



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Propuesta de plan de gestión integral para residuos sólidos generados en la Comuna Miraflores, ubicada en la parroquia Ñaquito, Distrito Metropolitano de Quito

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Andrade Acosta, Carlos Andrés

DIRECTORA: Villa Achupallas, Mercedes, M.Sc.

CENTRO UNIVERSITARIO QUITO

2018



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2018

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniera,

Mercedes Alexandra Villa Achupallas

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Propuesta de plan de gestión integral para residuos sólidos generados en la Comuna Miraflores, ubicada en la parroquia Iñaquito, Distrito Metropolitano de Quito” elaborado por el señor Carlos Andrés Andrade Acosta, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 23 de febrero de 2018

.....

Ing. Mercedes Villa

1104369242

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Carlos Andrés Andrade Acosta, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Propuesta de plan de gestión integral para residuos sólidos generados en la Comuna Miraflores, ubicada en la parroquia Ñaquito, Distrito Metropolitano de Quito”, de la Titulación de Ingeniero en Gestión Ambiental siendo la M.Sc Mercedes Villa Achupallas directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Firma:
Autor: Carlos Andrés Andrade Acosta
C.I. : 171419663-9

DEDICATORIA

A la Comuna Miraflores, esperando que este documento sea la base para impulsar un modelo de desarrollo sustentable y potenciar la imagen de un barrio ejemplar dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme vivir este momento en mi desarrollo profesional. A mis tutores y maestros, en especial a la ingeniera Rosa Armijos y la ingeniera Mercedes Achupallas, por guiarme durante la elaboración del presente documento.

A la Comuna Miraflores: por su gente, su calidez y puertas abiertas, de manera especial a don Marco Taco por su ayuda; en la Administración Zonal Eugenio Espejo, al ingeniero Marco Romo; en la Secretaría de Ambiente, al ingeniero Thorben Kunst; en Calidad Ambiental al ingeniero Kléver Chávez; a la ingeniera Ximena Reyes por su guía y recomendaciones.

A mi amada familia y amigos por su apoyo y comprensión. Un agradecimiento muy grande y especial a mi Madre, a Lupita, Anita, Jose, Osquítar, Mateo, Martín y Mari por el apoyo constante e incondicional, por ser la fuerza que me impulsa y por siempre estar ahí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Definición de residuos sólidos (RS)	4
1.2. Criterios de clasificación de residuos sólidos.....	4
1.3. Tasa de generación per cápita	6
1.4. Composición de los residuos sólidos	8
1.5. Definición de gestión integral de residuos	10
1.5.1. Minimización en generación de residuos.....	11
1.5.2. Segregación de residuos sólidos.	12
1.5.3. Almacenamiento.....	12
1.5.4. Recolección.	13
1.5.5. Sostenibilidad ambiental (5R).	14
1.5.6. Disposición final.....	16
1.6. Marco legal.....	24
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1. Zona de estudio	26
2.2. Recopilación de información	28
2.2.1. Encuesta.....	28
2.3. Caracterización de Residuos Sólidos.....	29
2.3.1. Fase de campo.....	30
2.3.2. Caracterización.....	32

2.3.3.	Cálculos realizados.	33
2.4.	Identificación de problemas, análisis FODA	35
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		37
3.1.	Diagnóstico de la gestión actual de residuos en la Comuna Miraflores	38
3.1.1.	Información.	38
3.1.2.	Generación.	40
3.1.3.	Segregación y aprovechamiento.....	41
3.1.4.	Recolección.	43
3.1.5.	Almacenamiento.....	47
3.1.6.	Disposición final.....	48
3.1.7.	Capacitación.....	50
3.2.	Resultados fase de campo	50
3.2.1.	Cantidad de residuos muestreados.	50
3.2.2.	Generación per cápita (GPC).....	51
3.2.3.	Proyección de generación.....	51
3.2.4.	Cantidad de residuos recibidos por tipo.....	53
3.2.5.	Densidad de los residuos (ρ).	53
3.2.6.	Caracterización de los residuos inorgánicos (reciclables).	54
3.2.7.	Caracterización de los residuos.	55
3.3.	Análisis FODA.....	56
3.4.	Identificación de puntos críticos	59
3.5.	Propuesta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Generados en la Comuna Miraflores.....	59
3.5.1.	Plan de educación y comunicación ambiental.....	60
3.5.2.	Plan de segregación y diferenciación en la fuente.....	61
3.5.3.	Plan de aprovechamiento y reutilización.....	62
3.5.4.	Plan para disposición y transporte.....	63
3.5.5.	Plan de seguimiento y difusión.....	64
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES		66
ANEXOS.....		71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación per cápita de acuerdo nivel de ingresos.....	7
Figura 2. Composición de residuos por ingresos	9
Figura 3. Composición de residuos DMQ	10
Figura 4. Residuos no diferenciados recolectados en el DMQ 2015	14
Figura 5. Métodos de compostaje para manejo de residuos orgánicos	21
Figura 6. Sistema para recolección de lixiviados.....	23
Figura 7. Manejo de gases.....	23
Figura 8. Ubicación de la Comuna Miraflores dentro de la zona centro-norte de la ciudad de Quito © Google 2017.....	27
Figura 9. Área Comunal © Google 2017.....	27
Figura 10. Reunión de presentación con los Comunereros	30
Figura 11. Aplicación del modelo de encuesta	31
Figura 12. Kit entregado y adhesivos colocados en las viviendas.....	32
Figura 13. Proceso de recolección y entrega de fundas pra RS.....	33
Figura 14. Pesaje de los Residuos Sólidos	34
Figura 15. Cálculo peso volumétrico.....	34
Figura 16. Homogenización de los RS	35
Figura 17. Información sobre manejo de residuos en la Comuna	38
Figura 18. Información recibida durante los últimos 12 meses	39
Figura 19. Manejo de residuos en el hogar	40
Figura 20. Gestión durante la generación de residuos.....	40
Figura 21. Preguntas sobre segregación y aprovechamiento.....	41
Figura 22. Motivos para no segregar los residuos	42
Figura 23. Aprovechamiento de los residuos	43
Figura 24. Gestión de servicio	44
Figura 25. Gestión de recolección	45
Figura 26. Sugerencias de recolección.....	46
Figura 27. Pagos por recolección	46
Figura 28. Evaluación de la recolección	47
Figura 29. Infraestructura de almacenamiento	48
Figura 30. Gestión de disposición final	48
Figura 31. Disposición a pagar por un servicio de gestión integral de manejo de residuos...49	
Figura 32. Disponibilidad para capacitación	50
Figura 33. Caracterización de los residuos	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos	5
Tabla 2. Comparación en la fabricación de una tonelada de papel periódico	18
Tabla 3. Comparación en la fabricación de una tonelada de vidrio	18
Tabla 4. Comparación en la fabricación de una tonelada de poliuretano de alta densidad ...	19
Tabla 5. Comparación en la fabricación de una tonelada de acero	20
Tabla 6. Tipos de disposición final	22
Tabla 7. Residuos recogidos por día (kg)	51
Tabla 8. Generación per cápita	51
Tabla 9. Proyección de la generación per cápita.....	52
Tabla 10. Composición de la muestra (kg)	53
Tabla 11. Cálculo densidad de los residuos	54
Tabla 12. Caracterización de residuos inorgánicos por día	55
Tabla 13. Análisis FODA Gestión de Residuos Sólidos Comuna Miraflores	58

RESUMEN

Se analiza la gestión de residuos domiciliarios de una de las Comunas consideradas como rurales del Distrito Metropolitano de Quito, una ciudad que crece a un ritmo acelerado y requiere de soluciones.

Se aplicaron encuestas, entrevistas, reuniones, visitas de campo, además de acopio y caracterización de residuos sólidos domiciliarios. Con estos datos se pudo establecer valores de generación per cápita de desechos y proyectarlos 15 años.

La generación per cápita diaria de materia de desechos es de 0,51 kg; siendo la mayor cantidad materia orgánica con 54%, los materiales reciclables son el 27% y los componentes inservibles corresponden al 19%.

Se describen las fases del manejo de residuos sólidos y se proponen las actividades integrales en un plan de gestión; que de implementarse de modo adecuado, han de reducir el volumen de los residuos para disposición final en 80%.

Con este insumo, se puede replicar el modelo de estudio para aplicarlo a las demás Comunas del Distrito y lograr crear la conciencia necesaria para iniciar un cambio en la gestión de los residuos, desde las fases iniciales comenzado con una adecuada clasificación.

Palabras claves: residuos sólidos domiciliarios, Comuna Miraflores, caracterización de residuos, generación de residuos per cápita.

ABSTRACT

This paper analyzes the management of the household solid waste in one of the Communities considered as rural in *Distrito Metropolitano de Quito*, a city that grows in an accelerated way and requires of solutions.

Polls, interviews, meetings, field work and solid waste characterization was the applied. This data was the base determine per capita generation value and project the solid waste generation for the next 15 years.

The *per capita* per day generation is 0.51 kg; the most generated waste is organic, followed by recyclable with 27% and waste 19%. There is a description of the actual solid waste management and some activities are proposed into a waste management plan, focused in reducing the solid waste for landfilling in 80%.

This study can be replicated to be applied in the other District Communes to achieve the necessary awareness to initiate a change in waste management, from the initial phases starting with the appropriate classification.

KEYWORDS: solid household waste, Comuna Miraflores, solid waste characterization, per capita waste generation.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos domiciliarios es uno de los servicios más importantes que provee el municipio de una ciudad. Su gestión incluye todo su ciclo de vida, desde la generación hasta su disposición final (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). En países de bajos recursos, así como muchos países de economías medianas, a la gestión de residuos sólidos le corresponde la partida presupuestaria más grande de las municipalidades, es una de las mayores demandantes de mano de obra (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

Los impactos que generan los residuos sólidos mal manejados son diversos. Afectan la salud de las personas que viven en las zonas donde los residuos no son gestionados adecuadamente; causan contaminación de cuerpos de agua, también de animales que viven en basurales; a nivel socio-ambiental la contaminación es muy evidente en cuerpos de agua, aire, suelo, ocasiona la alteración del paisaje a nivel local y regional (Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana, 1997).

Se estima que a nivel global en el año 2002 habitaban 2,9 billones de personas en áreas urbanas y estas generaban un aproximado de 0,64 kg de residuos por persona al día. Actualmente, se estima que 3 billones de personas viven en las zonas urbanas y cada una genera 1,2 kg de residuos sólidos al día. Al ritmo que vamos se calcula que para el 2025, en las zonas urbanas habitarán 4,3 billones de personas, cada una generará 1,42 kg de residuos al día esto es 2,2 billones de toneladas de residuos sólidos por año (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

En América Latina desde el año 2002 se perciben cambios en la gestión de los residuos sólidos, los gobiernos reconocen la necesidad de integrar en la gestión de los residuos a los trabajadores dedicados a la clasificación de residuos generados en zonas urbanas (trabajadores informales), y la gestión de los residuos pasó a formar parte de la política de los estados (Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, & Terraza, 2010).

Los primeros pasos para la gestión de residuos en el Ecuador se dieron en el año 2002, con la ejecución del proyecto Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Ecuador; fue desarrollado por el gobierno de la República del Ecuador con el apoyo de diversas organizaciones internacionales como la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud, este proyecto buscó formular un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos en el país (Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, División Salud y Ambiente, 2002).

Posteriormente, en el 2003 se publicó en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS), la primera Política de la Gestión de Residuos

Sólidos (Presidencia de la República del Ecuador, 2003); sin embargo, fue en el año 2010 que se decidió impulsar la gestión de los residuos sólidos a nivel de gobiernos municipales mediante la creación de un programa enfocado en la generación de planes y estrategias de capacitación, sensibilización y estímulo a las personas involucradas, nació así el Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio de Ambiente (PNGIDS) (Ministerio del Ambiente, 2017).

En lo que correspondiente a la Ciudad de Quito, la gestión de los residuos sólidos estaba a cargo de la Dirección de Salud, hasta que, el 18 de noviembre de 1993, se creó la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) como la entidad especializada en el manejo de residuos sólidos; en el 2010, mediante Ordenanza Metropolitana, se transformó en la Empresa Pública Metropolitana de Aseo, a la cual se le confirieron las competencias de operar el sistema municipal de aseo es decir: **el barrido y recolección de residuos sólidos** (Concejo Metropolitano de Quito, 2010).

Para el año 2016, la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito publicó el Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos, DMQ 2016-2025; este documento brinda un marco normativo que define las competencias de los involucrados, con base en un diagnóstico situacional que tomó en cuenta los tipos de residuos generados durante ese año y proyectó los futuros (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016).

Se debe considerar que la generación de residuos sólidos domiciliarios está vinculada con el aumento del nivel de emisión de gases de efecto invernadero, huella de carbono y desperdicio de recursos como agua y energía (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Con esta premisa se ha calculado que para el año 2030, la huella de carbono de la Ciudad de Quito podría superar los 11 millones de toneladas de CO₂; sin embargo, mediante la aplicación de medidas sencillas como una gestión integral de residuos sólidos, este índice puede disminuir hasta en 13% (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016).

Con la “Propuesta de Plan de Gestión Integral para Residuos Sólidos Generados en la Comuna Miraflores, ubicada en la Parroquia Iñaquito, Distrito Metropolitano de Quito”, se busca: minimizar el impacto socio-ambiental que los residuos sólidos domiciliarios generan a la Comuna y promover el desarrollo sustentable a largo plazo.

Dada la ubicación y características de la Comuna Miraflores el manejo adecuado de los residuos domiciliarios desde la generación hasta su reutilización, reducción, aprovechamiento o disposición final se convierte en un aspecto de singular importancia.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Definición de residuos sólidos (RS)

Basura, residuo, desecho son palabras que se utilizan indistintamente para referirse al producto resultante de la utilización de un bien. La Real Academia de la Lengua define **residuo** como: *“Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación, aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo”*. (Real Academia de la Lengua, 2017).

Por otro lado, las Naciones Unidas define **residuo** como: *“...resultado indeseado de las actividades humanas: gases, líquidos y sólidos que son descargados o liberados a los tres componentes de la naturaleza: agua, aire y suelo...”* (Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2015).

El Estado Ecuatoriano ha definido **residuo sólido** como *“cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, resultante del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado.”* (Ministerio del Ambiente, 2015). Marcando una diferencia con el uso de la palabra **desecho**, a la que le define como: *“sustancias (sólidas, semi-sólidas, líquidas, o gaseosas), o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable.”* (Ministerio del Ambiente, 2015).

A pesar que se han brindado algunas definiciones, para este trabajo la palabra **residuo** se refiere a: todo *“...material descartado (no líquido) de viviendas, industrias, establecimientos comerciales, instituciones y calles, que ya no tienen valor para el usuario o su primer generador”* (Anschütz, 1996), y en este caso, en particular, se enfoca a **residuos domiciliarios**.

1.2. Criterios de clasificación de residuos sólidos

El Ministerio de Ambiente del Ecuador, divide en tres grupos a los residuos: no peligrosos, peligrosos y especiales (Ministerio del Ambiente, 2015).

Sin embargo, como criterio general para la clasificación de los residuos sólidos se aplica el sugerido por el Banco Mundial (2015). De acuerdo a la fuente, los residuos se pueden clasificar en residenciales, industriales, comerciales, municipales y escombros (construcción o demoliciones). En la Tabla 1, se muestra la división de los RS de acuerdo al tipo.

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos

Fuente	Generador	Tipos de residuos
Residencial o doméstico	Viviendas familiares	Restos de comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, restos de jardinería, madera, vidrio y <i>especiales</i> (objetos voluminosos, residuos eléctricos, línea blanca, baterías, pilas, aceite vegetal, llantas), y <i>peligrosos</i> (lastas de pintura, aerosoles, gases comprimidos, residuos con mercurio, aceite mineral, agentes limpiadores, medicinas caducas) y los conocidos como residuos electrónicos (computadoras, teléfonos, televisiones, etc.).
Industrial	Industrias de alto y bajo impacto, manufactura, ensambladoras	A más de los enumerados anteriormente, embalaje, restos de construcción, materiales peligrosos, cenizas y residuos especiales.
Comercial	Almacenes, hoteles, restaurantes, tiendas, oficinas, edificios	Papel, cartón, plástico, madera, restos de alimentos, vidrio, metal, especiales, peligrosos, residuos electrónicos.
Instituciones	Escuelas, hospitales (no se considera residuos médicos), prisiones, edificios gubernamentales, aeropuertos	
Construcción demolición	Nuevas edificaciones, mantenimientos de carreteras, remodelaciones y demoliciones	Madera, metal, concreto, polvo, ladrillos, bloques, azulejos.
Servicios municipales	Limpieza de calles, parques, áreas recreacionales, plantas de tratamiento de agua y plantas potabilizadoras de agua	Residuos de limpieza de calles; restos de árboles; residuos generales de los parques, playas y otras áreas recreativas, lodo.
Los mencionados anteriormente, son considerados desechos sólidos municipales. Generalmente representan el 50% del total de los residuos sólidos municipales, adicionalmente se pueden también mencionar los siguientes:		
Procesos	Grandes industrias de manufactura, refinерías, plantas químicas, sistemas de generación eléctrica, y proceso de extracción de minerales.	Residuos industriales, chatarra, escorias y materiales de relaves.
Residuos hospitalarios	Hospitales, enfermerías, clínicas	<i>Residuos infecciosos</i> (vendajes, guantes, hisopos, sangre y fluidos corporales), <i>residuos peligrosos</i> (objetos punzocortantes, instrumentos, químicos), desechos radiactivos de terapias, residuos farmacéuticos.
Agrícolas	Cultivos, huertas, viñedos, industria pecuaria y granjas	Residuos de alimentos, desechos agrícolas (cáscaras de arroz, tallos de algodón, cáscaras de coco, residuos de café), desechos peligrosos (Por ejemplo, plaguicidas)

Fuente: Adaptado de Banco Mundial (2015)

Elaborado por: Autor

Cabe mencionar que, dentro de la legislación ecuatoriana, el Acuerdo Ministerial No. 061, considera desechos peligrosos a los que superen los límites de concentración establecidos en la normativa de las características CRETIB (corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamable, biológico-infeccioso).

Mientras que los desechos especiales son los que no superan estos límites y que a más de estar enumerados en el anexo C del Acuerdo Ministerial 142, son los “*desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar al ambiente o a la salud, debido al volumen*”

de generación y/o difícil degradación y, para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reúso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales” (Ministerio del Ambiente, 2015).

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ, 2016) ha dividido los residuos de acuerdo a:

Origen

Domésticos: es decir, aquellos generados en los hogares.

Actividad Económica: son aquellos residuos que se generan en comercios, establecimientos de servicios, industrias.

Tipología

Sólidos no peligrosos de origen doméstico y asimilable.

Especiales no peligrosos: animales domésticos muertos, neumáticos fuera de usos, vehículos fuera de uso, aceite vegetal, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de carácter no peligroso, textiles y voluminosos. Son aquellos residuos susceptibles de organizarse en flujos separados que faciliten su recuperación o bien que no dificulten la separación de otros materiales de otros flujos predeterminados (GAD DMQ, 2016).

Peligrosos: sanitarios, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos peligrosos, aceites de automoción y equipos mecánicos, pilas y baterías, fluorescentes y el resto de desechos peligrosos acorde a la normativa nacional ecuatoriana en vigor (GAD DMQ, 2016).

Industriales: todos aquellos residuos que se deriven de un proceso productivo y que no estén incluidos en alguno/s de los grupos anteriores.

Finalmente, como dato aclaratorio, hasta el año 2012 los residuos sólidos municipales no peligrosos receptados por las empresas gestoras del Distrito Metropolitano de Quito estaban conformados de la siguiente manera: domiciliarios 62%, comerciales 16%, mercados 13%, educativa 3%, otras fuentes 6% (Castillo Pazmiño, 2012).

1.3. Tasa de generación per cápita

La tasa de generación de residuos sólidos, está relacionada con la región en la que se genera, nivel de ingresos, nivel de urbanización, hábitos de la comunidad, grado de industrialización y clima, de este modo se establecen tres premisas fundamentales (Banco Mundial, 2015):

- La generación de residuos sólidos se va a duplicar para el año 2025.

- Mientras mayores ingresos y más habitantes, se generan más residuos.
- Los países de mayores ingresos económicos son productores de casi la mitad de residuos a nivel mundial (44%), mientras que los países América Latina y el Caribe producen el 14% y los países de África 5%.

A nivel mundial se ha calculado una producción de residuos por persona al día de 1,2 kg. Se estima que para el 2020 este número ascenderá a 1,4 kg¹, dando un total de 2,2 billones de toneladas de residuos por año (Banco Mundial, 2015). Se estima que en los Estados Unidos de Norteamérica cada habitante genera aproximadamente 2,08 kg de residuos al día, en Argentina es 1,15 kg, en Guatemala 0,61 kg (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015). En la Figura 1, se puede observar lo mencionado.

