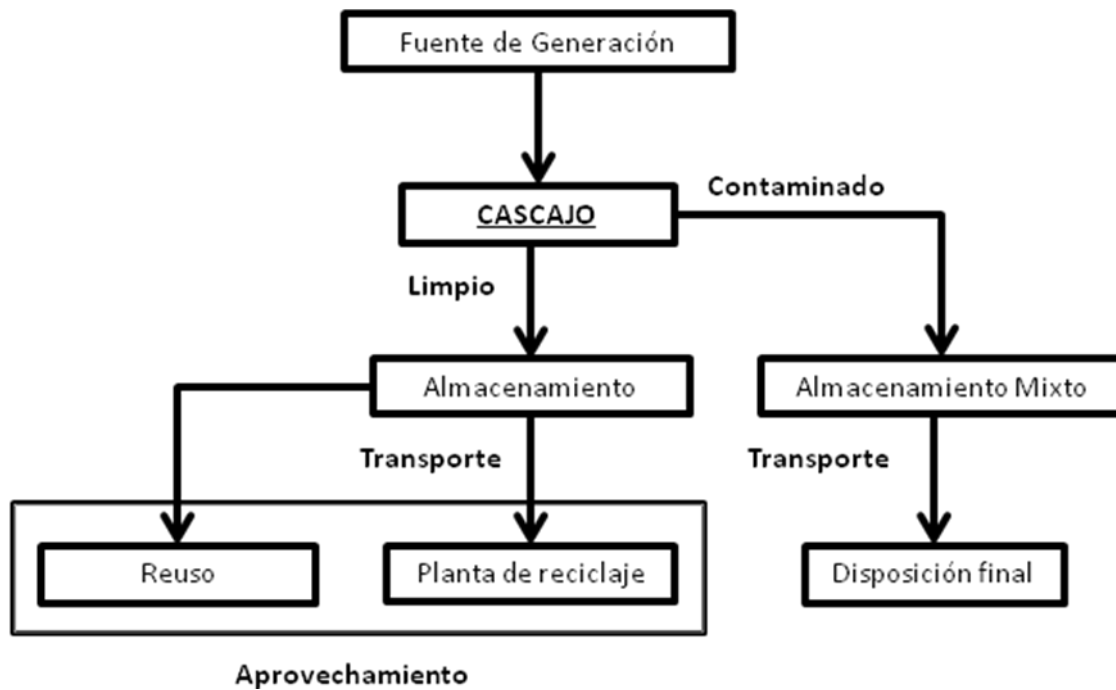


Diagrama 01: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente cascajo.

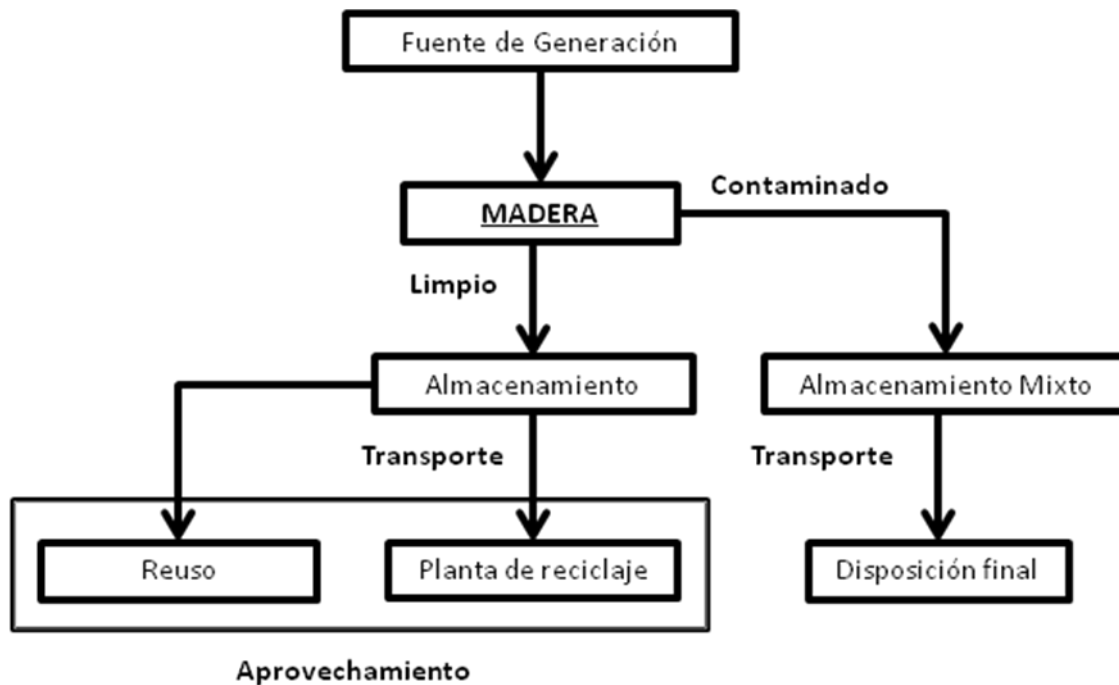


Diagrama 02: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente madera (Actualmente en México no hay un mercado de reciclaje de la madera)

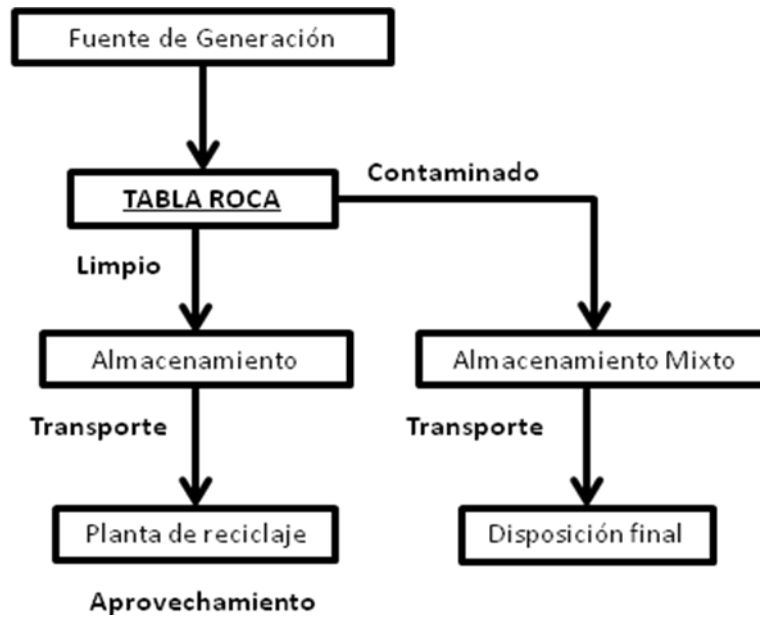


Diagrama 03: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente tabla roca (Actualmente en México no hay un mercado de reciclaje de la tabla roca y el reuso es prácticamente nulo)

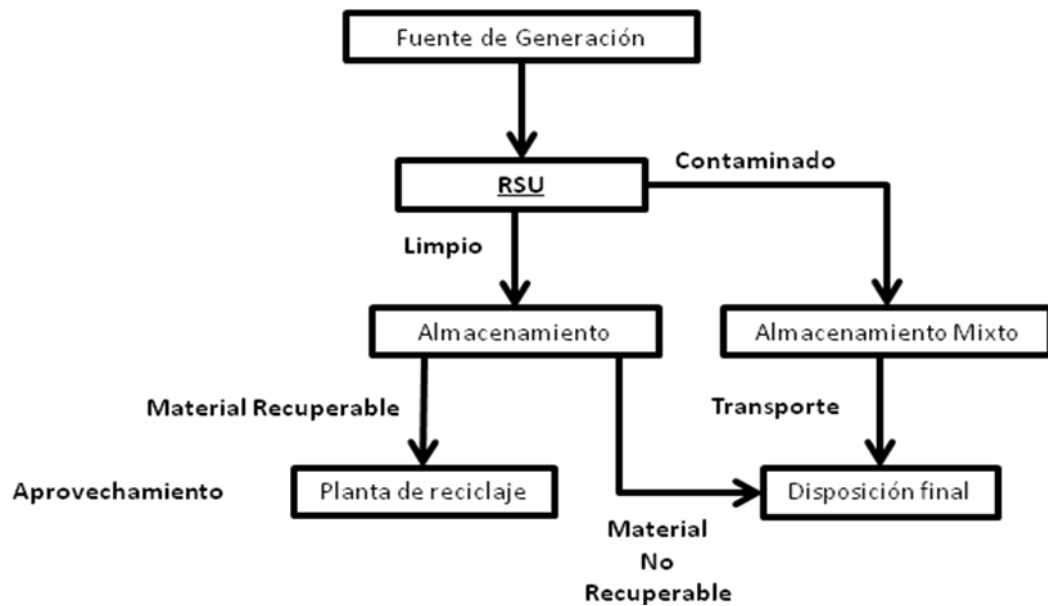


Diagrama 04: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo del componente Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

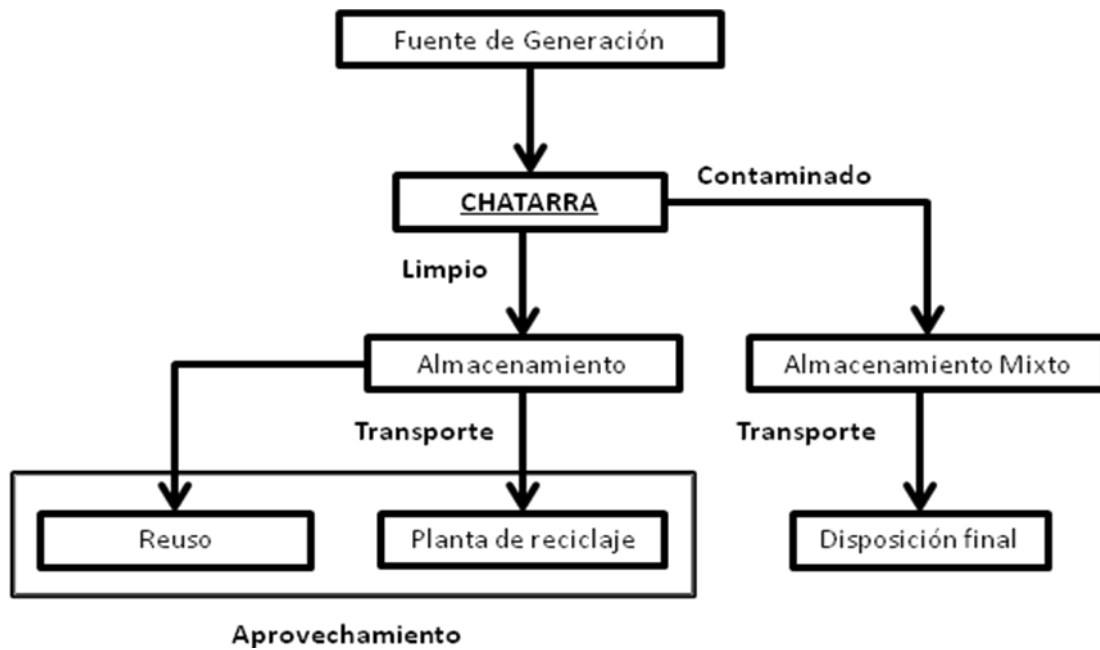


Diagrama 05: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Chatarra.

