

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



Manejo de residuos sólidos para Edificios de Oficinas en la Ciudad de México.

TESIS

JOSÉ MARÍA CARRASCO LIZARDI

DIRECTOR DE TESIS: M.I. FRANCISCO GUTIÉRREZ GALICIA

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

***“Todos nuestros sueños se hacen realidad,
si tienes el coraje de llevarlos a cabo”***

Walt Disney.

AGRADECIMIENTO.

Gracias a las personas que me rodean y a mi propia determinación he podido concluir un capítulo más de mi vida para dar inicio a otro, para comenzar quiero dar gracias a mi padre que me enseñó que se lucha por lo que se quiere lograr, pero sin nunca olvidar que se debe disfrutar cada una de nuestras etapas de la vida. A mi madre que me hizo ver que los sueños pueden ser reales si tenemos el coraje de llevarlos a cabo. A mi hermana que me mostro que en el camino al éxito no hay obstáculo imposible, siempre y cuando no dejemos de intentar. A mi hermano que me demostró que una persona no se mide por sus caídas, si no por las veces que es capaz de levantarse y seguir adelante. A mi directora y director de tesis que me transmitieron que no hay que dejar de creer en la gente, ni ayudarla y menos en los momentos difíciles, para así poder alimentar nuestro *“BUEN KARMA”*. Finalmente quiero decirle gracias a un buen amigo llamado Napoleón que me dio un ejemplo, que sin importar el dolor al que nos afrontemos lo que realmente nos marca en la vida es la determinación y convicción que tengamos a la misma. De igual forma aprovecho para darles las gracias a mi socio, amigos, colegas, instructores y demás personas que han influido en mí. *GRACIAS A TODOS.*

Introducción.....	4
Objetivo.....	8
Objetivo general:.....	8
Objetivos particulares:	8
Capítulo 1. Antecedentes.....	8
Clasificación de los Residuos Sólidos	9
<i>Residuos Sólidos Urbanos.</i>	10
<i>Residuos de Manejo Especial.</i>	11
<i>Residuos peligrosos.</i>	12
Tipos de Generadores.....	13
Propiedades de los Residuos Sólidos	13
<i>Peso específico o volumétrico.</i>	14
<i>Contenido en humedad.</i>	16
<i>Tamaño de partícula.</i>	17
<i>Capacidad de campo.</i>	18
<i>Permeabilidad.</i>	18
<i>Propiedades químicas.</i>	19
Marco jurídico referente al manejo de residuos sólidos.....	19
<i>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.</i>	20
<i>LGEEPA.</i>	20
<i>LGPGIR.</i>	22
<i>Reglamento de la LGPGIR.</i>	23
<i>LRS DF.</i>	24
<i>Normas existentes (NOM, NMX).</i>	25
<i>Plan de manejo.</i>	26
Capítulo 2. Situación actual del manejo de los residuos sólidos en las oficinas del DF.....	27
Estimación de los residuos que se generan en las oficinas.	28
Descripción del manejo de residuos en oficinas.	29
Planes de manejo presentados por edificios de oficinas.	31
Problemática identificada.	33
Capítulo 3. Caso de estudio.....	34
Descripción del edificio.	35
Caracterización de los residuos sólidos.	37

<i>Estimación de la generación</i>	38
<i>Peso Volumétrico</i>	40
<i>Clasificación de los residuos Sólidos</i>	41
Descripción del Manejo de los residuos sólidos.	50
<i>Características del almacenamiento de los residuos sólidos</i>	50
<i>Recolección de los residuos sólidos</i>	53
<i>Programa de separación actual.</i>	54
Evaluación del estado actual.	55
Problemática que presenta el edificio bancario.	55
<i>Capítulo 4. Soluciones para el manejo de los residuos sólidos del edificio.</i>	56
Propuesta de separación de residuos.	56
Propuesta de almacenaje temporal y en bodega.	58
Propuesta de sistema de recolección.	61
<i>Análisis económico de la propuesta de sistema de recolección</i>	62
Propuesta de contenedores.	63
<i>Conclusión.</i>	70
<i>Bibliografía.</i>	72
<i>Anexos.</i>	73
Procedimiento para el método del cuarteo.	73
Material y herramienta empleado para el estudio de caracterización de RS	78

Introducción.

El cuidado ecológico es un tema de interés actual, ya que es algo con lo que nos encontramos luchando en nuestros días. Todo parece indicar que conforme hay avances tecnológicos, así como de infraestructuras, los contaminantes se vuelven una verdadera amenaza social, la razón de esto es que nos hemos estado preocupando por las comodidades, pero ignorando los daños que conllevan y que repercute directamente en nuestro paisaje natural y en la salud de la gente. Esto resulta ser como bien lo describe un famoso personaje de COMIC´S que “Un gran poder conlleva **una gran responsabilidad**”, que para fines de este contexto el poder que el hombre adquirido es la capacidad de pensar y transformar el medio ambiente o bien a lo que algunos definen como ingeniería, pero siguiendo con esta frase la responsabilidad adquirida sería proteger nuestro entorno de manera que no sea devastado.

La generación de residuos sólidos urbanos es uno de los problemas ambientales más grandes dado que la producción de los mismos es cada vez mayor, este problema está directamente relacionado con el tamaño de las ciudades. Las grandes ciudades producen casi el doble de basura por persona en comparación con una de pequeña, esto como influencia del consumismo.

En el Distrito Federal se generan alrededor de 12,500 toneladas diarias de residuos sólidos, mismos que son dispuestos en un único relleno sanitario conocido como Bordo Poniente, cuyo funcionamiento inició en 1985 y se encuentra próximo a ser clausurado. Este problema de disposición de residuos es algo que no resulta ser nuevo, ya que históricamente la humanidad se ha confrontado a este conflicto al pasar de los años.

La mejor alternativa para el problema de residuos actualmente parece ser la prevención y minimización de la generación mediante el conjunto de acciones, operaciones y procesos que permitan disminuir la cantidad de residuos, a esta solución le denominamos Plan de Manejo.

Parte de esta solución general resulta de promover una cultura ciudadana donde intervengan personas físicas y morales, con el fin de que contribuyan a la reducción y

reúso de los materiales que consume, estimulando la responsabilidad compartida¹ y la elaboración y presentación de planes de manejo en caso de ser necesarios.

Se tienen datos² que indican que la generación domiciliaria generalmente se encuentra compuesta como se indica en la Gráfico 1.

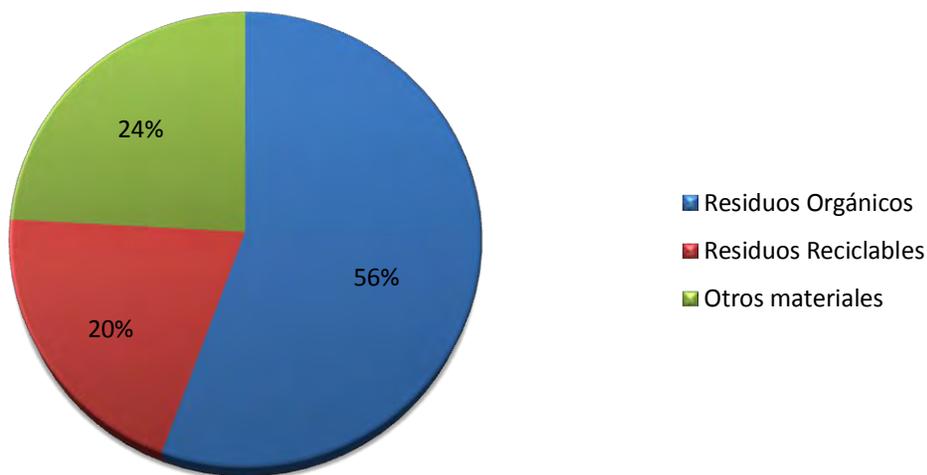


Gráfico 1. Composición de los residuos generados en el domicilio³.

Como se puede observar en el Gráfico 1 la composición de los residuos en el Distrito Federal se encuentra distribuida por un 56% de residuos orgánicos, un 20% de residuos reciclables y finalmente un 24% de otros materiales de naturaleza inorgánica que no son posibles candidatos a ser parte de un proceso de reciclado.

Si se consideran los datos anteriores se puede tener una posible solución al problema de generación de residuos sólidos en el Distrito Federal, para esto se tiene que tratar la

¹ La responsabilidad compartida habla que el productor y consumidor deben tener conciencia del residuo que se genere por intervención de ambos por lo que ambas partes deben proponer una solución.

² Los datos que se presentan fueron emitidos por la Gaceta Oficial publicada el 13 de septiembre del 2010 para el cumplimiento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.

³ En otros materiales se encuentran residuos susceptibles de ser reciclados, pero por ahora no se acopian por no tener demanda en el mercado del reciclaje.

fracción orgánica ya sea con un método de compostaje⁴ o bien vermicompostaje⁵, por mencionar algunos⁶ de los métodos más recurridos en México, en lo que corresponde a la otra fracción tratable que resulta ser los residuos reciclables, se deben clasificar en subproductos de manera que su reutilización sea posible. De esta manera se deja solo un 24% aproximadamente⁷ del total a disposición de un relleno sanitario, por lo que entonces teniendo en cuenta las 12,500 toneladas diarias que se generan en el DF, se reduciría a 3,000 toneladas diarias lo que representaría una alternativa bastante viable al problema latente de espacio para disponer los residuos sólidos generados.

Los siguientes puntos son parte fundamental que se deben tener en cuenta para un plan de manejo adecuado:

- Comunicación y educación ambiental.
- Prevención y minimización de la generación.
- Separación en el origen.
- Recolección selectiva.
- Prevención y control de la contaminación.
- Mejoramiento de la infraestructura.
- Aprovechamiento y valorización de los residuos (tecnologías alternativas).
- Regulación ambiental.
- Coordinación institucional.
- Evaluación y seguimiento.

⁴ Compostaje. Proceso biológico que consiste en la descomposición de restos de plantas y animales. Es un proceso aerobio. Un compostaje adecuado genera suficiente temperatura para matar semillas y bacterias patógenas.

⁵ Vermicompostaje. Es el proceso para el cual se utilizan lombrices, ya que una lombriz es una voraz "come basura", ingiriendo diariamente hasta el 90 % de su propio peso.

⁶ Otros métodos para tratar los residuos orgánicos son: utilización de Biomasa como combustible, Gasificación y Metanización.

⁷ Se trabaja con un dato aproximado ya que el 24% es una cifra idealista pues ni los residuos reciclables como tampoco los residuos orgánicos son posible tratar con un 100% de eficiencia a lo mucho se puede tomar como dato confiable un 80% de aprovechamiento de los residuos tratables.

En México contamos con leyes de ámbito federal que son aplicables para cada entidad federativa y otras que son de ámbito estatal e incluso municipal⁸, este marco jurídico es aplicado de igual forma en la legislación existente para la materia de impacto ambiental y siendo un tanto más concretos para el manejo de los residuos sólidos, por lo que cabe mencionar que existen diferentes leyes, reglas y normas dependiendo del Estado o Municipio en donde nos encontremos. Entonces siempre se tendrá que tener en cuenta la legislación de acuerdo a la entidad federativa en la que se ubique el lugar que solicite un plan de manejo de residuos sólidos, para de esta manera cumplir con los requisitos demandados.

Para la elaboración de un plan de manejo en el caso del Distrito Federal es importante tener en cuenta los siguientes ordenamientos:

1. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
2. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos (LGPGIR).
3. La Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF).
4. La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF).
5. El Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (RLRSDF).
6. La Agenda Ambiental de la Ciudad de México (AACM).
7. El Plan Verde de la Ciudad de México (PVCM).

Tomando en cuenta lo anterior se entiende la necesidad de generar un plan de manejo de residuos en las empresas que lo requieran por ser generadores de alto volumen como resulta ser el caso particular del edificio bancario de Compartamos Banco, ubicado en Insurgentes Sur Núm. 552, Col. Roma Sur, C.P. 06760, Del. Cuauhtémoc, Distrito Federal. Este edificio bancario es catalogado como un Gran Generador, por lo que se desarrollaron los estudios pertinentes que pudieran detallar la composición de los residuos, así como su peso volumétrico con la finalidad de poder disponer de los residuos de una forma adecuada.

⁸ Municipio. Un municipio es una entidad administrativa que puede agrupar una sola localidad o varias, pudiendo hacer referencia a una ciudad, pueblo o aldea, o a una agrupación de los mismos.

Objetivo.

Objetivo general:

Reportar las condiciones actuales en el manejo de residuos sólidos para edificios de oficinas en la Ciudad de México, por lo que a manera de ejemplo se tomara un caso de estudio de donde se deberá determinar la cantidad, características y peso volumétrico de los residuos sólidos generados y así proponer alternativas de solución al manejo actual de los residuos que se generan en el edificio prueba que en este caso será Compartamos Banco.

Objetivos particulares:

- Realizar un estudio de generación de los residuos sólidos en las oficinas del Distrito Federal.
- Determinar el peso volumétrico y clasificación de los subproductos de los residuos generados.
- Proponer alternativas de mejora a corto plazo en el manejo de los residuos generados.
- Realizar un diagnóstico del manejo de los residuos sólidos generados en el edificio Sede de Compartamos Banco ubicado en Avenida Insurgentes Sur Núm. 552, Col. Roma Sur, C.P. 06760, Del. Cuauhtémoc, Distrito Federal.

Capítulo 1. Antecedentes

Es importante tener en cuenta algunos conceptos de uso básicos para poder entender de forma más precisa los problemas a los que nos enfrentamos en el adecuado manejo de los Residuos Sólidos.

Es conveniente comprender la diferencia entre basura y residuo, definiendo a la basura como todo aquello que es desechado porque dejó de ser de utilidad sin importar su origen. Y un residuo es cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó, y por lo tanto puede ser susceptible de ser valorizado o sujeto a un tratamiento o bien colocado en un sitio de disposición final⁹ conforme lo indica la ley.

Por lo que entonces los residuos tienen que ser clasificados y se deben determinar los tipos de generadores latentes que pueden intervenir.

Clasificación de los Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se clasifican en tres grandes grupos permitiendo que se tenga un control de riesgos y de manejo más adecuado sobre los mismos. Estos grupos son residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de tener una generación de residuos más fácil de seleccionar.

La finalidad de esta clasificación se define en los siguientes puntos según lo establece la LGPGIR¹⁰:

- Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente.
- Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para

⁹ Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

¹⁰ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos.

- Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos.
- Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.

Para fines prácticos es importante tener en consideración los siguientes dos conceptos:

- Separación primaria. Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos.
- Separación secundaria. Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de la LGPGIR.