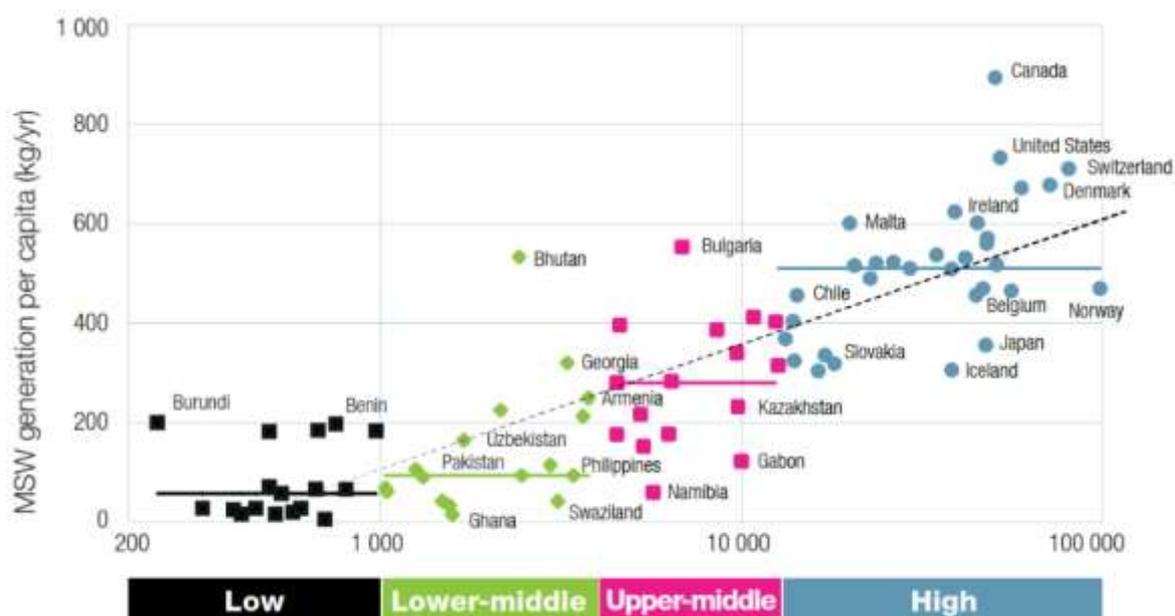


Figura 1. Generación per cápita de acuerdo nivel de ingresos

Fuente: Programa Ambiental de las Naciones Unidas (2015)

Elaborado por: Autor

Para el Ecuador, se ha promediado una generación que oscila entre 0,68 kg a 0,81 kg de residuos por habitante al día (Solíz Torres, 2016). En lo que se refiere a la Ciudad de Quito, la *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito*, ejecutado por la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) y la Secretaría del Ambiente del DMQ (2012), establece que la generación de residuos per cápita va de 0,465 kg en barrios populares, como La Libertad y Chilibulo, a 0,618 kg en el barrio del Quito Tennis, habitado por familias de alta

¹ Este dato puede variar ampliamente dependiendo de las condiciones.

renta (Castillo Pazmiño, 2012); evidentemente estos valores fluctúan con relación al tiempo y variables.

En el año 2015, la Secretaría de Ambiente del DMQ afirmó que se recolectó en promedio 0.84 kg de residuos por habitante, para establecerlo consideró la masa recolectada y el número de habitantes del Distrito (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2017); sin embargo, de acuerdo a lo mencionado en el Plan Maestro de Gestión de Residuos del DMQ, *no existe información disponible, debido a la falta de una metodología estandarizada y que los datos que se disponen al momento no son fiables ni actualizados* (GAD DMQ, 2016).

1.4. Composición de los residuos sólidos

Al igual que la generación, la composición está sujeta a variaciones proporcionales debidas principalmente a: ingresos, ubicación, épocas del año, incluso factores como el clima inciden en la composición de los residuos sólidos. A nivel mundial existen datos generados por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (2015) y por el Banco Mundial (2015) que se comparten a continuación.

Los países en vías de desarrollo y de economías medianas promedian una mayor generación de residuos orgánicos, va del 46 al 53% del total de la generación; mientras que los países de altos ingresos económicos apenas generan el 34%. Incluso la naturaleza de los residuos orgánicos difiere, en países de economías medianas son residuos *inevitables*, producto de la elaboración de alimentos; mientras que en los países desarrollados son residuos *evitables*, encontramos restos de alimentos ya preparados, desperdicios y sobras.

La generación de residuos como papel, se ha identificado un rango que va del 11 al 19% en economías en vías de desarrollo a 24% en países de economías desarrolladas; existe discrepancia en la generación de papel por impresiones o periódicos, sin embargo, entre el año 2007 y 2012 se ha evidenciado una reducción del 4% debido a medios de lectura digitales.

En la generación de plásticos, casi no hay diferencia en niveles económicos se puede decir que existe una generación de entre el 7 y 12%, valores susceptibles a cambios debido a las condiciones ya mencionadas.

En lo que corresponde al resto de sólidos reciclables: vidrio, textiles, metal, etcétera; depende del nivel de ingresos y registra una generación del 6% en países en vías de desarrollo, entre 9 y 12% en economías medianas, y del 20% en países desarrollados.

En lo referente a residuos municipales peligrosos y especiales se describe un rango que va de menos del 1% a un poco más del 5%, si se incluyen los residuos electrónicos, en las diferentes economías. La Figura 2 muestra la diferencia en la generación de residuos sólidos,

tanto en países de economías en vías de desarrollo como en países con economías desarrolladas.

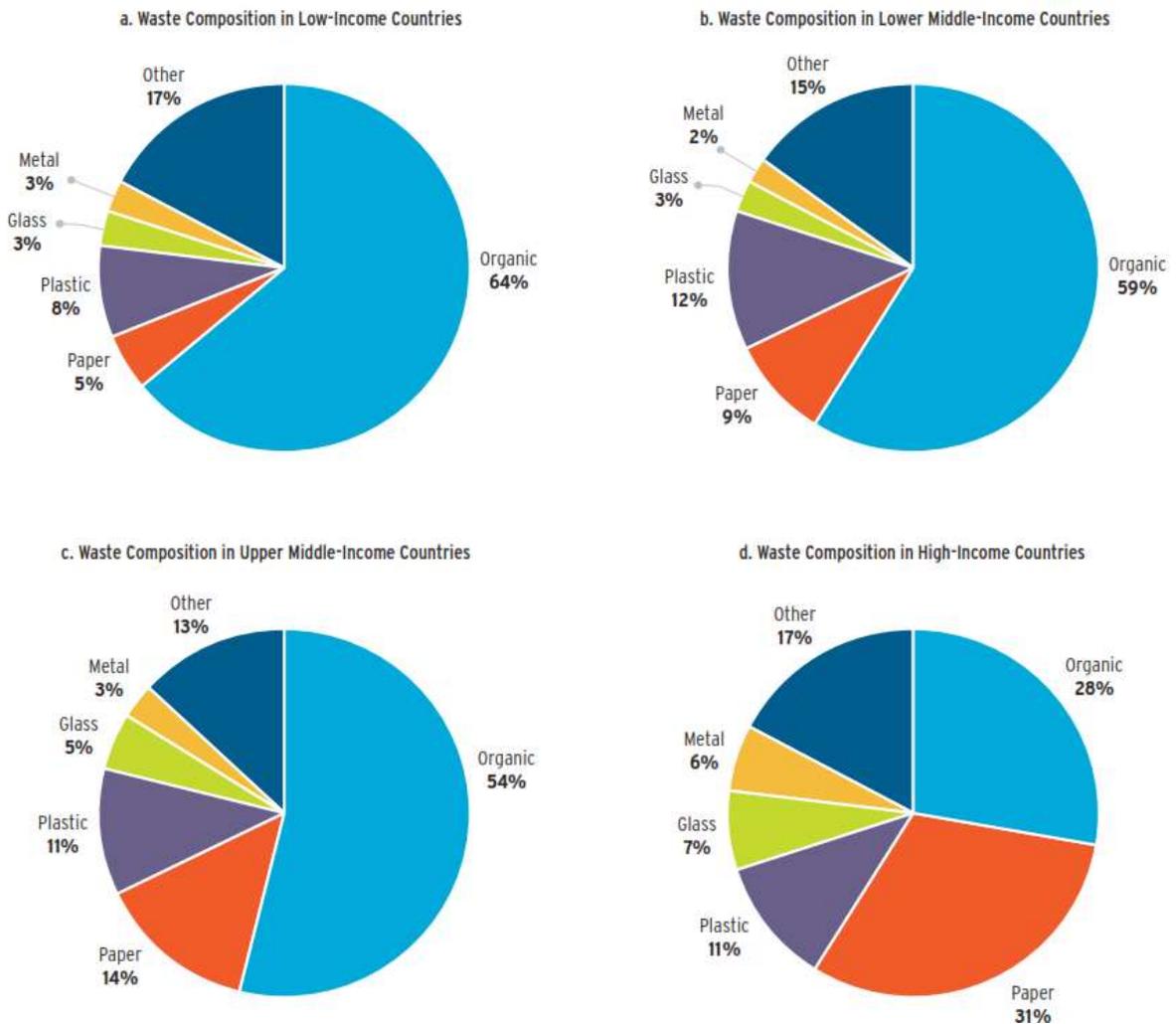


Figura 2. Composición de residuos por ingresos

Fuente: Banco Mundial, 2015

Elaborado por: Autor

De acuerdo a datos publicados por la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) y la Secretaría del Ambiente del DMQ dentro de la *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito*, se identificó que los residuos domiciliarios en el Ciudad de Quito, están compuestos principalmente de materia orgánica, aproximadamente 55%; rechazos de papel higiénico, 10%; fundas plásticas 6%; y papel 5%. En la Figura 3, se puede observar la composición de los residuos en el DMQ hasta el año 2012.

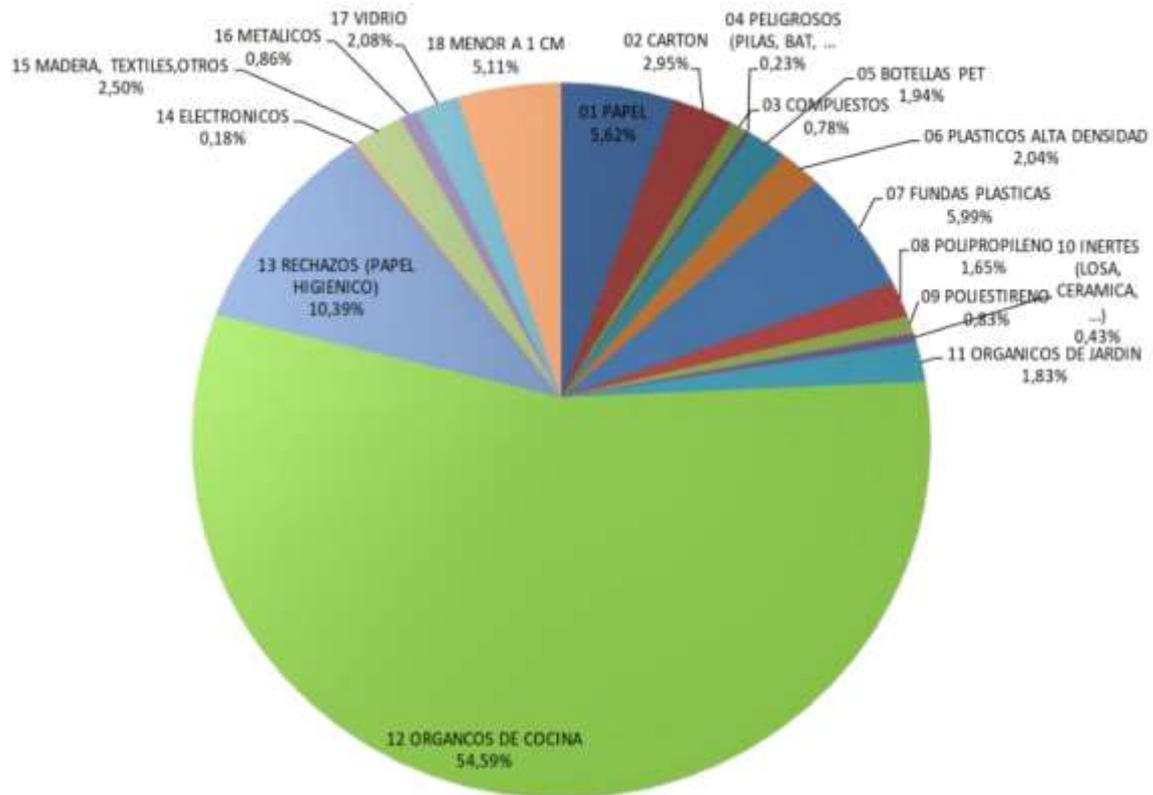


Figura 3. Composición de residuos DMQ

Fuente: Castillo Pazmiño (2012)

Elaborado por: Castillo Pazmiño (2012)

1.5. Definición de gestión integral de residuos

Puede ser definida como la selección de técnicas, tecnologías y programas de gestión para alcanzar los objetivos y metas propuestos en el manejo de residuos sólidos (Tchbanoglous & Kreith, 2002), que permitan la aplicación de un conjunto articulado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeamiento, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación de la administración de los residuos, desde su generación hasta su disposición final (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

De acuerdo a la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (2005), la gestión integral de residuos se basa en tres preceptos básicos, el primero engloba las fases operativas de la gestión (desde la generación hasta la disposición final), el segundo se refiere a la gestión administrativa, que busca la articulación de los actores municipales y gubernamentales con la gestión de los desechos; y el tercero engloba a los niveles de poder público y relaciona: estado, empresa privada y comunidad.

Por lo tanto, es fundamental realizar diagnósticos y planeamientos, tanto como integrar a los actores de la sociedad; en tal sentido, la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, (2005) considera los siguientes aspectos:

- Desarrollar los pasos de la gestión de residuos sólidos – desde la generación hasta la disposición final; hacer énfasis en la fase preventiva que implica la reducción de la generación mediante la reutilización y el reciclaje, esto facilita la minimización de residuos. Tratar los residuos que no fueron recuperados y solamente disponer en el suelo residuos tratados y que causen el mínimo de impactos ambientales.
- Fortalecer la administración pública en todo nivel para implementar políticas, planes, programas y proyectos para la promoción de la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos.
- Desarrollar la capacitación continua de los cuadros técnicos municipales, provinciales y nacionales.
- Revisar y ampliar el marco legal y reglamentario, buscando así compatibilizar las leyes y reglamentos del sector en los diferentes niveles gubernamentales (nacional, provincial, regional, local).
- Integrar a las organizaciones de segregadores o de empresas comunitarias como prestadores de servicios en la concepción e implementación del sistema de gestión de residuos sólidos.

Resumiendo, la gestión de residuos sólidos es el conjunto de operaciones que se diseñan, implementan, ejecutan y optimizan para disponer del material residual. La adecuada gestión obliga analizar los aspectos técnicos y no técnicos en su interrelación y no por partes (Programa de las Naciones Unidas del Ambiente, 2005).

Por esto es que el Municipio del DMQ reconoce que la gestión integral de residuos sólidos requiere de una estrategia institucional unificada para el manejo de los procesos de generación, recolección, aseo, transporte, aprovechamiento y disposición final, ajustada a la realidad de la ciudad y acorde con la legislación ambiental (GAD DMQ, 2016).

1.5.1. Minimización en generación de residuos.

También denominada reducción en la fuente, corresponde a uno de los pilares de las buenas prácticas ambientales. Su aplicación y funcionamiento está relacionada con el nivel de ingresos de las naciones. En este sentido, en países en vías de desarrollo, no existen planes organizados, sin embargo, los niveles de generación de residuos son bajos.

En países de economías medianas existe cierto nivel de reducción en la fuente, sin embargo, no está basada en planes organizados; mientras que en países desarrollados existen planes de minimización basados en la aplicación de tres acciones concretas: Reducir, Reciclar y Reutilizarla, fórmula conocida como las tres erres o **3R**; del mismo modo, existe también mayor responsabilidad por parte de las empresas productoras (Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2015).

La minimización en la fuente tiene efectos económicos y ambientales, entre algunos se puede mencionar (Tchbanoglous & Kreith, 2002):

- Reducción de la contaminación por camiones y disposición final.
- Reducción del agotamiento de recursos por exceso de empaque no generado.
- Desarrollo económico de las industrias de reutilización y reparación.
- Reducción de la necesidad de capacidad de vertedero.
- Reutilizar productos o repararlos puede significar grandes ahorros.
- Reducción en el uso de recursos, menos uso de energía y se evita la contaminación al procesar materiales.
- Reduce el volumen de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios.
- Se evita la emisión de gases invernadero por la explotación de materias primas.
- Además de otros beneficios asociados a la composición de los residuos.

1.5.2. Segregación de residuos sólidos.

Es la base en la gestión integral de residuos sólidos. Consiste en convertir a los residuos en materiales que puedan aprovecharse -sea por compostaje, reutilización o reciclaje- (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015). La segregación en la fuente es crucial para evitar una contaminación cruzada y mantener la calidad de los materiales, aumenta la eficacia del reciclaje y alarga la vida de los rellenos sanitarios (Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2015).

Requiere recolección selectiva y equipamientos apropiados para cada tipo de desecho recogido; implica educación, sensibilización y capacitación de los generadores. Para esto se debe disponer de recursos para infraestructura y equipamiento necesario (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2005). De acuerdo a experiencias internacionales, se sugiere la segregación de los residuos en tres contenedores: 1.- Residuos orgánicos (biodegradables). 2.- Residuos no biodegradables. 3.- Residuos peligrosos y especiales (Peer Experience and Reflective Learning, 2015).

En el año 2009, en la zona urbana del DM de Quito se recuperó el 12,5% de los residuos generados, de ahí que se puede mencionar que el DMQ está iniciando con esta estrategia de clasificación de residuos (Castillo Pazmiño, 2012). Adicionalmente, en los últimos meses se ha incursionado en estrategias municipales de recolección de residuos segregados como el que se evidencia en ciertas zonas de la ciudad como el Centro Histórico.

1.5.3. Almacenamiento.

Corresponde al sitio en el que se ubica el residuo después de su generación y previo a su transporte. El almacenamiento, tanto en la fuente como previo a la recolección debe mantener

a los residuos separados unos de otros y evitar que se mezclen. Desde el punto de vista conceptual, dentro de los diferentes procesos de gestión se deben separar, independientemente del lugar físico de su realización (GAD DMQ, 2016).

El Ministerio de Ambiente define al almacenamiento como al depósito transitorio de los residuos sólidos, en condiciones que aseguren la protección al ambiente y a la salud humana, en los lugares de generación de los mismos o en sitios aledaños a estos, donde se mantienen hasta su posterior recolección (Ministerio del Ambiente, 2015).

En general en el Ecuador el almacenamiento de los residuos sólidos domésticos se realiza en los siguientes recipientes: fundas plásticas, tachos plásticos, sacos de yute, cajas de cartón, cajas de madera, tachos metálicos, otros (canastas, baldes viejos, etc.), estos son colocados en sitios en los que los recolectores deben devolverlos al mismo sitio (Organización Panamericana de Salud, 2002).

1.5.4. Recolección.

Suele ser dependiente al nivel económico del país. En naciones en vías de desarrollo se describe como un servicio esporádico e ineficiente, limitado a áreas de alta visibilidad o a barrios de gente pudiente y para negocios dispuestos a pagar. La recolección general atiende por debajo del 50% la necesidad existente (Banco Mundial, 2015).

En países de economías medianas el servicio mejora, existe mayor recolección en zonas residenciales. Se suele disponer de vehículos más grandes, mejor flota y mayor mecanización. La recolección supera el 50% de la demanda, pudiendo llegar al 80%. Las estaciones de transferencia se incorporan lentamente al sistema de gestión de residuos (Banco Mundial, 2015).

En naciones desarrolladas la tasa de recolección supera el 90%. Habitualmente se usan camiones compactadores y altamente mecanizados, las estaciones de transferencia son comunes. En estos países el volumen de generación de desechos es clave para la proyección del servicio (Banco Mundial, 2015).

Entre los principales métodos de recolección se pueden citar los siguientes (Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2015):

- Puerta a puerta: los colectores visitan cada domicilio para recoger los residuos, usualmente existen costos asociados al servicio.
- Contenedores comunitarios: los usuarios se acercan y depositan sus residuos a estos lugares, se encuentran en sitios estratégicos, para que el servicio de recolección pase por cada uno de los lugares, de acuerdo a un cronograma.

- Recolección en la acera: los usuarios depositan los residuos en la vereda de sus domicilios de acuerdo al cronograma del servicio de recolección.
- Entrega directa: el usuario se acerca a los sitios de recolección o disposición de los residuos.
- Servicio delegado o contratado: empresas contratadas para retirar y gestionar los residuos; las entidades que brindan estos servicios deben recibir licencias o habilitaciones entregadas por las Autoridades Ambientales.

En lo que respecta al DMQ, la recolección de los residuos comprende las fases de: **acopio**, desde domicilios y grandes generadores (*que originan más de un metro cúbico, por ejemplo: mercados, centros comerciales, centros educativos e industrias*); y **transporte** a las estaciones de transferencia ubicadas en el norte y sur de la ciudad.

