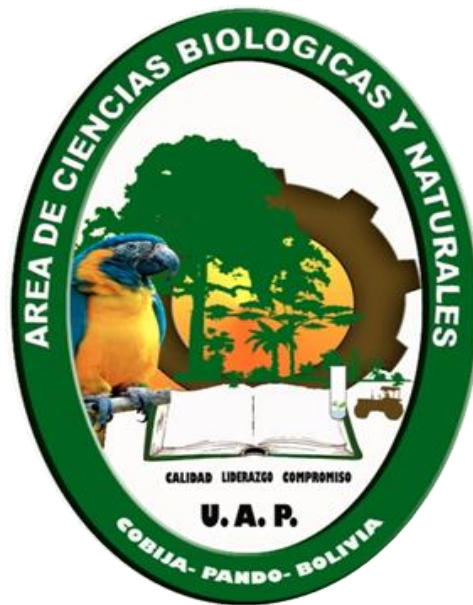


UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS
GENERADOS EN LA CIUDAD DE APOLO DEL DEPARTAMENTO DE LA
PAZ EN EL SEGUNDO PERIODO DEL 2018.**

POSTULANTE: DAYNOR OLVER CHAVEZ NAY

ASESOR: MSc. ELIZABETH PONZ SEJAS

COBIJA - PANDO – BOLIVIA

2018

HOJA DE APROBACIÓN

TRIBUNALES

Ing. Ericka Navarro Arroyo

Ing. Félix Mauricio Elías Alí

Ing. Pablo Alba Mamani

ASESOR

MSc. Elizabeth Julieta Ponz Sejas

Fecha de defensa

AGRADECIMIENTO

Agradezco, al ser supremo, único dueño de todo saber y verdad, por iluminarme durante la realización del trabajo y permitir finalizarse con éxito.

A mis padres, por el apoyo incondicional y el esfuerzo diario brindado para una buena educación y formación profesional.

A mi asesora MSc. Elizabeth Ponz Sejas, por compartirme sus conocimientos, su gran apoyo, compromiso y dedicación ya que estuvo siempre acompañando en la investigación por medio de aportes y sugerencias de manera oportuna, precisa, sistemática e instruida orientación para éxito de la presente Tesis.

Finalmente, a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, que nos compartieron sus conocimientos y aprendizaje de forma incondicional para nuestro crecimiento, formación ética y profesional.

A todas ellas y a todos ellos presento mis sinceros agradecimientos.

DEDICATORIA

A la MUJER que con la adversidad lo único que hizo fue sacar lo mejor de ella y entregárselo a sus hijos, ella mi MADRE, mi todo, este logro por ella y para ella.
A mis hermanos y sobrinas que los llevo en el corazón.

A la sociedad como un aporte en la construcción de un mejor planeta y un compromiso con la conservación de un medio ambiente saludable.

Resumen

Los problemas asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos en Bolivia se han acentuado en los últimos años, debido al crecimiento de los centros urbanos, mayor oferta de bienes de consumo, siendo mayor la generación y composición de residuos, sólidos, teniendo un impacto significativo en la salud pública por la proliferación de vectores transmisores de enfermedades y la contaminación del agua, aire y los suelos. Un punto de partida para la planificación y gestión de los residuos sólidos en el ámbito municipal, es la caracterización que permite definir la planificación a mediano y largo plazo, en proyectos de mejoramiento o ampliación de servicios municipales. Por lo que objetivo del presente estudio fue caracterizar los residuos sólidos domiciliarios generados en la localidad de Apolo del departamento de La Paz en el segundo periodo del 2018 y los objetivos específicos estimar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios generados por estrato socioeconómico, establecer la composición física de residuos sólidos domiciliarios por estrato socioeconómico y determinar el peso volumétrico promedio de los residuos sólidos. La indagación tiene un enfoque mixto, el tipo de investigación es descriptiva, las técnicas aplicadas fueron la encuesta y la observación. La estimación per cápita obtenida de residuos sólidos en el estrato medio es 0,51kg/hab./día, del estrato medio- bajo de 49 kg/hab./día, siendo el promedio per cápita es 0.50Kg/hab./día; en la composición prevalece, la materia orgánica en ambos estratos y el promedio total, es 54,2 % y en una menor proporción de 0,4% las medicinas caducadas. Y el peso volumétrico promedio es 174,27Kg/m³ y el volumen promedio diario de residuos sólidos estimado es de 4,7 Ton. /día. En base a los resultados obtenidos se recomienda que es necesaria la implementación de programas de segregación en la fuente.

Palabras claves: Caracterización, residuos sólidos, generación, composición.