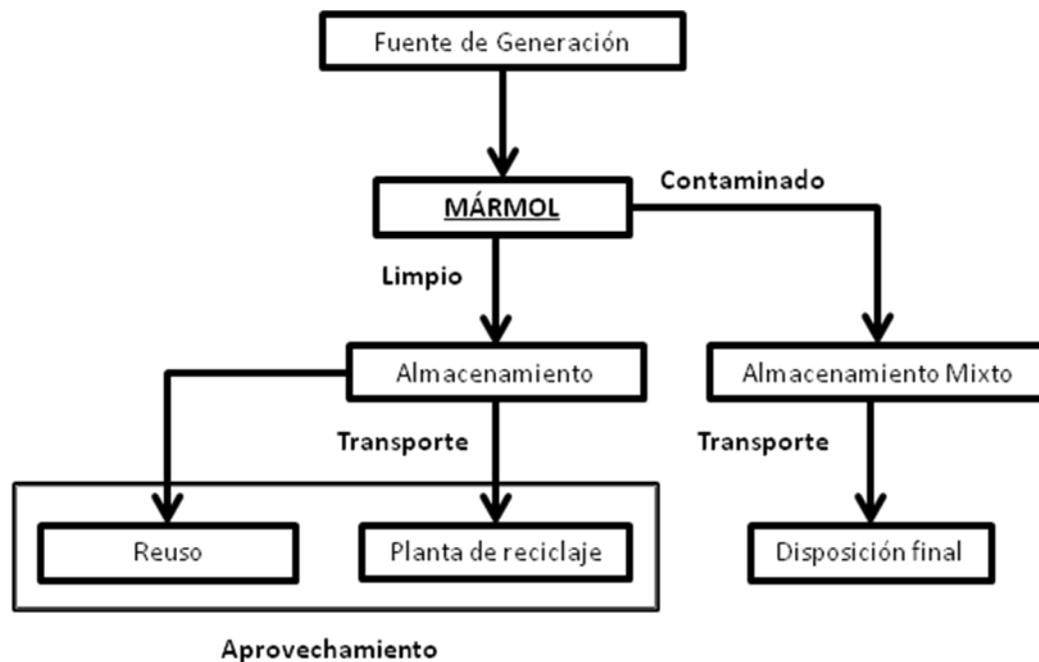


Diagrama 06: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Mármol (En el caso de México, este componente puede ser manejado conjuntamente con el cascajo)

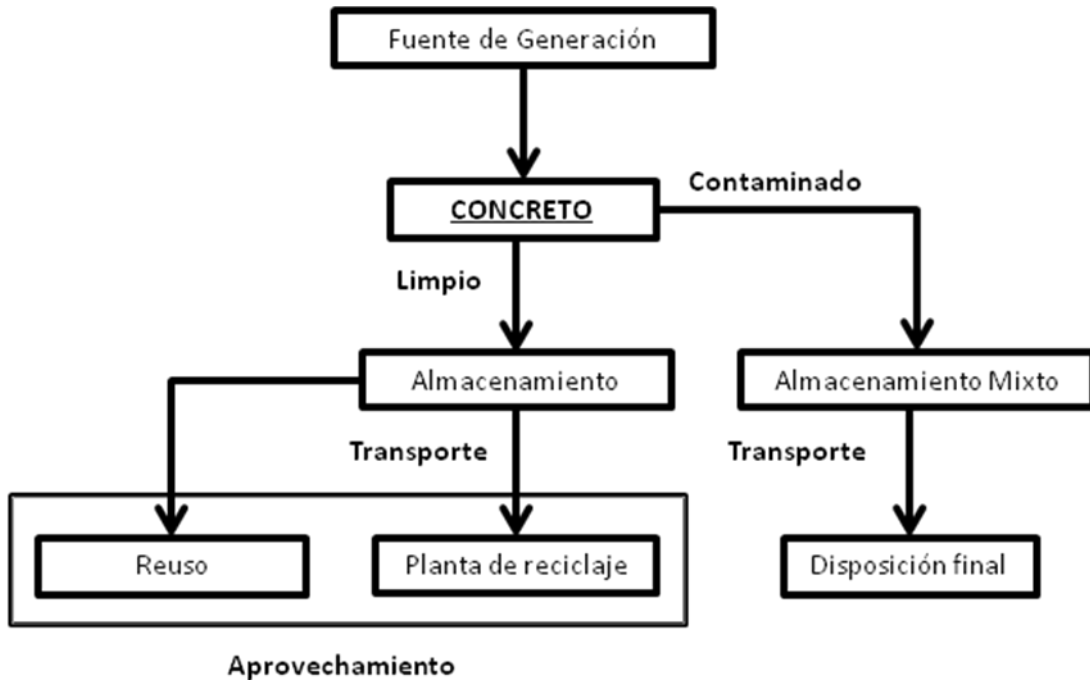


Diagrama 07: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Concreto (En el caso de México, este componente puede ser manejado conjuntamente con el cascajo).

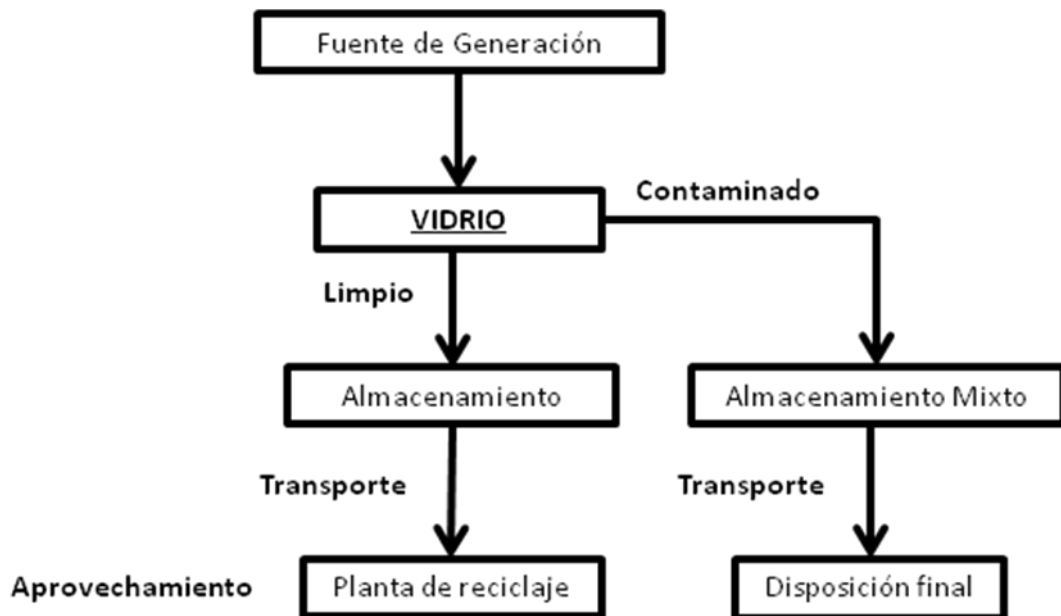


Diagrama 08: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Vidrio.

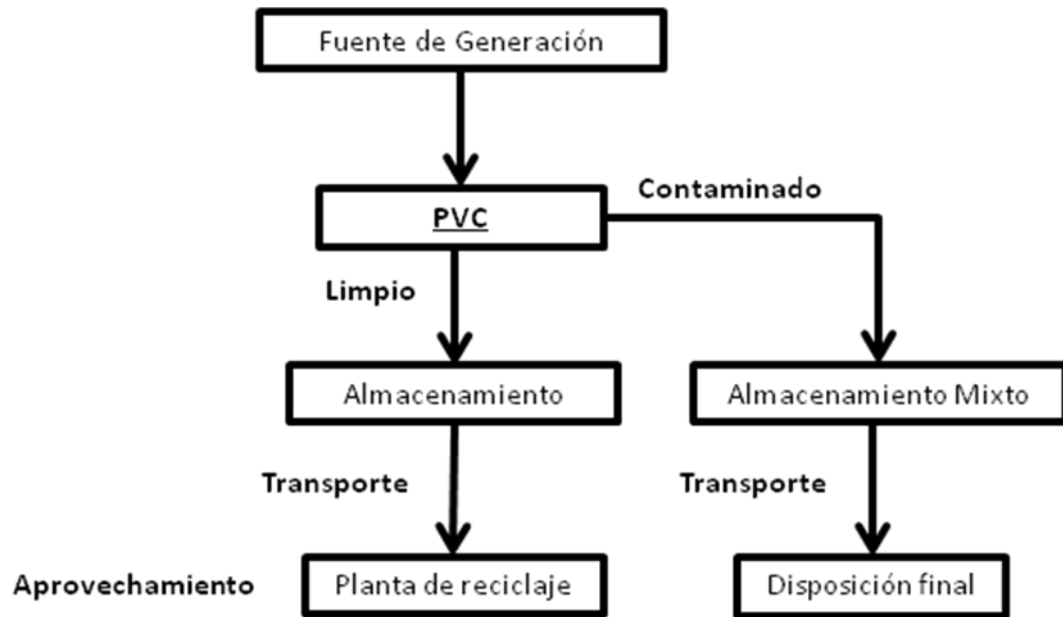


Diagrama 09: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente PVC.