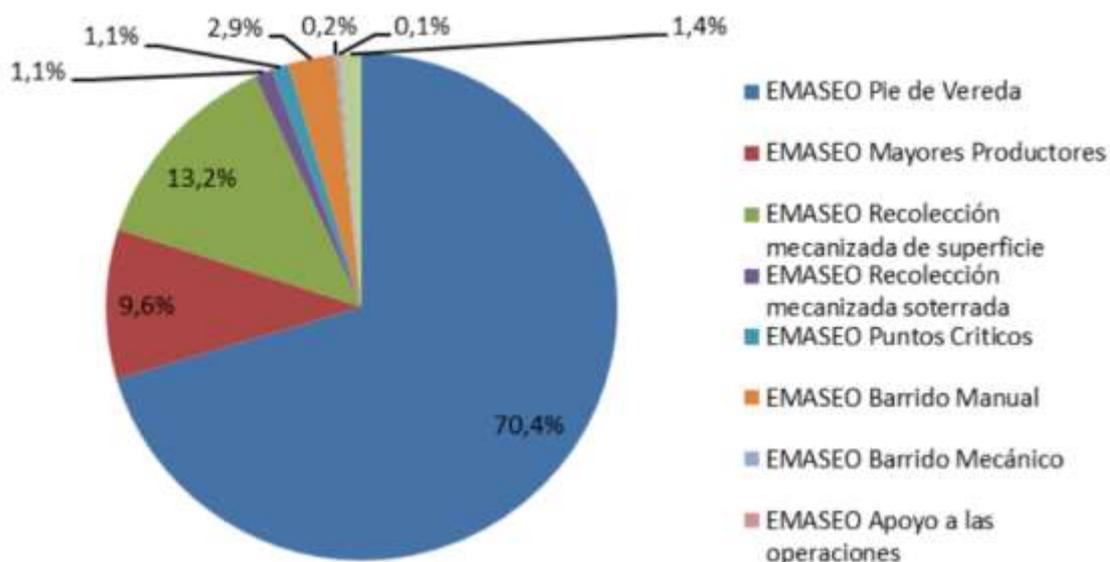


Figura 4. Residuos no diferenciados recolectados en el DMQ 2015

Fuente: GAD DMQ, 2016

Elaborado por: Castillo Pazmiño (2012)

En la Figura 4 se pueden observar los mecanismos que se utilizan en el DMQ para la recolección de residuos sólidos. Más del 70% de los residuos son retirados mediante la técnica “Pie de Vereda” que es la Recolección en la acera, definido anteriormente.

1.5.5. Sostenibilidad ambiental (5R).

La sostenibilidad ambiental se basa en la efectiva aplicación de las 3R -Propuestas en la Agenda 21, Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo-: *Reducción* en la generación, *Reutilización* poniendo especial énfasis en los componentes ambientales y *Reciclaje* con tratamiento o disposición final. En el año 1992 se añadió una R más, la *Recuperación* que se refiere a reconocer y utilizar el valor intrínseco de los residuos, es decir

su potencial calórico o como bienes económicos (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2005); y en los últimos años se habla de una nueva R, la de *Rechazar* y se refiere a repensar antes de realizar una adquisición.

Existen autores que dentro de las 5R aíslan Recuperar y Rechazar, y en su lugar colocan el Reparar y Regular. Sin embargo, estas corrientes están alineadas, y se puede decir que son palabras sinónimas enfocadas en la gestión integral de los residuos sólidos y buscan alcanzar un desarrollo sustentable. No obstante, nos centraremos en las erres mencionadas en el párrafo anterior.

Reducción: El actual modelo de producción y consumo resulta en una creciente generación de residuos sólidos, por tanto debería ser analizado con el objetivo de **reducir** la generación de residuos, principalmente en lo que se refiere a los embalajes desechables y objetos de corta vida útil como vasos, cubiertos y platos desechables (Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2005).

Hace falta incorporar el concepto de minimización de residuos en la fuente generadora, considerando que todo proceso genera algún nivel de impacto ambiental; incentivar el uso de materiales reciclables con mayor vida útil; concienciar a los productores con relación a la cantidad y calidad de los residuos generados; educar y responsabilizar a la sociedad a través del cobro de tasas municipales son algunas de las alternativas para reducir la generación de residuos.

Reutilización de residuos sólidos.- Es importante prolongar la vida útil de los objetos. Usar un residuo o desecho sólido sin tratamiento previo evita que vaya a los basureros en un corto periodo, adoptar esta práctica también es una forma de ahorrar recursos y materias primas (Ministerio del Ambiente, 2015). Por ejemplo cuando en las oficinas se reutiliza el papel imprimiendo en ambos lados.

Reciclaje.- Es el proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje, se espera, debería ser una serie de procesos industriales que emplean tecnologías limpias, que parten de la separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización (Ministerio del Ambiente, 2015).

Recuperación de residuos no peligrosos.- Toda actividad que permita reaprovechar partes de cualquier material, objeto, sustancia o elemento en estado sólido, semisólido o líquido que ha sido descartado por la actividad que lo generó, pero que es susceptible de recuperar su valor

remanente a través de su recuperación, reutilización, transformación, reciclado o regeneración (Ministerio del Ambiente, 2015), Un ejemplo claro puede ser la recuperación del gas metano producto de la descomposición de materia orgánica o del mismo modo la materia resultante del compostaje de residuos sólidos.

Rechazar.- Se refiere a la conciencia del usuario al momento de adquirir un bien, el analizar la responsabilidad que resulta el generar un residuo que probablemente termine en un relleno sanitario o un botadero a cielo abierto.

Como quinta ere se ha propuesto también la de *Regular* se refiere a la aplicación de responsabilidades compartidas y extendidas (Artículo 47 del Acuerdo Ministerial No. 061) a los residuos, del mismo modo implementar recargos a los envases que no son reutilizables y evitar la producción de bienes con *obsolescencia* programada.

Al respecto, se ha creado una iniciativa **Basura Cero** se tiene varias experiencias a nivel mundial, estrechamente relacionada con las 5R. Los objetivos de la iniciativa son: “*reducir progresivamente los materiales no retornables, rechazar y prohibir los materiales no reciclables, reducir la cantidad de residuos, reducir los riesgos para la salud pública y el medio ambiente, desarrollar instrumentos de planificación, inspección y control, desarrollar una progresiva toma de conciencia por parte de la población, desarrollar políticas de responsabilidad extendida al productor, promover el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos*”, fomentar la participación de todos los actores de la gestión integral de residuos sólidos (Solíz Torres, 2016).

1.5.6. Disposición final.

El Acuerdo Ministerial No 061, lo define como: “*acción de depósito permanente de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios u otra alternativa técnica aprobada por la Autoridad Ambiental Nacional; éstos deberán cumplir con condiciones técnicas de diseño de construcción y operación*”.

En sí, es el dato más complicado de recopilar. En muchos países no existe esta información, debido a variados factores, lo que se suele hacer es una relación con el nivel económico del país ya que existe un nexo entre ingresos y gestión de residuos. Sin embargo, en casos de que exista la información las definiciones y la metodología de cálculo no son conocidas o son imprecisas (Banco Mundial, 2015).

De este modo, a nivel mundial se disponen anualmente casi 350 millones de toneladas de residuos en rellenos sanitarios, 140 millones de toneladas son reciclados, 115 millones de toneladas fueron transformados a energía (*waste to energy*, recuperación), 65 millones de toneladas fueron dispuestas en botaderos a cielo abierto, 60 millones fueron convertidos en

compost y 47 millones tuvieron otras formas de disposición (Banco Mundial, 2015), es por esta última cifra que se considera que las estadísticas de la disposición no son exactas.

Para residuos domésticos, en el DMQ no existe más opción de disposición final que el relleno sanitario. De hecho, las autoridades ya piensan en ampliar el área del actual relleno sanitario en El Inga, o de sustituirlo por otro, debido a que verá próximamente agotada su capacidad (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016).

1.5.6.1. Reciclaje.

“El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales” (Röben, 2003) .

Las ventajas claves del reciclaje y la recuperación son la reducción del volumen de los residuos a ser eliminados y el retorno de los materiales a la economía. De este modo, se ha podido determinar una disminución en el consumo de energía y en la emisión de gases de efecto invernadero (BID, 2017).

En muchos países en desarrollo son los recicladores informales quienes recuperan una parte importante de los residuos reciclables. En China, por ejemplo, se recupera el 20% de elementos reciclables, en gran medida atribuible a la recolección por parte de recicladores informales de residuos (Banco Mundial, 2015). La labor de los recicladores informales reduce el uso de energía en la recuperación de materiales, lo que no ocurre en los procesos de reciclado que implican altos costos de energía (Banco Mundial, 2015).

En América Latina y el Caribe se estima que se recicla el 14% de los residuos que potencialmente podrían ser reciclados. Estos son recogidos por un total de 4 millones de recicladores, de los cuales el 90% son informales. En Ecuador la tasa de reciclaje llega al 15% de los residuos generados (BID, 2017).

En general los principales materiales susceptibles de ser reciclados son el papel y cartón, vidrio, plástico y metal.

Papel.

Se divide en tres gamas: papel post-consumo (periódicos, revistas); cartón y papel de alto grado (hojas blancas de impresora). Si bien es imposible reciclar el 100% del papel producido, se debe considerar que gran parte es almacenado en archivos, que en cada proceso de reciclaje se pierde la fuerza de las fibras de celulosa y la mayor cantidad de papel desechado

es dispuesto en rellenos sanitarios. A nivel mundial, Asia recupera el 45% del papel dispuesto como residuo, América Latina apenas el 5% (EAWAG Aquatic Research, 2016).

En la Tabla 2 se puede observar la diferencia que existe entre realizar una tonelada de papel periódico de materiales vírgenes y de material reciclado. Se puede observar que se requieren menos combustibles y menos materia de árboles.

Tabla 2. Comparación en la fabricación de una tonelada de papel periódico

Producción de 1 Tm de papel periódico				
ENTRADAS	Unidad	Virgen	Reciclado	Comparación
Fuente de energía	GJ	3,86	10,11	162%
RECURSOS				
Madera	kg	830	88	-89%
Papel usado	kg	-	1220	-
Caolín/ tiza	kg	72	-	-
Agua	m ³	44,5	21,1	-53%
Electricidad	kWh	2620	512	-80%
Residuos	kg	46	215	367%
Emisiones CO₂	kg	106	489	361%

Fuente: Adaptado de EAWAG Aquatic Research, 2016)

Elaborado por: Autor

Los principales usos al papel reciclado son: nuevo papel, materiales de aislamiento, material de construcción, tableros, embalajes, material de relleno, embalajes moldeados (Tchbanoglous & Kreith, 2002).

Vidrio.

Existen tres tipos de vidrio: envases de refresco, cristal, boro-silicato. En el caso del vidrio es preferible reutilizar los envases, sin embargo, es muy factible el reciclaje de vidrios rotos (EAWAG Aquatic Research, 2016). En la Tabla 3, se muestra la diferencia que existe entre producir una tonelada de vidrio, a partir materiales vírgenes, versus hacerlo desde materiales reciclados.

Tabla 3. Comparación en la fabricación de una tonelada de vidrio

Producción de 1 Tm de vidrio				
ENTRADAS	Unidad	Virgen	Reciclado	Comparación
FUENTE DE ENERGÍA				
Petróleo	l	161	121	-25%
Gas	Nm ³	55,2	10,4	-81%
RECURSOS				
Vidrio	kg	-	1010	-
Otros (cuarzo, NaCl, Na(OH), CaCO₃)	kg	1083	6	-99%
Agua	m ³	0,24	0,002	-99%
Electricidad	kWh	68,9	38,4	-44%
Descarga de agua	m ³	0,24	0,002	-99%
Emisiones CO₂	kg	609	403	-34%

Fuente: Adaptado de (EAWAG Aquatic Research, 2016)

Elaborado por: Autor

Los residuos de vidrio reciclados pueden ser utilizados como: nuevos contenedores, sistemas de filtración de agua, *sand blasting*, asfalto, combinaciones como agregados para aumentar resistencia de materiales, usos creativos, aislamiento (Tchbanoglous & Kreith, 2002).

Plástico

La generación de plástico inicia en los hidrocarburos, se forman construyendo cadenas de monómeros, se agrupan en polímeros y estos forman el plástico que puede ser granulado o en polvo (EAWAG Aquatic Research, 2016). El reciclaje del plástico puede hacerse con la recuperación de energía o su reciclaje con técnicas químicas o mecánicas. China es productor del 40% de plástico que se genera en el mundo. En la Tabla 4, se presenta la diferencia en costos energéticos entre producir una tonelada de plástico virgen a producirla de materiales reciclados.

Tabla 4. Comparación en la fabricación de una tonelada de poliuretano de alta densidad

Producción de 1 Tm de pellets de HDPE				
ENTRADAS	Unidad	Virgen	Reciclado	Comparación
FUENTE DE ENERGÍA				
Petróleo	l	214	0,6	-100%
Gas	Nm ³	136	25	-82%
RECURSOS				
Residuos plásticos	kg	-	1032	-
Crudo petróleo	kg	928	-	-100%
Gas natural		565	-	-100%
Agua	m ³	32	1,4	-96%
Electricidad	kWh	681	340	-50%
Residuos sólidos	m ³	6,4	32	400%
Emisiones CO ₂	kg	870	58	-93%

Fuente: Adaptado de (EAWAG Aquatic Research, 2016)

Elaborado por: Autor

El plástico reciclado puede ser utilizado como: nuevos contenedores rígidos, película adhesivas, paletas, madera plástica, alfombras, textiles, botellas rígidas, ropa, madera de construcción y bolsas (Tchbanoglous & Kreith, 2002).

Metal.

Puede ser chatarra, restos de automóviles o recipientes post-consumidor (latas). Asia maneja el 50% del mercado del metal. A continuación, en la Tabla 5 se muestra la diferencia entre producir una tonelada de acero desde materiales vírgenes y hacerlo con materiales reciclados.

Tabla 5. Comparación en la fabricación de una tonelada de acero

Producción de 1 Tm acero				
ENTRADAS	Unidad	Virgen	Reciclado	Comparación
FUENTE DE ENERGÍA				
Petróleo	l	38,5	-	-
Gas	Nm ³	0-	90,8	-
Carbón	kg	749	-	-100%
RECURSOS				
Chatarra de acero	kg	73	1012	1286%
Hierro	kg	980	-	-100%
Agua	m ³	10	n.a.	-
Electricidad	kWh	516	87,7	-83%
Residuos sólidos	m ³	1540	17,8	-99%
Emisiones CO ₂	kg	2308	164	-93%

Fuente: Adaptado de (EAWAG Aquatic Research, 2016)

Elaborado por: Autor

Del metal reciclado se puede realizar: contenedores de bebidas, productos de acero y recuperación de metales (Tchbanoglous & Kreith, 2002).

1.5.6.2. **Compostaje y digestión anaerobia.**

Compostaje en hileras o recipientes cerrados es una opción para gestión y reutilización de residuos orgánicos. La operación aeróbica (con oxígeno) evita la formación de metano asociado a condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). Cuando se utiliza un proceso de digestión anaerobia, los residuos orgánicos se tratan en recipientes cerrados. Un ejemplo común de este proceso es en el tratamiento de aguas residuales, la digestión anaeróbica genera metano que puede ser liberado a la atmósfera, quemado o usado para generar calor y/o electricidad (Banco Mundial, 2015), siendo la última alternativa la de mayor balance ambiental (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016).

Compostaje.

Usualmente el compostaje es más económico y menos complicado que un tratamiento anaerobio para la gestión de residuos orgánicos (Banco Mundial, 2015), además utiliza los residuos orgánicos y los transforma en materia orgánica apropiada para mejorar la calidad del suelo, aumenta la fertilidad y reduce el uso de fertilizantes hasta en 50% (EAWAG Aquatic Research, 2016).

Existen 5 tipos diferentes de sistemas de compostaje: compost de hileras, hileras pasivamente aireadas, hileras aireo forzado, compostaje en tanques y compostaje de recipientes. Cada uno necesita de inversión, mantenimiento, espacio, tiempo y trabajo. En la Figura 5, se muestra una comparación de la demanda de cada sistema, calificamos de uno a cinco, siendo el número uno lo mínimo y el cinco lo máximo.

Principales métodos de compostaje						
Tipo	Inversión	Cuidado	Espacio	Tiempo	Trabajo	
 Composta en hilera	1	1	5	3	5	
 Aireación pasiva	2	2	5	3	2	
 Aireación activa	4	4	4	1	2	
 Composta en tambor	5	5	3	1	2	
 Composta en tacho	3	2	3	5	2	

Figura 5. Métodos de compostaje para manejo de residuos orgánicos

Fuente: Adaptado de (EAWAG Aquatic Research, 2016)
Elaborado por: Autor

1.5.6.3. **Incineración.**

La incineración de residuos (con recuperación de energía) puede reducir hasta en 90% el volumen de los materiales de desecho, sin embargo, estas reducciones de gran volumen sólo se observan en cantidades muy elevadas de materiales de envasado, papel, cartón, plásticos y residuos hortícolas (Banco Mundial, 2015).

Normalmente la incineración sin recuperación de energía (o combustión no autógena, necesita añadir combustible regularmente) no es una opción debido a los costos y la contaminación. La quema a cielo abierto de desechos es particularmente nociva, por la contaminación del aire severa asociada con la combustión a baja temperatura (Banco Mundial, 2015).

Existen tres procesos de incineración: pirólisis, gasificación y combustión de los que se obtiene carbón, biocombustible, gas, y calor (EAWAG Aquatic Research, 2016).

1.5.6.4. **Rellenos sanitarios.**

Los materiales resultantes de los procesos mencionados, los residuos, deben ser depositados para su disposición final, el relleno sanitario es el lugar más común; este debe ser diseñado y operado con el fin de proteger a la naturaleza y la salud pública (Banco Mundial, 2015).

Para determinar la ubicación de un relleno sanitario es necesario considerar la geología (muchos de los terrenos deben ser impermeabilizados, lo cual es muy costoso), además se recomienda que sea un lugar céntrico, y en un área que permita expandirlo de tal manera que ofrezca una vida útil de entre 30 y 50 años (EAWAG, 2015). El gas producido en los rellenos sanitarios y la materia orgánica pueden ser recuperados.

No obstante, en los países en vías de desarrollo no existen suficientes rellenos sanitarios; por este motivo los desechos se suelen depositar en espacios como: botaderos, botaderos controlados, además de rellenos controlados y rellenos sanitarios (Banco Mundial, 2015). En la Tabla 6, se describe cada tipo de disposición final.

Tabla 6. Tipos de disposición final

	Sistema y medidas de ingeniería	Manejo de lixiviados	Manejo de gases
Botaderos semi-controlados	Pocos controles; algo de control en la colocación de los residuos. Selección informal de residuos; sin medidas de ingeniería.	Los lixiviados son descargados sin ningún control.	Ninguno
Botaderos controlados	Registro y colocación / compactación de residuos; Monitoreo de aguas superficiales; sin medidas de ingeniería.	Los lixiviados son descargados sin ningún control.	Ninguno
Rellenos controlado	Registro y colocación / compactación de residuos; material de cubierta a diario; monitoreo de aguas superficiales y subterráneas; Infraestructura y revestimiento en el lugar.	Contención y un nivel reducido de tratamiento de lixiviados; volumen del lixiviado a través de cubierta de residuos.	Ventilación pasiva o quema.
Vertederos sanitarios	Registro y colocación/ compactación de residuos; cubierta diaria; técnica de cubierta superior final y cierre planificados y apropiados, ubicación, infraestructura; revestimiento y tratamiento de lixiviados en el lugar y plan post-cierre.	Control y tratamiento de la contaminación, por lo general tratamiento biológico o físico-químico.	Incineración con o sin recuperación de energía.

Fuente: Adaptado de Banco Mundial (2015)
Elaborado por: Autor

En países en vías de desarrollo, los botaderos a cielo abierto, son la manera más común de disponer los residuos, esto ocurre a pesar de los daños que producen al ambiente y a la salud de las personas que viven en las zonas de influencia (EAWAG Aquatic Research, 2016).

En los rellenos sanitarios la principal amenaza son los lixiviados; dependiendo de la zona en la que se encuentren y por la alta publicidad es posible que sea necesario una cubierta impermeable en el suelo y sistemas de conducción de lixiviados; del mismo modo en muchos de los casos los lixiviados deben ser tratados mediante técnicas biológicas previo a su descarga.

En la Figura 6, se observa un sistema de contención de lixiviados, estos deben conducir a piscinas de tratamiento previo a la descarga.