Residuos Sólidos Urbanos.

Estos son aquellos 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 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 la LGPGIR de otra índole¹¹.

¹¹ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los residuos sólidos urbanos deberán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

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 urbanos¹².

Estos residuos de manejo especial son a su vez clasificados de la siguiente forma:

- Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.
- Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológicos infecciosos.
- Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.
- Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas.
- Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
- Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.
- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

¹² Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

- Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico.
- Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

Residuos peligrosos.

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se trasfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la LGPGIR¹³.

Para disminuir su riesgo se establece los siguientes factores:

- La forma de manejo.
- La cantidad.
- La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos.
- La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento.
- La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de acumulación.
- La duración e intensidad de la exposición.
- La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

¹³ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tipos de Generadores

Una generación es considerada como una acción de producir residuos procedentes de un proceso y se consideran generador a una persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Los generadores son clasificados de acuerdo a su capacidad de generación periódica que tienen, por lo que encontramos tres grupos de los mismos.

- *Micro generador*. Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos sólidos al año o su equivalente en otra unidad de medida.
- *Pequeño generador*. Persona física o moral que genera una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.
- *Gran generador*. Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Propiedades de los Residuos Sólidos

Resulta importante conocer las propiedades de los residuos sólidos, ya que se pueden tomar en cuenta para desarrollar y diseñar sistemas de gestión para los residuos sólidos, elaborando así un plan de manejo adecuado para las exigencias de cada corporativo.

Peso específico o volumétrico.

Se define como el peso de un material por unidad de volumen y se le denomina también densidad. Evidentemente la densidad de los residuos depositados dependerá de su grado de compactación, es decir del lugar donde se realice el análisis, ya sea en la bolsa de basura, en el contenedor, en el camión de recogida, en el vertedor, etc. Por lo que es de vital importancia conocer el lugar de extracción de la muestra. El conocimiento del peso específico es importante para poder conocer la masa y el volumen de los residuos y poder aplicar estos datos a la gestión de los mismos. En la siguiente tabla se muestran los pesos específicos de algunos residuos comerciales, domésticos e industriales:

Tabla 1.1. Peso específico y contenido de humedad de algunos Residuos Sólidos.

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)		PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Residencial (sin compactación)						
Residuos de comida Mezclados	131	481	291	50	80	70
Papel	42	131	89	4	10	6
Cartón	42	80	50	4	8	5
Plástico	42	131	65	1	4	2
Textiles	42	101	65	6	15	10
Goma	101	202	131	1	4	2
Cuero	101	261	160	8	12	10
Residuo de Jardinería	59	225	101	30	80	60
Madera	131	320	237	15	40	20
Vidrio	160	481	196	1	4	2
Latas	50	160	89	2	4	3
Aluminio	65	240	160	2	4	2
Otros metales	131	1151	320	2	4	3
Polvo, tierra, etc	320	1000	481	6	12	8
cenizas	650	831	745	6	12	6
basura	89	181	131	5	20	15

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Comercial						
Restos de comida (húmeda)	475	949	540	50	80	70
Electrodomésticos	148	202	181	0	2	1
Cajas de madera	110	160	110	10	30	20
Trozos de árboles	101	181	148	20	80	5
Basura (combustible)	50	181	119	10	30	15
Basura (no combustible)	181	362	300	5	15	10
Basura (mixto)	139	181	160	10	25	15

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Desechos domésticos de jardín						
Hojas (sueltas y secas)	30	148	59	20	40	30
Hierba verde (suelta y húmeda)	208	297	237	40	80	60
Hierba verde (húmeda y compacta)	593	831	593	50	90	80
Desechos de jardín (rallado)	267	356	297	20	70	50
Desechos de jardín (composta)	267	386	326	40	60	50

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Agricultura						
Agricultura (mixta)	400	751	561	40	80	50
Animales muertos	202	498	359			
Desechos de frutas (mixto)	249	751	359	60	90	75
Estiércol (húmedo)	899	1050	1000	75	96	94
Residuos Vegetales (mixto)	202	700	359	60	90	75

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Municipal						
Camión compactador y vertedero	178	451	297	15	40	20
Normalmente compactado	362	498	451	15	40	25
Bien compactado	590	742	599	15	40	25

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
De construcción y demolición.						
Demolición mezclados (no combustible)	1000	1599	1421	2	10	4
Demolición mezclados (combustible)	300	400	359	4	15	8
Demolición mezclados (combustible)	181	359	261	4	15	8
Concreto roto	1198	1801	1540	0	5	

Tipo de Desperdicio	PESO ESPECIFICO (Kg/m ³)			PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)		
	RANGO	TIPICO	RANGO	TIPICO		
Industrial						
Quimicos de lodos (húmedo)	801	1101	1000	75	99	80
Cenizas volátiles	700	899	801	2	10	4
Restos de piel	101	249	160	6	15	10
Chatarra (pesada)	1501	1999	1780	0	5	
Chatarra (ligera)	498	899	739	0	5	
Chatarra (mezclada)	700	1501	899	0	5	
Aceites, alquitranes, asfaltos	801	1000	949	0	5	2
Desechos de aserrín	101	350	291	10	40	20
Residuos textiles	101	220	181	6	15	10
Madera (mixto)	400	676	498	30	60	25

Los pesos específicos de los residuos sólidos varían notablemente con la localización geográfica, estación del año, clima, componentes y tiempo de almacenamiento.

Contenido en humedad

En el método de medición de la humedad o peso húmedo la humedad de una muestra se expresa como el porcentaje del peso del material húmedo. En el método peso seco se expresa un porcentaje del peso seco del material. El contenido de humedad peso húmedo se expresa como:

$$M = \frac{w - d}{w} \times 100$$

De donde:

M = Contenido de humedad (%)

w = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg)

d = Peso de la muestra después de secarse a 105 °C (kg)

La humedad de los residuos sólidos depende de varios factores como la composición de los residuos, la estación del año, las condiciones ambientales de humedad y las condiciones climáticas. La humedad contenida en algunos residuos se muestra en la Tabla 1.1.

Tamaño de partícula

El tamaño y la distribución de los materiales en los residuos sólidos son una consideración importante dentro de los procesos mecánicos y físicos de recuperación de materiales, como cribas (Figura 1) y separadores magnéticos.

Para ello es importante conocer la dimensión más larga de la partícula y así saber su capacidad para pasar por una criba. En función de estas características se dimensionan los equipos de separación. El tamaño medio de los componentes de los residuos sólidos está entre 178 y 203 mm, dependiendo del material. Así la fracción que suele tener un mayor tamaño es el cartón y la de menores dimensiones suele ser la correspondiente a residuos de comida.



Figura 1. Equipo de separación de residuos sólidos mediante una criba.

Capacidad de campo

La capacidad de campo de los residuos es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. Es de gran importancia para determinar la formación de lixiviados en los vertederos. La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo.

Permeabilidad

La conductividad hidrológica de los residuos compactados es una propiedad física importante que, en gran parte, gobierna el movimiento de líquidos y gases dentro de un vertedero. El coeficiente de permeabilidad se expresa como:

$$K = C \times d^2 \times \frac{\gamma}{\mu} = k \times \frac{\gamma}{\mu}$$

Donde:

K = coeficiente de permeabilidad

C = constante sin dimensiones o factor de forma

d = tamaño medio de los poros

γ = **Peso** específico del agua

μ = viscosidad dinámica del agua

k = permeabilidad intrínseca

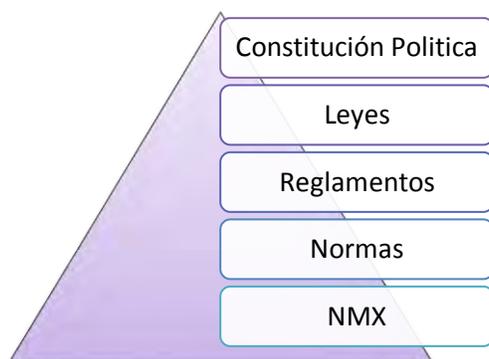
El término Cd^2 se conoce como permeabilidad intrínseca o específica y depende de las propiedades del material sólido, incluyendo la distribución de los tamaños de poro, la complejidad, la superficie específica y la porosidad. Los valores típicos de la permeabilidad intrínseca de los residuos compactados en un vertedero se encuentra de 10^{-11} y 10^{-12} m² en la dirección vertical y unos 10^{-10} m² en la dirección horizontal.

Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los residuos sólidos son importante a la hora de conocer la capacidad de estos residuos para ser procesados y/o recuperados, ya que de esta manera se puede saber si son candidatos para una incineración, un compostaje o incluso para un aprovechamiento energético por mencionar algunos usos actuales que se le pueden dar a los residuos sólidos. Es entonces que propiedades químicas como el punto de fusión de las cenizas, el análisis elemental y el contenido energético se vuelven muy útiles saberlos.

Marco jurídico referente al manejo de residuos sólidos.

Resulta importante comprender que dentro de un marco jurídico existe una jerarquía, ésta nos puntualiza el grado de importancia que va teniendo cada rubro, según lo que predetermina un grupo de representantes sociales que por decirlo de alguna manera son los que acuerdan las reglas del juego. Por lo tanto a continuación se presenta este sencillo organigrama que nos jerarquiza estos puntos que contempla un marco jurídico.



Como podemos ver en la pirámide la constitución se encuentra en la punta debido a que nos representa la parte que da pie a un control de estructura gubernamental permitiendo que una sociedad pueda desenvolverse de forma ordenada. Ya una vez entendido esto entonces si podemos indicar que este mismo seguimiento tiene el manejo de residuos sólidos.

En los subtemas que se desarrollan dentro de este capítulo encontraremos de manera específica las leyes, reglamentos y normas que deben cumplirse para mantener un manejo adecuado de los residuos sólidos según lo estipulado legalmente, es importante que se tenga presente la jerarquía manejada en la pirámide anterior.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política nos establece en su artículo 115, fracción III que los municipios **tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos y concretamente el inciso "c"** de dicha fracción, regula la limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos¹⁴.

De esta manera partimos con que la Carta Magna estipula que el municipio será el encargado del manejo de los residuos sólidos.

LGEEPA

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos, según lo estipulado en el artículo primero de la misma. Esta ley se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.
- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.

¹⁴Reformado mediante decreto publicado en EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN el 23 de diciembre 1999

- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La prevención y el control de la contaminación del agua, aire y suelo.
- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.
- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los
- Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX - G de la Constitución.
- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental.
- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

Esta ley en su artículo 7, fracción IV, nos dice que 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, le corresponde al Estado. De igual manera en el artículo 8, fracción IV, nos indica que corresponde a los municipios la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.

En cortas palabras podemos decir que tanto el estado como el municipio tienen su parte de trabajo en el manejo de residuos sólidos no peligrosos.

Esta ley (LGEEPA) dedica un capítulo a la prevención y control de la contaminación del suelo donde del artículo 134 al 144, nos indica cómo se regulan estos contaminantes y bajo qué términos son manipulados, tratando claro está la generación de los residuos sólidos.

LGPGIR

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), al igual que la LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La disposición de esta ley se desarrolla a través de la prevención de la generación de residuos, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Ayuda a prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establece los siguientes puntos:

- Considera el diseño, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.
- Determina los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana.
- Formula una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios¹⁵.
- Regula la generación y manejo integral de residuos peligrosos.
- Define las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos.

¹⁵ Inventario de residuos. Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integran a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento.

- Crea 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.
- Previene la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación.
- Regular la importación y exportación de residuos.
- Fortalece 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.
- Establece medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de la Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

En el título tercero **“Clasificación de los residuos” de la LGPGIR, del artículo 15 al 24, nos da la pauta para la clasificación que debe manejarse sobre los residuos sólidos y los problemas que estos acarrearán a groso modo.**

En el artículo 19 nos dice específicamente la clasificación que debe tener los residuos de manejo especial. En los demás títulos que presenta esta ley nos va desglosando los puntos antes tratados, haciendo un especial cuidado a la gestión de los residuos peligrosos.

Reglamento de la LGPGIR

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos tiene por objeto reglamentar la LGPGIR y tiene un régimen que abarca todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción, por lo que la aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Es importante tener en cuenta este reglamento, ya que está encargado de ordenar de forma concisa los artículos de la LGPGIR, por lo que su revisión para cualquier proceso relacionado con el manejo, transporte y disposición de los residuos resulta necesaria. Este

reglamento es también el vínculo que se tiene entre la contemplación de las leyes y las normas, para hacer más eficiente una instrucción contemplada en algunos artículos.

LRS DF

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal tiene el objetivo de regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia. Su aplicación de la misma resulta ser supletoria a las disposiciones contenidas en otras leyes, reglamentos, normas y demás ordenamientos jurídicos relacionados con las materias que regula la presente Ley.

Otro aspecto jurídico que debe ser tomado en cuenta para el estudio de generación en la capital de México es la Licencia Ambiental Única del Distrito Federal (LAUDF) que debe ser obligadamente tramitada para el caso de generadores bancarios con más de 100 empleados¹⁶ según se estipula en el artículo 61 bis 5 de la Ley Ambiental del Distrito Federal.

Para esta licencia deberá proporcionarse el domicilio del local, el nombre o razón social de quien lo solicita, número de empleados, los productos y acciones, así como sus procesos e insumos que intervienen para fines del funcionamiento del local, al igual que anexar los siguientes documentos:

- Dictamen de Impacto ambiental.
- Dictamen de Riesgo Ambiental.
- Registro de fuente Fija.
- Registro/Permiso de descarga de Agua Residual.

¹⁶ Definido en el listado de la Gaceta Oficial del Distrito Federal emitida el 20 de Febrero del 2006 que menciona los casos en que por su capacidad o actividad se queda sujeto a la LAUDEP.

Estos trámites se deberán realizar de manera anual para la renovación de la licencia, es entonces importante mencionar que la finalidad de la LAUDF es obligar a que se tenga un plan de manejo adecuado, para los grandes generadores.

Normas existentes (NOM, NMX)

Existe un número finito de normas que están encargadas del manejo, transporte y almacenamiento de los residuos sólidos, pero para fines de este trabajo nos apoyaremos en la NOM – 083- SEMARNAT- 2003¹⁷. Dentro de esta norma no se regula los residuos peligrosos, pero menciona las características indispensables para disponer adecuadamente los residuos de manejo especial, como por ejemplo los residuos generados en Compartamos Banco.

En el caso de las normas mexicanas aplicables a la obtención de parámetros, se consideraron tres de ellas para llevar a cabo las actividades de determinación de generación, peso volumétrico y clasificación de subproductos y poder llegar a una solución satisfactoria.