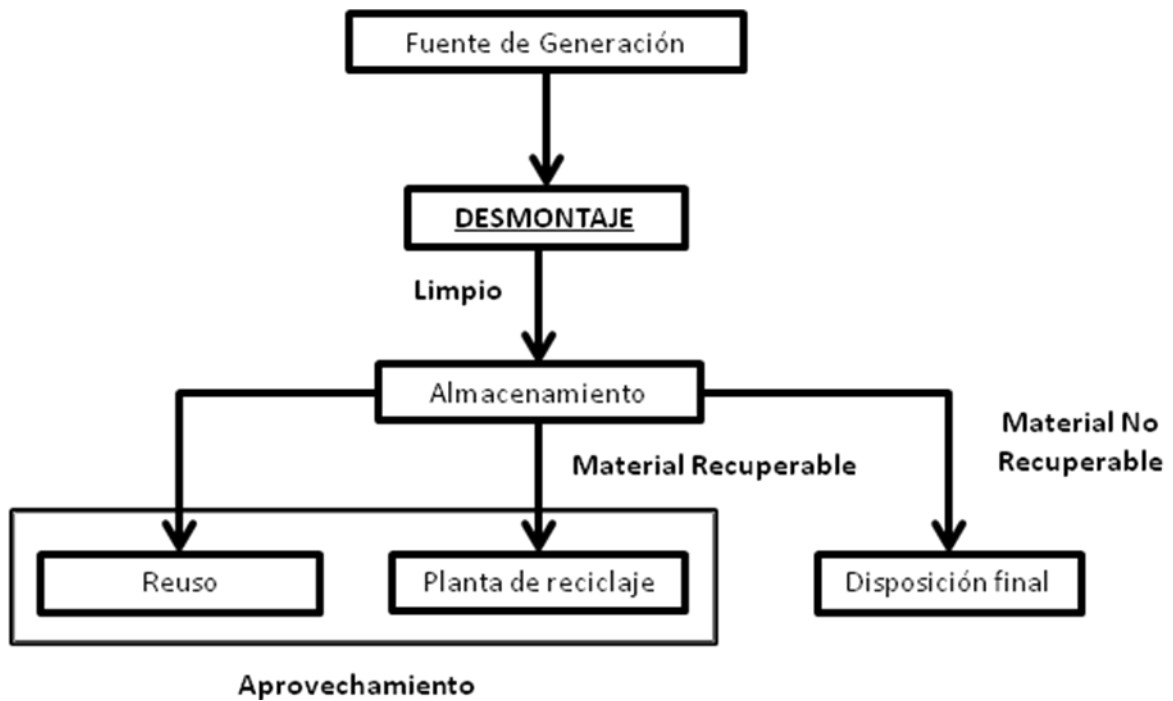


Diagrama 10: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Desmontaje.

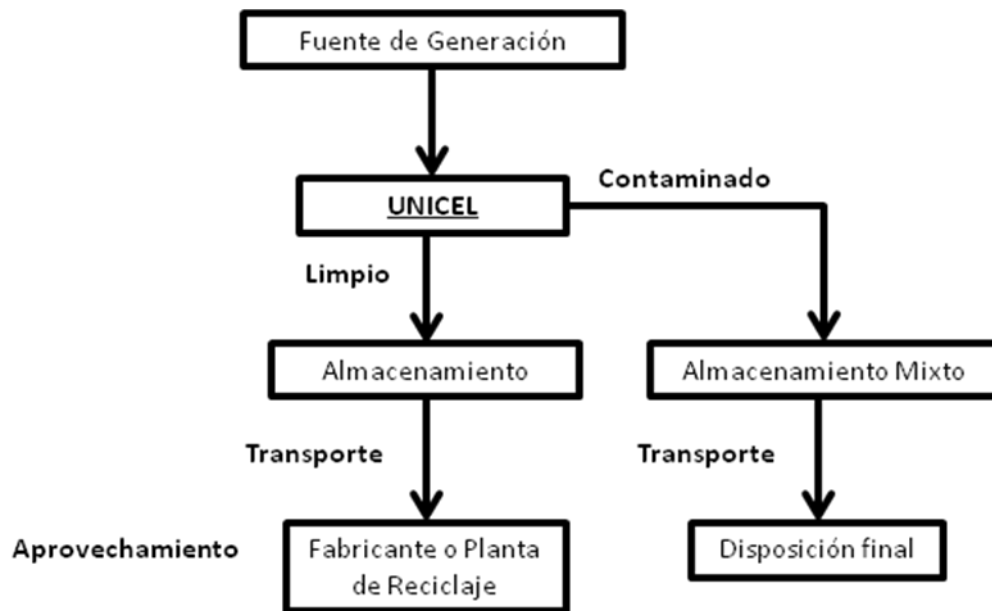


Diagrama 11: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Unicel.
 (Actualmente en México no hay un mercado de reciclaje del Unicel)

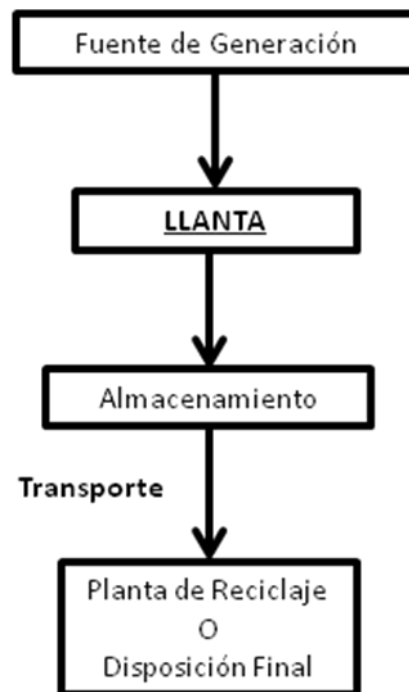


Diagrama 12: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Llantas.

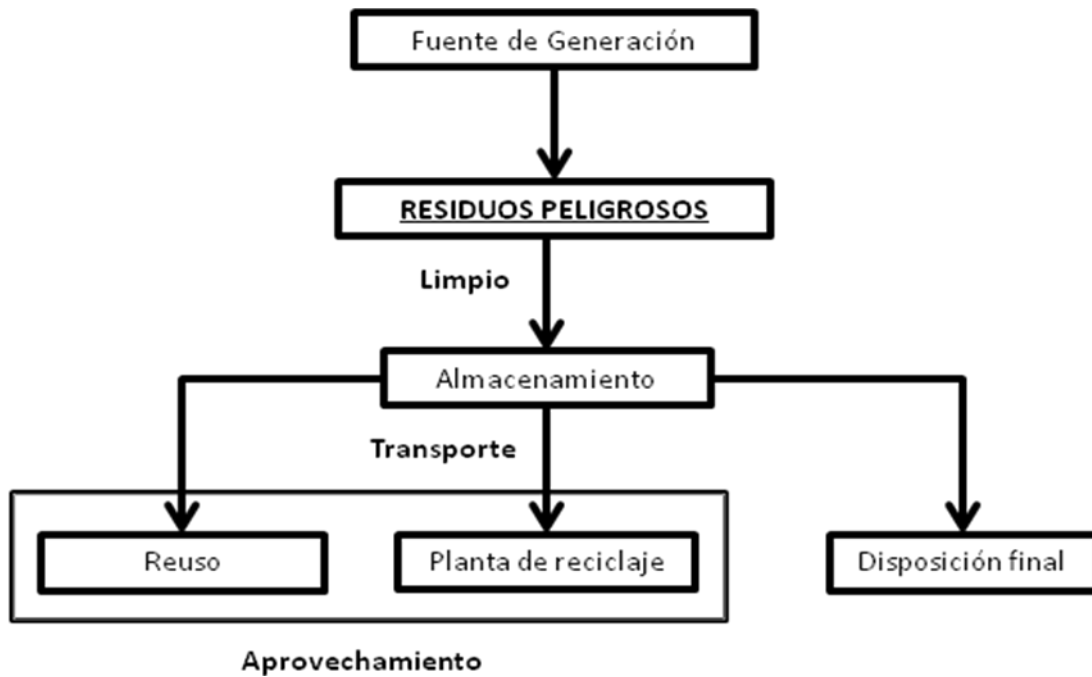


Diagrama 13: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Residuos Peligrosos, el mismo que debe ser manejado conforme al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Prevención del Ambiente en materia de Residuos Peligrosos.

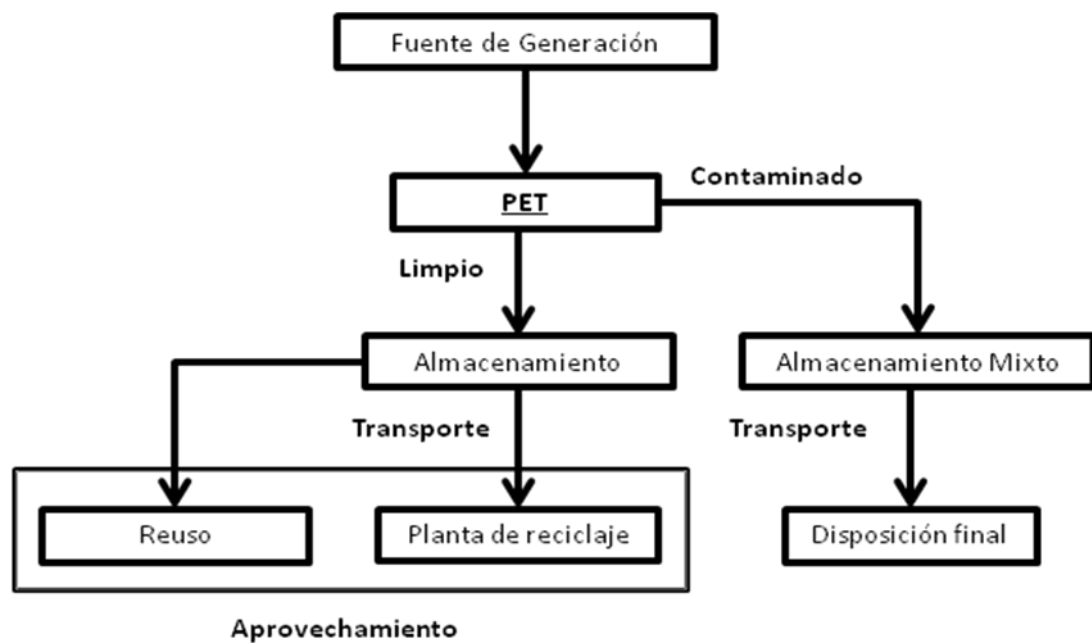


Diagrama 14: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente PET.