Summary

The problems associated with the inadequate management of solid waste in Bolivia have increased in recent years, due to the growth of urban centers, greater supply of consumer goods, the generation and composition of waste, solid, having a significant impact on Public health due to the proliferation of vectors transmitting diseases and the contamination of water, air and soil. A starting point for planning and management of solid waste at the municipal level, is the characterization that allows defining medium and long-term planning, in projects for the improvement or expansion of municipal services. Therefore, the objective of this study was to characterize the household solid waste generated in the Apolo locality of the department of La Paz in the second period of 2018 and the specific objectives to estimate the per capita generation of household solid waste generated by socioeconomic stratum, establish the physical composition of household solid waste by socioeconomic stratum and determine the average volumetric weight of solid waste. The investigation has a mixed approach, the type of research is descriptive, the techniques applied were the survey and observation. The per capita estimate obtained from solid waste in the middle stratum is 0.51kg / habitant / day, from the medium-low stratum of 49 kg / habitant /day, the average per capita being 0.50Kg /habitant / day; in the composition prevails, the organic matter in both strata and the total average, 54.2% and in a smaller proportion of 0.4% expired medicines. And the average volumetric weight is 174.27Kg / m³ and the estimated average daily volume of solid waste is 4.7 Ton./day. Based on the results obtained, it is recommended that it is necessary to implement segregation programs at the source.

Keywords: Characterization, solid waste, generation, composition.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General	3
2.2	Objetivos Específicos.....	3
3	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1	Origen de los residuos sólidos.....	3
3.2	Clasificación básica de los residuos sólidos según su procedencia y naturaleza	4
3.3	Composición de los residuos sólidos urbanos.....	7
3.3.1	Residuos de alimentos	7
3.3.2	Papel y cartón.....	7
3.3.3	Plásticos	8
3.3.4	Vidrio.....	8
3.4	Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).....	9
3.5	Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos.....	10
3.5.1	Riesgos ambientales para la salud	10
3.5.2	Riesgos directos que afectan contra la salud.	10
3.5.3	Riesgos indirectos que atentan contra la salud.	11
3.5.4	Contaminación del agua.....	11
3.5.5	Contaminación del suelo.....	12
3.5.6	Contaminación del aire.	12
3.6	Aprovechamiento de los Residuos Sólidos	12
3.6.1	El reúso	13
3.6.2	El Reciclaje	13
3.6.3	Compostaje	13
3.7	Disposición de residuos sólidos	14
3.7.1	Relleno Sanitario.....	14
3.8	Estudio de caracterización de residuos sólidos	14

3.9	Parámetros para caracterización de residuos Sólidos domiciliarios.....	15
3.9.1	Generación.....	15
3.9.2	Composición.....	15
3.9.3	Densidad.....	15
3.9.4	Humedad.....	16
3.10	Factores a considerar para la caracterización de Residuos sólidos.....	16
3.10.1	Factores Sociales.....	16
3.10.2	Factores Económicos.....	16
3.10.3	Factores Estacionales.....	17
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.1	Ubicación.....	17
4.2	Diseño metodológico.....	17
4.3	Tipo de investigación.....	18
4.3.1	Metodología del estudio.....	18
5	RESULTADOS.....	37
6	DISCUSIÓN.....	60
7	CONCLUSIONES.....	61
8	BIBLIOGRAFÍA.....	64
9	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos por su procedencia y naturaleza .	4
Tabla 2. Población estimada para el año 2018	19
Tabla 3. Distribución de muestras por barrios.....	29
Tabla 4. Clasificación de niveles socioeconómicos Esomar.....	24
Tabla 5. Nivel socioeconómico ABC1	25
Tabla 6. Nivel socioeconómico C2.....	26
Tabla 7. Nivel socioeconómico C3.....	27
Tabla 8. Nivel socioeconómico D.....	27
Tabla 9. Nivel socio-económico E.....	29
Tabla 10. Generación per cápita de los residuos sólidos del estrato medio.....	47
Tabla 11. Generación per cápita de los residuos del estrato medio-bajo	51
Tabla 12. Proyección de la población y generación de RSD	54
Tabla 13. Composición promedio de los RSD, por estrato socioeconómico.....	55
Tabla 14. Volumen del recipiente m ³	58
Tabla 15. Peso volumétrico de los residuos generados diario Kg/m ³	58
Tabla 16. Cálculo del promedio semanal del peso volumétrico Kg/m ³	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gestión integral de residuos sólidos	9
Figura 2. Plano radio urbano de Apolo.....	19
Figura 3. Identificación de las viviendas seleccionadas en el.....	22
Figura 4. Encuesta a los habitantes de la localidad	23
Figura 5. Familia participante entregando los residuos sólidos	30
Figura 6. Pesaje de las bolsas con residuos sólidos	31
Figura 7. Homogenización de los residuos sólidos	32
Figura 8. Método de cuarteo	32
Figura 9. Cuarteo de los residuos Solidos.....	33
Figura 10. Determinación de la densidad.....	34
Figura 11. Cuantificación de subproductos	35
Figura 12. Nivel de educación del jefe de familia	37
Figura 13. Ocupación económica de los encuestados	38
Figura 14. Ingreso mensual	38
Figura 15. Tenencia de la vivienda	39
Figura 16. Material de construcción de la vivienda.....	39
Figura 17. Servicios básicos de las viviendas	40
Figura 18. Número de personas que habitan en la vivienda.....	40
Figura 19. Tipo de residuo que más se genera en las viviendas	41
Figura 20. Tipo de recipiente utilizado para disponer los residuos	41
Figura 21. Tiempo de llenado de los residuos sólidos.....	42
Figura 22. Lugar de la casa en donde tiene el contenedor de basura	42
Figura 23. Condiciones del recipiente de basura	43
Figura 24. Tiempo de recolección de la basura por parte del municipio	43
Figura 25. Acción que realiza cuando se acumula los residuos sólidos	44