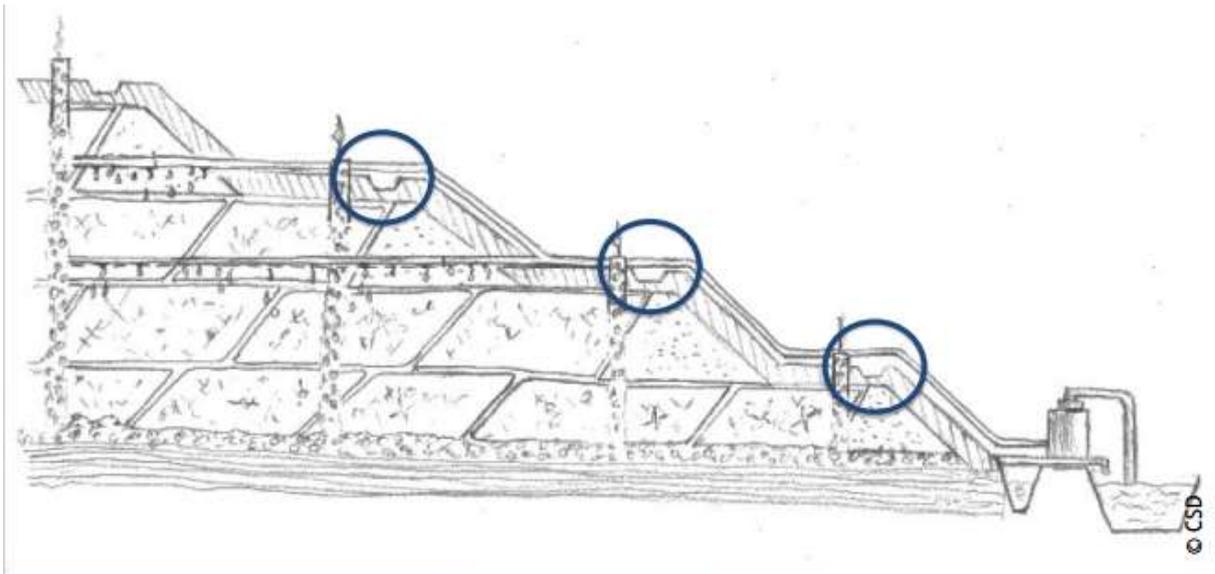


Figura 6. Sistema para recolección de lixiviados

Fuente: Adaptado de EAWAG (2015)

Elaborado por: Autor

Para el caso de los gases que se producen, se puede aplicar un proceso de incineración para cambiar el metano en vapor de agua y dióxido de carbono, este proceso puede ser mejorado si se implanta un sistema de recuperación de energía en el que se genere energía eléctrica por la incineración de este gas. En la Figura 7 se muestra lo mencionado.

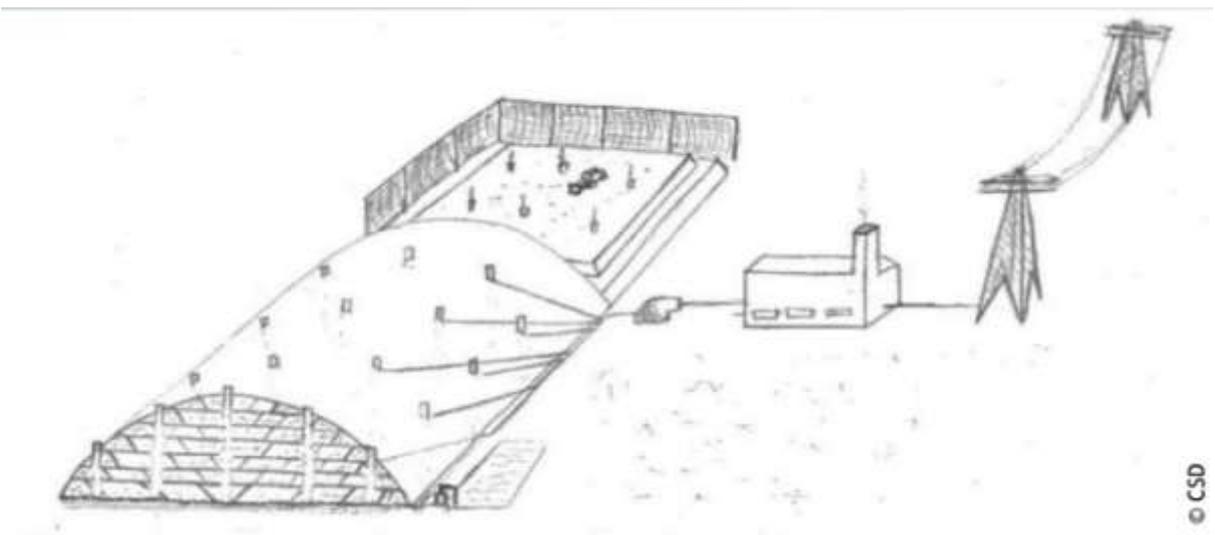


Figura 7. Manejo de gases

Fuente: Adaptado de EAWAG (2015)

Elaborado por: Autor

De acuerdo al análisis realizado por Solíz Torres (2016), el Ecuador vive una emergencia sanitaria por la disposición final de los residuos. "A nivel nacional 20% de cantones dispone

sus residuos en rellenos sanitarios, el 23,3% en vertederos controlados, el 53,6% en botaderos a cielo abierto y el 4,1% en ríos o incineradores”.

En el DM de Quito el servicio de transporte, transferencia y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos de origen doméstico son realizados por la empresa EMGIRS EP, que además realiza el tratamiento de lixiviados, el tratamiento y aprovechamiento de gas y el aprovechamiento de residuos sólidos que son potencialmente reciclables. Estos servicios se desarrollan en las Estaciones de Transferencia Norte (Zámbiza) y Sur (Troje), como en el Relleno Sanitario “El Inga” (Alcaldía del DMQ, 2016).

La disposición final de escombros del DM de Quito se hacen en el Troje 4 y Piedras Negras, los escombros son transferidos por la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO EP), por particulares y por el Proyecto de Metro de Quito (GAD DMQ, 2016).

Cabe mencionar que los desechos sanitarios son gestionados mediante esterilización en la Planta de Tratamiento de Desechos Sanitarios, diariamente se tratan alrededor de 11,4 toneladas de estos elementos (GAD DMQ, 2016).

1.6. Marco legal

El plan está basado en lo que dictamina la normativa ambiental vigente. Dentro de esta normativa consta la Constitución de la República del Ecuador, la Ley de la Gestión Ambiental, el Acuerdo Ministerial No 061, el Acuerdo Ministerial No. 142, el Plan Maestro de la Gestión Integral de Residuos Sólidos del DMQ y la Norma INEN 2841 (estandarización de colores para contenedores de residuos).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio

La Comuna de Miraflores se ubica en la República del Ecuador, dentro de la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Ñaquito, por lo que la jurisdicción municipal le corresponde a la Administración Zonal Eugenio Espejo.

La Comuna de Miraflores se asienta en un área de aproximadamente 8 hectáreas a 2 mil 950 metros sobre el nivel del mar. Está dentro de lo que actualmente es el Parque Metropolitano Guanguiltagua, muy cerca de la sede económica del centro norte de la ciudad de Quito. Fue reconocida como Comuna el 9 de agosto de 1991, mediante el Acuerdo Ministerial No. 0379, fecha en la que se le otorgó su personería jurídica (Concejo Metropolitano de Quito, 2013), ver anexo 01 (Ordenanza Metropolitana No. 0438).

Por este motivo cuenta con su propia Ordenanza Metropolitana (Plan Especial para la Comuna Miraflores), que norma el uso del suelo. En este documento, se recalca la importancia de la Comuna. En el artículo 6, menciona: *“Identidad y cultura.- Se reconoce el carácter de patrimonio cultural intangible de la Comuna; y, que los comuneros, en su mayoría, se identifican con un origen agrario y de pertenencia a la zona de la Comuna, así como su vinculación con el bosque y su forma de vida entre lo rural y urbano.”* (Concejo Metropolitano de Quito, 2013).

El área que ahora conforma la Comuna (aproximadamente 8 hectáreas) correspondía a la Hacienda Miraflores; la cual fue entregada a *huasipungueros* durante la reforma agraria. Desde entonces, se han ido dividiendo las tierras por herencias y compraventas, hasta ser conformada por 89 lotes (85 con uso de suelo residencial especial y cuatro destinadas a zonas de equipamiento o comunales) (Concejo Metropolitano de Quito, 2013).

En el año 2016 se realizó internamente un censo poblacional en la que se cuantificaron 510 habitantes entre propietarios de tierra y arrendatarios. Políticamente está representada por un Cabildo Comunal, conformado por un: Presidente, Vicepresidente, Tesorero, Síndico y Secretario. El Cabildo Comunal es el medio de relación entre la Comuna y las instituciones públicas y privadas (Concejo Metropolitano de Quito, 2013).

En las Figura 8, y Figura 9, se pueden observar la ubicación de la comuna, que corresponde a una zona sensible, en medio del Parque Metropolitano Guanguiltagua mismo que se encuentra rodeado de un área urbana altamente intervenida por actividades humanas y a pocos kilómetros de la zona financiera del DMQ, ver anexo 02 (Ubicación Comuna).



Figura 8. Ubicación de la Comuna Miraflores dentro de la zona centro-norte de la ciudad de Quito © Google 2017

Fuente: Adaptado de (Google, 2017)
Elaborado por: Autor



Figura 9. Área Comunal © Google 2017

Fuente: Adaptado de (Google, 2017)
Elaborado por: Autor

La comuna Miraflores integra y representa una forma de vida entre lo rural y lo urbano. Sin embargo, al momento, el DMQ como autoridad responsable, trabaja para que la Comuna disponga de todos los servicios básicos: agua, luz, teléfono, mientras que transporte público, vías internas y alcantarillado están siendo tramitados e implementados.

2.2. Recopilación de información

El levantamiento de información primaria fue realizado con base en un modelo de encuesta/entrevista aplicada a los moradores de la Comuna y mediante observación y verificación en campo, realizada durante el mes de agosto de 2017.

2.2.1. Encuesta.

El modelo de encuesta fue el propuesto por la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). Enfocado en determinar el nivel de conocimiento de la población y la satisfacción con la gestión que EMASEO brinda a los residuos sólidos domiciliarios; del mismo modo se indagó sobre el manejo de estos residuos dentro de los domicilios de la Comuna Miraflores; el modelo de encuesta se puede observar dentro del anexo 03 (Modelo de encuesta).

El cálculo para determinar el número de encuestas que se realizaron fue el propuesto por la UTPL. Se lo consiguió determinando el número de moradores que se tendrán en un plazo de 15 años, con base en la tasa de crecimiento demográfico y el número actual de moradores.

La tasa de crecimiento demográfico fue tomada de la página de la Secretaría Técnica de Territorio Hábitat y Vivienda para la Administración Zonal Eugenio Espejo parroquia Iñaquito que en el período 2001 al 2010 registró un crecimiento del 0.04% (STHV, 2017).

2.2.1.1. Cálculo población futura (Pf).

Se lo realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa(1 + r)^T$$

Dónde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Índice de crecimiento poblacional

T: Período de diseño del plan

Reemplazando datos:

$$Pf = 510(1+0,04)^{15} \rightarrow 510*(1,8);$$

Pf= 919 hab

2.2.1.2. Número de encuestas.

Se la calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z^2 * p * q * N}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Z = 1.962 (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso = 0.5)

q = 1 = p (en este caso 1-0.5 = 0.5)

d = precisión (en este caso deseamos un 5%); 0.05.

Reemplazando datos:

$$N = \frac{1.96^2 0.5 * 0.5 * 919}{0.05^2(918) + 1.96^2 0.5 * 0.5}$$

$N= 272$ encuestas (redondeado a mayor)

Se efectuaron 272 encuestas.

La aplicación de las encuestas fue puerta a puerta, entre los días 5 de agosto y 19 de agosto de 2017; para conseguir la mayor fidelidad y certeza de las respuestas se buscaron a los actores que se encuentran directamente involucrados en la Gestión de Residuos Sólidos, de este modo la encuesta se la realizó moradores de la Comunidad (a partir de los 10 años que sepan leer y escribir).

Se realizaron reuniones de trabajo con las autoridades involucradas en la Gestión de los residuos sólidos tanto a nivel de la Comuna, como a nivel del GAD del DMQ y en la Administración Zonal; en estas reuniones se explicó el tema del estudio y solicitó apoyo en lo referente a guía, información y datos técnicos actualizados.

Como base fundamental y para obtener un panorama claro se realizaron visitas de campo a los sitios en los que se gestionan los residuos sólidos desde la fuente generadora hasta la disposición final, en la que se verificó la realizada actual de la gestión de los residuos sólidos.

2.3. Caracterización de Residuos Sólidos

Para realizar la caracterización de los RS se procedió con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z^2 * p * q * N}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Total de lotes

$Z = 1.962$ (si la seguridad es del 95%)

$p =$ proporción esperada (en este caso $= 0.5$)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.5 = 0.5$)

$d =$ precisión (en este caso deseamos un 10%); 0.1 .

$$N = \frac{1.96^2 0.5 * 0.5 * 85}{0.1^2(84) + 1.96^2 0.5 * 0.5}$$

$N = 46$ viviendas (redondeado número mayor)

2.3.1. Fase de campo.

La fase de campo partió de la caracterización de los residuos sólidos generados en los domicilios de la Comuna Miraflores. Para esto el punto de partida fue una amplia reunión en la Casa Comunal de la Comuna, que se desarrolló el sábado 5 de agosto; durante la cita se presentó el proyecto de estudio, se explicaron los métodos y socializaron los objetivos, tal como se puede observar en la Figura 10. En dicha reunión para explicar de mejor manera el tema de Gestión Integral de Residuos, se emplearon láminas en *PowerPoint* proyectadas por un medio audiovisual.



Figura 10. Reunión de presentación con los Comuneros

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

En los días siguientes se aplicó el modelo de encuesta/entrevista para recabar información socio-ambiental de la Comuna y conocer el manejo que se da a los residuos domiciliarios, y así determinar el nivel de satisfacción con los servicios de recolección que el Municipio del DMQ presta a la Gestión de Residuos Domiciliarios. Las encuestas fueron realizadas durante un periodo de 15 días continuos, entre semana durante horas de la tarde, y durante el día los fines de semana; esto fue importante pues muchos de los habitantes de la Comuna, de lunes a viernes, salen en horas de la mañana para dirigirse a sus lugares de trabajo. El método fue puerta a puerta se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Aplicación del modelo de encuesta

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Durante esta fase se reiteró lo mencionado durante la reunión informativa y se buscó tener mayor acercamiento con los comuneros. Durante la aplicación de las encuestas se preguntó si es que se desea colaborar con el proyecto, en caso de que ser positiva la respuesta se procedió a entregar un *kit* que contenía un rótulo adhesivo codificado, un horario de recolección y segregación de los residuos sólidos, y un acta de aceptación voluntaria tal como se puede observar en la Figura 12. Así mismo se indicó el modo en el que se han de segregar los residuos sólidos (ver Anexo 04, Consentimiento y horario de recolección de Residuos Sólidos).



Figura 12. Kit entregado y adhesivos colocados en las viviendas.

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Una vez se completaron las 272 encuestas y se ubicaron las 46 viviendas (de acuerdo a los datos recabados en las 46 viviendas habitan un total de 187 personas); inició la Caracterización de los Residuos, fase que comprendió ocho días consecutivos de trabajo marcada entre el 19 y el 26 de agosto, en este tiempo se procedió con una adaptación de las normas “NMX-AA-611985 (“Determinación de la Generación”), y NMX-AA-19-1985 (Peso Volumétrico “In-Situ”, ver anexo 05. Domicilios que colaboran.

2.3.2. Caracterización.

La fase de Caracterización inició el día sábado 19 de agosto de 2017 en horas de la mañana, con la entrega de un *kit* de fundas rotuladas a cada una de las viviendas. El *kit* de fundas constaba de tres: blanca, negra y amarilla, o baño, cocina y resto de residuos. Tanto la entrega de *kits* de fundas como la recolección de los residuos sanitarios fue diaria, en horas de la tarde, de este modo se retiraban los residuos y se entregaban las fundas codificadas para el día siguiente.

La recolección de los residuos sólidos se efectuó con la ayuda de un vehículo tipo camioneta, y conforme lo acordado durante la reunión con la Comunidad, ésta se hizo en horas de la tarde, a partir de las 6 pm. Los residuos colectados fueron acopiados temporalmente cada noche hasta la mañana siguiente en una bodega que facilitó la Comuna, ubicada en el extremo

norte de la misma. En la Figura 13, se puede observar el proceso de entrega y recepción de residuos sólidos.



Figura 13. Proceso de recolección y entrega de fundas pra RS.

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

2.3.3. Cálculos realizados.

Para la caracterización de los residuos se utilizaron los siguientes materiales: 9 metros cuadrados de plástico negro, un envase plástico de 65 litros de capacidad, una báscula digital y una báscula de cocina con precisión de 10 gramos.

En horas de la tarde se recolectaron las fundas de basura de tres colores diferentes: negra para residuos orgánicos, amarilla para residuos inorgánicos, y blanca para residuos del baño.

A la mañana siguiente, para obtener los datos de las muestras, se procedió a clasificar las fundas en colores y se pesó a cada una.

Las masas se registraron en una hoja de acuerdo a los códigos y color de las fundas, tal como se presenta en la Figura 14.



Figura 14. Pesaje de los Residuos Sólidos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Después de haber pesado todas las fundas, el siguiente paso fue llenar el recipiente plástico de 65 litros de masa conocida, hasta que los residuos alcanzaban la línea de máximo llenado, se procedió a pesarlo y así se obtuvo el peso volumétrico de la muestra, este procedimiento se repitió con cada color de funda; la Figura 15 muestra el cálculo del peso volumétrico de una muestra de residuos orgánicos.



Figura 15. Cálculo peso volumétrico

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Para el caso particular de las fundas de color amarillo, usadas para los residuos inorgánicos, se utilizó el plástico negro de 9 m² de superficie, adecuado a modo de plataforma para homogenizar la materia como se puede observar en la Figura 16. De este modo se separaron los contenidos de las fundas de acuerdo a cada tipo: plásticos, papel, metal, vidrio, textiles y cueros, espuma, *tetrapack*, especiales y otros como residuos mal segregados, residuos del barrido de la casa, o residuos que por sus características no podían ser aprovechados, etcétera.



Figura 16. Homogenización de los RS

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Una vez segregados los residuos de acuerdo a su tipo, se los volvió a pesar para conocer el porcentaje de generación por tipo de residuo. Cabe mencionar que todo este proceso se lo realizó con la adecuada utilización de equipo de protección personal que incluyó: botas de caucho, gorra, gafas, mascarilla, guantes de carnaza y nitrilo, trajes *tyvec*.

Una vez recopilados los datos, tanto de las encuestas como de la fase de caracterización de los residuos se efectuó la sistematización de la información recopilada, la tabulación de datos y preparación de resultados. Con la ayuda del *Software Microsoft Excel* se tabularon los datos obtenidos para determinar la producción *per cápita*, peso volumétrico y caracterización de los residuos.

2.3.3.1. Generación de residuos per cápita diaria.

Es la cantidad de residuos que genera cada día una persona en esta Comuna. La obtenemos al dividir el volumen de residuos generados, para la muestra poblacional de la Comuna Miraflores determinada para este estudio.

2.4. Identificación de problemas, análisis FODA

La identificación de problemas va sustentada con base en un análisis de la matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). La aplicación de este tipo de

metodologías nos permite realizar un análisis descriptivo de la realidad actual del entorno en el que se desenvuelve la Comuna Miraflores.

Con una correcta aplicación de este método nos podremos enfocar en escenarios futuros; esto nos sirve para alcanzar de un modo práctico los objetivos que se han planteado para el presente trabajo técnico (Lanuque, 2014).

De este modo: se evalúan las oportunidades o aspectos externos que deben ser explotados; se analizan las amenazas que son los aspectos negativos externos, recursos, capacidades, imagen; los aspectos externos positivos componen las fortalezas; y las falencias internas son las debilidades (Morocho, 2014).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los principales resultados obtenidos del estudio realizado. Se exponen las respuestas de las encuestas, los hallazgos en la caracterización de residuos, se efectúa un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la Comuna Miraflores.

Se ofrece un resumen de los resultados con la identificación de puntos críticos de gestión, y finalmente, se propone un Plan de Gestión con actividades a ser desarrolladas por la Comuna para mejorar la gestión actual de los residuos generados.

3.1. Diagnóstico de la gestión actual de residuos en la Comuna Miraflores

El modelo de encuesta aplicado fue proporcionado por la Universidad, consistió en un cuestionario estandarizado de 45 preguntas enfocadas a conocer la percepción de los moradores de la Comuna Miraflores respecto de la gestión de residuos. Cabe mencionar que tres de las 45 preguntas no fueron consideradas, debido a que no se aplican a la realidad de la Comuna.

Las preguntas fueron agrupadas de acuerdo a las principales fases de la gestión de residuos. Se identificaron 7 fases: información, generación, segregación, almacenamiento, recolección, disposición final y capacitación. En el Anexo 07 se presenta el registro fotográfico levantado durante la fase de campo. Los resultados obtenidos de las 272 encuestas realizadas, se presentan a continuación:

3.1.1. Información.

En este numeral se busca determinar el nivel de conocimiento de la población encuestada sobre residuos sólidos, indagar sobre charlas o capacitaciones que posiblemente hayan recibido. Se considera importante iniciar con este subtema ya que es la base de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, o por sus siglas RS.