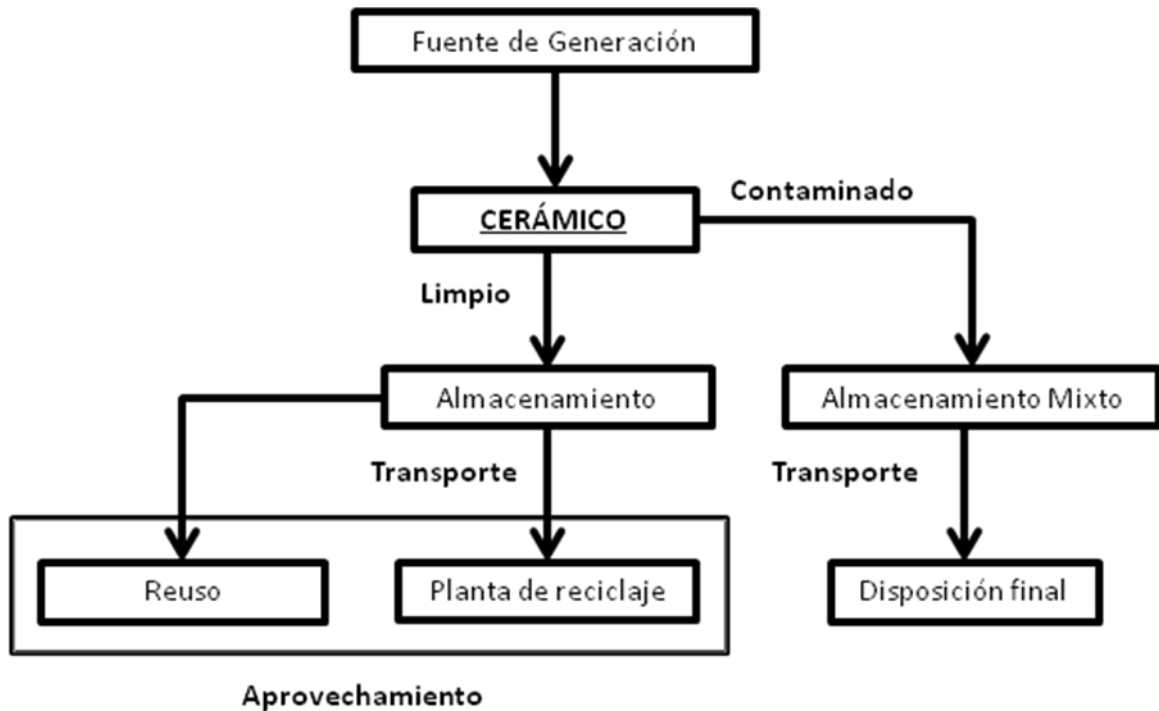


Diagrama 15: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Cerámicos (En el caso de México, este componente puede ser manejado conjuntamente con el cascajo)

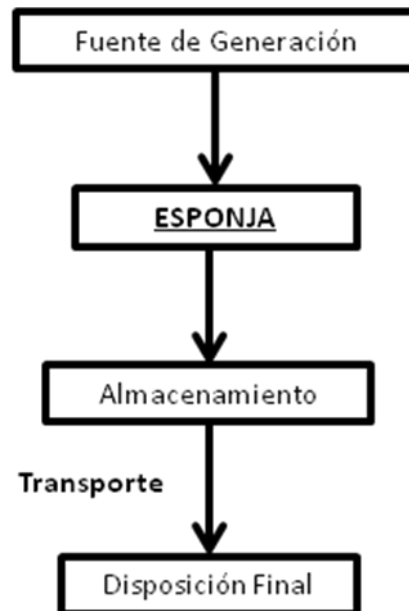


Diagrama 16: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Esponja.

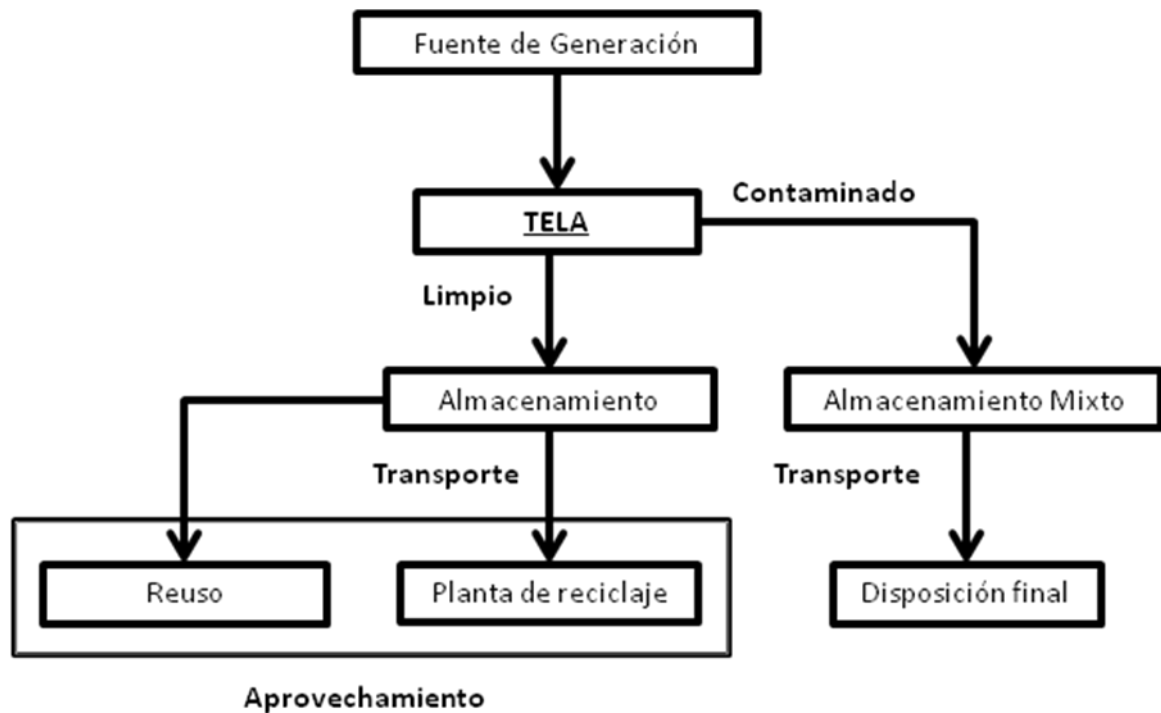


Diagrama 17: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Tela.

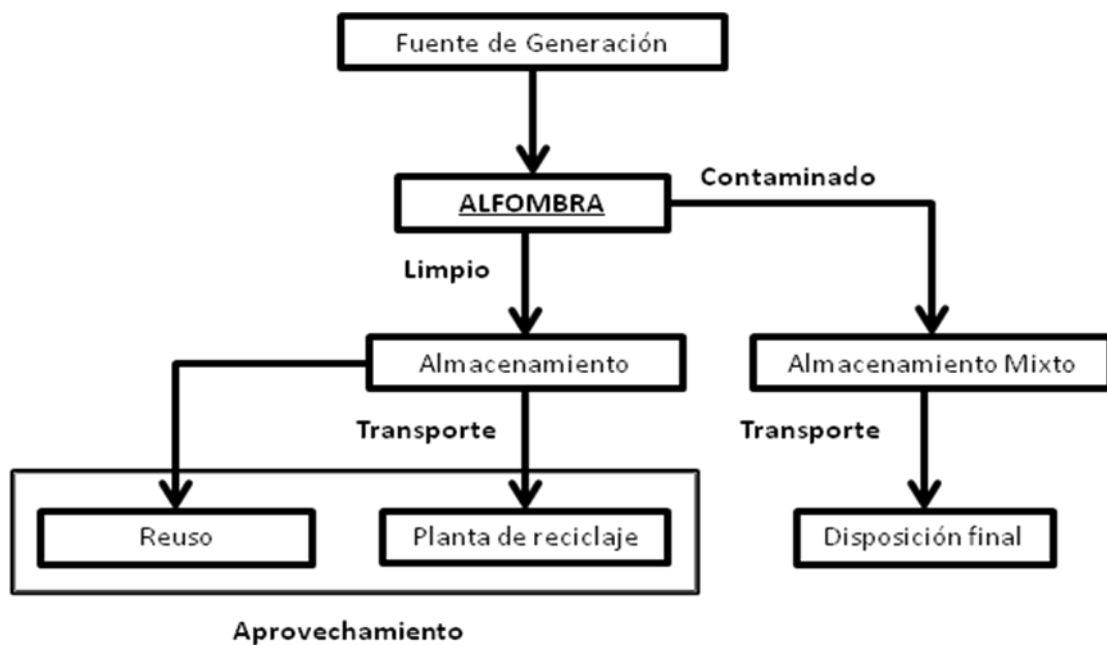


Diagrama 18: Diagrama de flujo en cuanto al proceso de manejo para el componente Alfombra.

ANEXO 04

**ENCUESTA PARA LOS
GENERADORES DE RC&D**

Encuesta N° 01

RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN
HOJA DE DATOS GENERALES

¡Muchas gracias por su colaboración, paciencia y tiempo disponible, le regomos por favor acceda responder todas las hojas de

DATOS DE LA EMPRESA			
EMPRESA			
Dirección	(dirección de la empresa)		
Teléfono	(escriba el número)	FAX	(número de fax) WEB: (pagina web)
DATOS DEL PROFESIONAL ENTREVISTADO			
Profesional	(nombre del profesional entrevistado)		
Cargo	(cargo que ocupa en le empresa)	Profesión	(licenciatura y/o grado academico)
Teléfono	(número fijo y movil de ser posible)	E-mail	(dirección de correo electrónico)
DATOS DE LA OBRA			
OBRA	(nombre de la obra)		
Ubicación	(lugar donde se desarrolla la obra)		
Tipo de obra	(referido a si es edificación, carretera, represa, entre otros)		
Descripción del proyecto u	(referido al número de pisos de ser edificación, longitud en km de ser carretera, volumetria de ser represa,		
Monto total de la obra	(monto aproximado total de la obra, en moneda nacional)		
Área total de la obra	(área total que abarca el desarrollo de la obra en m ²)		
Área efectiva de la obra	(área construida de obra en m ² sobre el terreno)		
Área construida	(área construida total)		
Fecha inicio	(fecha de cuando inicio la obra)	Fecha termino	(fecha de cuando termino la obra)
Cliente	(nombre de la persona física o moral para quien se desarrolla la obra, sea publico o privado)		
Sector	(publico, privado o fideicomiso)	Fecha de respuesta	(referido al día de hoy)

NOTA: Las celdas de blanco, son las habilitadas para llenar el cuestionario.

Encuesta N° 02

ENCUESTA GENERAL REFERIDO A LOS RECIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - RIC

¡Muchas gracias por su colaboración, paciencia y tiempo disponible, le regomos por favor acceda responder todas las

ITEM	Preguntas	Alternativas	
		SI	NO
1	¿Conoce la NADF-007-RNAT-2004?		
2	¿Sabe que a partir de Julio del 2006 entro en Vigencia la NADF-007-RNAT-2004?		
3	¿Considera que los RIC son contaminantes?		
4	¿Considera que los RIC deben ser dispuestos adecuadamente?		
5	¿Considera que los RIC pueden ser reusados?		
6	¿Considera que los RIC pueden ser reciclados?		
7	¿Sabe que en países desarrollados se hacen estudios de generación de los RIC?		
8	¿Sabe que en países desarrollados se reusan y reciclan los RIC?		
9	¿Considera que es importante reusar y reciclar los RIC?		
10	¿Considera que los RIC pueden generar un mercado económico?		
11	¿Utilizaria productos hechos de los RIC en sus obras?		
12	¿Considera que nuestro país debería realizar estudios de generación de RIC?		
13	¿Estaria dispuesto a realizar estudios de generación de RIC en su obra?		
14	¿Considera que una adecuada clasificación de los RIC podría contribuir en el orden de su obra?		
15	¿Consiera que es importante los estudios de generación de los RIC?		
Para el caso de la pregunta 15, por favor describir el ¿por qué? de su respuesta.			
¡escribir aquí su respuesta por favor!			