Figura 26. Motivo de acumulación de residuos sólidos en calles	44
Figura 27. Conformidad acerca del servicio de residuos sólidos	45
Figura 28. Pago por los servicios de limpieza pública	45
Figura 29. Disposición a pagar por un servicio de recojo mejorado	46
Figura 30. Forma de pago por el servicio de recojo mejorado.....	47
Figura 31. Producción per cápita promedio de RSD, según días de la semana	53
Figura 32. Composición de los residuos sólidos por estrato socioeconómico ..	56
Figura 33. Composición promedio de los RSD.....	57
Figura 34. Peso volumétrico de los residuos sólidos semanal	59
Figura 35. Empadronamiento a viviendas	73
Figura 36. Sticker de identificación de viviendas participantes	73
Figura 37. Encuesta a representante de familia participante.....	74
Figura 38. Recepción de los residuos sólidos generados	74
Figura 39. Tara del recipiente cilíndrico	75
Figura 40. Cálculo del peso volumétrico de los RSD.....	75
Figura 41. Separación de los residuos por subproductos.....	76
Figura 42. Servicio de recolección de los residuos en la localidad de Apolo	76
Figura 43. Disposición final de los RS en el botadero municipal de Apolo	77
Figura 44. Incineración de RS por parte de los trabajadores de aseo urbano de la localidad de Apolo.....	77

1 INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2012) en el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en Bolivia, los problemas asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos se han acentuado en los últimos años, debido al crecimiento de los centros urbanos, mayor oferta de bienes de consumo y, por lo tanto, generación de residuos tanto en cantidad como en composición, los cuales en una comunidad aparecen como una consecuencia de su actividad económica y de su diario vivir generando impactos ambientales negativos como el deterioro de los ecosistemas y contaminación de los recursos naturales como agua, aire y suelos. En Bolivia se generan 4.782 toneladas de basura al día, cantidad que representa 1.745.430 toneladas al año y de los 337 municipios que existen en el país, 298 (90,8%) disponen sus residuos en botaderos a cielo abierto, terrenos baldíos, calles, quebradas y en otros casos simplemente se queman a cielo abierto, en todos estos casos el manejo de residuos carece de control y manejo adecuado.

Otro dato significativo da cuenta que del total de los municipios de Bolivia, el 9.2% tiene el servicio de barrido, recolección, transporte y disposición final (solo el 3.1% cuenta con rellenos sanitarios); el 39.8% del total de municipios cuenta con servicio inadecuado (solo recolección y transporte; la disposición final es a cielo abierto) y el 51%, especialmente los más pequeños, no cuenta con este servicio como refiere el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2012).

Del total de residuos generados a nivel nacional, aproximadamente el 45% se dispone en rellenos sanitarios, el 18% en botaderos controlados y el 37% en botaderos a cielo abierto. En este sentido, la situación del manejo de residuos sólidos en Bolivia es de carácter precario y se hace necesaria la implementación de rellenos sanitarios manuales para contrarrestar los impactos negativos de los basureros a cielo abierto de acuerdo a lo mencionado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Según la “Asociación Americana de Ingeniería Civil – ASCE” (2012), el relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y la seguridad pública; tampoco perjudica al medio ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo, este método utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en la menor superficie posible, reduciendo su volumen por compactación al mínimo practicable, cubriéndola con capas de tierra diariamente. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica”.

Entre las enfermedades más comunes producto del manejo inadecuado de la basura están el dengue, el parasitismo, las infecciones de la piel, así como enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, incluido el cáncer, producto de la quema de basura.