Las normas usadas fueron las siguientes:

- NMX-AA-015-1985. Método de cuarteo. La cual nos sugiere de cómo llevar a cabo este método y la obtención de especímenes para los análisis en el laboratorio, requiriendo que los residuos sólidos tengan una característica homogénea.
- NMX-AA-019-1985. Peso volumétrico **"IN SITU"**. **El propósito de esta norma es establecer el método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos en el lugar donde se efectuó la operación de "cuarteo"**.
- NMX-AA-022-1985. Selección y cuantificación de subproductos. La norma nos establece como se debe seleccionar y el método que deberá seguirse para la cuantificación de los subproductos contenidos en los residuos sólidos.

¹⁷ Norma Oficial Mexicana 083 – SEMARNAT – 2003: Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Plan de manejo

El Plan de Manejo es el instrumento de gestión integral¹⁸ de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos para facilitar el acopio y las disposiciones de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos.

El artículo 27 de la LGPGIR nos establece que los planes de manejo son para los siguientes fines y objetivos:

- Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral¹⁹, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social.
- Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan.
- Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares.
- Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados.
- Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

El artículo 28 de la LGPGIR nos dice que los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial están obligados a formular y

¹⁸ 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 la necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

¹⁹ Manejo integral. Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, con procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

ejecutar planes de manejo. De la misma manera los residuos que están sujetos a estos planes de manejo pueden presentar por decir algunas características un alto volumen de generación o bien un alto valor económico.

El plan de manejo de residuos sólidos del Distrito Federal no sujetos a la LAUDF²⁰ nos indica que todo generador de residuos sólidos en el Distrito Federal, deberá separar sus residuos en las fracciones orgánica e inorgánica. De la misma manera nos indica que deberán presentar su Plan de Manejo, los organismos públicos y privados, órganos desconcentrados, delegaciones, entidades de la administración pública y personas físicas y morales que generen residuos sólidos urbanos de alto volumen (más de 50 kg/d), los que generen residuos sólidos de manejo especial, así como aquellos establecimientos mercantiles, industriales o de servicios que se dediquen a la reutilización o reciclaje de los residuos sólidos.

Capítulo 2. Situación actual del manejo de los residuos sólidos en las oficinas del DF.

La generación per cápita de residuos sólidos en la zona metropolitana de la Ciudad de México ha sufrido serias modificaciones de los años cincuenta a la fecha, su composición ha cambiado pasando de ser en su mayoría residuos orgánicos a residuos inorgánicos. Es un hecho que los patrones de hábitos de consumo han contribuido al incremento de la generación, este índice ha cambiado de 0.7 kg/hab/día a cerca de 1.5 kg/hab/día, por ello se debe dar respuesta a la adecuada gestión y manejo de residuos.

La composición de los residuos depende esencialmente de los siguientes factores:

- El nivel de vida de la población
- La estación del año
- El día de la semana

²⁰ Licencia Ambiental Única del Distrito Federal.

- Las costumbres de los habitantes
- La zona donde se habita

Estimación de los residuos que se generan en las oficinas.

Para desarrollar estas estimaciones es importante tomar en cuenta algunos datos que resultan esenciales, primero considerar que la población total del Distrito Federal es de 8 851 080²¹ habitantes de donde solo 843 606²² habitantes laboran en oficinas por lo que considerando los indicadores obtenidos de la Ciudad de México la generación según el tipo de establecimiento se puede determinar que la producción de residuos sólidos es de 0.179 kg/empleador/turno. Sabido lo anterior podemos decir que en el distrito federal las oficinas genera un promedio de 151 Ton/turno. Otro aspecto que es importante considerar es que porcentaje representa esta cantidad en relación al total generado por todos los giros en el Distrito Federal y su composición de la misma.

En el siguiente grafico 2.1 podemos ver que las oficinas forman parte del 15% de la generación de residuos en el D.F. dentro del rubro del servicio.

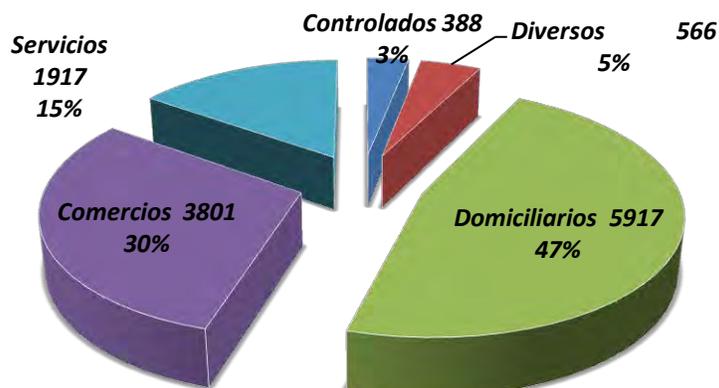


Gráfico 2.1 Generación de residuos sólidos por fuente en el D.F.

²¹ <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>

²² FUENTE: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.

La manera en que se constituye esta fuente de generación procedente de los servicios resulta ser como se indica en el grafico 2.2

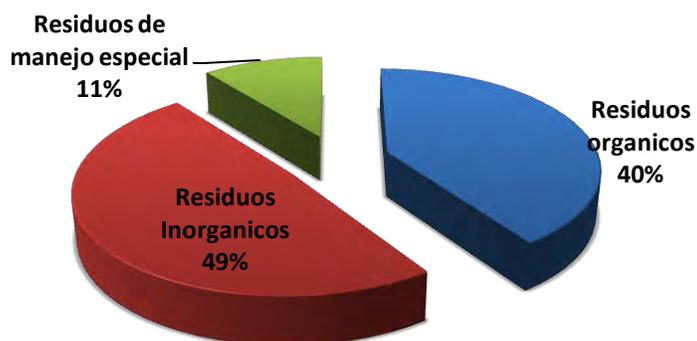


Grafico 2.2 Constitución de los residuos generados de los servicios.

La porción de los residuos inorgánicos resultan ser la mayor con un 49%, mientras que la orgánica es la siguiente de gran importancia con un 40%, la principal causa de esto es que como ya se dijo nos referimos únicamente a la parte relacionada con los residuos producidos por las actividades económicas del servicio las cuales se componen por los desechos provenientes de restaurantes y bares, hoteles y moteles, centros educativos, centros de espectáculos y recreación, cines, estadios y desde luego oficinas. Pero cabe resaltar que por la clase de giro que se tiene es normal pensar que los residuos orgánicos en las oficinas ocupen el dominio.

Descripción del manejo de residuos en oficinas.

En las oficinas de orden público se tiene un programa de separación de los residuos sólidos con la finalidad de reducir lo generado. La gran cantidad de edificios públicos existentes obliga a que se lleve por etapas este programa, en primer lugar se difunde la información a fin de que la población localizada en estos sitios tenga idea de lo que se trata de lograr y como esto se va a realizar, después continúan con una sensibilización a los trabajadores públicos dotándolos de información oportuna sobre lo que se podría

ocasionar de no llevarse de forma adecuada el programa de separación, posteriormente se acondicionan los edificios y sucesivamente se verifica que el acondicionamiento sea el adecuado para cada lugar, para finalmente llegar a evaluar la eficiencia de la separación y lo conveniente que resulto ser para cada edificio en donde se implementó el programa.

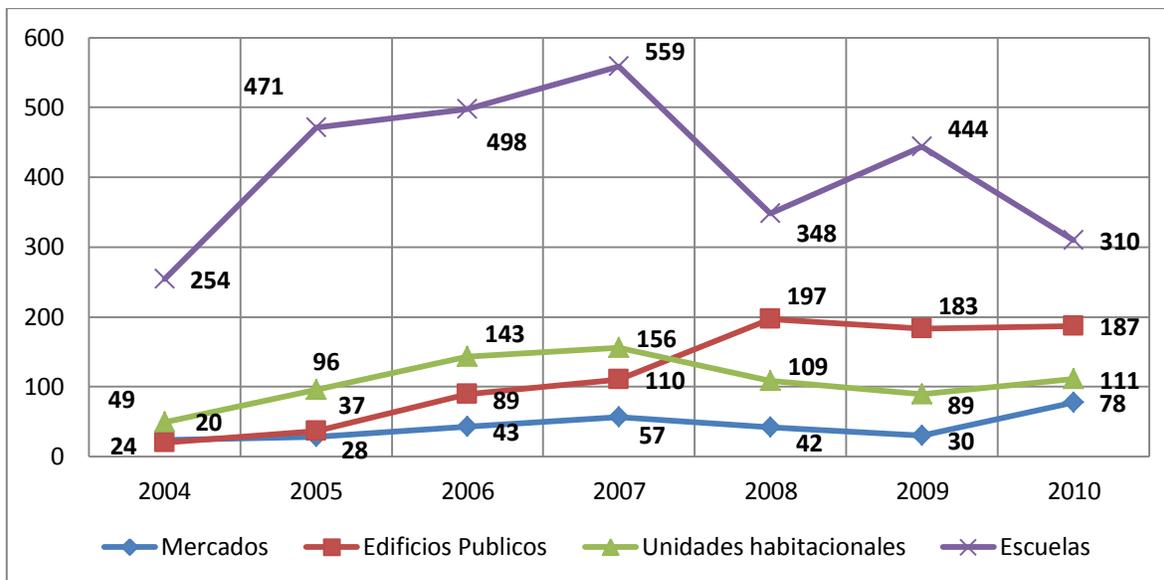


Figura 2. Edificios Públicos

Del 2004 al 2006 se habían verificado la eficiencia de la aplicación del programa²³ de separación de los edificios públicos a 94 edificios, de los cuales 31 reportaron un buen funcionamiento, 34 estaban en el rango de regular y los 24 sobrantes no alcanzaron un buen nivel de aplicación. Para esto se repartieron en esos dos años 400 600 volantes donde se difundió el cometido del programa y se dieron 242 pláticas para sensibilizar al personal de los edificios. De esta manera podemos tener un plano de partida para conocer la forma en que se manejan los residuos sólidos en los edificios de uso para oficinas.

Finalmente en el siguiente grafico (grafica 2.3) podemos observar las alzas y desplomes que ha tenido en los últimos años el programa de separación de residuos sólidos para los distintos sectores económicos, el control que se lleva es de acuerdo a los establecimientos que acatan dicho programa, cabe mencionar que la línea correspondiente a oficinas públicas parece seguir una tendencia al mejoramiento del apego al programa.

²³ Programa de separación de residuos sólidos en oficinas públicas, difundido en octubre del 2006.



Grafica 2.3 Establecimientos en donde se realiza la recolección separada.

Planes de manejo presentados por edificios de oficinas.

Los planes de manejo que se presentan en los distintos edificios de oficinas son muy variados ya que estos se definirán de acuerdo a sus propias necesidades, necesidades que se verán reflejadas en sus propuestas de separación anexas a las ya predisuestas oficialmente.

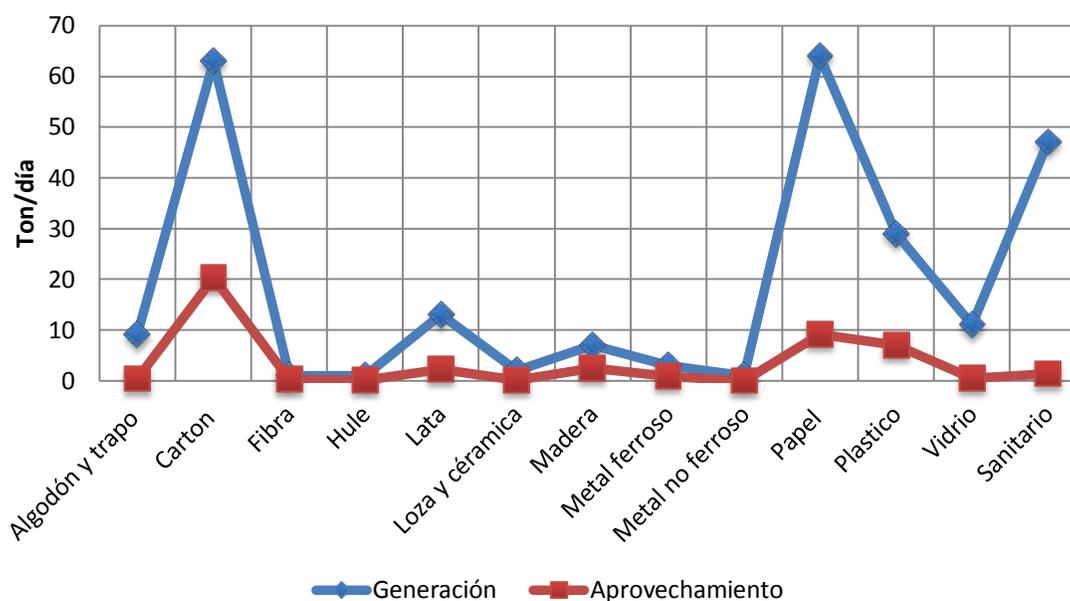
Los planes de manejo dependerán directamente del resultado de un estudio de generación ya que de esta manera se tratará cada caso de forma particular, pero de forma general podemos plantear un plan de manejo para el sector servicio donde se realizan separaciones en subproductos con el fin de lograr un aprovechamiento en los casos donde se encuentra una mayor generación. En la siguiente tabla 2.1 podemos visualizar lo antes descrito, la subclasificación se realiza de acuerdo a la naturaleza propia del residuo mientras que los datos recopilados nos dice la generación diaria de residuos sólidos para este sector en particular y el aprovechamiento que se ha tenido.

Tabla 2.1 Generación diaria y aprovechamiento para el sector de servicio en el 2010.

Tipo de residuos	Generación	Aprovechamiento
	Ton/día	%
Residuos orgánicos		
Residuos de alimentos	198	1%
Residuos de jardinería y poda	10	1%
Residuos Inorgánicos		
Algodón y trapo	9	3%
Cartón	63	32%
Fibra	1	20%
Hule	1	9%
Lata	13	18%
Loza y cerámica	2	4%
Madera	7	35%
Metal ferroso	3	31%
Metal no ferroso	1	5%
Papel	64	14%
Plástico	29	24%
Vidrio	11	4%
Sanitario	47	3%
Residuos de manejo especial		
Medico asistenciales	21	0%
Veterinarios	10	0%
Alimento no apto para consumo	6	0%
Construcción	2	3%
Lodos	3	0%
Plásticos	12	26%
Laboratorios	1	

En el gráfico 2.4 podemos ver el comportamiento de mejor manera de los residuos sólidos inorgánicos por ser los más versátiles a ser aprovechados, recordando que el principal objetivo de implementar un plan de manejo es la disminución de generación de residuos sólidos de esta manera podemos ver claramente cuales materiales ya se han comenzado a reutilizar y cuales otros tienen aún un largo camino por recorrer para su aprovechamiento óptimo.