Encuesta N° 03

CONSUMO TOTAL EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Lista de consumo de materiales con sus respectivos residuos generados (de acuerdo a la NADF-007-RNAT-2004), en caso que haya algún producto que no se encuentre en la lista, este puede ser agregado.
 En caso de contar con un archivo diferente en el cual se hayan cuantificado la cantidad de los materiales utilizados y sus residuos en obra, este puede ser anexado como hoja de respuesta, excluyéndose de responder el cuestionario abajo indicado.

Indicar el procedimiento empleado para la cuantificación de los residuos: (Indicar si los datos han sido obtenidos por estimación o por medición "in situ")

Descripción de Materiales	Unid	Cantidades		Observaciones	Indicar aquellas observaciones que considere convenientes, como por ejemplo, datos estimados o datos medidos.
		Utilizado	Residuo		
A. Residuos aprovechables para reciclaje					
Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc)	m3				
Concreto simple	m3				
Concreto armado	m3				
Cerámicos	m3				
Concretos asfálticos	m3				
Concretos asfálticos producto del fresado	m3				
Productos de Mampostería	m3				
Tepetatosos	m3				
Prefabricados de arcilla cocida (tabiques, ladrillos, blocks, etc.)	m3				
Blocks	m3				
Mortero	m3				
B. Residuos de excavación					
Suelo orgánico	m3				
Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.	m3				
Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.	m3				
C. Residuos sólidos					
Cartón	m3				
Madera	m3				
Metales	m3				
Papel	m3				
Plástico	m3				
Residuos de podas, tala y jardinería.	m3				
Paneles de Yeso	m3				
Vidrio	m3				
D. Otros					
Aluminio	m3				
Unicel	m3				
Pintura	m3				
Aceite	m3				
Combustible	m3				
Cemento	m3				
Grava	m3				
Arena	m3				
Pegamento	m3				
Roca	m3				
Vegetales	m3				

NOTA: Las unidades son referenciales, las cuales pueden ser modificadas.

Encuesta N° 04

Información Requerida de las Empresas Constructoras

2. ¿Cuenta con transporte para sus residuos de construcción o contrata una empresa prestadora de servicio?

Escriba aquí su respuesta por favor

3. Principales empresas que le prestan el servicio de recolección de residuos de la construcción.

Nombre de la empresa prestadora de servicio de	Domicilio	Costo del servicio			¿Incluye el costo de disposición de los	
		\$/m3	\$/ton	\$/camión	Si	No
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		

4. Principales sitios de tiro de residuos de la construcción que utiliza o utiliza su prestador de servicio de transporte:

Nombre del sitio	Ubicación (municipio, estado, paraje)	Antigüedad estimada (hace)	Costo o cobro por ingreso			Esta autorizado por el	
			\$/camión	\$/m3	\$/Ton	Si	No
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		
Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí	Escribir aquí		

Encuesta N° 05

Información Requerida de las Empresas Constructoras

1. Generación estimada de residuos de la construcción dependiendo del tipo de obra:

Tipo de Obra	Describir tipo de residuos generados	Generación de residuos de construcción	
		m3 / m2 de construcción	Ton / m2 de construcción
Excavación			
Suelo orgánico			
Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.			
Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.			
¡Escribir aquí otro tipo de material 1!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 2!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 3!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 4!			
Demolición			
Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc)			
Concreto			
Cerámicos			
Concretos asfálticos			
Madera			
Metal			
Aluminio			
Vidrio			
Blocks de ladrillos			
¡Escribir aquí otro tipo de material 1!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 2!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 3!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 4!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 5!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 6!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 7!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 8!			
Construcción			
Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquines, tubos, etc)			
Concreto simple			
Concreto armado			
Cerámicos			
Concretos asfálticos			
Concretos asfálticos producto del fresado			
Productos de Mampostería			
Tepetatosos			
Prefabricados de arcilla cocida (tabiques, ladrillos, blocks, etc.)			
Blocks			
Mortero			
Suelo orgánico			
Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.			
Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.			
Cartón			
Madera			
Metales			
Papel			
Plástico			
Residuos de podas, tala y jardinería.			
Paneles de Yeso			
Vidrio			
¡Escribir aquí otro tipo de material 1!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 2!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 3!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 4!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 5!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 6!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 7!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 8!			
Otros			
Aluminio			
Unicel			
Pintura			
Aceite			
Combustible			
Cemento			
Grava			
Arena			
Pegamento			
Roca			
Vegetales			
¡Escribir aquí otro tipo de material 1!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 2!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 3!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 4!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 5!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 6!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 7!			
¡Escribir aquí otro tipo de material 8!			

ANEXO 05

**LEY FEDERAL DE METROLOGÍA Y
NORMALIZACIÓN**

La propuesta de anteproyecto de la ejecución de Norma Oficial Mexicana, debe ir de la mano con lo establecido en la Ley General de Metrología y Normalización, de acuerdo a lo descrito literalmente a continuación:

ARTÍCULO 40.- Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer:

XVIII. Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

ARTÍCULO 41.- Las normas oficiales mexicanas deberán contener:

I. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;

ARTÍCULO 43.- En la elaboración de normas oficiales mexicanas participarán, ejerciendo sus respectivas atribuciones, las dependencias a quienes corresponda la regulación o control del producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia a normalizarse.

ARTÍCULO 44.- Corresponde a las dependencias elaborar los anteproyectos de normas oficiales mexicanas y someterlos a los comités consultivos nacionales de normalización...

Las personas interesadas podrán presentar a las dependencias, propuestas de normas oficiales mexicanas, las cuales harán la evaluación correspondiente y en su caso, presentarán al comité respectivo el anteproyecto de que se trate.

ARTÍCULO 45.- Los anteproyectos que se presenten en los comités para discusión se acompañarán de una manifestación de impacto regulatorio, en la forma que determine la Secretaría, que deberá contener una explicación sucinta de la finalidad de la norma, de las medidas propuestas, de las alternativas consideradas y de las razones por las que fueron desechadas, una comparación de dichas medidas con los antecedentes regulatorios, así como una descripción general de las ventajas y desventajas y de la factibilidad técnica de la comprobación del cumplimiento con la norma. Para efectos de lo dispuesto en el artículo 4A de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la manifestación debe presentarse a la Secretaría en la misma fecha que al comité.

Cuando la norma pudiera tener un amplio impacto en la economía o un efecto sustancial sobre un sector específico, la manifestación deberá incluir un análisis en términos monetarios del valor presente de los costos y beneficios potenciales del anteproyecto y de las alternativas consideradas, así como una comparación con las normas internacionales.

Si no se incluye dicho análisis conforme a este párrafo, el comité o la Secretaría podrán requerirlo dentro de los 15 días naturales siguientes a que se presente la manifestación al comité, en cuyo caso se interrumpirá el plazo señalado en el artículo 46, fracción I.

Cuando el análisis mencionado no sea satisfactorio a juicio del comité o de la Secretaría, éstos podrán solicitar a la dependencia que efectúe la designación de un experto, la cual deberá ser aprobada por el presidente de la Comisión Nacional de Normalización y la Secretaría. De no existir acuerdo, estos últimos nombrarán a sus respectivos expertos para que trabajen conjuntamente con el designado por la dependencia. En ambos casos, el costo de la contratación será con cargo al presupuesto de la dependencia o a los particulares interesados. Dicha solicitud podrá hacerse desde que se presente el análisis al comité y hasta 15 días naturales después de la publicación prevista en el artículo 47, fracción I.

Dentro de los 60 días naturales siguientes a la contratación del o de los expertos, se deberá efectuar la revisión del análisis y entregar comentarios al comité, a partir de lo cual se computará el plazo a que se refiere el artículo 47, fracción II.

ARTÍCULO 46.- La elaboración y modificación de normas oficiales mexicanas se sujetará a las siguientes reglas:

I. Los anteproyectos a que se refiere el artículo 44, se presentarán directamente al comité consultivo nacional de normalización respectivo, para que en un plazo que no excederá los 75 días naturales, formule observaciones; y

II. La dependencia u organismo que elaboró el anteproyecto de norma, contestará fundadamente las observaciones presentadas por el Comité en un plazo no mayor de 30 días naturales contado a partir de la fecha en que le fueron presentadas y, en su caso, hará las modificaciones correspondientes. Cuando la dependencia que presentó el proyecto, no considere justificadas las observaciones presentadas por el Comité, podrá solicitar a la

presidencia de éste, sin modificar su anteproyecto, ordene la publicación como proyecto, en el **Diario Oficial de la Federación**.

ARTÍCULO 47.- Los proyectos de normas oficiales mexicanas se ajustarán al siguiente procedimiento:

I. Se publicarán íntegramente en el **Diario Oficial de la Federación** a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al comité consultivo nacional de normalización correspondiente. Durante este plazo la manifestación a que se refiere el artículo 45 estará a disposición del público para su consulta en el comité;

II. Al término del plazo a que se refiere de la fracción anterior, el comité consultivo nacional de normalización correspondiente estudiará los comentarios recibidos y, en su caso, procederá a modificar el proyecto en un plazo que no excederá los 45 días naturales;

III. Se ordenará la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de las respuestas a los comentarios recibidos así como de las modificaciones al proyecto, cuando menos 15 días naturales antes de la publicación de la norma oficial mexicana; y

IV. Una vez aprobadas por el comité de normalización respectivo, las normas oficiales mexicanas serán expedidas por la dependencia competente y publicadas en el **Diario Oficial de la Federación**.

Cuando dos o más dependencias sean competentes para regular un bien, servicio, proceso, actividad o materia, deberán expedir las normas oficiales mexicanas conjuntamente. En todos los casos, el presidente del comité será el encargado de ordenar las publicaciones en el **Diario Oficial de la Federación**.

ANEXO 06

**ANTEPROYECTO DE NORMA
OFICIAL MEXICANA PARA LA
CARACTERIZACIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE LOS
RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN (RC&D)**

1. Introducción

Los residuos de la construcción y demolición, en cualquier estado físico que se presenten, actualmente son causantes de la contaminación del ecosistema, debido a su disposición inadecuada que se le viene dando a nivel nacional, al disponerlos en quebradas, caminos, áreas ejidales, entre otros.