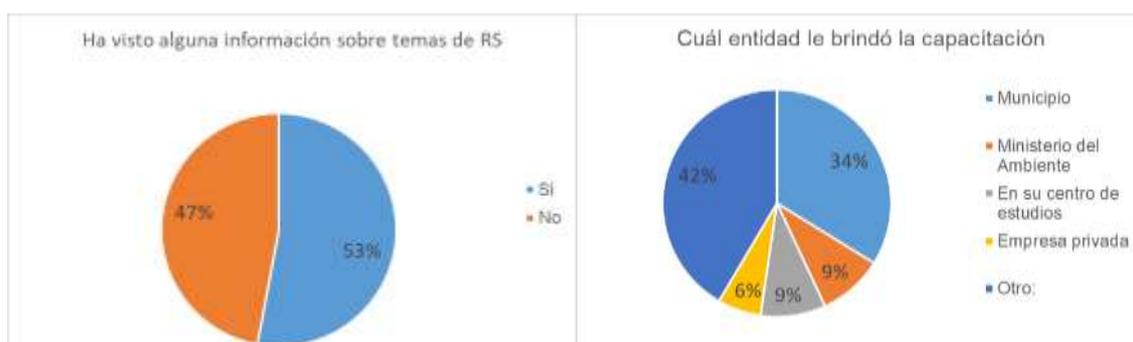


Figura 17. Información sobre manejo de residuos en la Comuna

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Al respecto de la información sobre residuos sólidos, los resultados se muestran dentro de la Figura 17, el 53% de los encuestados ha recibido algún tipo de información sobre residuos. De las personas que han recibido capacitaciones durante el último año, el 41,54% la recibió dentro de charlas informativas realizadas dentro de la comuna. El 33,85% ha recibido capacitación del municipio, básicamente debido a que gran parte de la población de la Comuna labora para la empresa de agua potable. La siguiente fuente de información son las aulas de las escuelas y colegios, también hay quienes recibieron charlas del Ministerio del Ambiente, son los moradores de la Comuna que trabajan como guarda-parques, en el Parque Metropolitano Guanguiltagua.

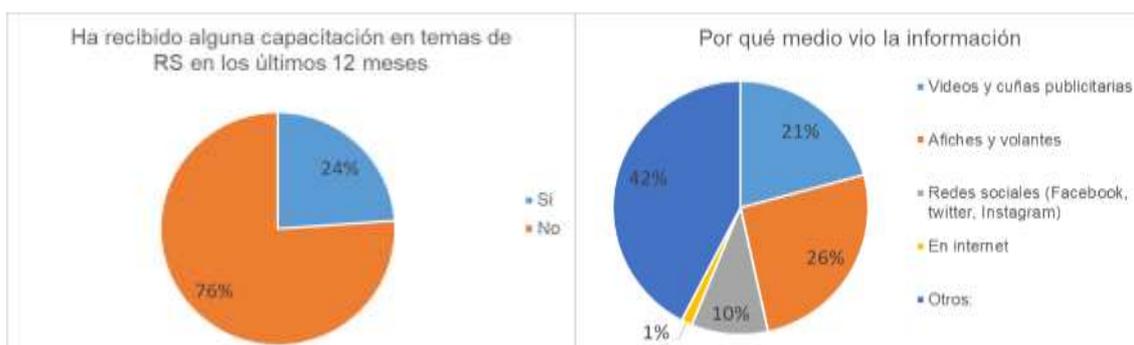


Figura 18. Información recibida durante los últimos 12 meses

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

De lo mencionado durante la encuesta, y tal como se observa en la Figura 18, el 24% recibió capacitación referente al manejo de residuos dentro del último año.

El 42% de los encuestados recibieron la información por medio de charlas, exposiciones, conferencias y capacitaciones; el 26% mediante afiches y volantes; el 21% mediante videos y cuñas publicitarias; en este punto, cabe mencionar y resaltar la importancia que tienen las aulas escolares y las redes sociales al difundir información relacionada con los RS, sin embargo, esto dependerá del acceso de las familias a educación y tecnologías.

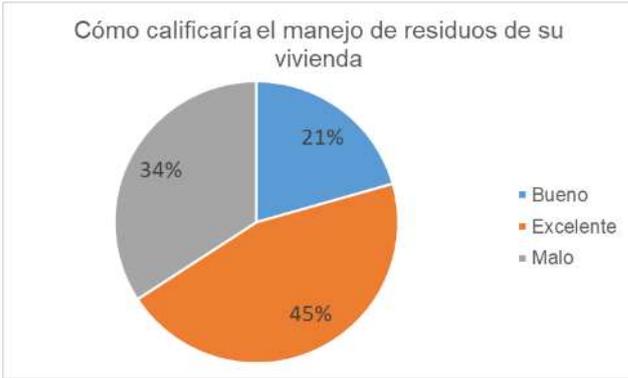


Figura 19. Manejo de residuos en el hogar

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

A la pregunta de cómo califica usted el manejo de residuos en su vivienda, el 66% respondió que es bueno o excelente, y sólo el 34% contestó que es malo, tal como se puede observar en la



Figura 19.

3.1.2. Generación.

Dentro de la fase de generación se agrupa al almacenamiento de los residuos, este momento empieza desde que las familias generan los desechos, pasa por su depósito en lugares de acopio temporal, y va hasta que son recogidos por el vehículo colector de EMASEO para su transporte.

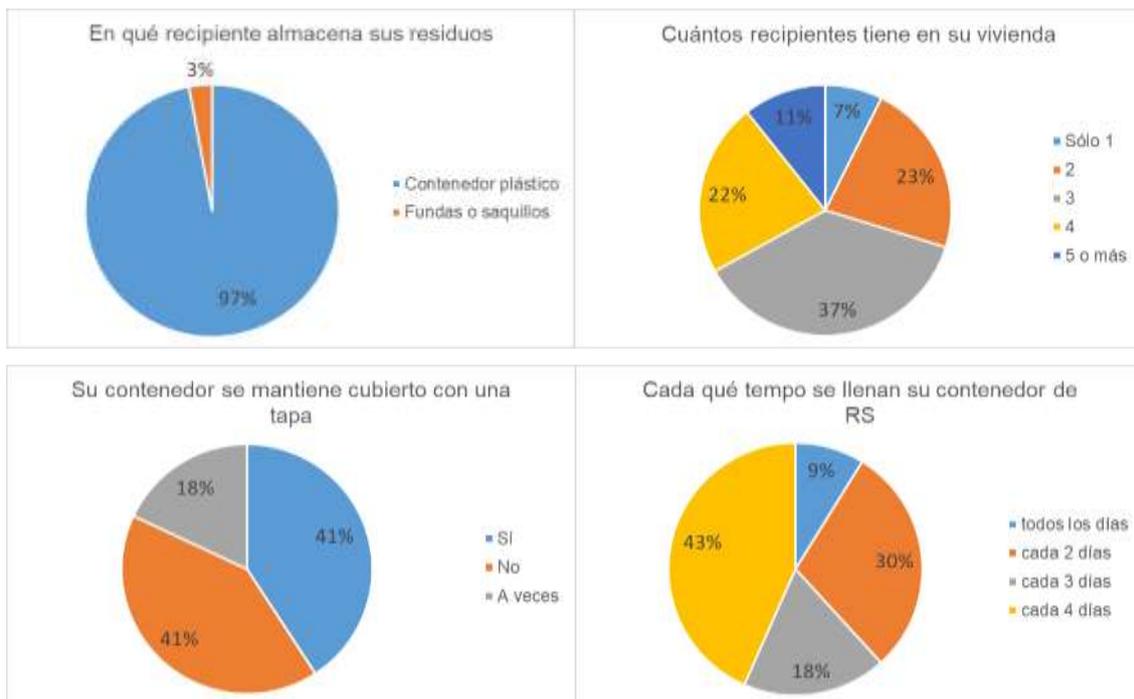


Figura 20. Gestión durante la generación de residuos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

En la Figura 20, se muestra la información sobre el almacenamiento de los residuos, el 97% de los encuestados almacena sus residuos en contenedores plásticos. Adicionalmente, estos fueron adquiridos en locales comerciales o son contenedores reutilizados como canecas de pinturas en desuso. Las casas encuestadas disponen, en su mayoría, de más de dos recipientes para almacenar residuos; la mayor parte, 37%, tiene tres tachos, siendo la distribución de estos: cocina, baño y dormitorio.

Entre quienes No mantienen tapados los recipientes para almacenar los residuos y quienes Sí lo hacen hay un empate, un grupo minoritario tapa los depósitos de desechos ocasionalmente o a veces.

Finalmente, se puede observar que la mayoría de los encuestados afirmó que su recipiente para almacenar los residuos se llena cada 4 días. Sin embargo, cabe mencionar que el servicio de recolección recorre tres veces por semana a la Comuna, lo que significa que cada dos días se vacían los contenedores.

3.1.3. Segregación y aprovechamiento.

En este grupo de preguntas se busca conocer las prácticas referentes a la segregación en la fuente, conocer si es que se tienen conocimientos sobre normativas, o si es que se aprovecha de algún modo los residuos que se generan en los domicilios.

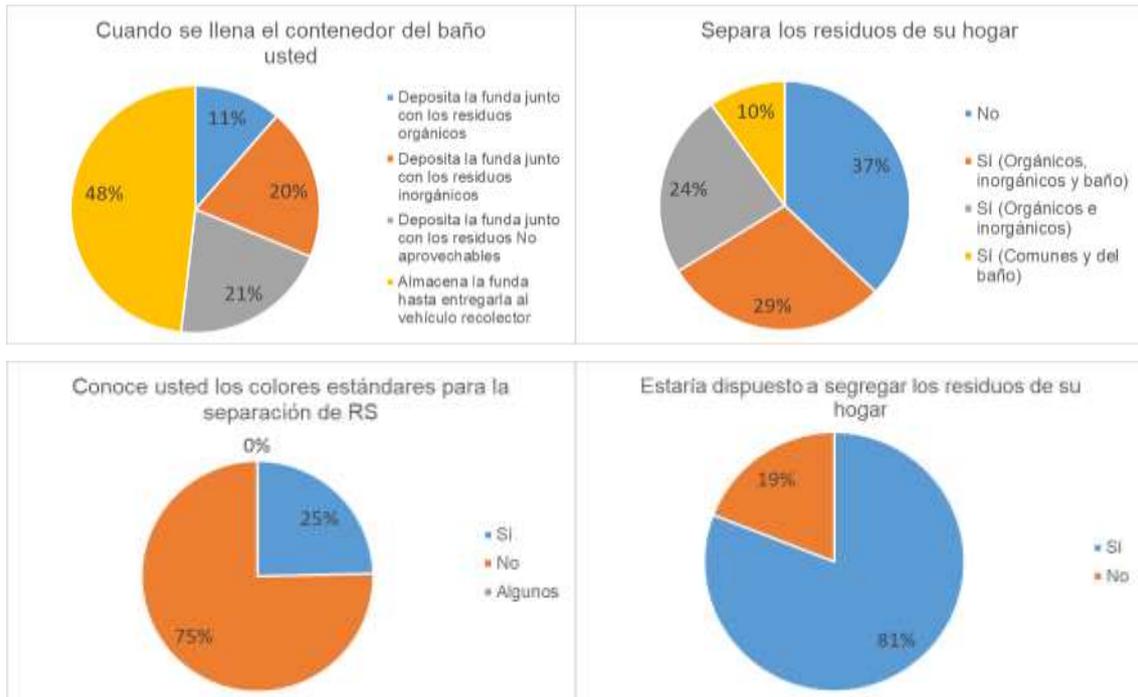


Figura 21. Preguntas sobre segregación y aprovechamiento

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Como se observa en la

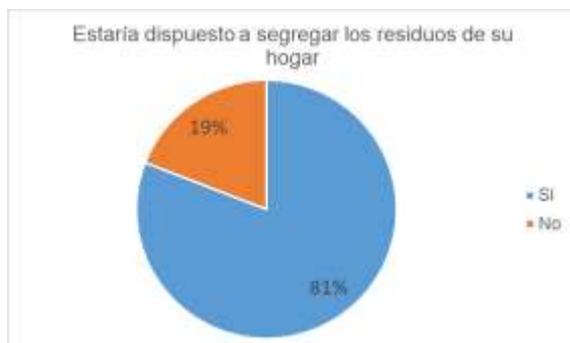
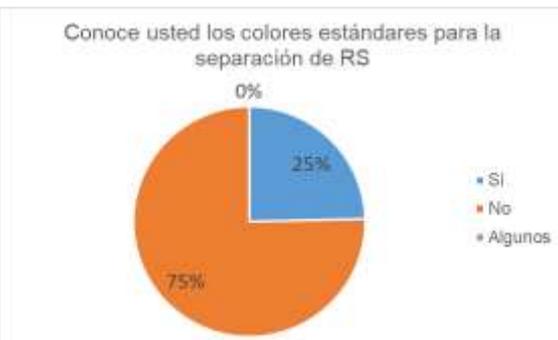
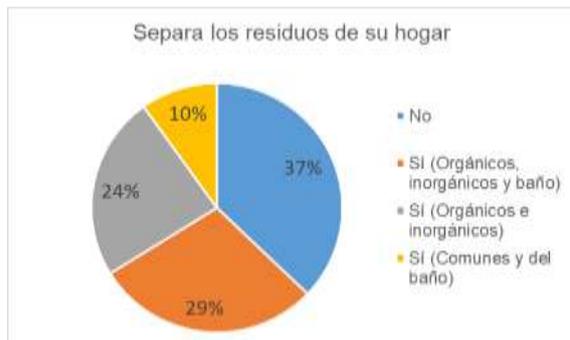
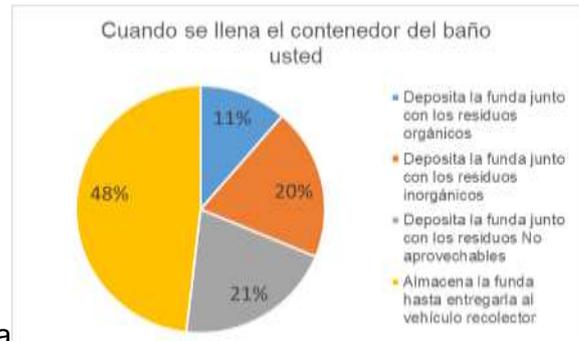


Figura 21, a la pregunta ¿qué hace con los residuos del baño? se observa que entre los encuestados existe la clara tendencia de almacenarla hasta que venga el vehículo recolector; sin embargo, también respondieron que la juntan con los residuos no aprovechables. Por otra parte, la mayoría de los encuestados no segrega los residuos que genera en el hogar y únicamente el 29% separa los residuos en orgánicos, inorgánicos y baño.

A la pregunta si es que se conocen los colores estándar para almacenar los residuos apenas el 25% de los encuestados respondió conocerlos. Esto se debe a que dentro de la comuna hay personas que laboran en fábricas y para el Municipio de Quito, donde se brindan charlas sobre manejo de residuos.

Finalmente, el 81% respondió afirmativamente a la pregunta de si estaría dispuesto a separar los residuos en su hogar, una respuesta alentadora que anima a emprender un nuevo desafío comunitario.



Figura 22. Motivos para no separar los residuos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

En la Figura 22, se muestran los resultados obtenidos a la pregunta ¿por qué no separaría los residuos del hogar? la mayoría de los encuestados, 49% respondió que por falta de tiempo; el 24% respondió que por desconocimiento; llama la atención la respuesta reflexiva del 16 por ciento de encuestados, que recalzó que independientemente de la segregación en sus casas, el Municipio mezcla los residuos al transportarlos.



Figura 23. Aprovechamiento de los residuos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Como se observa en la Figura 23, la gran mayoría, el 45% no aprovecha los residuos orgánicos que se generan en sus domicilios; el 28 % los aprovecha como material orgánico para el suelo; se identificaron también algunos casos, 8%, en los que con esos desechos se alimentaban animales de granja como gallinas y patos dentro de la comuna, o ganado porcino y bobino fuera de la ciudad.

En cuanto a los residuos orgánicos, los encuestados en su mayoría aprovechan únicamente las botellas plásticas, que son vistas como una fuente de ingresos, le siguen con el 10 por ciento quienes aprovechan la venta de papel y cartón a los recicladores; el otro grupo mayoritario, con 43% no aprovecha ningún residuo inorgánico.

3.1.4. Recolección.

Dentro de la fase de recolección se busca evaluar el nivel de satisfacción de los moradores de la Comuna Miraflores con el servicio de recolección brindado por EMASEO.

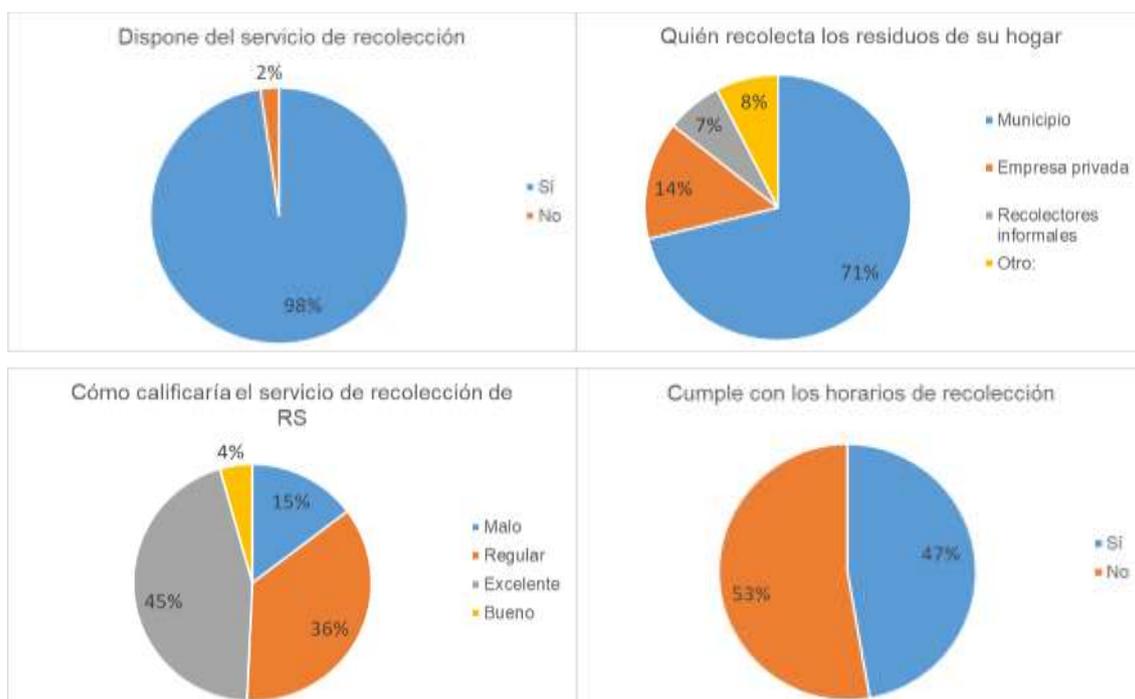


Figura 24. Gestión de servicio

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

Como muestra la

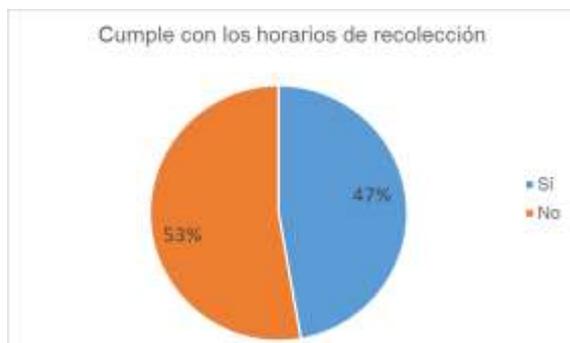
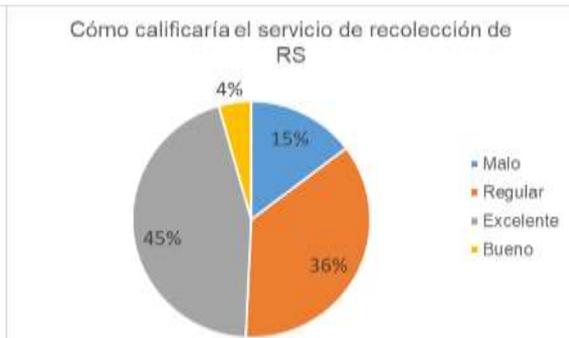
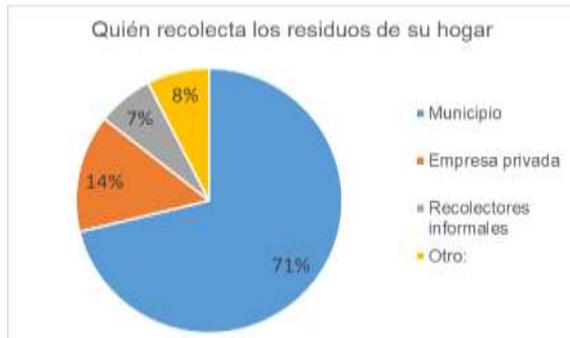
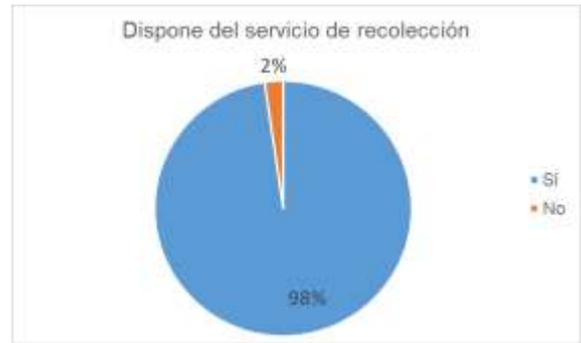


Figura 24, el 98% de los encuestados respondió que sí recibe el servicio de recolección. A la pregunta, quién recolecta los residuos sólidos en su hogar, se puede observar que la mayoría de los encuestados 71% conoce que el Municipio realiza esta labor; sin embargo, existe un segmento, del 14%, que afirma que es el sector privado quién recoge los residuos.