Residuos Inorgánicos



Grafica 2.4 Comparación de la generación y aprovechamiento de residuos inorgánicos para el sector servicio en el 2010.

Problemática identificada.

El primer punto que es importante abarcar es la existencia de un programa de separación que sin importar lo bien estructurado que se encuentre tiene como limitante que la proyección solo conlleva a la valoración de unos cuantos edificios y exclusivamente de origen público. La verificación del acondicionamiento de las instalaciones para el apego del programa de residuos sólidos en edificios públicos requiere un seguimiento minucioso y exhaustivo, por lo cual no resulta ser una alternativa muy óptima, ya que el tiempo requerido para el cumplimiento de la meta sería sumamente extenso. Es importante reiterar que la meta es reducir la generación de residuos sólidos.

Otro punto a evaluar es el aspecto de las oficinas de particulares con la finalidad de hacer cumplir las leyes y normas existentes para el ámbito ambiental. Por ejemplo la LAUDF exige para determinados parámetros un plan de manejo de los residuos sólidos de los

distintos establecimientos, y el problema aquí detectado es que no se puede tener un control total de quien cae en la necesidad de solicitar esta licencia.

La generación de residuos sólidos en las oficinas por ser del tipo administrativas se concentra principalmente en la producción de cartón, papel de impresión y papel sanitario, lo que es fácilmente visible en la gráfica 2.4 y aunque el aprovechamiento no es del todo mal se puede mejorar y no solo en los edificios públicos.

Capítulo 3. Caso de estudio.

La empresa en la que se realizaron los estudios pertinentes es Compartamos Banco una empresa financiera. Es muy importante determinar el diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos para el caso en estudio, de ante mano se podría asegurar que los residuos que predominan dado el giro comercial son papel bond, cartón y residuos de tipo eléctrico, sin embargo se debe considerar que se podrían encontrar otro tipo de subproductos dependiendo del número de empleados, las horas continuas de trabajo y algunas actividades que no necesariamente estén contempladas de momento, a continuación se mostrará la información recabada en el trabajo de campo y que permita mostrar las diversas actividades que se desarrollan en *Compartamos Banco*.

Es importante entender **que a finales de la década de los 80's, las microfinanzas** comienzan a proponerse como soluciones para un crecimiento socio-económico y para formar herramientas efectivas que promoviesen el desarrollo nacional.

Las microfinanzas son servicios financieros que ofrecen a personas productivas de segmentos populares, dándoles así acceso a créditos, cuentas de ahorro, seguros y otros servicios que contribuyen al desarrollo de sus negocios y familias.

De esta manera para 1990 nace el Programa Generadora de Ingresos, semilla de Compartamos Banco, brindando oportunidades y ofreciendo el crédito como un medio para hacer crecer a las microempresas y contribuir al desarrollo en México.

Actualmente *Compartamos Banco* sigue realizando las mismas acciones de servicio como son créditos, seguros y ahorro.

Descripción del edificio.

Las oficinas centrales de *Compartamos Banco S.A.*, están ubicadas en Avenida Insurgentes Sur Núm. 552, Col. Roma Sur, C.P. 06760, Del. Cuauhtémoc, Distrito Federal.

Compartamos Banco S.A.



Figura 3. Compartamos Banco S.A., Institución de Banca Múltiple ubicado en Avenida Insurgentes Sur Núm. 552, Col. Roma Sur, C.P. 06760, Del. Cuauhtémoc, Distrito Federal.

El edificio donde se realizó el estudio de generación consta de once pisos, una planta baja y una terraza. En la siguiente tabla podemos lo ver las instalaciones, número de contenedores, así como del personal que normalmente se encuentra en cada nivel.

Tabla 3.1 Descripción por piso del edificio *Compartamos Banco*.

Niveles.	Instalaciones	No. De contenedores.	No. De pers.
Planta Baja	Recepción, 3 sanitarios, área de almacén y área de lactancia.	7	5
Piso 1	Un gimnasio con 4 regaderas y 2 sanitarios, un cajero automático, 2 baños, área de archivo, área de comedor con 2 sanitarios.	14	2
Piso 2	6 estaciones de trabajo, 2 salas de junta, un área de café.	60 (org. e inorg. ²⁴)	101
Piso 3	Zona séptica con una tarja para el uso del personal general, bodega, escritorios personales y un área de café ²⁵ .	Aprox. 66 (org. e inorg.)	66
Piso 4	Baño privado, sala privada, escritorios personales y área de café.	Aprox. 58 (org. e inorg.)	66
Piso 5	3 salas, escritorios personales, zona séptica y área de café.	Aprox. 62	58
Piso 6	Zona séptica, baño privado, escritorios personales y área de café.	Aprox. 47	62
Piso 7	Zona séptica, escritorios personales y 3 salas de juntas.	Aprox. 57	47
Piso 8	5 estaciones, 3 salas de juntas y un área de café.	Aprox. 20 (2 por estación)	57
Piso 9, 10 y 11	Pisos en remodelación.	-----	-----
Piso 11	3 oficinas privadas, una con baño y regadera, cocineta para eventos extraordinarios, área de recepción, un área de café y una zona séptica.	Aprox. 11	4
Terraza	Área de comedor y 2 sanitarios.	Aprox. 8	0

Con base en la tabla anterior podemos saber que estamos hablando de 410 contenedores aproximadamente que existen dentro del edificio bancario, ya que el dato exacto no fue posible tenerlo por falta de acceso a todas las oficinas del edificio, a causa de las políticas de privacidad y seguridad que maneja la empresa, pero se pudo tener una idea general proporcionada por empleados del lugar que dieron una descripción a groso modo de los lugares a los que se negó la entrada. Con esta información recabada se pudo realizar una conjetura de los depósitos de residuos que se manipulan dentro de las zonas restringidas. En cuanto al personal que labora en el edificio es aproximadamente una cantidad de 460

²⁴ Se cuenta con 2 contenedores uno para residuos orgánicos y el otro para inorgánicos.

²⁵ Área de café. Es un área destinada para que el personal pueda prepararse tazas con café.

personas, que de igual manera no se manipulan cifras exactas debido a las limitantes para acceder a la información de esta naturaleza.

Caracterización de los residuos sólidos.

En este subcapítulo se muestran los resultados obtenidos del estudio de generación, el cual permitió identificar la cantidad, composición y clasificación de los residuos sólidos generados en el edificio bancario.

Es importante tener en cuenta la población que participa diariamente en las actividades que se realizan en las instalaciones, por lo que se presenta el siguiente gráfico generado a partir de la información expresada en la tabla 3.1 de este documento.

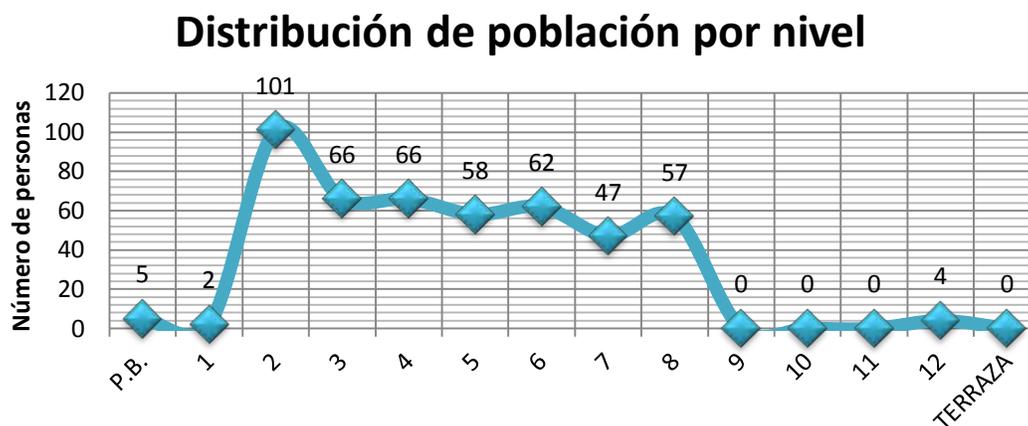


Gráfico 3.1 Distribución de población por nivel del edificio bancario.

Es importante tener en cuenta que se trata de 460 personas laborando en los diferentes niveles más 200 que son consideradas como población flotante dándonos así un total de 660 personas, porque de esta manera podemos obtener una cifra muy cercana a la real de lo que se genera por habitante del corporativo, de igual manera es importante saber que estamos hablando de un edificio donde se realizan actividades principalmente de tipo administrativas, para así poder plantear un manejo adecuado a las necesidades de la empresa.

Estimación de la generación

El índice de generación per cápita²⁶ se obtiene con base en la generación promedio de los residuos sólidos por habitante. La población total en las instalaciones del Compartamos Banco es de 660 personas, de los cuales 460 personas son fijas (empleados) y 200 personas son población flotante. Durante la semana de muestreo se recolectaron los residuos, fueron pesados y en conjunto caracterizados.

El trabajo de campo se llevó a cabo durante siete días hábiles, del lunes 21 de febrero al lunes 28 de febrero de 2011, a excepción del domingo 27 de febrero por ser un día no hábil.

Con base al pesaje total diario que se registró durante la semana de estudio se pudo determinar la gráfica 3.2 donde podemos ver la generación total diaria que existe en el edificio de *Compartamos Banco*. De esta manera podemos decir que el viernes es el día en que se genera en mayor masa los residuos sólidos mientras que el sábado es el de menor generación, mostrando una caída cuantiosa en el gráfico, razón importante de esto es que específicamente ese día de la semana se labora media jornada.

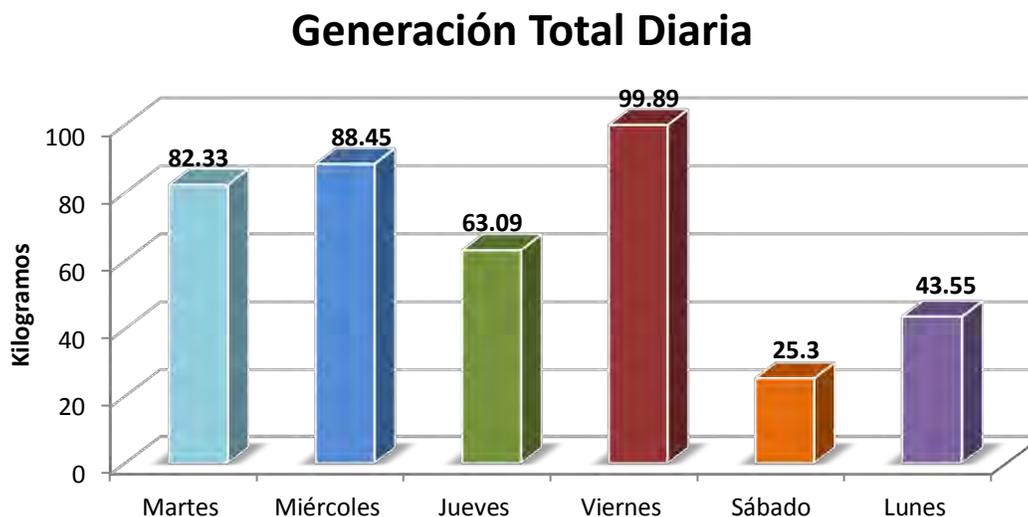


Gráfico 3.2. Generación Total Diaria.

²⁶<http://www.sedesol2009.sedesol.gob.mx/archivos/802402/file/ManualTecnicoSobreGeneracionRecoleccion.pdf>

Ahora si bien sacamos un total de lo generado en unas semana tenemos que son 402.61 kg, lo que si dividimos entre los 6 días laborales llegamos a que la generación promedio es de 67.10 kilogramos por día, entonces sabiendo como ya mencionamos antes que la población es de 660, podemos obtener la generación per cápita (GPC), como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Generación Per Cápita} = \frac{\text{Generación pormedio diaria}}{\text{No.de población}} = \frac{67.10 \text{ kg/día}}{660 \text{ hab}}$$

$$\text{Generación Per Cápita} = \mathbf{0.102 \text{ kg hab día}}$$

Por lo que entonces la Generación Per Cápita²⁷ es de 0.102 kg/hab/día, permitiendo que exista una idea de la cantidad de residuos que genera un empleado al día, lo cual parece ser algo que no requiere de mucho interés, pero regresando a una generación total semanal resaltando claro que el día domingo no labora la empresa tenemos el siguiente análisis:

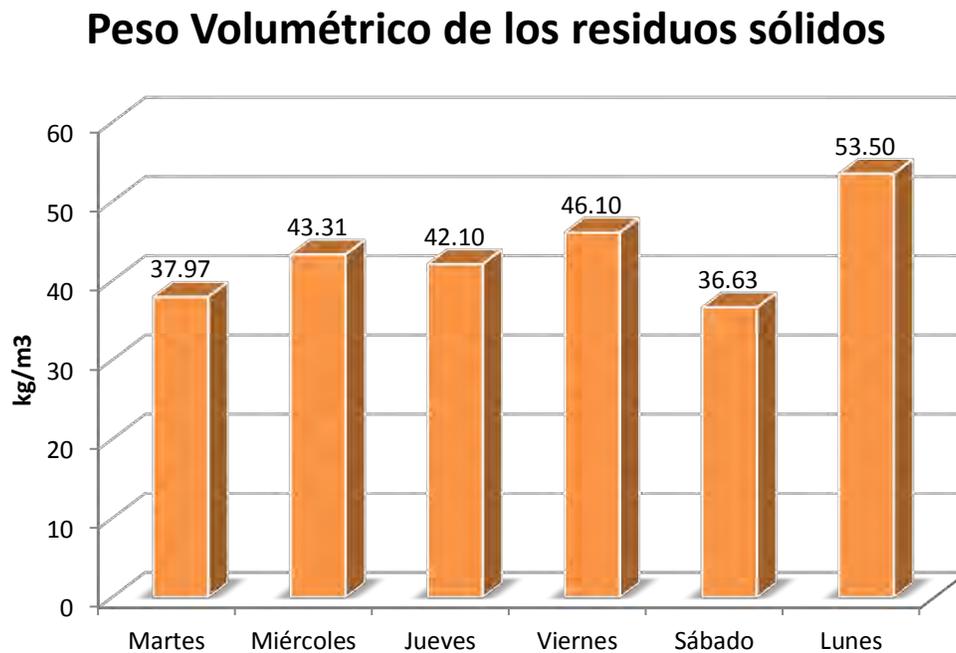
$$\text{Generación anual} = 402.61 \text{ kg/semana} * 52 \text{ semanas} = 20\,935.72 \text{ kg} \approx 20.9 \text{ Ton}$$

Entonces tenemos una generación total anual aproximadamente de 20.9 toneladas y siguiendo con la clasificación emitida por la LGPGIR se considera a *Compartamos Banco* como un gran generador ya que supera lo establecido de un mínimo de 10 toneladas. Esto nos deja ver que la hipótesis que teníamos sobre la empresa en cuestión en cuanto a que debe desarrollar un plan de manejo para sus residuos sólidos es correcta.