Es necesario tener presente que dentro de los residuos de la construcción y demolición también se encuentran presentes los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos, por lo que se hace necesario controlar los impactos ambientales que estos residuos generan en el ecosistema, siendo necesario garantizar su manejo integral desde su generación hasta su disposición final, procurando gran parte de estos residuos de la construcción y demolición, sean recuperados para su reuso y reciclaje, es por esta razón que se hace necesario recurrir a los avances técnicos, científicos y la experiencia internacional en materia de la caracterización de los residuos de la construcción y demolición que plantea los lineamientos del manejo de estos residuos desde su generación en la fuente, para de esta manera garantizar los procedimientos iniciales para su adecuado manejo integral.

2. Objetivo

El objetivo de esta norma es establecer los procedimientos para llevar a cabo la caracterización de la generación y almacenamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición que se genera en la Industria de la Construcción.

3. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, para las personas físicas y morales, entidades públicas y privadas, responsables de la generación de los residuos de la industria de la construcción y prestadoras de servicio que intervengan en su generación, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

4. Referencias

- 4.1 Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el Distrito Federal.
- 4.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- 4.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos
- 4.4 Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, Ley Ambiental del Distrito Federal.

5. Definiciones

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran las definiciones contenidas en la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, Ley Ambiental del Distrito Federal

5.1 Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

5.2 Aprovechamiento del valor o valorización: El conjunto de acciones cuyo objetivo es mantener a los materiales que los constituyen en los ciclos económicos o comerciales, mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reprocesamiento, reciclado y recuperación de materiales secundarios con lo cual no se pierde su valor económico.

5.3 Componente: Referido al tipo de residuos compuesto por elementos con propiedades físico químicas similares, que permite agruparlos como un determinado tipo de material.

5.4 Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

5.5 Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

5.6 Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento.

5.7 Desarrollo Sustentable: El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

5.8 Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

5.9 Disposición final: La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

5.10 Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

5.11 Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

5.12 Emergencia ecológica: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas.

5.13 Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

5.14 Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

5.15 Generador de residuos de construcción: Dependencia, órgano desconcentrado, entidad de la administración pública, persona física o moral, pública o privada, propietarios de obra,

directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición que durante las actividades relacionadas a la construcción generen residuos de la construcción.

5.16 Gestión Integral de Residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

5.17 Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos.

5.18 Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

5.19 Manejo: El conjunto de actividades que comprenden el almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento, reuso, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos de la construcción.

5.20 Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

5.21 Materiales pétreos: El material que se extrae de los bancos de material. Consiste generalmente en tierra, roca, arena, grava y arcilla.

5.22 Materiales reciclados: Aquellos materiales producto del proceso de reciclado de los residuos de la construcción que por sus características pueden ser reincorporados como agregados en la construcción.

5.23 Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

5.24 Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural.

5.25 Producción Limpia: Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos.

5.26 Programas: Serie ordenada de actividades y operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de esta Ley.

5.27 Prestadores de servicios: Persona física o moral, pública o privada, que realice actividades de separación, recolección, almacenamiento, transporte, transferencia, disposición final o tratamiento de residuos de la construcción.

5.28 Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

5.29 RC&D: Residuos de la construcción y demolición.

5.30 Residuos de la construcción: Son los materiales, productos o subproductos generados en los procesos de las actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada.

5.30 Reciclado: Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución

favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

5.31 Residuos de Manejo Especial: Son aquellos 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, incluyendo los residuos de la construcción y demolición.

5.32 Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas, representen un peligro para el ambiente o la salud y los listados en la norma NOM-052-SEMARNAT-2005.

5.33 Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

5.34 Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

5.35 Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

5.36 Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los

demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

5.37 Suelo contaminado: Aquel en el que se encuentran presentes uno o más materiales o residuos peligrosos y que puede constituir un riesgo para el ambiente o la salud.

5.38 Suelo orgánico: Es un complejo orgánico mineral húmedo y con alta permeabilidad, está formado por diversos componentes sólidos tanto vivos en descomposición e inertes. La combinación de sus características físicas y químicas hacen que este tipo de suelo sea óptimo para utilizar con fines de cultivo.

5.39 Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

5.40 Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

6. Procedimiento

Los generadores se clasifican en dos tipos, teniendo como parámetro de referencia la cantidad de 7 m³, esto en virtud a la única normatividad existente en el país, relacionada al manejo de los RC&D, como es el caso de la NADF-007-RNAT-2004. Para lo cual tenemos:

TABLA 1: Categorización del tipo de generador.

CATEGORIA	GENERACIÓN
Pequeño generador	Generación de residuos de la industria de la construcción y demolición en cantidad menor o igual a los 7 m ³ .
Gran generador	Generación de residuos de la industria de la construcción y demolición en cantidad mayor a los 7 m ³ .

Asimismo se procede a presentar la tabla de clasificación propuesta para los principales componentes de los residuos de la construcción y demolición, la cual servirá como base de clasificación de los componentes de los residuos, la cual deberá ser completada con la adición de aquellos residuos que no son presentados en la siguiente tabla.

6.1 Clasificación de los residuos de la construcción y demolición

A continuación se procede a presentar la clasificación de los residuos de la construcción y demolición, la misma que deberá ser utilizada como lista base para el manejo integral de los residuos de la construcción y demolición generados en obra.

TABLA 2: Clasificación de los residuos de la construcción y demolición.

CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	COMPONENTES
Residuos de la construcción y demolición	Material de excavación Metales Cascajo Madera Vidrio Tabla roca Unicel Llantas Plásticos Materiales pétreos Bituminosos Residuos de materiales eléctricos Residuos electrónicos Residuos de materiales sanitarios Residuos especiales Residuos mixtos Otros residuos

Residuos Sólidos Urbanos	Papel Cartón PET Plásticos Orgánicos Residuos mixtos Otros
Residuos Peligrosos	Aceite gastado Tierra contaminada Filtros de aire Filtros de aceite Contenedores de pintura Contenedores de adhesivos Contenedores de preservantes Tanque de almacenamiento de combustible Tanques de almacenamiento de gas Estopas Trapos impregnados Tonners Residuos mixtos Otros

6.2 Caracterización y almacenamiento de los residuos de la Construcción, Demolición, Reparación o Remodelación, de grandes generadores

Con el fin de realizar una adecuada caracterización de los RC&D para su almacenamiento, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Determinar los componentes que se generarán como residuo en la construcción o demolición.
- Elegir el método o metodologías de almacenamiento de los RC&D.
- Mantener separados cada uno de los componentes de los residuos.

- Llevar una bitácora de la generación de los residuos, en cuanto a su retiro de la obra, encargado del retiro, clasificación de reuso, reciclaje o disposición final.

6.2.1 Método de Área de Almacenamiento

Este método de almacenamiento de los residuos generados en obra, responde al proceso de designar un área determinada en obra para el almacenamiento temporal de los RC&D generados, asignando un área respectiva para cada tipo de componente de los RC&D conforme a la Tabla 2 dentro del área de almacenamiento del total de los RC&D generados.

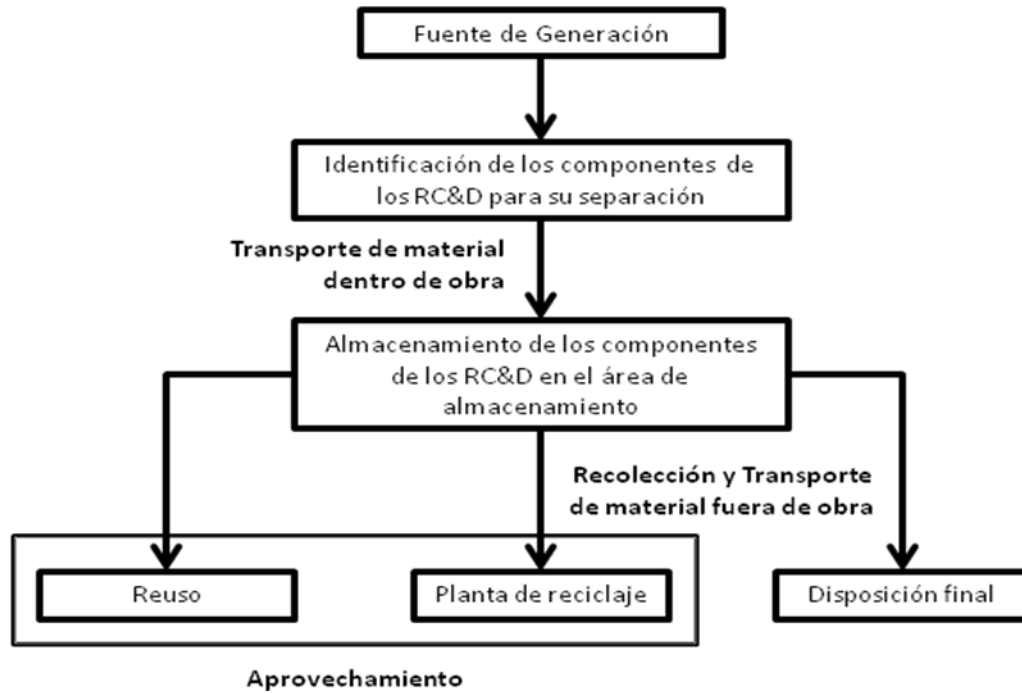
Esta metodología de área de almacenamiento, hace necesario movilizar los diferentes tipos de residuos generados durante el proceso de construcción o demolición hacia al área de almacenamiento asignada para cada uno de ellos dentro del área de almacenamiento del total de los RC&D.

Se deberán de tomar las acciones adecuadas a fin de que los trabajadores movilicen cada uno de los componentes de los RC&D hacia el área de almacenamiento, manteniéndolos separados y evitando se mezclen entre si; para lo cual se deberá señalar e identificar clara y fácilmente la ubicación de cada tipo de componente.