Como se observa, a la pregunta ¿cómo califica el servicio de recolección? las respuestas están divididas: el 45% de los encuestados califica al servicio de recolección como excelente, mientras que el 36% lo califica como regular. Finalmente, el 52% de los encuestados sostiene que el vehículo recolector no cumple con los horarios de recolección, el 47% afirma que sí se cumple con los horarios de recolección. Cabe mencionar, que durante la fase de campo se constató que el carro recolector acude a la Comuna en horas de la mañana, tres veces por semana.

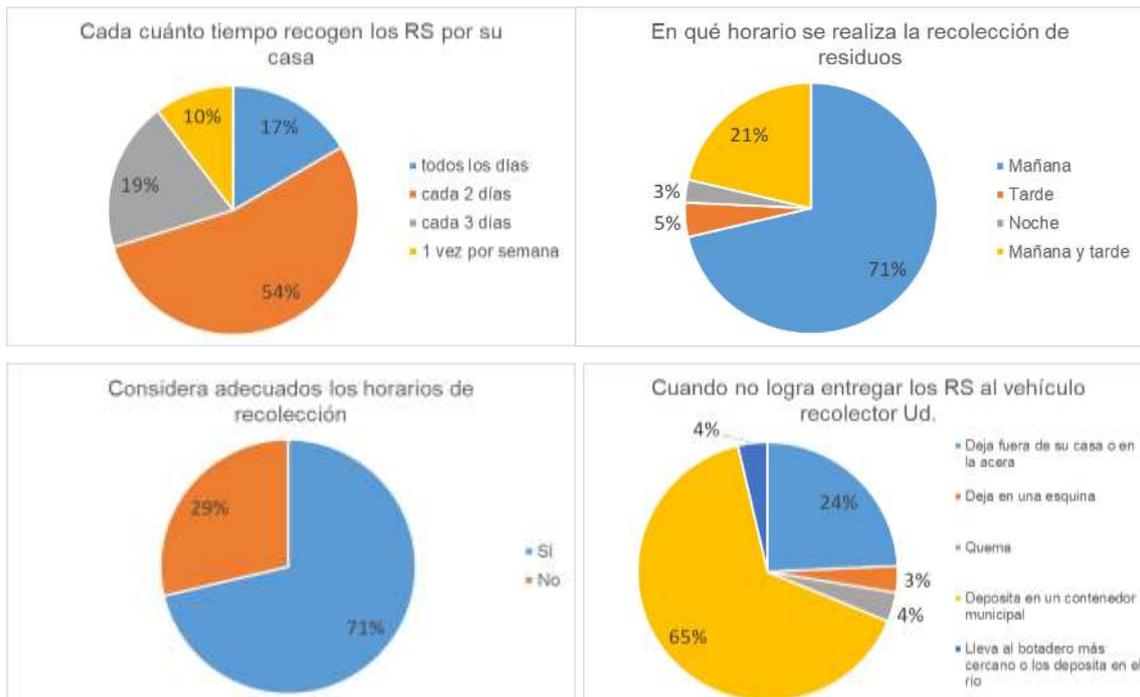


Figura 25. Gestión de recolección

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

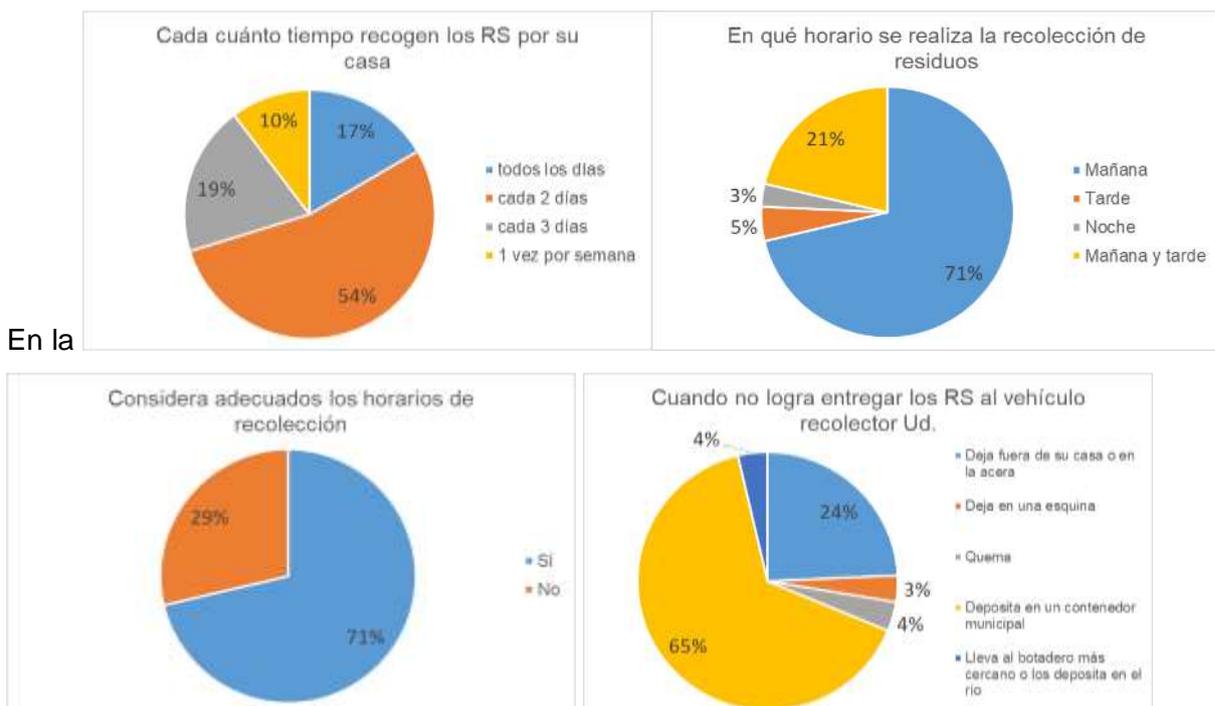


Figura 25, se puede verificar que la mayor cantidad de encuestados aseguró que el servicio de recolección se ejecuta cada dos días, esto es martes, jueves y sábados. Existen casos en que los encuestados sacan sus residuos cada día o cada tres días, esta frecuencia depende de la cantidad de residuos generada. A la pregunta en qué horario se realiza el servicio de recolección de residuos, el 71% de los encuestados afirma que ocurre durante las horas de la

mañana. Esto se verificó en los días que se realizó el trabajo de campo, el camión recolector acude a la Comuna en horas de la mañana, desde las 7 a las 9:30.

A la pregunta sobre los horarios de recolección, el 71% de los encuestados está de acuerdo con la hora de recolección de los residuos, frente al 29% que no está de acuerdo ya que preferiría que sea durante horas de la tarde.

En el caso de no coincidir con el horario de recolección, el 65% de los encuestados deja los residuos en el lugar, fuera de su casa, para que el camión haga la recolección. Durante las encuestas se mencionó que existe una política dentro del Comuna, si es que no se logró colocar los residuos antes de que el colector pase, el generador es responsable de regresar los residuos a su domicilio, sin embargo, esto muchas veces no se cumple debido a la ubicación de los sitios de recolección con respecto a las viviendas, en el anexo 06 se muestra un mapa con la ubicación de los sitios de recolección con respecto a los hogares.



Figura 26. Sugerencias de recolección

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

El 57% de la población encuestada está satisfecha con la recolección cada dos días, que hasta el momento se realiza en la Comuna Miraflores. Con lo que se refiere al horario, el 72% de los encuestados menciona que en horas de la mañana está bien la recolección, sin embargo, existe población que preferiría que esta recolección se la realice en horas de la

tarde, tal como se muestra en la



Figura 26.

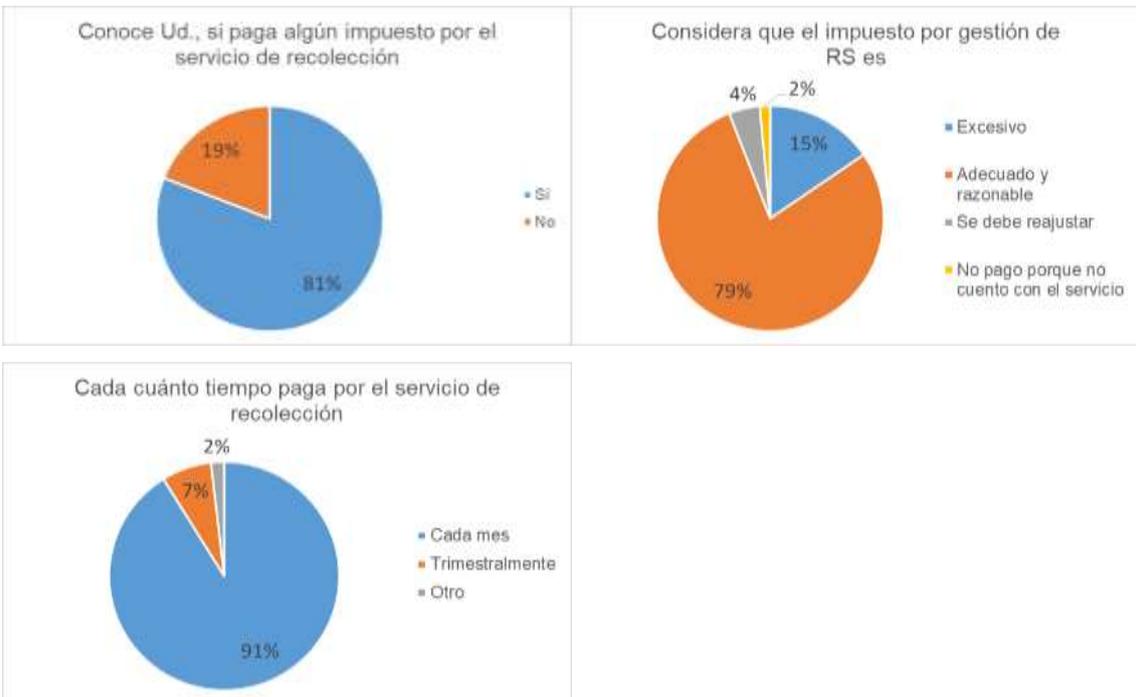
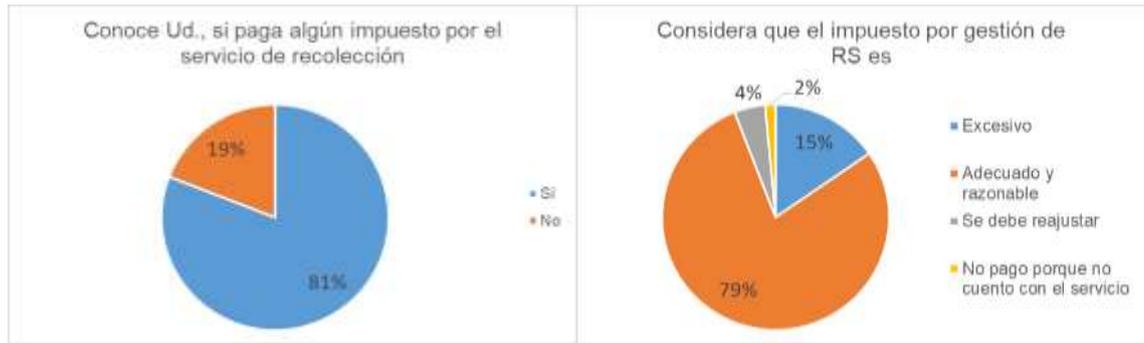


Figura 27. Pagos por recolección

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor



En la

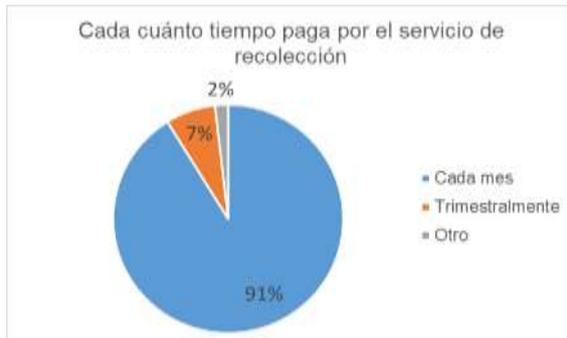


Figura 27, se muestran las gráficas relacionadas con el pago que se realiza por servicio de recolección. La mayoría de la población, 81% sabe que en Quito se cancela una tasa por la recolección de residuos sólidos domiciliarios. El 79% de la población encuestada considera que el pago por gestión de residuos sólidos es adecuado y razonable; y el 91% de los encuestados conoce que el pago por gestión de residuos sólidos municipales se cancela cada mes con la planilla de la luz.



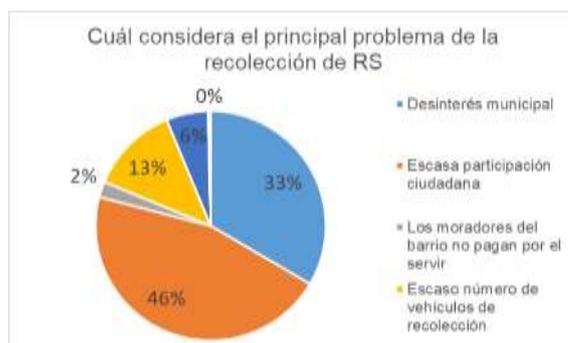
Figura 28. Evaluación de la recolección

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

De acuerdo a lo recabado en la encuesta, el principal problema durante la recolección de los residuos es la escasa participación ciudadana con 46%. Por otra parte, el 33 % de los encuestados menciona que no existe interés por parte del cabildo.

En la Comuna no existe servicio de barrido de veredas ni calles, por lo que como Política de la Comuna cada propietario es responsable del frente de su domicilio y este debe mantenerse en buenas condiciones.

Los resultados obtenidos a la pregunta sobre alguna recomendación para el Municipio, se dividen las respuestas en tres corrientes principales la primera con 25% se menciona incrementar la frecuencia de recolección de los residuos; con 24% crear conciencia dentro de la población para fomentar la participación ciudadana; finalmente, el 22% solicita cambiar los horarios de recolección; la privatización del servicio de recolección es una opción para el 2%



de los consultados como queda enunciado en la



Figura 28.

3.1.5. Almacenamiento.

En esta sección se analiza el modo en el que se acopian temporalmente los residuos sólidos desde los domicilios a los puntos de acopio identificados por donde los camiones del Municipio recogen los residuos.

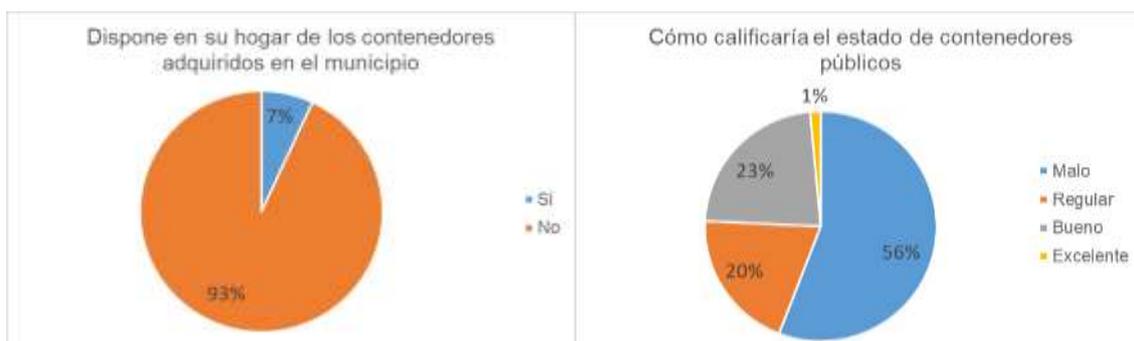


Figura 29. Infraestructura de almacenamiento

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor



En la Figura 29 se muestra las respuestas a las preguntas realizadas sobre el almacenamiento temporal de los residuos una vez son sacados de los domicilios. A la pregunta si es que se dispone de contenedores del Municipio dentro del hogar la respuesta más contundente fue no con 93%. De los encuestados el 56% considera que los puntos de recolección de residuos se encuentran en mal estado.

Cabe mencionar que la Comuna Miraflores ha adecuado dentro de su área, sitios en los que acopian residuos, edificados artesanalmente con madera de los árboles de eucalipto de alrededor de la comuna. Adicionalmente, disponen de contenedores que han sido donados por el Parque Metropolitano Guanguiltagua, que al momento ya se encuentran en malas condiciones, a pesar de que se realizan trabajos comunitarios “mingas” para el mantenimiento de las zonas comunales.

3.1.6. Disposición final.

Este segmento se refiere a indagar si los encuestados conocen a dónde van los residuos que se generan dentro de la Comuna Miraflores.



Figura 30. Gestión de disposición final

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor



En la

Figura 30 se muestra a modo general que el 49% de los encuestados conoce que dentro del DMQ existe un relleno sanitario; sin embargo, no es profundo el conocimiento de la gestión que se da a los residuos, ya que se confunde con la percepción de botaderos a cielo abierto; hay casos en que se los confunde con las estaciones de transferencia de residuos sólidos.

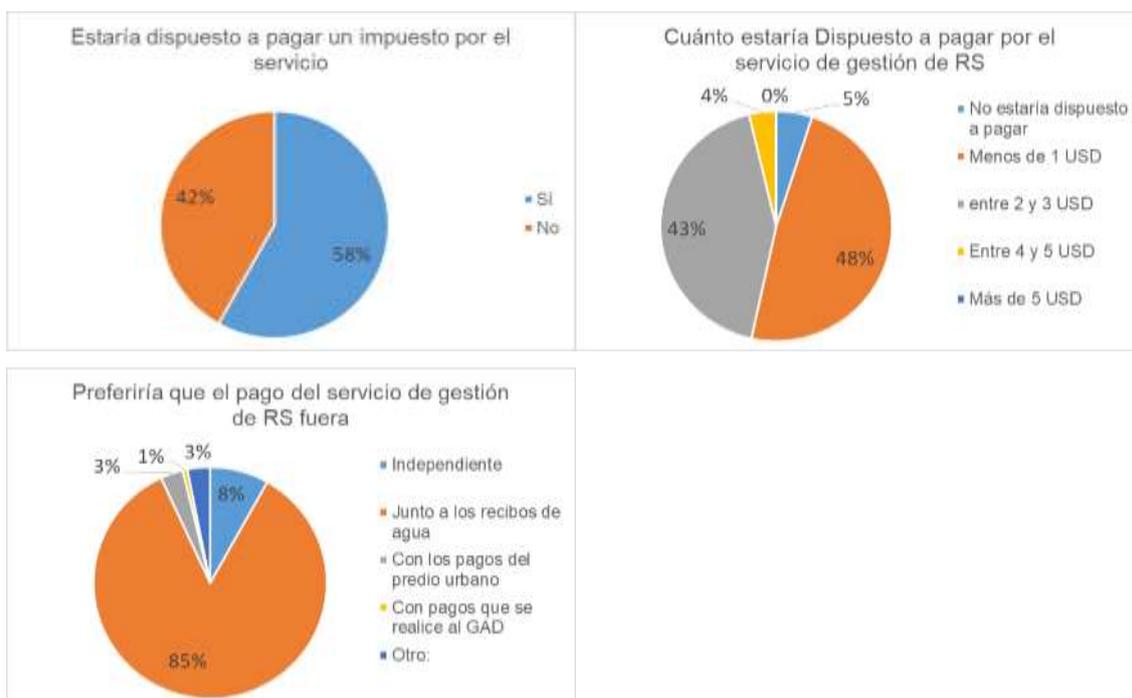


Figura 31. Disposición a pagar por un servicio de gestión integral de manejo de residuos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

En la pregunta ¿está dispuesto a cancelar un rubro para la disposición final de los residuos? el 58% de los encuestados mencionó que sí está dispuesto a cancelar, esta premisa está atada a la idea de que así recibirá o podrá exigir un mejor sistema de gestión; la mayoría de los encuestados aseguró que efectuar pagos menores a un dólar, o de dos a tres dólares son justos; además mencionaron que preferirían pagar por este servicio dentro de una planilla de

otro servicio como el de agua potable, en la

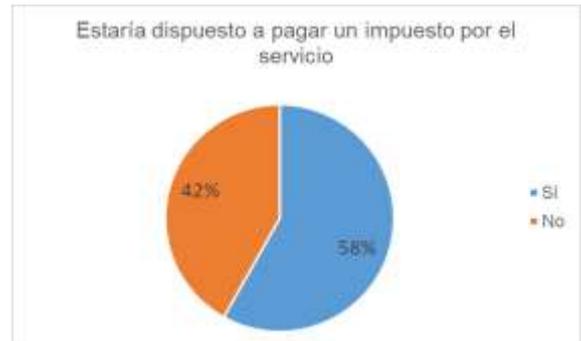


Figura 31, se presenta lo mencionado.