²⁷ La generación per cápita de residuos se calculó considerando que el personal de *Compartamos Banco* se encuentra de tiempo completo.

Peso Volumétrico

El estudio de composición de residuos sólidos en las instalaciones del edificio mostró que el peso volumétrico promedio de los residuos sólidos es de 43.27 kg/m^3 . En la Grafica 3.3 se presenta el peso volumétrico de los residuos obtenido en la semana de muestreo.



Grafica 3.3. Peso Volumétrico de los residuos sólidos

Para el cálculo del Peso Volumétrico de los Residuos Sólidos se consideró el peso total de lo muestreado por día y se dividió entre el volumen del contenedor con el cual se realizó el muestreo, que para este caso fue un tambo de 200 litros que equivale a 0.2 m^3 .

Clasificación de los residuos Sólidos

A continuación se presenta un gráfico de sectores donde vemos la composición promedio de los residuos sólidos que se obtuvieron a partir de la subclasificación que se desarrolló posterior al método de cuarteo (Gráfico 3.4).

Composición Porcentual de los Residuos Sólidos

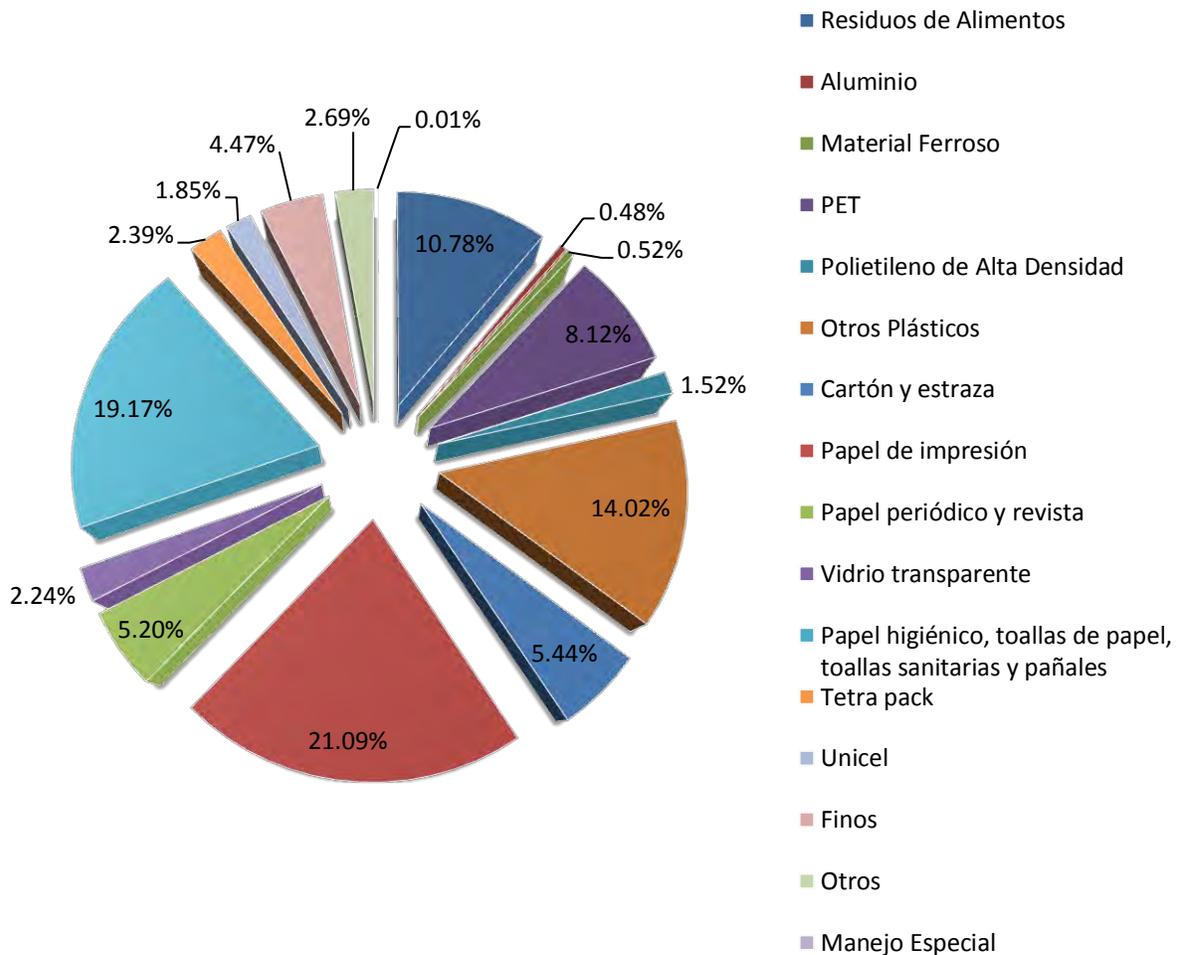


Gráfico 3.4. Composición Promedio de los Residuos Sólidos en el Edificio 552 *Compartamos Banco*.

La mayor cantidad de residuos generados fueron inorgánicos representando el 89.22% de la composición, mientras que los residuos orgánicos representan el 10.78%. El porcentaje de los residuos orgánicos es bajo debido a que en el edificio no se preparan los alimentos, es decir el personal tiene la opción de consumir sus propios alimentos en el piso 1 y en la terraza, o bien, de ir a comer fuera de las instalaciones. En eventos extraordinarios, se llega a preparar comida en una cocineta ubicada en el piso 11. Sin embargo, el uso de dicha cocineta no es frecuente. Dentro de este porcentaje de residuos inorgánicos encontramos que el que tiene mayor presencia es el papel de impresión con un 21.09%, lo cual es razonable suponer, ya que estamos hablando de la generación de residuos sólidos de un edificio del tipo administrativo, el siguiente elemento en la lista resulta ser los residuos de origen sanitario con un 19.17%, estos dos subproductos son los que se generan de forma importante dentro del Corporativo.

En nuestros días no todos los residuos son reciclables o bien sus tratamientos son muy costosos por lo que no es viable su reutilización, tomando en cuenta esto se puede destacar entonces productos como el papel de impresión, periódico y revistas, PET, cartón, aluminio y vidrio que resultan ser materiales que bien pueden ser propuestos para su posible reciclaje, pero como se tratará más adelante pudiera ser que no sea conveniente económicamente hablando separar todos los residuos.

En el siguiente grafico se presenta los resultados obtenidos del muestreo de generación diario realizado por una semana y desglosados en la subclasificación propuesta para fines de esta investigación. De esta manera se puede contemplar la variación de la naturaleza de los residuos dependiendo del día en cuestión.

Generación Diaria de los Residuos Sólidos

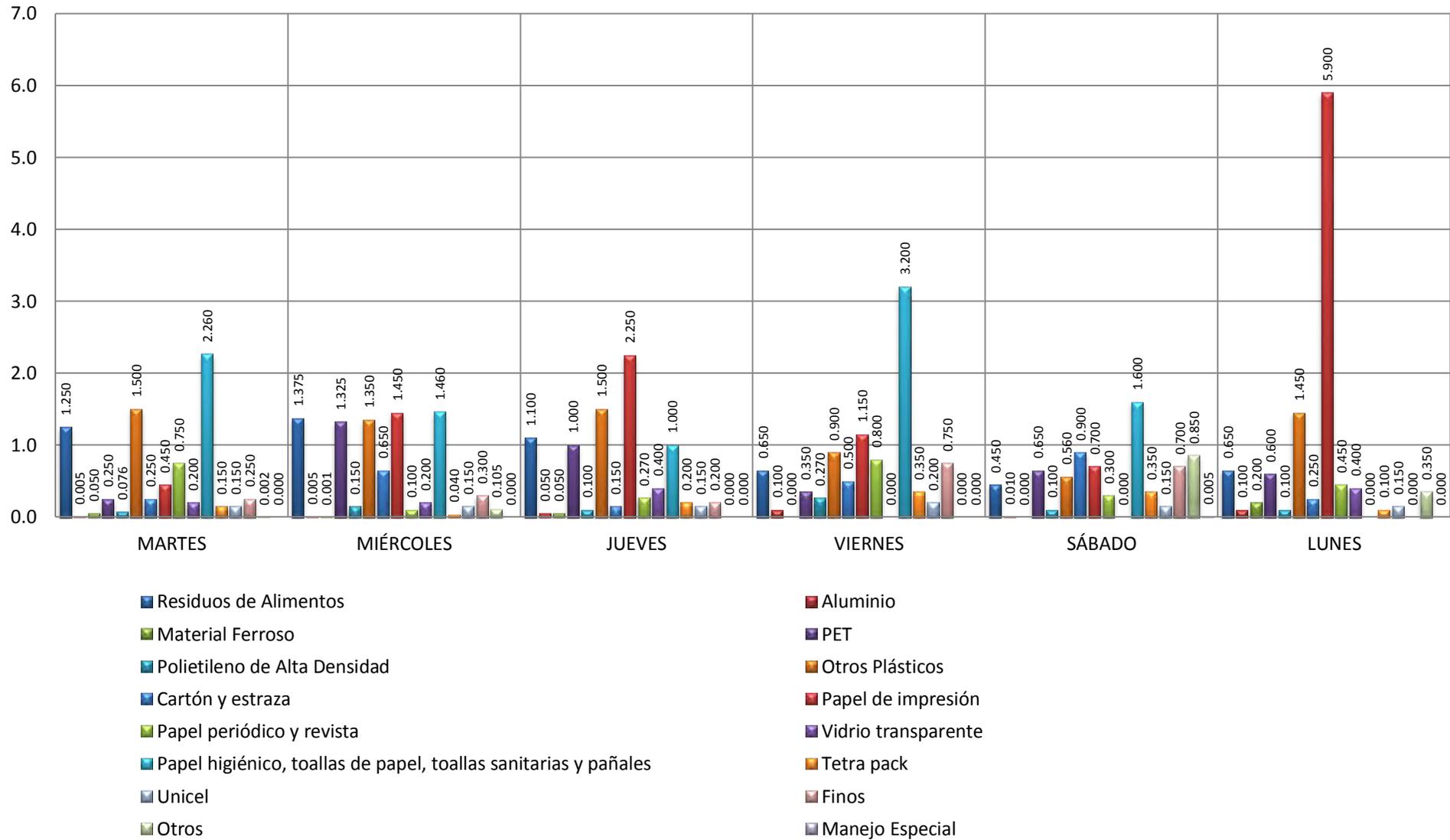


Gráfico 3.5. Generación Diaria Edificio 552 Compartamos Banco

Dejando más en claro el grafico 3.5 se presenta a continuación la siguientes tablas que nos muestra de forma más desglosada el porcentaje y cantidad de residuos sólidos obtenidos durante la semana que se muestreó.

Tabla 3.2. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día martes.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 22/02/2011
MARTES

	Subproducto	%	KG	Observaciones	
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 82.33 kg	
	Residuos Alimenticios	16.5	1.25		
Inorgánicos	Metales				
	Aluminio	0.07	0.005		
	Material Ferroso	0.66	0.050		
	Plásticos				
	PET	3.29	0.250		
	Polietileno de Alta Densidad	1.00	0.076		
	Otros Plásticos	19.76	1.500		
	Papel y Cartón				
	Cartón y estroza	3.29	0.250		
	Papel de impresión	5.93	0.450		
	Papel periódico y de revista	9.88	0.750		
	Vidrio				
	Vidrio transparente	2.63	0.200		
	Residuos Sanitarios				
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	29.76	2.260		
	Otros				
	Tetra pack	1.98	0.150		
	Unicel	1.98	0.150		
	Finos	3.29	0.250		
	Trapo	0.03	0.002		
Peligrosos					
Manejo Especial					
TOTAL		100	7.593		

Tabla 3.3. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día miércoles.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 23/02/2011
MIERCOLES

	Subproducto	%	KG	Observaciones
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 88.45 kg
	Residuos Alimenticios	15.9	1.375	
Inorgánicos	Metales			
	Aluminio	0.06	0.005	
	Material Ferroso	0.01	0.001	
	Plásticos			
	PET	15.30	1.325	
	Polietileno de Alta Densidad	1.73	0.150	
	Otros Plásticos	15.59	1.350	
	Papel y Cartón			
	Cartón y estraza	7.50	0.650	
	Papel de impresión	16.74	1.450	
	Papel periódico y de revista	1.15	0.100	
	Vidrio			
	Vidrio transparente	2.31	0.200	
	Residuos Sanitarios			
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	16.86	1.460	
	Otros			
	Tetra pack	0.46	0.040	
Unicel	1.73	0.150		
Finos	3.46	0.300		
Trapo, Madera	1.21	0.105		
Peligrosos				
Manejo Especial				
TOTAL		100	8.661	

Tabla 3.4. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día jueves.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 24/02/2011
JUEVES

Subproducto		%	KG	Observaciones
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 63.09 kg
	Residuos Alimenticios	13.1	1.100	
Inorgánicos	Metales			
	Aluminio	0.59	0.050	
	Material Ferroso	0.59	0.050	
	Plásticos			
	PET	11.88	1.000	
	Polietileno de Alta Densidad	1.19	0.100	
	Otros Plásticos	17.81	1.500	
	Papel y Cartón			
	Cartón y estraza	1.78	0.150	
	Papel de impresión	26.72	2.250	
	Papel periódico y de revista	3.21	0.270	
	Vidrio			
	Vidrio transparente	4.75	0.400	
	Residuos Sanitarios			
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	11.88	1.000	
	Otros			
	Tetra pack	2.38	0.200	
	Unicel	1.78	0.150	
Finos	2.38	0.200		
Peligrosos				
Manejo Especial				
TOTAL		100	8.420	

Tabla 3.5. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día viernes.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 25/02/2011
VIERNES

Subproducto		%	KG	Observaciones
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 99.89 kg
	Residuos Alimenticios	7.0	0.650	
Inorgánicos	Metales			
	Aluminio	1.08	0.100	
	Material Ferroso	0.00	0.000	
	Plásticos			
	PET	3.80	0.350	
	Polietileno de Alta Densidad	2.93	0.270	
	Otros Plásticos	9.76	0.900	
	Papel y Cartón			
	Cartón y estraza	5.42	0.500	
	Papel de impresión	12.47	1.150	
	Papel periódico y de revista	8.68	0.800	
	Vidrio			
	Vidrio transparente	0.00	0.000	
	Residuos Sanitarios			
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	34.71	3.200	
	Otros			
	Tetra pack	3.80	0.350	
	Unicel	2.17	0.200	
Finos	8.13	0.750		
Peligrosos				
Manejo Especial				
TOTAL		100	9.220	

Tabla 3.6. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día sábado.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 26/02/2011
SABADO

Subproducto		%	KG	Observaciones
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 25.3 kg
	Residuos Alimenticios	6.1	0.450	
Inorgánicos	Metales			
	Aluminio	0.14	0.010	
	Material Ferroso	0.00		
	Plásticos			
	PET	8.87	0.650	
	Polietileno de Alta Densidad	1.37	0.100	
	Otros Plásticos	7.65	0.560	
	Papel y Cartón			
	Cartón y estraza	12.29	0.900	
	Papel de impresión	9.56	0.700	
	Papel periódico y de revista	4.10	0.300	
	Vidrio			
	Vidrio transparente	0.00		
	Residuos Sanitarios			
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	21.84	1.600	
	Otros			
	Tetra pack	4.78	0.350	
	Unicel	2.05	0.150	
Finos	9.56	0.700		
Varios	11.60	0.850		
Peligrosos				
PILA	0.07	0.005		
Manejo Especial				
TOTAL		100	7.325	

Tabla 3.7. Generación de Residuos Sólidos correspondiente al día lunes.