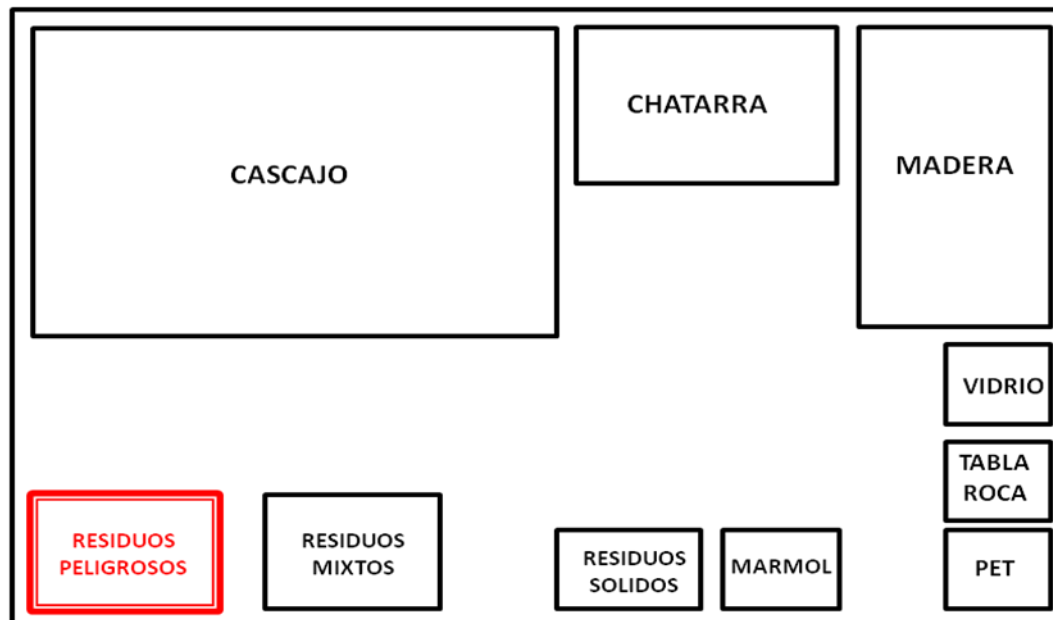
Se deberá caracterizar, almacenar y manejar adecuadamente los residuos peligrosos, conforme a lo estipulado en la LGPGIR y su reglamento.

Con la finalidad de complementar lo descrito en los párrafos anteriores sobre la metodología, se tiene en cuenta un diagrama de flujo que muestra los pasos a seguir para el manejo de los RC&D, mediante el uso del área de almacenamiento de los residuos.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL
MÉTODO DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO**



EJEMPLO DE LA DISTRIBUCIÓN DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE LOS RC&D

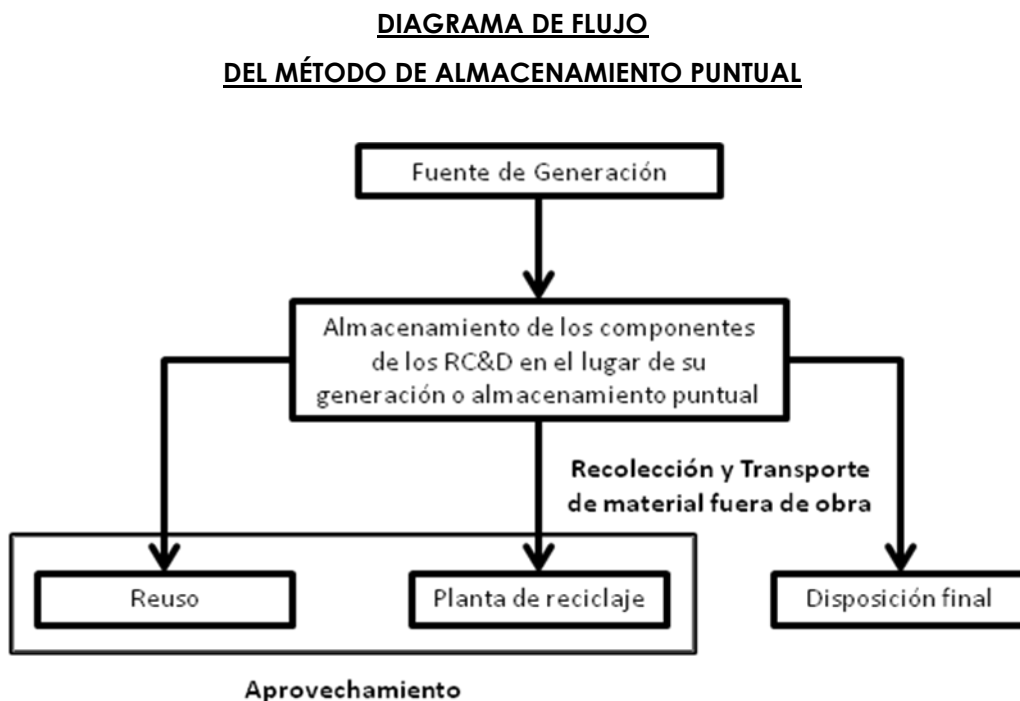


6.2.2 Método de Almacenamiento Puntual

Este método plantea el almacenamiento por separado de cada componente de los RC&D en un punto de acopio pre determinados dentro de la obra civil en ejecución, mediante su identificación y caracterización respectiva; teniendo como ejemplo el acopio de la madera en el área de carpintería; el almacenamiento de la chatarra en el área de los metales, entre otros.

Para esta técnica de almacenamiento se debe tener en cuenta la necesidad de instruir al personal, y de este modo no se produzca una mezcla los residuos de un determinado componente con otros, a fin de caracterizar y cuantificar cada uno de los componentes de los RC&D, para su reutilización, reciclaje o disposición final de manera adecuada.

Con el fin de conocer el proceso del manejo integral de los RC&D, se presenta el diagrama de flujo respectivo.

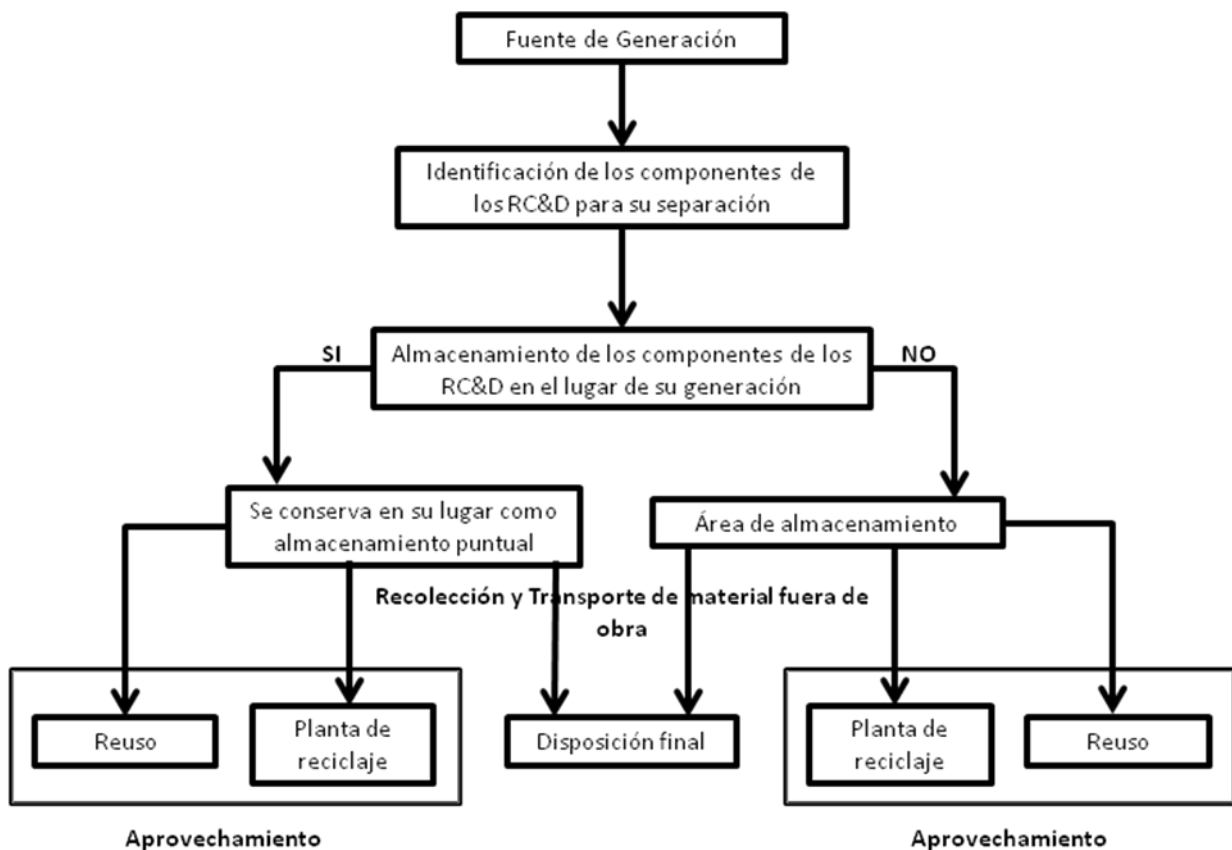


6.2.3 Método Combinado de Área de Almacenamiento y Almacenamiento Puntual

Esta metodología trata de la aplicación del método de área de almacenamiento y del método de almacenamiento puntual en una misma obra civil, es decir con esta combinación de técnicas se almacenan los RC&D en forma práctica, con la finalidad de realizar la caracterización y cuantificación de los componentes de los RC&D generados.

Con el fin de conocer el proceso del manejo integral de los RC&D, se presenta el diagrama de flujo respectivo.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL MÉTODO COMBINADO DE ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y ALMACENAMIENTO PUNTUAL



Adicionalmente se recomienda obtener la siguiente información:

- Realizar un análisis comparativo en porcentaje de la cantidad de residuos generados versus la cantidad de material utilizado.
- Presentar la cuantificación final de todos los elementos utilizados en la construcción respectiva.
- Presentar la cantidad de residuos generados así como la cantidad de nuevo material empleado, cuando se realice la remodelación o reparación de determinada obra civil.
- Realizar la recolección y transporte de los componentes de los residuos de la construcción y demolición, manteniéndolos separados conforme a su caracterización y almacenamiento, evitando sean mezclados unos con otros, el servicio deberá ser hecho por un prestador que cuente con la autorización y registro respectivo ante la SEMARNAT.

6.3 Caracterización y almacenamiento de los residuos de la Construcción, Demolición, Reparación o Remodelación, de pequeños generadores

El manejo de los RC&D de los pequeños generadores, debe estar a cargo de los municipios, quienes deberán destinar un área de almacenamiento de los residuos generados por los pequeños generadores. Con el fin de calcular el área de almacenamiento, su punto de ubicación, tamaño de los contenedores y zona de atención, se deberá de realizar un balance de materia, de la cantidad de RC&D que se generan. Para tal situación se debe conocer lo siguiente:

- Las fronteras del sistema.
- Las actividades que cruzan u ocurren dentro de sus fronteras.
- La generación de residuos asociada con estas actividades.

Estos residuos se relacionaran con el número de generadores que abarque la frontera, para lo cual se recomienda realizar encuestas casa por casa, a fin de llenar el siguiente cuestionario.

ENCUESTA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE PEQUEÑOS GENERADORES

Nombre del encuestador: _____

Institución que representa el encuestador: _____

Cargo que desempeña el encuestador: _____

Dirección del encuestado: _____

Nombre del encuestado: _____

Fecha: _____

Cantidad de personas que viven en el inmueble: _____

El inmueble se encuentra en construcción: _____

El inmueble se encuentra en mantenimiento o remodelación: _____

Cuántas veces ha generado residuos de la construcción en los últimos dos años: _____

Que volumen de residuos total o por proceso de trabajo ha generado: _____

Que tipos de residuos de la construcción y demolición ha generado:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Dónde y cómo dispuso sus residuos: _____

Sólo en el caso de que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, lo considere conveniente, se le dará a la información, un tratamiento diferente a lo expuesto; en tal caso, la misma Secretaría, establecerá el procedimiento más adecuado.