3.1.7. Capacitación.

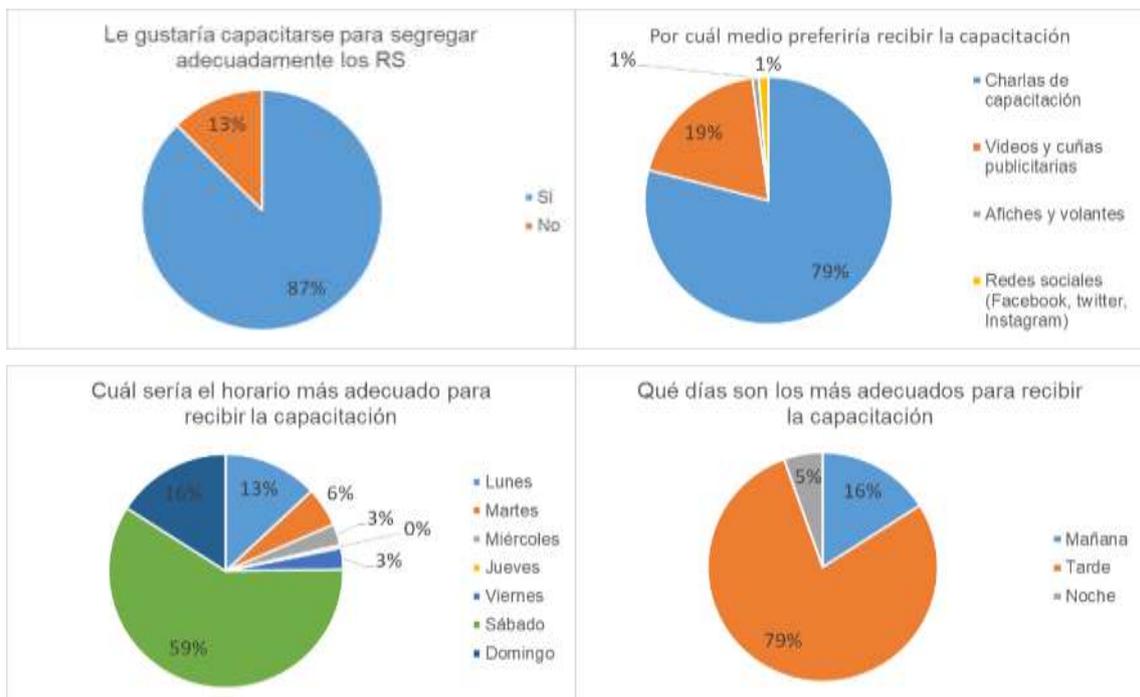


Figura 32. Disponibilidad para capacitación

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

En lo que corresponde a capacitaciones, tal como se muestra en la

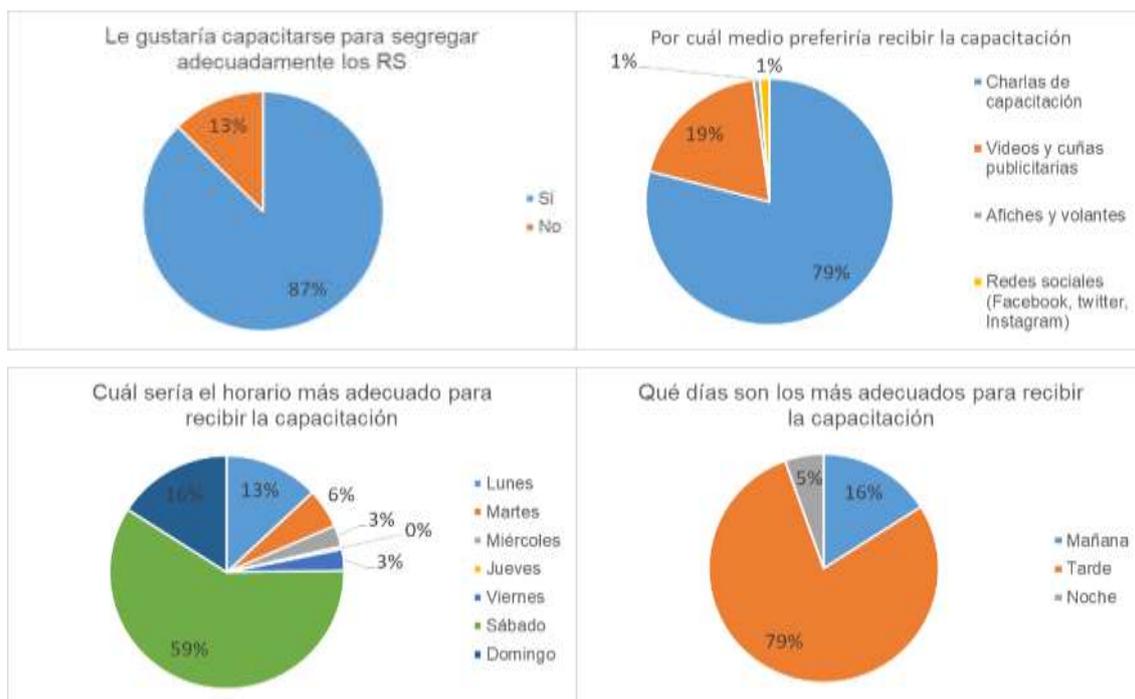


Figura 32, la mayor parte de los encuestados, el 87% se mostró abierto a recibir información y capacitarse sobre el tema, desearía recibir la información a través de charlas y capacitaciones, de preferencia el fin de semana en horas de la tarde.

3.2. Resultados fase de campo

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos durante la fase de campo realizada en la Comuna Miraflores, parroquia Ñaquito, del Distrito Metropolitano de Quito.

Las muestras de Residuos Sólidos analizados se recogieron entre el sábado 19 de agosto y el sábado 26 de agosto de 2017. Participaron 46 viviendas de la Comuna, que albergan a 187 personas, este dato se obtuvo cuando los consultados aceptaron participar en este estudio al llenar el Formato de aceptación, en el Anexo 07 se presenta un registro fotográfico levantado durante la fase de campo.

3.2.1. Cantidad de residuos muestreados.

Los resultados obtenidos de este proceso se muestran dentro de la Tabla 7.

Se recolectaron residuos por 8 días, no obstante, los residuos del día uno no se los tomó en cuenta ya que fue para vaciar los contenedores de los domicilios, es así que el peso total de residuos recogidos durante los siete días fue de 613.31 kilogramos, siendo el valor de la media de generación de residuos 87,61 kilogramos².

² Dato expresado en kg, en gramos el dato exacto es 87 615,71 gr.

Tabla 7. Residuos recogidos por día (kg)

Día	Dom.	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Prom.	Suma
Cantidad	89,42	87,875	85,9	87,34	87,35	87,68	87,74	87,61	613.31

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

3.2.2. Generación per cápita (GPC).

Como se mencionó la generación per cápita se refiere a la cantidad de residuos que produce cada habitante por día, en este caso, se toma el promedio de generación de residuos y se lo divide para el número de habitantes de la muestra (46 viviendas, 187 personas). Dándonos los siguientes resultados:

Tabla 8. Generación per cápita

Muestreo	Universo	GPC mínima (gr/hab*día)	GPC máxima (gr/hab*día)	GPC media (gr/hab*día)	Desviación estándar
Domingo	46 viviendas, 187 personas	183	1350	525,1	139,4
Lunes		250	1050	515,7	220,6
Martes		181	1250	501,8	223,1
Miércoles		156	1275	524,6	237,2
Jueves		206	1350	489,6	222,2
Viernes		88	1025	498,6	220,7
Sábado		175	1363	514,3	234,4
Promedio		177	1237,6	509,9	222,9

GPC: Generación per cápita

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Como se puede observar en la Tabla 8, la generación per cápita de comuna Miraflores es de 510 gramos de residuos por habitante cada día, la generación mínima es de 177 gramos y la máxima es de 1.237,6; con una desviación estándar de 222,9. Cabe mencionar que la media se encuentra un tanto elevado debido a los que los resultados se expresan en gramos.

3.2.3. Proyección de generación.

Con el valor de la generación per cápita, se puede proyectar la cantidad de residuos que se generan, en un día dentro de la Comuna Miraflores. Considerando que al momento de realizar este estudio es habitada por 510 habitantes, con un crecimiento demográfico de 0,04% (STHV, 2017), y considerando que la proyección de generación de residuos se encuentra relacionada con el crecimiento demográfico anual y el incremento de generación per cápita. Sandoval (2013) propone la siguiente fórmula para determinar la proyección de generación:

$$Gpf = Gpa * (1 + r)^n$$

Dónde Gpf: Generación per cápita futura

Gpa: Generación per cápita actual

r%: Tasa de crecimiento de generación (0,5 a 1) (Jaramillo, 2002)

n: Número de años

$$Gpf = 510 * (1 + 0.01)^1$$

Tabla 9. Proyección de la generación per cápita

No.	año	Población #hab	GPC (kg/hab*día)	Generación por día (ton)	Año (Ton)
0	2017	510	0,51	0,26	94,94
1	2018	531,00	0,52	0,27	99,83
2	2019	553,00	0,52	0,29	105,01
3	2020	576,00	0,53	0,30	110,47
4	2021	600,00	0,53	0,32	116,23
5	2022	624,00	0,54	0,33	122,08
6	2023	649,00	0,54	0,35	128,24
7	2024	675,00	0,55	0,37	134,72
8	2025	702,00	0,55	0,39	141,50
9	2026	731,00	0,56	0,41	148,82
10	2027	761,00	0,56	0,43	156,48
11	2028	792,00	0,57	0,45	164,48
12	2029	824,00	0,57	0,47	172,84
13	2030	857,00	0,58	0,50	181,56
14	2031	892,00	0,59	0,52	190,87
15	2032	928,00	0,59	0,55	200,55

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Como se puede observar en la Tabla 9, durante el año 2017 la Comuna generó, aproximadamente, 95 toneladas de residuos sólidos; con base en la proyección formulada por Sandoval (2013) para el año 2032 la generación de residuos bordeará las 200 toneladas, un incremento de 212%, valor aproximado y proyectado en caso de que no exista una gestión adecuada en el manejo de los residuos sólidos.

3.2.4. Cantidad de residuos recibidos por tipo.

Para efectuar este análisis cada familia participante recibió tres fundas de diferentes colores, en cada una se debía colocar basura de diferente tipo: negra para residuos orgánicos, amarilla para residuos inorgánicos, y blanca para residuos del baño. De este modo, se recibieron residuos de cocina o no reciclables, de baño, y reciclables o inorgánicos, los llamaremos residuos inorgánicos ya que de acuerdo a la verificación de campo no solo se generan residuos que pueden ser reciclados, sino también otro tipo de residuos que ya no son

susceptibles de ser reutilizados o reciclados, incluso residuos determinados como especiales y peligrosos.

3.2.4.1. Composición de la muestra (%).

Del total de residuos que se recolectaron se obtuvo la sumatoria de generación, en total se colectaron 613,31 kg, de los cuales 168,51 kg fueron residuos reciclables, 116,71 kg de baño y 328,08 kg de cocina u orgánicos. Tal como se puede observar en la Tabla 10.

Tabla 10. Composición de la muestra (kg)

Residuo	Inorgánicos	Baño	Orgánicos	Total
Cantidad (kg)	168,51	116,710	328,08	613,31
Porcentaje	27,5%	19,0%	53,5%	100%

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

Este resultado es uno de los más importantes ya que ilustra la cantidad de residuos que no deberían ir a parar dentro de un relleno sanitario. Por ejemplo: la mayor parte, 53,5% son residuos orgánicos o no reciclables, son productos de la cocina que pueden ser aprovechados mediante un adecuado proceso de compostaje, es decir, no deberían ser descartados.

3.2.5. Densidad de los residuos (ρ).

La densidad es la relación que existe entre peso y el volumen que lo contiene, con esta base calculamos la densidad de los residuos generados de acuerdo a su tipo. El cálculo de la densidad de la muestra se basó en las densidades individuales de cada tipo de residuo como se presenta en la Tabla 11.

Se debe considerar que la generación de los residuos no es igual, existen porcentajes diferentes de generación. Con estos porcentajes y las densidades de cada uno, se calcula la densidad de la muestra. Aplicamos la siguiente ecuación para determinar la densidad de la muestra:

Tabla 11. Cálculo densidad de los residuos

No. día	Inorgánicos		Baño		Orgánicos	
	kg	Densidad ρ (kg/m ³)	kg	Densidad ρ (kg/m ³)	kg	Densidad ρ (kg/m ³)
1	4,40	67,69	6,50	100	27,70	426,15

No. día	Inorgánicos		Baño		Orgánicos	
	kg	Densidad ρ (kg/m ³)	kg	Densidad ρ (kg/m ³)	kg	Densidad ρ (kg/m ³)
2	4,80	73,84	9,30	143,07	23,00	353,84
3	3,90	60	6,30	96,92	31,00	476,92
4	6,70	103,07	3,80	58,46	30,70	472,30
5	6,20	95,38	5,60	86,15	28,50	438,46
6	4,00	61,53	9,70	149,23	29,80	458,46
7	6,10	93,84	6,20	95,38	27,90	429,23
media	4,80	73,85	6,30	96,92	28,50	438,46

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

$$(\rho_{re} * \%_{re}) + (\rho_{ba} * \%_{ba}) + (\rho_{nr} * \%_{nr}) = \rho_{Total}$$

Dónde:

ρ_{ba} → Densidad de los residuos de baño; 96,92 kg/m³

ρ_{nr} → Densidad de los residuos orgánicos o no reciclables 438,46 kg/m³

ρ_{re} → Densidad de los residuos inorgánicos o reciclables 73,85 kg/m³

$\%_{ba}$ → Porcentaje de residuos de baño 19,04%

$\%_{nr}$ → Porcentaje de residuos orgánicos 53,54%

$\%_{re}$ → Porcentaje de residuos inorgánicos 27,43%

De este modo, aplicando lo datos y fórmula anterior, se realiza el cálculo y se obtienen la siguiente respuesta:

$$(73,85 * 27,43\%) + (96,92 * 19,04\%) + (438,46 * 53,54\%) = \mathbf{273,29kg/m^3}$$

El resultado obtenido nos indica que un metro cúbico de residuos colectados en la Comuna Miraflores pesa, en promedio, 273,29 kg. Cabe recalcar que este valor varía dependiendo de condiciones como la temporada del año.

3.2.6. Caracterización de los residuos inorgánicos (reciclables).

En este apartado se aclara que se utiliza la palabra inorgánicos para este tipo de residuos, debido a que no todos los residuos generados son reciclables, nos referimos con esto a ciertos tipos de papeles plastificados, plásticos recubiertos o residuos generados de la limpieza como son polvo y tierra; aunque se enfatiza que este apartado corresponde a la caracterización del **27.5%** de residuos generados como **reciclables** o **inorgánicos**.

De los residuos inorgánicos que fueron colectados, una vez calculada la densidad, se procedió a homogenizar las muestras, después se separaron los residuos con los siguientes criterios: plástico, papel, textiles, metal, espuma *flex*, vidrio, *tetrapack*, especiales y otros. También se categorizó un grupo denominado “especiales” grupo integrado por residuos enumerados como peligrosos dentro del Acuerdo Ministerial No. 026 como son: pilas, envases contaminados con materiales peligrosos, focos ahorradores, chatarra eléctrica; mientras que en otros se catalogan los residuos mal segregados (restos de comida) y residuos de limpieza del hogar.

Tabla 12. Caracterización de residuos inorgánicos por día

Día/ Tipo residuo	Total (kg)	%
METAL	2,38	6,9%
PAPEL	5,03	14,6%
VIDRIO	1,82	5,3%
PLÁSTICO	11,13	32,3%
OTRO	9,30	27,0%
ESPUMA FLEX	1,10	3,2%
TETRAPACK	0,50	1,5%
ESPECIALES	0,40	1,2%
TEXTILES	2,78	8,1%

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 12, se puede evidenciar la cantidad de residuos que fueron caracterizados y el modo en que los habitantes de la Comuna Miraflores entregó los residuos considerados como inorgánicos o reciclables, de acuerdo a sus características, se tiene que el plástico es el residuo que más se genera con 32,3%, seguido de otro tipo de residuos con 27%, y papel con 14,6%. Sin embargo, se debe considerar que los residuos denominados como otros deben ser reclasificados y que los especiales deben recibir otro tratamiento con un gestor ambiental.

3.2.7. Caracterización de los residuos.

Como se observa en la Figura 33, al disponer de una funda de 10 kg de residuos tenemos que 5,4 kg son compostables; 2,7 son reciclables (aplicando principios de buenas prácticas ambientales y segregación en la fuente) y 1,9 kg son residuos que deben ser dispuestos a los rellenos sanitarios del DMQ (sin considerar que el papel higiénico puede ser compostado). Del mismo modo, se debe mencionar que al momento existen facilidades para el tratamiento a los residuos peligrosos y especiales que se generan a nivel doméstico dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

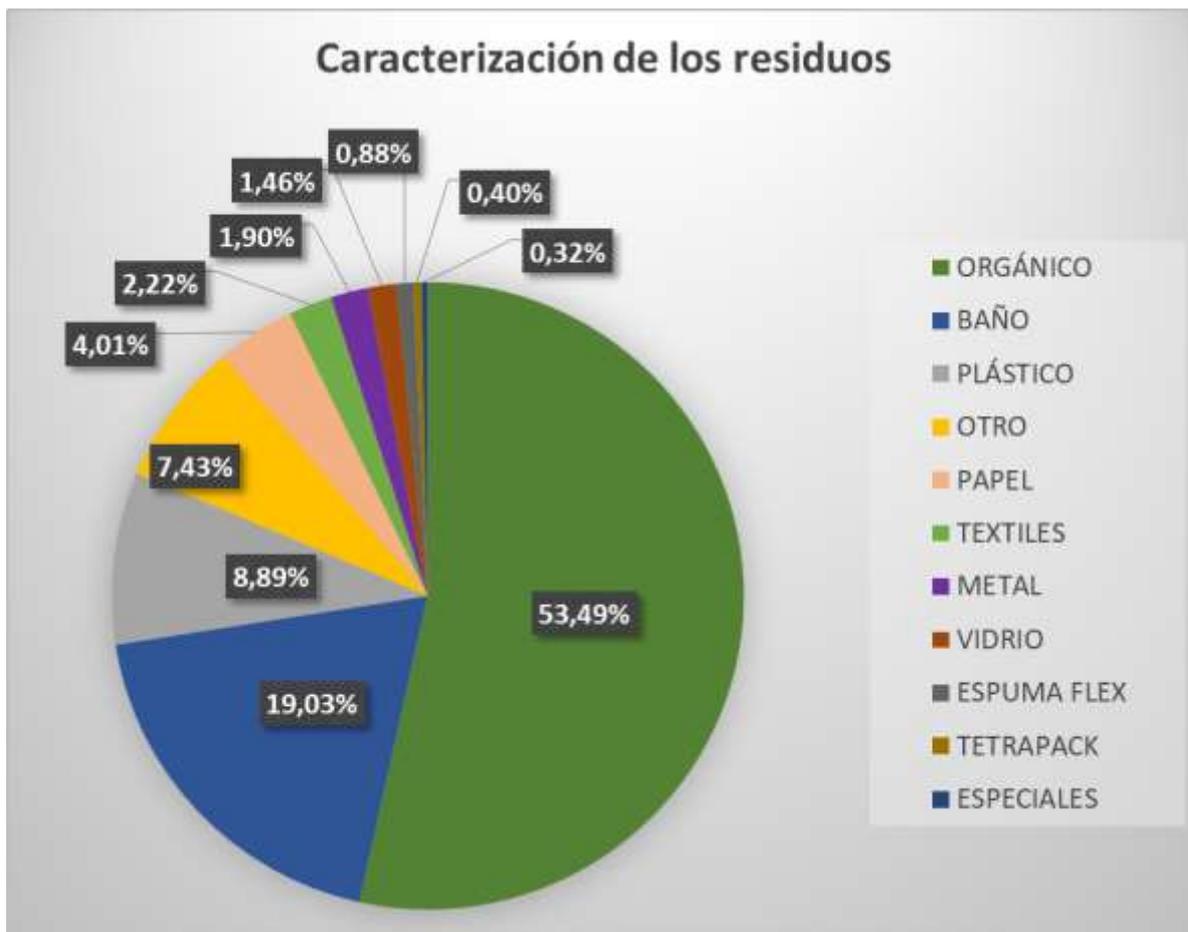


Figura 33. Caracterización de los residuos

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

3.3. Análisis FODA

Con base en las experiencias recabadas durante la fase de campo se procedió a completar el análisis FODA para la Comuna Miraflores. En el que se estimaron las potencialidades y las principales debilidades internas y externas, que afectan o afectarían de algún modo a la gestión integral de los residuos generados.

En la Tabla 13 se presenta el mencionado análisis. Como se puede observar, una de las principales fortalezas de la Comuna Miraflores es que cuenta con autonomía jurídica, lo que le da poder sobre sus decisiones, hay una adecuada organización y relación comunicacional pues realizan reuniones mensuales en las que se da a conocer asuntos de importancia para los comuneros, en ellas se puede abordar temas referentes a manejo de residuos.