UNAM, FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA
SANITARIA Y AMBIENTAL



Estudio Diagnóstico
Caracterización de Residuos Sólidos
Compartamos Banco

Fecha: 28/02/2011
LUNES

Subproducto		%	KG	Observaciones
Orgánicos	Orgánicos			La generación total fue de 43.55 kg
	Residuos Alimenticios	6.1	0.650	
Inorgánicos	Metales			
	Aluminio	0.93	0.100	
	Material Ferroso	1.87	0.200	
	Plásticos			
	PET	5.61	0.600	
	Polietileno de Alta Densidad	0.93	0.100	
	Otros Plásticos	13.55	1.450	
	Papel y Cartón			
	Cartón y estraza	2.34	0.250	
	Papel de impresión	55.14	5.900	
	Papel periódico y de revista	4.21	0.450	
	Vidrio			
	Vidrio transparente	3.74	0.400	
	Residuos Sanitarios			
	Papel higiénico, toallas de papel, toallas sanitarias y pañales	0.00	0.000	
	Otros			
	Tetra pack	0.93	0.100	
	Unicel	1.40	0.150	
	Finos	0.00	0.000	
Alfombra, Estopa	3.27	0.35		
Peligrosos				
Manejo Especial				
TOTAL		100	10.700	

Descripción del Manejo de los residuos sólidos.

Características del almacenamiento de los residuos sólidos

El tipo de contenedores temporales de residuos sólidos que se analizaron en el subtema anterior responden a su uso dependiendo de su capacidad volumétrica (Diagrama 3.1).

Los contenedores usados para los residuos orgánicos e inorgánicos son de la misma capacidad, lo cual es un error, ya que el porcentaje de generación de ambos residuos es poco probable que sea igual y los residuos orgánicos ocupan un menor volumen en comparación a los residuos inorgánicos.

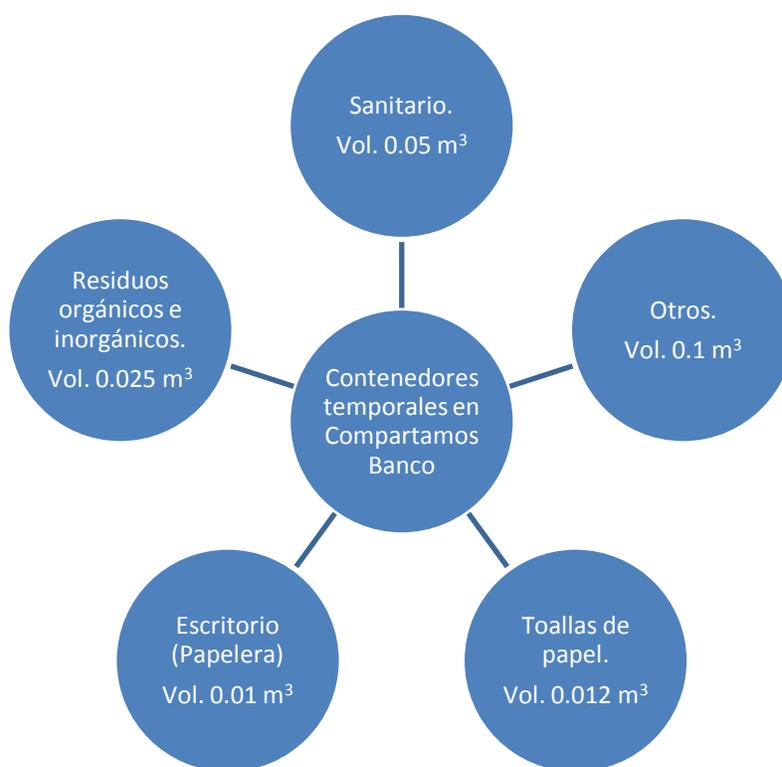


Diagrama 3.1 Volumen aproximado de los distintos contenedores temporales²⁸.

²⁸ Otros. Hace referencia a contenedores que se encuentran ubicados tanto en la terraza, como en el piso 1 donde se ubica el comedor, se clasifican en contenedores de separación de residuos orgánicos e inorgánicos de acuerdo al color.

En la siguiente tabla se muestra los contenedores ubicados en los distintos niveles y desglosados según su uso, para de esta manera dar una idea más completa de la condición actual del Corporativo en relación a su manejo temporal de los residuos sólidos.

Tabla 3.8. Contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos según su uso.

Nivel	Uso Sanitarios		Escritorio Personal	Sala de Juntas	Zona de Café	Otros
	Sanitario	Toallas de papel	Papelera	Papelera	Residuos orgánicos e inorgánicos.	
PB	6	2	5	-----	-----	-----
1	6	3	2	-----	-----	3
2	5	2	101	2	2	-----
3	5	2	66	3	2	-----
4	5	2	58	3	2	-----
5	5	2	62	3	2	-----
6	6	2	47	3	2	-----
7	5	2	57	3	2	-----
8	5	2	53	3	2	-----
9, 10 Y 11	-----	-----	-----	-----	-----	-----
12	8	3	-----	-----	-----	-----
TERRAZA	5	2	-----	-----	-----	3
TOTAL	61	24	451	20	14	6

El almacenamiento actualmente es manejado en un cuarto llamado "Vertical", ubicados a un lado de los sanitarios para cada nivel (Figura 4). El personal de limpieza recolecta los residuos de cada contenedor y los acumula en bolsas de plástico, que es llevada al sitio dispuesto para su almacenamiento. Resulta importante aclarar que estos lugares descritos solo funcionan con sitios de almacenamiento temporales. Cuando hay cambio de turno o se tienen demasiadas bolsas, el personal de limpieza las lleva a una bodega.



Figura 4. Almacenamiento por piso.

La bodega se localiza en el sótano 1 con capacidad aproximadamente de 5m³, en la cual se almacenan las bolsas que contienen los residuos sólidos de los diferentes niveles.

Las bolsas no tienen especificaciones (tamaño, material y capacidad), ya que la generación no es uniforme y pueden presentar eventos extraordinarios, que se refleja como un aumento en la generación de los residuos (Figura 5).



Figura 5. Almacenamiento de bolsas en la bodega, Sótano 1.

Recolección de los residuos sólidos

La recolección de los residuos sólidos del edificio en cuestión de la empresa *Compartamos Banco*, para cada piso se realiza por el personal de la empresa de limpieza *BauHaus* (Figura 6 y 7). El vaciado de los contenedores de cada piso se realiza en los siguientes horarios:

Tabla 3.3 Horario del vaciado de los contenedores temporales de residuos solidos.

Turno	Horario (hrs.)
Matutino	11:00 a las 12:00
Vespertino	14:00 a las 15:00
Nocturno	18:00 a las 19:00

Este proceso lo efectúan todos los días laborales dándonos como resultado un vaciado de tres veces al día.



Figura 6. Personal de limpieza de la empresa *BauHaus*.

El camión de recolección de limpia de la Delegación Cuauhtémoc recoge los residuos los martes y jueves por la noche, a menos que se presente una generación mayor a la común en cuyo caso, pasará en cuanto se le solicite.



Figura 7. Personal de la empresa *BauHaus* almacenando bolsas.

Programa de separación actual.

El programa de separación actual sólo contempla la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos, éste se desarrolla empleando 2 contenedores, uno para residuos orgánicos y el otro para residuos inorgánicos en los diversos pisos (Figura 8).



Figura 8. Contenedores de residuos orgánicos e inorgánicos.

El programa de separación no se respeta, ya que en cada uno de los escritorios cuenta con una sola papelerera donde son depositados los residuos sólidos de forma indiferente provocando que la separación no sea posible, pues al momento de que el personal de limpia recolecta, lo realiza de una forma no adecuada, porque junta lo de cada contenedor sin importar su naturaleza del residuo.

Evaluación del estado actual.

Para el estudio formal de generación de residuos sólidos del edificio bancario se empleó los procedimientos de identificación detallados en las siguientes normas (NMX) que fueron descritas en el *Capítulo 2* de este documento:

- NMX-AA-15- Método de cuarteo
- NMX-AA-19 Determinación de peso volumétrico in situ
- NMX-AA-22 Clasificación de subproductos

Este estudio empleado se detalla en la parte correspondiente a los anexos al final de este documento, dando una perspectiva actual. El tipo y volumen de residuos que son generados de manera constante se encuentra descritos en el subcapítulo anterior.

El edificio de Compartamos Banco es un perfecto candidato a ser sometido a un plan de generación por ser considerado un gran generador. De igual forma sus programas de separación, así como también su sistema de recolección y almacenaje para sus residuos sólidos son altamente ineficientes.

Problemática que presenta el edificio bancario.

Como se describe a lo largo de este capítulo podemos encontrar diversos problemas en el manejo de residuos sólidos para el caso particular de este edificio bancario como se resumen en los siguientes puntos:

- Una falta de seguimiento en su programa de separación, que causa que la recolección inicial²⁹ se realiza de forma incorrecta.

²⁹ Recolección inicial: Recolección que se realiza de los contenedores ubicados en las oficinas, sanitarios y cafeterías.

- Una mala estrategia de recolección inicial, ya que los residuos son manejados y almacenados de forma indistinta, no importando su naturaleza misma del residuo sólido.
- El almacenaje temporal carece de un programa estratégico de vaciado y un correcto almacenamiento temporal.
- El almacenamiento en la bodega es realizado sin control alguno de los residuos que ingresan de los distintos niveles.
- La recolección por parte del camión para la disposición final de los residuos sólidos no es llevada apropiadamente, pues no son tratados como residuos de manejo especial.
- Los contenedores no son adecuados para los residuos a los cuales fueron predestinados.
- Las bolsas con que recolectan no cuenta con especificaciones.

Y estas resultan ser las problemáticas descritas a groso modo más relevantes que presenta el edificio bancario.

Como punto clave es importante denotar que la problemática tiene raíz desde lo que podríamos denominar como el inicio de la cadena de conflictos, claro que esto no le quita peso a las demás operaciones que se realizan posteriormente.

Capítulo 4. Soluciones para el manejo de los residuos sólidos del edificio.

Propuesta de separación de residuos.

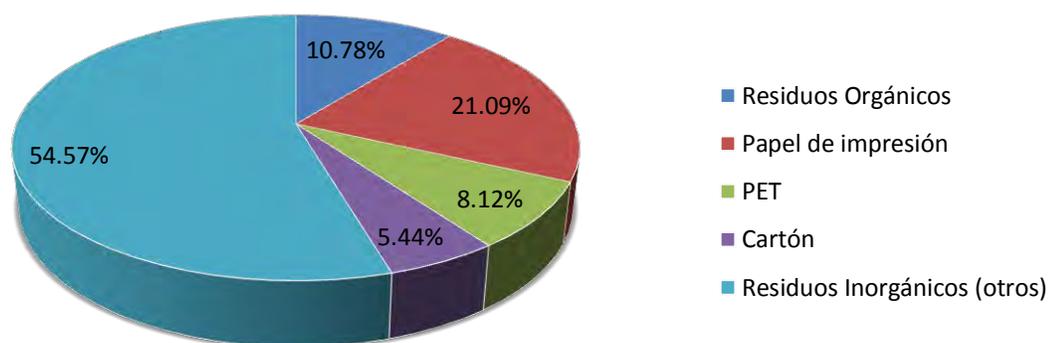
La separación deberá realizarse de acuerdo a los siguientes puntos donde se denota la naturaleza del residuo:

- Residuo orgánico.
- Papel de impresión.

- PET.
- Cartón.
- Demás residuos inorgánicos.

Los valores porcentuales de la generación de los residuos ya antes mencionados los podemos ver en la Grafica 4.1 que aparece a continuación:

Composición Promedio de los Residuos sólidos del programa de separación propuesto.



Grafica 4.1. Composición del Programa de Separación de Residuos Propuesto.

La razón por la que se propone este programa de separación es que los residuos tales como el papel de impresión, el PET y el cartón son materiales reciclables y que son recibidos y remunerados en los centros de acopio (Ver Tabla 4.1), lo que implica que sería un gasto amortizable por su precio propio de estos residuos. Los residuos que caen dentro del rubro de Residuos inorgánicos (otros), es porque algunos no son reciclables y otros no son generados de forma imprevista por lo que separarlos no resulta ser una opción económicamente viable. Y finalmente la separación de los residuos orgánicos es considerada porque legalmente en el Distrito Federal se tiene ya ese dictamen, ahora que también son generados con un porcentaje representativo.

Tabla 4.1 Precios³⁰ de los materiales reciclables.

Residuos	Precio por kilogramo (pesos)
PET	4.50
Cartón	1.25
Papel	2.5 a 2.9

Resulta esencial que el personal tenga una plática breve donde se les capacite sobre la importancia del programa de separación tanto en conveniencia de la empresa como del medioambiente (Figura 9), de esta manera sabrán manipular los contenedores dependiendo de la naturaleza del residuo para el cual están propuestos y se creara conciencia en los trabajadores. También se recomienda imponer sanciones para la persona que sea descubierta infringiendo el programa, forzando así de manera preventiva el correcto uso de los contenedores, asegurando el éxito de la separación.