Asimismo se recomienda exigir a los pequeños generadores lo siguiente:

- Reportar al Municipio correspondiente la cantidad de residuos generados, en cuanto a sus distintos componentes y almacenarlos por separado.
- El municipio deberá disponer de un lugar de almacenamiento de los residuos de la construcción y demolición por delegación, al cual los pequeños generadores deberán movilizar sus residuos a fin de asegurar su manejo integral.
- EL pequeño generador deberá de realizar el pago respectivo por la cantidad de residuos generados, ante el ayuntamiento con la finalidad de que sus residuos sean manejados adecuadamente hasta el lugar de su disposición final.

Para el caso de los pequeños generadores, se recomienda almacenar los RC&D mediante el método de área de almacenamiento, descrito en el numeral 6.2.1.

6.4 Fianza

Para cualquier tipo de generador de residuos, deberá abonar una fianza por la cantidad estimada de residuos a ser generados, la cual deberá tener un costo adicional del 20% más que el costo que genere disponerlos adecuadamente, el mismo que deberá ser devuelto de ser el caso, una vez que el generador, demuestre que ha hecho el manejo adecuado de los residuos.

6.5 Sanciones

En el caso de no cumplir con lo dispuesto, la fianza será efectuada, y la entidad encargada dispondrá de los residuos adecuadamente. En el caso de que la fianza sea menor a la cantidad de residuos generados, que hayan sido manejados inadecuadamente, el responsable deberá abonar la diferencia, a fin de garantizar la disposición adecuada de los RC&D restantes. En caso que la fianza sea mayor a la cantidad de residuos manejados inadecuadamente, la diferencia de la fianza deberá ser devuelta al generador.

7. Bibliografía

- Estudio de Generación de Residuos de la Construcción y Demolición para su Aprovechamiento.

- Ley Ambiental del Distrito Federal.
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el Distrito Federal.
- Norma Mexicana NMX-AA-61-1985.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2006.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo.
- Reglamento de Transporte del Distrito Federal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Agencia de Residuos de Cataluña, 2006. Guía de Aplicación del Decreto 201/1994. Agencia de Residuos de Cataluña, Cataluña – España.
- ❖ Archi Expo, 2007, Revestimiento de Telas para Paredes, Fecha de consulta: Noviembre, 2007. Disponible en redes internacionales: <http://www.archiexpo.es/prod/vescom/revestimiento-de-tela-para-paredes-49362-101593.html>
- ❖ Architectural Record Innovation, 2006. Green Grows up ... and up and up and up. Fecha de consulta: Octubre, 2006. Disponible en redes internacionales: http://archrecord.construction.com/innovation/2_features/0411green.asp
- ❖ Arqhys, 2007, Peso Especifico de Materiales de Construcción, Fecha de consulta: Noviembre, 2007. Disponible en redes internacionales: <http://www.arqhys.com/peso-materiales.html>
- ❖ Asamblea Legislativa del Distrito Federal, I Legislatura, 2000. Ley Ambiental del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal, México D.F.
- ❖ Asamblea Legislativa del Distrito Federal, II Legislatura, 2003. Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México D.F.
- ❖ Assessing the Potential of Plastics Recycling in the Construction and Demolition Activities, 2006. Guia Para uma Gestao Sustentável de Resíduos Plásticos da C&D na Europa, Assessing the Potential of Plastics Recycling in the Construction and Demolition Activities, Portugal – Unión Europea.
- ❖ California Home, 2006. Integrated Waste Management Board – Construction/Demolition, Fecha de consulta: Noviembre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.ciwmb.ca.gov/publications/default.asp?.cat=3>
- ❖ California Home, 2006. Integrated Waste Management Board – Recycling, Fecha de consulta: Noviembre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.ciwmb.ca.gov/publications/default.asp?.cat=13>

- ❖ Cascadia Consulting Group, 2006. Detailed Characterization of Construction and Demolition Waste, California Environment Protection Agency. California - Estados Unidos de Norteamérica.
- ❖ CELIMA, 2007, Catalogo de Productos, Fecha de consulta: Octubre, 2007. Disponible en redes internacionales: <http://www.celima-trebol.com/webcelima/liso.htm>
- ❖ Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2006. Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, Diario Oficial de la Federación. México D.F.
- ❖ Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2007. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Diario Oficial de la Federación. México D.F.
- ❖ Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2007. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente, Diario Oficial de la Federación. México D.F.
- ❖ Control Demeter, 2006. Deconstrucción. Fecha de consulta: Noviembre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.controldemeter.com/esp/deconstruccion.htm>
- ❖ Cristalizando S.A, 2008, Propiedades Generales de los Vidrios, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: <http://www.cristalizandosa.com.ar/item.php?idi=60529&ids=60518>
- ❖ De Solminihac H. & Thenoux G., 2002. Procesos y Técnicas de Construcción, Alfa Omega Grupo Editorial S.A de C.V. Colombia.
- ❖ Environment Protection Agency, 2003. Survey Statistics – Analyzing What’s Recyclable in C&D Debris, Environment Protection Agency in Washington, Washington DC - Estados Unidos de Norteamérica.
- ❖ Estructplan Online, 2007. Seguridad en la Construcción: Ruido en la Construcción. Fecha de consulta: Junio 2007. Disponible en redes internacionales: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?IDentrega=1190>
- ❖ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2006. WASTE MANAGEMENT IN GERMANY, A driving force for jobs and innovation. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Berlin – Germany.

- ❖ Foro Contra la Incineración, 2006. La Palma y los Residuos, la historia de un despropósito, Fecha de consulta: Noviembre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.noincineraciontenerife.com/noticias/818.htm>
- ❖ Franklin Associates Prairie Village, KS, 1998. Characterization of Building – Related Construction and Demolition Debris in the United States. Environmental Protection Agency, Municipal and Industrial Solid Waste Division Office of Solid Waste. Estados Unidos.
- ❖ Gracia Rodríguez Jerónimo, 2006. Estudio del Funcionamiento de los Sistemas de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente en el Sector de la Construcción de la Comunidad de Madrid, Universidad de Granada E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Departamento de Ingeniería Civil, Área de Proyectos de Ingeniería. Granada - España.
- ❖ Illinois Environment Protection Agency, 2006. Construction and Demolition Debris, Fecha de consulta: Noviembre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.epa.state.il.us/small-business/construction-debris/index.htm>
- ❖ Kalipedia del Grupo Santillana, 2008. Clasificación de los Materiales, Fecha de consulta: Febrero, 2008. Disponible en redes internacionales: http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/clasificacion-materiales.html?x=20070822klpingtcn_4.Kes
- ❖ Las 3 L, Fabrica de Ladrillos Artesanales, 2007, Información General del Producto, Fecha de consulta: Octubre, 2007. Disponible en redes internacionales: http://www.ladrilloslas3l.com.ar/comun_pared.htm
- ❖ MOLOTEX S.L., 2003, Colchones de Espuma, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: <http://www.miolatex.com/CochonesdeEspuma.htm>
- ❖ North Shore City, 2006. Waste Minimisation – Construction and Demolition Waste Reduction Project, Octubre-2006.
- ❖ Organización Internacional del Trabajo, 1997. Seguridad, Salud y Bienestar en las obras en construcción: manual de capacitación, Fecha de consulta: Octubre, 2007. Disponible en redes internacionales: http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/man_oit/

- ❖ Pichtel J., 2005. WASTE MANAGEMENT PRACTICES: Municipal, Hazardous and Industrial, Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida – Estados Unidos de Norteamérica.
- ❖ Plasticbages Industrial S.L., 2008, PVC, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>
- ❖ Rodas, 2007, Especificaciones Técnicas: Alfombras, Fecha de consulta: Noviembre, 2007. Disponible en redes internacionales: http://www.meller.com.ar/esp/alfombras_meller/rodas/home.html
- ❖ Sapiensman, 2008, Valores para elementos sólidos y líquidos, Fecha de consulta: Enero, 2008. Disponible en redes internacionales: http://www.sapiensman.com/conversion_tables/peso_especifico.htm
- ❖ Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, 2002. MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Diagnostico 2002, Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México D.F.
- ❖ Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, 2006. Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México D.F.
- ❖ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los Residuos Peligrosos. Diario Oficial de la Federación. México D.F.
- ❖ Sistema de Información sobre Comercio Exterior, 2008, Listas de Desgravación Arancelaria de Chile, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: http://www.sice.oas.org/trade/chican_s/Dch39-40.asp
- ❖ Talamsa, 2007, Tejas, Fecha de consulta: Noviembre, 2007. Disponible en redes internacionales: http://www.talamsa.com.mx/contenido_productos_l_tejas.htm
- ❖ TechFAQ, 2008, ¿Qué es la gravedad específica?, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: <http://www.tech-faq.com/lang/es/specific-gravity.shtml>
- ❖ The Industry's News and Resource Center, 2006. Construction y Demolition Recycling. Fecha de consulta: Octubre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.cdrecycler.com>

- ❖ U.S. Environment Protection Agency, 2006. Construction and Demolition (C&D) Debris. Fecha de consulta: Octubre, 2006. Disponible en redes internacionales: <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/debris-new/index.htm>
- ❖ U.S. Environment Protection Agency, 2006. U.S. Publications, Fecha de consulta: Noviembre, 2007. Disponible en redes internacionales: <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/debris-new/index.htm>
- ❖ Wikipedia, La Enciclopedia Libre, 2008, Cartón Yeso, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: http://es.wikipedia.org/wiki/Cart%C3%B3n_yeso
- ❖ Wikipedia, La Enciclopedia Libre, 2008, Mármol, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: http://es.wikipedia.org/wiki/Caliza_marm%C3%B3rea
- ❖ Wikipedia, La Enciclopedia Libre, 2008, Poliestireno Expandido, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: http://es.wikipedia.org/wiki/Aislante_f%C3%A9rmico_de_poliestireno
- ❖ Williams Scotsman México, 2008, Oficinas Móviles, Fecha de consulta: Junio, 2008. Disponible en redes internacionales: http://www.oficinasmoviles.com/productos/oficinasmoviles.html?thePageSource=GAW&gclid=CL_B6MGyoJQCFSEbagodyGyWtw
- ❖ ZEBAU GmbH, 2006, Construction and Demolition Waste Management in Germany, EU-ASIA PRO ECO II B Post-Tsunami PROGRAMME. Hamburg - Germany.