Adicionalmente, y como pilar fundamental, cuentan con áreas comunales, es decir sitios que pueden ser destinados para realizar el proceso de compostaje y así mejorar y fortalecer las huertas que existen dentro de la Comuna.

Entre las debilidades, se detecta la falta de interés por parte de algunos comuneros respecto de la importancia que tiene para su entorno el manejo adecuado de los residuos que se generan en la Comuna; también no dispone de infraestructura adecuada para el acopio temporal de los residuos, esto causa que los animales domésticos acudan a estos sitios y puedan causar insalubridad, especialmente, alteración al paisaje, mal olor, presencia de moscas; la condición en las que se encuentran las vías de acceso también fueron determinadas como una debilidad, sin embargo, el camión recolector de residuos está adecuado para ingresar por estos caminos a la comuna.

Entre los factores externos u oportunidades que se deben potenciar están: que la Comuna se ubica en un lugar privilegiado del Distrito Metropolitano de Quito, dentro del Parque Metropolitano Guanguiltagua, por lo que la imagen de un barrio dentro de un entorno natural debe ser explotada y lograr que se reconozca a la Comuna Miraflores como un barrio empeñado en el desarrollo sustentable de sus moradores.

Al momento los moradores disponen de huertas en los patios de sus casas y también hay una a nivel comunal; estas huertas pueden ser mejoradas con la aplicación de compostaje natural, generado y elaborado dentro de la Comuna.

Al ser reconocida la Comuna como un barrio interesado en la naturaleza aumentaría el turismo a la comuna, y esta afluencia de personas, junto con planes de educación ambiental, podría alentar a que las demás Comunas del Distrito Metropolitano de Quito repliquen la experiencia.

Sin bien, el incremento de turistas (deportistas, familias, gente de paso) es una oportunidad para la Comuna, su aumento sin un plan de gestión, representa una amenaza, ya que la generación de residuos inorgánicos aumentaría de manera alarmante, al momento, ya existen sitios en los que las personas se acercan a tomar jugos y consumir alimentos que vienen en envases desechables.

Así también los animales domésticos descuidados se califican como amenaza, los perros afectan a los sitios de almacenamiento temporal de residuos, rompen las bolsas plásticas y esparcen los residuos.

Finalmente, la amenaza más importante recae en la voluntad política del municipio de Quito, a través de la Administración Zonal Eugenio Espejo, al momento de brindar el apoyo técnico y financiero a los moradores de la Comuna, una vez se decida aplicar el presente Plan.

Tabla 13. Análisis FODA Gestión de Residuos Sólidos Comuna Miraflores

<p>FACTOR INTERNO</p> <p>FACTOR EXTERNO</p>	<p>FORTALEZA</p> <p>Cuenta con autonomía jurídica, hay organización.</p> <p>Se mantienen reuniones.</p> <p>Es un área delimitada.</p> <p>Disponen de áreas comunales.</p>	<p>DEBILIDAD</p> <p>Falta de conocimiento o interés en gestión de residuos.</p> <p>Falta de infraestructura /Falta de recursos.</p> <p>Vías de acceso en malas condiciones.</p>
<p>OPORTUNIDAD</p> <p>La ubicación, dentro de un parque urbano.</p> <p>Sitio de interés para desarrollo de proyectos.</p> <p>Se dispone de huertas urbanas.</p> <p>Un lugar de campo en medio de la ciudad.</p> <p>Ubicación de la comuna dentro de la ciudad.</p>	<p>Estrategia FO</p> <p>Optimizar fortaleza→ maximiza oportunidad.</p> <p>Explotar la imagen de la comuna como un barrio ecológico dentro del DMQ.</p> <p>Desarrollar e implementar planes y mejoras a nivel comunitario referentes a gestión de residuos.</p> <p>Reutilización de recursos dentro de las zonas comunitarias.</p>	<p>Estrategia DO</p> <p>Minimiza debilidad→ maximiza oportunidad</p> <p>Potenciar el interés de la gente de comuna sobre manejo de residuos.</p> <p>Potenciar las huertas de modo que sean una fuente de ingresos, venta de compost, plantas y frutos.</p> <p>Gestionar las necesidades en la Administración Zonal.</p>
<p>AMENAZA</p> <p>Afluencia excesiva de turistas.</p> <p>Animales domésticos.</p> <p>Falta de apoyo institucional por parte de la Administración Zonal (Municipio)</p>	<p>Estrategia FA</p> <p>Optimizar fortaleza→ Minimiza amenaza.</p> <p>Informar el modo de segregar residuos.</p> <p>Programar visitas para mostrar el manejo de residuos.</p> <p>Realizar acercamientos con las autoridades locales para solicitar ayuda con infraestructura y procedimientos.</p>	<p>Estrategia DA</p> <p>Minimizar debilidad y amenaza.</p> <p>Programas de educación y difusión del PNGIRS.</p> <p>Segregación desde la fuente.</p> <p>Colocación de tachos diferenciados.</p> <p>Información disponible en sitios de afluencia.</p> <p>Diálogo con autoridades locales para solicitar adecuación de los sitios de acopio temporales.</p>

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

3.4. Identificación de puntos críticos

La generación es la fase en que se inicia la gestión integral de los residuos, en este punto es donde se pueden separar de acuerdo a su tipo. Sin embargo, con base en lo recabado en las encuestas este procedimiento no se realiza en la Comuna Miraflores, existiendo en algunos casos incluso desinterés en la idea de segregar los residuos.

Del mismo modo la mayor parte de los moradores de la Comuna no aprovechan los residuos orgánicos, y las facilidades disponibles para el almacenamiento temporal de residuos se encuentran en mal estado.

Así mismo, en lo que se refiere al sistema de recolección, existe inconformidad por lo que la ruta de recolección puede ser modificada, para que el servicio sea mejor para los moradores de la Comuna.

3.5. Propuesta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Generados en la Comuna Miraflores.

Una vez se han identificado los puntos críticos, se ha realizado el análisis FODA y se ha caracterizado la composición de los residuos generados, se proponen actividades que van a servir de base para implementar dentro de la Comuna Miraflores un cambio en el modelo de gestión de residuos sólidos domiciliarios. El presente Plan se basa en cuatro pilares fundamentales de la gestión integral de residuos sólidos que son: educación, segregación, aprovechamiento y reutilización, y recolección.

Alcance

El presente plan es aplicable para los domicilios que se encuentran dentro de la Comuna Miraflores, ubicada en la parroquia Ñaquito del DMQ, para las fases de generación, segregación, hasta que los residuos son entregados al vehículo recolector de la empresa EMASEO para ser gestionadas por la empresa EMGIRS.

Responsabilidades

Como responsable del cumplimiento se encuentran todos los moradores de la Comuna Miraflores, sin embargo, el seguimiento y los trámites administrativos recaen sobre el Presidente de la Comuna, como representante ante las autoridades es quien debe llevar a cabo un seguimiento a las actividades propuestas. En lo que se refiere al marco institucional, se encuentra la Administración Zonal Eugenio Espejo, la Secretaría de Ambiente como Autoridad competente, y el Ministerio de Ambiente como Autoridad Ambiental Nacional.

3.5.1. Plan de educación y comunicación ambiental.

Programa de educación y comunicación				
Objetivo: Generar en la comunidad el empoderamiento necesario para emprender una adecuada gestión de los residuos sólidos mediante el conocimiento de los temas referentes a la segregación y aprovechamiento de los mismos.				
Aspecto	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Presupuesto en dólares
Charlas comunitarias	<p>Solicitar a la Administración Zonal/Secretaría de Ambiente charlas semestrales en los días en que haya reuniones de la Comuna, enfocadas a crear conciencia ambiental en temas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impactos generados por los RS • Modo adecuado para la segregación y color de contenedores • Acopio temporal de acuerdo al residuo • Colores estándar de contenedores • Aplicación de las 5R • Plan de gestión integral de manejo de RS del DMQ. • Métodos para compostaje domiciliario • Materiales susceptibles de ser reciclados 	Reuniones realizadas/ reuniones planificadas	Registro fotográfico, registro de asistencia a las reuniones.	500
Información escrita	Colocar carteles en sitios estratégicos de la comuna (ingresos, cancha de fútbol, huerta, casa comunal y tiendas), que den a conocer la segregación de residuos en contenedores de distintos colores a fin de reforzar en los moradores y visitantes este hábito.	Actividad ejecutada/ actividad planificada.	Registro fotográfico de la colocación de carteles informativos.	400
Campañas de educación ambiental	<p>Con la utilización de medios didácticos y audiovisuales difundir las principales estrategias y métodos de segregación de residuos sólidos.</p> <p>Entregar a los moradores información impresa explicando el modo correcto de segregar los residuos</p>	Reuniones realizadas/ reuniones planificadas	Registro fotográfico, registro de asistencia a las reuniones	500
Presupuesto				1.400

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

3.5.2. Plan de segregación y diferenciación en la fuente.

Programa de segregación y diferenciación en la fuente				
Objetivo: Incentivar a los moradores de la Comuna a segregar los residuos desde que los generan.				
Aspecto	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Presupuesto en dólares
Segregación en la fuente	Separar los residuos en Orgánicos, Reciclables y No Reciclables.	Número de hogares dispuestos a segregar/	Registro fotográfico.	100
	Aumentar a tres los envases contenedores dentro de los domicilios para segregación de los residuos.	Número de hogares de la comuna.	Registros de entrega de contenedores.	1200
Diferenciación	Estandarizar y difundir los colores establecidos por la Norma INEN 2841 (Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos): En colores: Azul para reciclables, Verde para orgánicos, Negro para no reciclables.	Número de hogares dispuestos a segregar/ Número de hogares de la comuna	Registro de charla.	100
	Realizar un mantenimiento a los contenedores y diferenciar los sitios de almacenamiento temporal de residuos de los colores mencionados para facilitar el trabajo de los gestores informales.	Actividad ejecutada/ Actividad planificada	Registro fotográfico.	500
Presupuesto				1.900

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

3.5.3. Plan de aprovechamiento y reutilización.

Programa de aprovechamiento y reutilización				
Objetivo: Brindar los conocimientos necesarios a los moradores de la Comuna para poder reaprovechar los residuos sólidos. Elaborar compost y crear un grupo de recicladores con el afán de que la Comuna recaude fondos por venta de reciclables, compost y potencie la huerta orgánica				
Aspecto	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Presupuesto en dólares
Aprovechamiento	Fomentar la elaboración de compost a nivel doméstico o a nivel comunal y reutilización de envases.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro de charla, verificación en campo.	100
Compostaje	Aplicar el compost para mejorar el suelo de la huerta comunitaria.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo.	100
	Designar un área comunal y encargados para elaboración del compost comunitario.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro de designación.	1200
	Entregar los residuos orgánicos segregados a los encargados de la elaboración del compost.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo.	200
Reciclaje	Organizar dentro de la Comuna un grupo de recicladores y recolectores puerta a puerta.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro de designación.	100
	Disponer de los residuos clasificados y entregarlos al grupo de recolectores de la Comuna Miraflores.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro de venta de los residuos a gestores.	100
Presupuesto				1.800

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

3.5.4. Plan para disposición y transporte.

Programa de disposición de residuos				
Objetivo: Aumentar y socializar los lugares que se disponen para entregar los residuos a los vehículos recolectores de EMASEO				
Aspecto	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Presupuesto en dólares
Disposición de residuos, recolección	Aumentar los lugares de acopio de residuos no aprovechables en la parte norte de la Comuna.	Número de lugares para recolección de RS/ Número lugares necesarios	Verificación en campo	300
	Socializar al conductor del vehículo recolector de los nuevos puntos de recolección de residuos sólidos	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro fotográfico	-
	En caso de ser necesario hacer sonar la alarma para alertar a los moradores que el vehículo recolector está llegando a la Comuna.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo	50
Apoyo institucional	Solicitar a la Administración Zonal apoyo para la dotación de sitios adecuados y diferenciados para acopio de residuos.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Recibido de oficio de solicitud	5000
Mantenimiento y limpieza	Continuar con la regla de limpieza de frentes de los predios	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo	50
	Continuar con la regla de volver a tomar los residuos en el caso de que no se haya alcanzado a entregarlos al vehículo recolector.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro fotográfico	150
	Continuar con las mingas de embellecimiento y mantenimiento de la Comuna.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Registro fotográfico	200
	Evitar que las mascotas pasen en las calles ya que pueden esparcir los residuos.	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo	50
Residuos peligrosos y especiales	Segregar, almacenar por separado y entregar los residuos especiales y peligrosos generados en los domicilios al proyecto Quito a reciclar.	Número kg entregados / Número kg generados	Registro fotográfico	50
Presupuesto				5.800

Fuente: Datos de campo

Elaborado por: Autor

3.5.5. Plan de seguimiento y difusión.

Programa de seguimiento y difusión				
Objetivo: Conocer los avances en la implantación del Plan de Gestión de Residuos en la Comuna Miraflores				
Aspecto	Actividad	Indicador	Medio de verificación	Presupuesto en dólares
Seguimiento	Mantener reuniones de coordinación de las actividades por ejecutar y ejecutadas entre el Presidente de la Comuna y el Administrador Zonal.	Reuniones ejecutadas/ reuniones planificadas	Actas de acuerdos	50
Difusión	Presentar los avances e implantación de iniciativas en las reuniones de la Comuna	Reuniones ejecutadas/ reuniones planificadas	Registro fotográfico	50
	Difundir los avances de la comuna en la Gestión de residuos por redes sociales	Actividad ejecutada/ actividad planificada	Verificación en campo	200
Presupuesto				300

Fuente: Datos de campo
Elaborado por: Autor

CONCLUSIONES

- Se presenta el Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos domésticos generados en la Comuna Miraflores, parroquia Ñaquito, Distrito Metropolitano de Quito, que, de ser adecuadamente implementado, se observará un cambio marcado en la cantidad de residuos que se recolectan para ser dispuestos en el relleno sanitario, reduciendo la disposición en 80%.
- No existen sistemas de gestión de residuos y existe poco conocimiento sobre métodos de segregación de residuos sólidos.
- Existe interés en la comunidad para recibir más conocimientos, mediante charlas conferencias y medios impresos sobre el manejo integral de los residuos sólidos.
- La producción de residuos orgánicos es mayor que la de los residuos de baño y de los residuos inorgánicos.
- Las actividades propuestas dentro de este plan se ajustan con la visión del plan de gestión de residuos que el DMQ desarrolla para los residuos de la ciudad.
- Se requiere de apoyo institucional para ejecutar las actividades dispuestas dentro del Plan, en especial en las actividades en las que se recomienda infraestructura.
- Existen botaderos o se realizan prácticas ambientales no recomendables como es la quema de residuos, sin embargo, con la aplicación de las actividades del Plan se pueden absolver estos hallazgos.

RECOMENDACIONES

- Ejecutar las actividades aquí presentadas, con el afán de que la Comuna Miraflores pueda ser reconocida como un barrio interesado en el desarrollo sustentable de la ciudad.
- Unir esfuerzos entre los comuneros para desarrollar la zona de compostaje y el grupo de recicladores, para obtener réditos mediante el mejoramiento del suelo de la huerta orgánica y la venta de productos reciclables.
- Repercutir las actividades propuestas dentro de este plan en las demás comunas que existen dentro el DMQ, de este modo, se podrá verificar dentro de poblaciones controladas cómo proceder con las iniciativas propuestas, principalmente las ideas de educación, segregación y separación en la fuente.
- Las actividades deberán ser actualizadas a medida de las necesidades locales y conforme a disposiciones establecidas dentro de la normativa ambiental vigente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anschütz, J. (1996). *Community-Based Solid Waste Management and Water Supply Projects: Problems and Solutions Compared*. Gouda- Países Bajos: Urban Waste Expertise Programme UWEP.
- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. (2005). *Direcciones para la Gestión Integrada y Sostenible de Resíduos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe*. Sao Paulo-Brazil: AIDIS.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Manejo Responsable de los Residuos Sólidos*. BID.
- Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana. (1997). *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Washington: BID.
- Banco Mundial. (2015). *What a Waste*. Washington- USA: World Bank.
- BID. (2017, Mayo 15). *Cuántas Vidas Tiene su Basura. Cuántas Vidas Tiene su Basura, Reciclaje en América Latina y el Caribe*. Washington, USA: BID.
- Castillo Pazmiño, M. (2012, Julio). Consultoría para realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el distrito Metropolitano de Quito. *Informe Ejecutivo*. Quito, Pichincha, Ecuador: Secretaría de Ambiente, EMASEO.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2010, Abril 16). Ordenanza Metropolitana. *0309 De la Creación de Empresas Públicas Metropolitanas*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2013, Octubre 16). Ordenanza Metropolitana 0438. *La Ordenanza Metropolitana que Contiene el Plan Especial para la Comuna Miraflores*. Quito, Pichincha, Ecuador: Alcaldía del Distrito Metropolitano.
- EAWAG. (2015, febrero 22). *Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*. Retrieved from Waste disposal / Landfills: https://d3c33hcgivew3.cloudfront.net/_3d99ac62092b107de8c02cb195109522_1.10_Waste-disposal-Landfills---part-2---SLIDES.pdf?Expires=1498521600&Signature=Y9aHOSxvUhxgDwVH~WUfeK92oVIFgz1Dg18diiVlqvZLRjBfSg3WVjC0GWfH10kTAe26xl3rl-x1TxjyvMGupDWvleoXQv693RI19HZ

- EAWAG Aquatic Research. (2016, febrero 22). *Recycling municipal waste*. Retrieved from Municipal Solid Waste Management in Developing Countries: https://d3c33hcgivew3.cloudfront.net/_3d99ac62092b107de8c02cb195109522_1.7_R recycling-municipal-waste---SLIDES.pdf?Expires=1498521600&Signature=JCT16PgC03fOSh-SzfTsBQWAtyPQAmXDZw3yzZ5j0zvy~8C4mg0f10qnu7TIAX8B2qUcltBpd-qihXgEPgmfa1ZF0EglBOIjN6VGsrBMpEzTtCQk
- GAD DMQ. (2016). *Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito- Ecuador: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Google. (2017, Mayo 19). *Google Earth*. Retrieved from Digital Globe: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management*. Washington: World Bank.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para diseño, construcción, operación de rellenos sanitarios manuales*. Antioquia-Colombia: Universidad de Antioquia.
- Lanuque, A. (2014, agosto 25). *Universidad de Belgrano (Buenos Aires-Argentina)*. Retrieved from <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/3307>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 061*. Quito- Ecuador: Registro Oficial.
- Ministerio del Ambiente. (2017, abril 30). *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Morocho, J. R. (2014). *Administración de Recursos Naturales (texto guía)*. Loja-Ecuador: EdiLoja Cía. Ltda.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2016). *Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Banco Desarrollo de América Latina.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington-USA: OPS.
- Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, División Salud y Ambiente. (2002). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Ecuador*. Quito: OMS/OPS.

- Organización Panamericana de Salud. (2002). *Análisis Sectorial de residuos Sólidos*. Quito-Ecuador: OPS.
- Peer Experience and Reflective Learning. (2015). *Compendium of good practices, Urban Solid Waste Management in Indian Cities*. Nueva Delhi- India: National Institute of Urban Affairs.
- Presidencia de la República del Ecuador. (2003, Marzo 31). Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria . *Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria*. Quito, Pichincha, Ecuador: Registro Oficial.
- Programa Ambiental de las Naciones Unidas. (2015). *Global Waste Management Outlook*. Osaka- Japón: UNESCO.
- Programa de las Naciones Unidas del Ambiente. (2005). *Solid Waste Management*. Washington-USA: CalRecovery Incorporated.
- Real Academia de la Lengua. (2017, junio 24). *Real Academia de la Lengua*. Retrieved from Diccionario de la Lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=5CMSvtv>
- Röben, E. (2003). *El Reciclaje, Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico*. Loja-Ecuador: DED Ecuador.
- Sandoval, L. (2013). *Guía de diseño, operación construcción, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado*. Lima: Ministerio del Ambiente Perú.
- Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2017, junio 24). *Secretaría de Ambiente*. Retrieved from Política y Planeación Ambiental, Generación: <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/politicas-y-planeacion-ambiental/residuos-solidos/generacion>
- Solíz Torres, M. F. (2016). *Salud Colectiva y Ecología Política*. Quito-Ecuador: La Tierra.
- STHV. (2017, 07 16). *Secretaría Técnica de Hábitat y Vivienda*. Retrieved from <http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/parroquia/Demografia.htm>
- Tchbanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management, Segunda edición*. Nueva York- USA: McGraw-Hill.
- Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el CAribe 2010*. BID; AIDIS; OPS.

Val, A. (1992). *Los residuos industriales y urbanos en España*. Barcelona: Integral.

ANEXOS

ANEXO 01. ORDENANZA METROPOLITANA No. 438

ANEXO 02. UBICACIÓN DE LA COMUNA MIRAFLORES

ANEXO 03. MODELO DE ENCUESTA

ANEXO 04. CONSENTIMIENTO Y HORARIO DE RECOLECCIÓN

ANEXO 05. DOMICILIOS QUE COLABORARON

ANEXO 06. UBICACIÓN PUNTOS DE RECOLECCIÓN

ANEXO 07. REGISTRO FOTOGRÁFICO