Figura 9. Concientización del personal de *Compartamos Banco* sobre el programa de separación.

Propuesta de almacenaje temporal y en bodega.

La recolección inicial deberá realizarse en bolsas de plástico para el caso particular de los residuos orgánicos, inorgánicos (no considerados en el programa de separación) y el PET, por los lixiviados que generan esta clase de residuos. Estas bolsas deberán ser manejadas de distintos colores (Figura 10) o bien debidamente marcadas evitando a toda costa la

³⁰ Precios obtenidos de una cotización realizada por la empresa RECUPERA, ubicada en Minería #77, Del. Álvaro Obregón, México, D.F. Tel. 56611776, www.recuperamexico.com.

confusión del residuo que contenga, el sistema de reconocimiento que se maneje para la identificación de las bolsas que contenga un mismo tipo de residuo deberá ser importante que sea manipulado por todo el personal encargado de recolectar en todos los niveles, para al ser almacenado no exista confusión alguna.



Figura 10. Bolsas de colores.

En el caso de los residuos tales como el cartón y el papel de impresión se utilizarán sacos hechos de algún material resistente y duradero o bien cajas de plástico dependiendo del volumen acarreado, ya que solo cumplirán la función de transportar los residuos de contenedores personalizados a contenedores de mayor tamaño que serán ubicados en la bodega, por lo que estos sacos serán considerados como bolsas ecológicas o renovables (Figura 11), siendo un caso similar para las cajas de plástico. La razón de que estos materiales sean recolectados de esta manera es que no generan ninguna clase de lixiviados por lo que nos permite un ahorro cuantioso de bolsas desechables. Para el caso se estos sacos o cajas de plástico resulta importante también tener bien identificado su naturaleza misma del residuo, para evitar que sean mezclados.



Figura 11. Bolsa renovable o ecológica.

En la Tabla 4.2 damos a manera de ejemplo una propuesta del control que se debe tener para la recolección inicial de los residuos generados en los distintos niveles del edificio de Compartamos Banco.

Tabla 4.2 Código de colores para la recolección inicial.

Código de colores.	Residuo que contendrá.
Bolsa desechable verde o con etiqueta verde	Residuos orgánicos
Bolsa desechable gris o con etiqueta gris	Residuos inorgánicos (otros)
Bolsa desechable azul o con etiqueta azul	PET
Caja de plástico roja o con etiqueta roja	Papel de impresión
Caja de plástico amarilla o con etiqueta amarilla	Cartón

El almacenaje temporal se deberá seguir manejando como se ha llevado hasta el momento, que cuando hay cambio de turno o se tienen demasiadas bolsas, el personal de limpieza las lleva a la bodega que está ubicada en el Sótano 1. El proceso de acomodo es el que cambiara, se procurara al momento de recolectar hacerlo por orden de manera que al ser almacenados los residuos de forma temporal tengan un acomodo adecuado permitiendo hacer más eficiente la bajada a los contenedores ubicados en la bodega dispuestos para cada tipo residuo. Para que esto se lleve de forma adecuada también será preciso dar una pequeña capacitación al personal de limpia, para evitar confusiones.

En la bodega se manejaran 5 contenedores generales que tendrán de forma particular un designio para el tipo de residuos que almacenaran, de igual manera se propone usar un código de colores (Figura 12) similar al manejado en las bolsas dejando así que el personal tenga una forma más eficiente de disponer de los residuos sólidos.

Para este punto es importante tener en cuenta que tanto para los residuos como son el cartón y el papel de impresión no se considerara como residuo la bolsa renovable, ya que será obligación de una persona volver a subirlas a los niveles correspondientes para que sean reutilizadas hasta que su tiempo de vida útil sea consumido.



Figura 12. Contenedores de colores.

Propuesta de sistema de recolección.

La recopilación de los residuos sólidos estará definida dependiendo de la frecuencia de recolección que se tenga propuesta, como se observó en el capítulo anterior. Para los residuos que se encuentran fuera de los reciclables se deberá contar con un servicio de recolección como pudiese ser el caso de la Empresa PROACTIVA³¹, importe que será amortizado por los ingresos generados de los residuos acopiados y por la disminución de volumen generado consecuencia del programa de separación, logrando así menores costos al momento de hacer disposición de los residuos, los costos por recolección oscilan aproximadamente en \$ 2 125.00 pesos mensuales³² con 2 visita a la semana para la recolección de 1.50 m³.

Los residuos reciclables serán puestos a disposición de un centro de acopio, según lo determinado anteriormente.

Es importante considerar las fechas en las que se produzcan excedentes o faltantes de residuos sólidos no previstos, por lo que será necesario que la recolección sea adelantada o bien demorada.

³¹ http://www.proactiva.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=31

³² Cotización realizada por la empresa PROACTIVA. Tel. 57227700, Ext. 1249.



Figura 13. Camión de recolección.

Análisis económico de la propuesta de sistema de recolección

Costo por recolección:

\$2,125.00 por 2 visitas a la semana

Con una capacidad de: 1.5 m³

Costo por recolección total:

Cantidad de residuos sólidos generados mensualmente en Compartamos Banco
14.93 kg

Volumen	Costo
1.5	\$2,125.00
14.93	\$21,150.83 ³³

El monto por recolectar el total de lo generado es: **\$21,150.83** Mensual

³³ El costo total es resultado de un análisis lineal.

Costo por recolección separando:

Inorgánica no incluida en residuos reciclables + Orgánica (Generación mensual)
7.33 m³

Volumen	Costo
1.5	\$2,125.00
7.33	\$10,384.17

Residuos Reciclables (Generación mensual)

Subproductos	Costo x kg	Vol. Generado	Vol. Generado	Monto total
	\$	m³	kg	
Cartón	1.25	1.76	87.89	\$109.86
PET	4.5	2.02	131.19	\$590.36
Papel	2.5	3.83	340.75	\$851.88
Total				\$1,552.09

Costo por recolección separando: **\$8,832.07** mensual

Sin separar	Separando
\$21,150.83	\$8,832.07

Ahorro x separar = \$12,318.76 Mensuales

Propuesta de contenedores.

Los contenedores deberán ser modificados respecto a los datos obtenidos del estudio de generación realizado en el edificio de Compartamos Banco ubicado en Insurgentes Sur Núm. 552.

El volumen de los contenedores es propuesto usando la siguiente ecuación:

$$V = \frac{G \times P}{PV} \times Fr$$

Dónde:

V = Volumen (m^3)

G = Tasa de generación (kg/hab/día)

P = Población (hab)

PV = Peso volumétrico (kg/m^3)

Fr = frecuencia de recolección

Para la tasa de generación se ocupara la Generación Per capital obtenida en el capitulo 4 de este documento, la cual es de 0.102 kg/hab/día.

Los pesos volumétricos serán teóricos conforme a lo indicado en la Tabla 4.3 que fue extraída de la Tabla 1.1, para así poder aislar los datos que se necesitaban.

Tabla 4.3. Peso específico de algunos Residuos Sólidos.

PESO ESPECIFICO (Kg/m^3)			
Residencial (sin compactación)			
Tipo de Residuo	RANGO		TIPICO
Residuos de comida Mezclados	131	481	291
Papel	42	131	89
Cartón	42	80	50
Plástico	42	131	65
Basura	89	181	131

A continuación se presenta una tabla donde se muestra el análisis numérico para el volumen del contenedor de cada subproducto en los distintos niveles, considerando una población promedio por nivel.

La población promedio por nivel es determinada considerando que entre el piso 2 al 8 se concentra la mayor población del edificio por lo que tomando en cuenta que tenemos 660 personas en el corporativo, solo nos queda sacar un promedio pesado de esta gente para los 7 pisos más representativos dándonos una población promedio por nivel de 94 habitantes.

En cuanto a la frecuencia de recolección puesto que se considera que diario son vaciados los residuos generados para su posterior almacenaje tenemos una frecuencia de uno, ya que los días netos de producción de residuos son igual a 6, los mismos que son recolectados dándonos así 6/6, lo que es equivalente a una unidad.

Tabla 4.4 Volumen de contenedores para los distintos niveles.

Subproducto	Porcentaje	Población Promedio por Nivel	Generación Per Cápita	G x P	Peso Volumétrico Teórico	Frecuencia de Recolección	Volumen Teórico	Volumen en el mercado
	%	hab	kg/hab/día	kg/día	kg/m ³	-----	m ³	m ³
Papel de impresión	21.09	94	0.102	9.59	89	1	0.023	0.025
PET	8.12	94	0.102	9.59	65	1	0.012	0.025
Cartón	5.44	94	0.102	9.59	50	1	0.010	0.012
Residuos Inorgánicos (otros)	54.57	94	0.102	9.59	131	1	0.040	0.050
Residuos de alimentos	10.78	94	0.102	9.59	291	1	0.004	0.012



Figura 14. Contenedor de 0.025³⁴ m³

En esta clase de contenedores sin tapa pueden ser usados perfectamente para la primera etapa del acopio del papel de impresión y el PET.

Los contenedores deberán ser colocados de forma estratégica por cada nivel, con el número de contenedores que cubran todos los puntos clave de acceso para el personal.



Figura 15. Contenedor de 0.012³⁵ m³

En esta clase de contenedor con tapa se puede depositar los residuos orgánicos, con la finalidad de evitar la atracción de fauna nociva.

Los contenedores deberán ser colocados de forma estratégica por cada nivel, con el número de contenedores que cubran los puntos clave donde el personal realiza el consumo de sus alimentos.

³⁴ <http://www.botedebasura.com.mx/>

³⁵ <http://www.botedebasura.com.mx/>



Figura 16. Contenedor de 0.050³⁶ m³

En esta clase de contenedor se depositaran los residuos inorgánicos no sujetos al plan de separación del edificio bancario.

Los contenedores deberán ser colocados de forma estratégica por cada nivel, con el número de contenedores que cubran todos los puntos clave de acceso para el personal.



Figura 17. Contenedor de 0.012 m³

En esta clase de contenedor se depositara el cartón.

Los contenedores deberán ser colocados de forma estratégica por cada nivel, con el número de contenedores que cubran todos los puntos clave de acceso para el personal.

En la siguiente tabla se muestra el análisis numérico para el volumen de los contenedores ubicados en el sótano, considerando una población total de 660 personas.

³⁶ <http://www.botedebasura.com.mx/>

La frecuencia de recolección propuesta se considera dependiendo de la naturaleza y volumen con que se genera el residuo.

Tabla 4.5 Volumen de contenedores para el Sótano.

Subproducto	Porcentaje	Población	Generación Per Cápita	G x P	Peso Volumétrico Teórico	Frecuencia de Recolección	Volumen Teórico	Volumen en el mercado
	%	hab	kg/hab/día	kg/día	kg/m ³	-----	m ³	m ³
Papel de impresión	21.09	660	0.102	67.32	89	6	0.957	1.000
PET	8.12	660	0.102	67.32	65	6	0.505	0.800
Cartón	5.44	660	0.102	67.32	50	6	0.439	0.800
Residuos Inorgánicos (otros)	54.57	660	0.102	67.32	131	3	0.841	1.000
Residuos de alimentos	10.78	660	0.102	67.32	291	3	0.075	0.120

En la Figura 23 a la 25 se muestra un ejemplo de los contenedores que existen dentro del mercado y las dimensiones que estos manejan con la finalidad de darnos una idea del espacio que requieren.

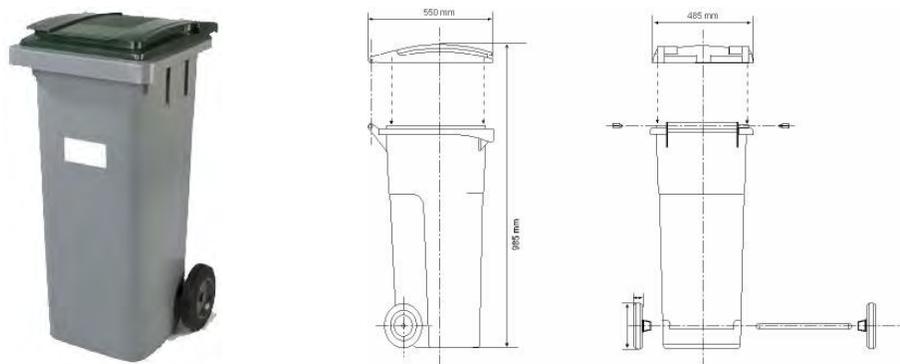


Figura 18. Contenedor de 120 litros.

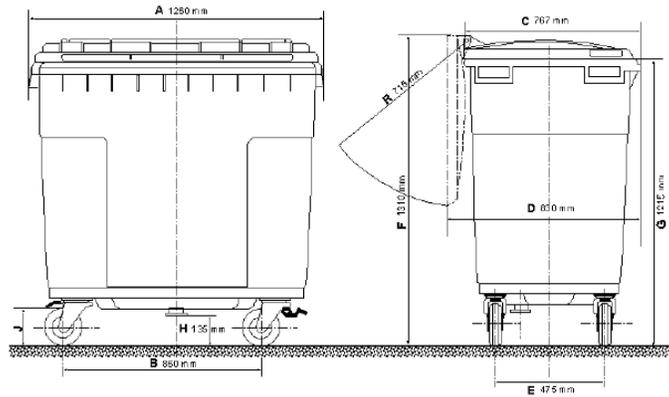
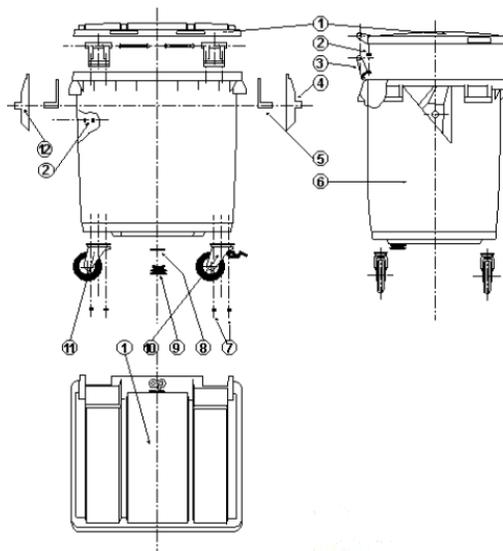


Figura 19. Contenedor de 800 litros.



- 1 - Tapa 123 - S 4115
- 2 - Tornillo 12 X 30, S 1164, 3 X Bisagra Empuñadura
- 3 - Bisagra empuñadura A 23, S 4116, 2 X contenedor
- 4 - Prensa DIN - IZDA., S 1155, 1 X contenedor
- 5 - Armadura Prensa DIN, 2 X contenedor
- 6 - Cuerpo contenedor 1000 L.
- 7 - Tornillo 10 X 40, S 1163, 4 X rueda
- 8 - Junta tapón, S 856, 1 X tapón
- 9 - Tapón, 1 X contenedor
- 10 - Rueda libre 200 S 117, plástico 2 X contenedor
Rueda D B 200 S 112, plástico 2 X contenedor
- 11 - Rueda libre 200 S 117, acero 2 X contenedor
Rueda D B 200 S 112, acero 2 X contenedor
- 12 - Prensa DIN Dcha. S 1159 1 X contenedor

Figura 20. Contenedor de 1000 litros.

Conclusión.

Existe un sinfín de alteraciones ocasionadas por el medio ambiente de forma natural pero se deben contemplar además los cambios ocasionados de manera antropogénica, los cuales han provocado en muy poco tiempo cambios que en su ausencia hubiesen requerido miles o millones de años para causar un desequilibrio y daños en los ecosistemas.

El desarrollo por una parte, y los cambios de usos y costumbres por otra, llevan a la sociedad a la adopción de nuevos estilos de vida lo que agudizan los problemas de vivienda, de abastecimiento de agua potable, redes de alcantarillado y disposición de residuos sólidos.

Los principales aspectos en que pueden producirse impactos ambientales negativos, consecuencia del inadecuado manejo de los residuos sólidos, son fácilmente identificables por ejemplo, en lo estético, en la existencia de polvo y elementos ligeros, emisión de malos olores, incendios, contaminación de los suelos, proliferación de los roedores e insectos, etc.

Debido a lo anterior es necesario contar con un plan de manejo de residuos sólidos que es el instrumento con el cual se pretende establecer los fundamentos para cumplir con los requerimientos producidos en un diagnóstico, el objetivo de estos planes es lograr una minimización en la generación de residuos sólidos y encontrar oportunidades que permitan tener un aprovechamiento de los subproductos identificados.

La importancia de realizar un diagnóstico para el manejo de los residuos sólidos descansa en la necesidad de saber qué es lo que se genera y en qué cantidades de esta manera se puede aportar alternativas que resulte viables ecológica y económicamente, dando así soluciones óptimas y mejor pensadas.

Para Compartamos Banco resulta imprescindible contar con un plan de manejo por la cantidad tan importante que genera de residuos sólidos ubicándose como un productor de

residuos de manejo especial, el diagnóstico permitió determinar cuáles la naturaleza dominante de los residuos encontrados y de esta forma proponer una separación y tratamiento adecuado a su caso.

Los criterios que se manejaron para este diagnóstico son básicamente los que se deben seguir para cualquier aspecto de ingeniería civil que son identificar el problema, ver los antecedentes del mismo y su contexto en el cual se ubica, realizar los estudios pertinentes, planear y proponer soluciones viables y finalmente seleccionar la que mejor cubra todas las necesidades.

Se sugiere a Compartamos Banco que la recolección se realice con una determinada periodicidad a causa de la composición de los residuos en los que fueron separados y por medidas de salubridad y evitar atracción de fauna nociva, por esa razón se maneja distintos tiempos de recolecta para los residuos orgánicos y los reciclables.

La adquisición de un compactador es una posibilidad que se deja a criterio de la empresa dependiendo de la disposición que se tenga en cuestión de espacio para el almacenaje de los residuos sólidos reciclables, ya que pudiese darse el caso que quisieran aumentar la cantidad de residuos con la finalidad de obtener la cantidad de peso requerida por el centro de acopio para su recolección gratuita.

Con ayuda del diagnóstico a Compartamos Banco pudimos determinar que al ser una empresa de giro administrativa su mayor producción de residuos se ve reflejada directamente en el papel de impresión, cartón y PET, que como alguna vez alguien dijo la basura dice mucho de quienes somos y que es lo que hacemos. Con esto podemos darle un punto más a su favor de esta hipótesis.

Bibliografía.

- <http://www.compartamos.com/wps/portal/AcercaCompartamosBanco/CulturaOrganizacional?mosHist=1>
- <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/COLIMA/Decretos/COLDEC221.pdf>
- <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-015-1985.pdf>
- <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-019-1985.pdf>
- <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Mexicanas%20vigentes/NMX-AA-022-1985.pdf>
- <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/116.htm?s=>
- <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=219>
- <http://www.sma.df.gob.mx/laudf/index.php?op=faq>
- <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/normas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx>
- <http://www.hws.com.mx/cibertienda/pro1/contenedoresitalia/pcontenedoresita17.htm>
- <http://aliadopet.wikispaces.com/message/view/home/26031911>
- <http://www.emison.com/5051.htm>
- <http://www.definicion.com.mx/municipio.html>
- <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>
- http://www.esp.macfab.com/compactadoras/200_multi.html
- http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=27225
- http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/01/a/INFORME_RS_Edificios_Publicos_2004_2006.pdf
- Tratamiento y gestión de residuos sólidos; Colomer Mendoza, Gallardo; Limusa, México, 2007.
- Integrated Solid Waste Management; Tchobanoglous, Theisen, Vigil; McGraw-HILL, US, 1993.

- Legislación nacional en material de impacto ambiental; Departamento de ingeniería sanitaria; México, 1991.

Anexos.

Procedimiento para el método del cuarteo.

El trabajo de campo se realizó en equipos de tres a cuatro personas. El horario de muestreo se definió de acuerdo a la disponibilidad de todos los residuos sólidos generados en las instalaciones, el cual fue de 5:30 pm a 9:30 pm.

El primer lunes de muestreo se recolectaron todos los residuos generados durante el sábado anterior y el mismo lunes, se separaron del resto de los residuos de los siguientes días. Esto se realizó con la finalidad de asegurar la caracterización de los residuos correspondientes al día en turno. La caracterización de los residuos se llevó a cabo a partir del martes 22 de febrero, concluyendo el lunes 28 de febrero de 2011.

Se procedió de acuerdo a lo indicado en la NMX-AA-015 (Método de cuarteo), como se describe a continuación en los siguientes pasos:

1. Se limpió la zona de muestreo y caracterización de residuos con la finalidad de eliminar posibles agentes que modificaran las características de la muestra, como pudiera ser agua y residuos previos (Figura 8).



Figura 21. Residuos y limpieza del área de trabajo.

2. Pesar cada bolsa de los residuos generados, lo cual permitió hacer una estimación de la generación diaria dentro de las instalaciones (Figura 9).



Figura 22. Pesaje de cada bolsa para obtener un estimado.

3. Los residuos fueron vaciados (cuidando no dejar ningún residuo dentro de alguna bolsa), en la zona previamente limpiada para ser traspaleados, con el propósito de obtener una muestra lo más homogénea posible (Figura 10).



Figura 23. Vaciado de residuos.

Una vez mezclados los residuos se procedió a cuartear es decir, la muestra se dividió en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D, de las cuales se seleccionaron dos, eliminando las partes opuestas, (por ejemplo A y C ó B y D), (Figura 11).

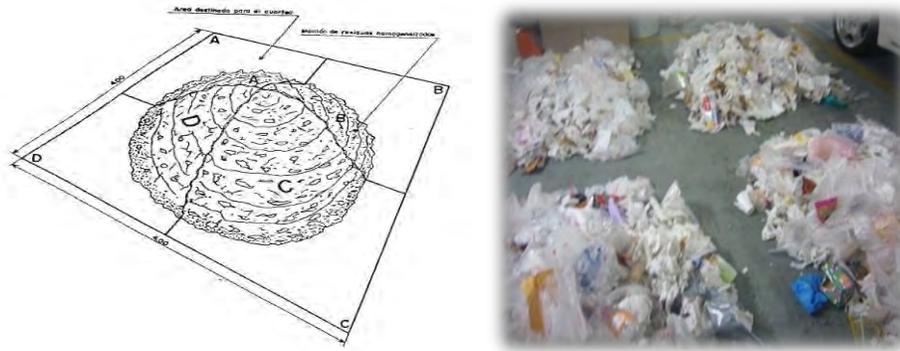


Figura 24. Método de Cuarteo.

Con las partes elegidas se determinó el peso volumétrico de los residuos, realizándolo como se indica en los siguientes puntos:

- Se colocó los residuos elegidos en un tambo de 200 litros de capacidad del que se conocía su peso y fueron llenados hasta llegar al borde.
- Se levantó el tambo aproximadamente a 10 cm del suelo y se dejó caer, repitiendo la operación tres veces.
- Se agregaron los residuos sólidos nuevamente hasta el tope del tambo, teniendo cuidado de no compactar al colocarlos en el recipiente, con el fin de no alterar el peso volumétrico a determinar.
- Se vació dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los residuos finos.
- Se pesó los residuos contenidos en el tambo, para así obtener el peso volumétrico como se muestra en la ecuación:

$$\text{Peso volumétrico} = \frac{\text{peso del tambo y residuos} - \text{peso del tambo}}{\text{Volumen del tambo.}}$$

Cuando no se tuvo suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marcó en éste la altura alcanzada y se determinó dicho volumen.

Los residuos fueron vaciados nuevamente para proceder a la selección y cuantificación de subproductos (Figura 12).



Figura 25. Vaciado y separación de subproductos.

Los subproductos fueron seleccionados de forma manual, separados y depositados en bolsas plásticas, de acuerdo a la siguiente clasificación:

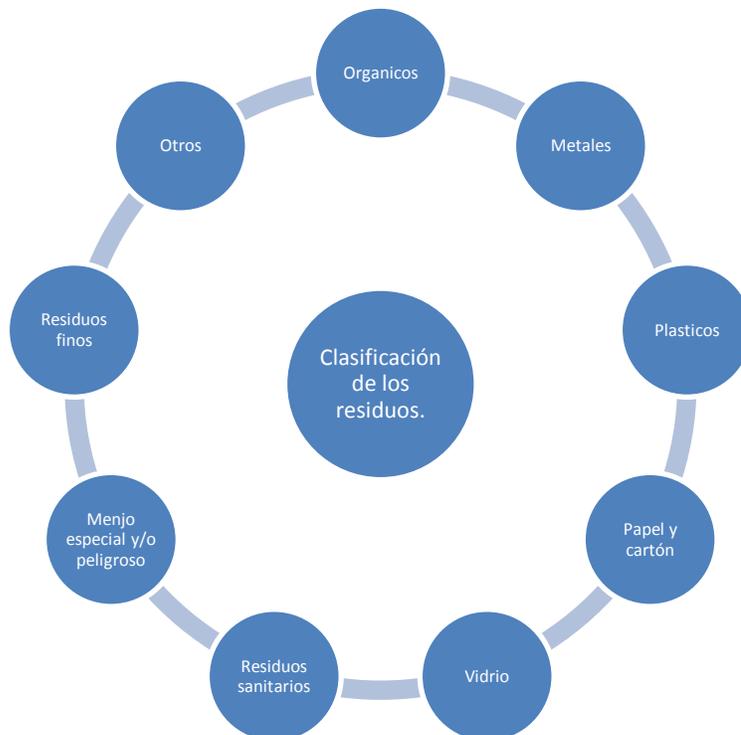


Diagrama 5.1 Clasificación de los residuos sólidos.

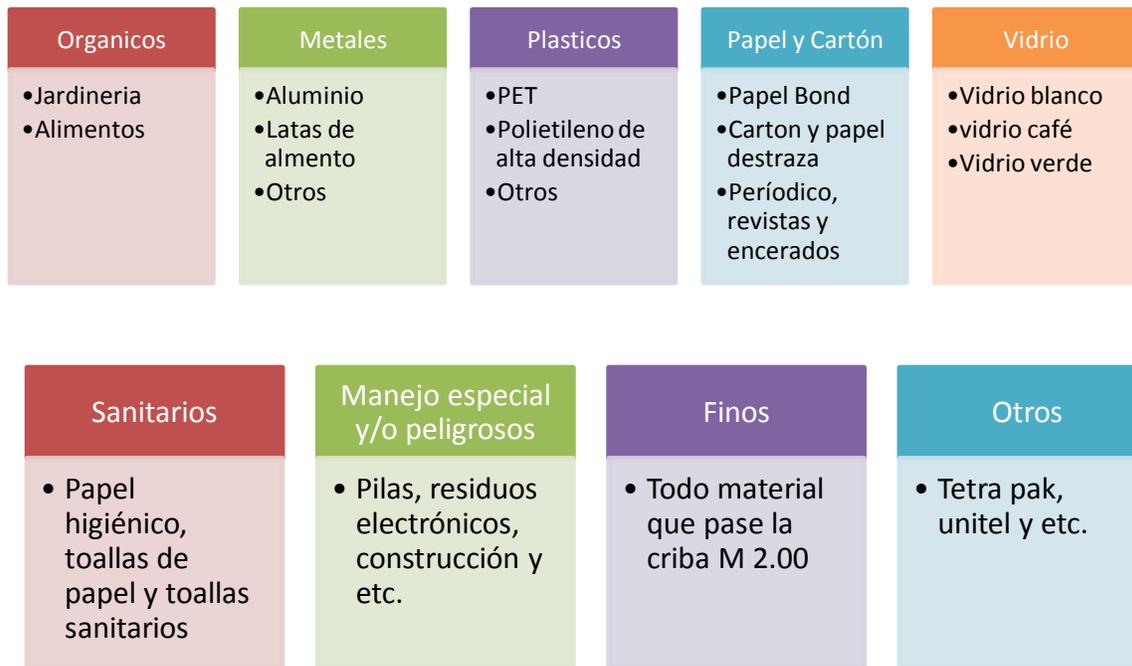


Diagrama 5.2 Subclasificación de los residuos sólidos.

Finalmente se procedió a realizar el pesaje de los subproductos obtenidos de acuerdo al Diagrama 4.2 (Figura 13).



Figura 26. Pesaje de Polietileno de alta densidad y Tetra Pak.

Material y herramienta empleado para el estudio de caracterización de RS

El material y herramienta empleado (Figura 14):

- Báscula de piso, con capacidad de 15 Kg.
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del No. 200, para el manejo de los subproductos (tantas como sean necesarias).
- Palas curvas
- Guantes de carnaza
- Escoba
- Cubre bocas
- Papelería (cédula de informe de campo, marcadores, ligas, etc.).



Figura 27. Herramienta y material usado para el estudio de caracterización.