El área urbana de la localidad de Apolo está distribuida en 13 barrios, teniendo una estimación de población de 9.313 habitantes, tiene una cobertura de recolección de aproximadamente 60% y cuentan con un sitio de disposición final insuficiente, efectuándose esta actividad en tiraderos a cielo abierto los cuales no cuentan con infraestructura y métodos que permitan prevenir la contaminación del aire, suelo y agua. Teniendo en cuenta la problemática que en materia de recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos enfrenta especialmente la población, así como también la necesidad de contar con estudios actuales que permitan abordar esta problemática; razón por la cual, se eligió esta localidad para desarrollar la investigación.

Este proyecto contempló un estudio de caracterización, generación de residuos sólidos domiciliarios; aplicando normas de nuestro país correspondientes a esta actividad.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios generados en la localidad de Apolo del departamento de La Paz en el segundo periodo del 2018.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Estimar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios generados por estrato socioeconómico.
- ✓ Establecer la composición física de residuos sólidos domiciliarios generados por estrato socioeconómico
- ✓ Determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios generados en la localidad de estudio.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen de los residuos sólidos

Según Jaramillo (2003) los residuos sólidos municipales, son una masa heterogénea compuesta de los desechos provenientes de las viviendas, el comercio, la industria e instituciones y los desechos resultantes del barrido de vías y áreas públicas, cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

Los residuos sólidos se generan en todas aquellas actividades en las que los materiales son considerados sin ningún valor adicional por su propietario o poseedor y pueden ser abandonados y/o recogidos para su disposición final.

Para el caso de Bolivia, en el reglamento de gestión de residuos sólidos, define a los residuos sólidos como “Materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso que los generó, que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje” Para reducir la generación de residuos y mejorar su aprovechamiento y disposición final, el 28 de octubre de 2015 se promulgó la Ley N° 755 de

Gestión Integral de Residuos con el objeto de establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Estado Plurinacional de Bolivia, la cual se aplica a todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que generen residuos sólidos.

3.2 Clasificación básica de los residuos sólidos según su procedencia y naturaleza

En las siguiente Tabla 1 y los párrafos subsiguientes se describen la clasificación de los residuos sólidos, según el Reglamento en Gestión de Residuos Sólidos de la Ley de Medio Ambiente N° 1333.

Tabla 1.

Clasificación de los residuos sólidos por su procedencia y naturaleza

A. Residuos Domiciliarios
B. Residuos Voluminosos
C. Residuos Comerciales
D. Residuos Procedentes de la Limpieza de Áreas Públicas
<ul style="list-style-type: none"> E.1 Vehículos y electrodomésticos desechados E.2 Neumáticos desechados
E. Residuos especiales
<ul style="list-style-type: none"> E.3 Residuos Sanitarios No Peligrosos E.4 Animales muertos E.5 Escombros E.6 Jardinería
F. Residuos Industriales Asimilables a Domiciliarios
G. Restos de Mataderos
H. Lodos
I. Residuos Agrícolas, Ganaderos Y Forestales
J. Residuos Mineros y Metalúrgicos
K. Residuos Peligrosos

Fuente: Ley de Medio Ambiente N° 1333, Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos

3.2.1 Residuos domiciliarios

Son residuos sólidos producto de la actividad doméstica, que son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales.

3.2.2 Residuos Voluminosos

Son aquellos de origen doméstico, que debido a sus dimensiones no son adecuados para ser recogidos por los servicios municipales convencionales

3.2.3 Residuos comerciales

Son los generados en las distintas actividades de comercio y de prestación de servicios; incluyen los residuos sólidos de instituciones públicas y privadas.

3.2.4 Residuos procedentes de la limpieza de áreas públicas

Son los residuos sólidos procedentes de la actividad de limpieza de los espacios de convivencia y uso general de la población.

3.2.5 Residuos especiales

Son residuos de características muy diversas que se generan en el medio urbano y cuyas formas de recolección y tratamiento varían sustancialmente. Son los que se indican y definen a continuación:

3.2.5.1 Vehículos y electrodomésticos desechados

Se incluyen aquí todos los vehículos cuya vida útil ha finalizado, y los electrodomésticos fuera de uso. La misma, situación se presenta también en cualquier máquina clasificada como chatarra.

3.2.5.2 Llantas y neumáticos desechados

Son residuos de llantas y neumáticos abandonados, así como desechos de su fabricación.

3.2.5.3 Residuos sólidos sanitarios no peligrosos

Son aquellos residuos generados en la actividad de hospitales, clínicas, farmacias, laboratorios, veterinarias o en la actividad médica privada, docente y de investigación, que por sus características son asimilables a residuos domiciliarios.

3.2.5.4 Animales muertos

Cadáveres de animales o partes de ellos.

3.2.5.5 Escombros

Residuos resultantes de la demolición o construcción de obras civiles.

3.2.6 Residuos industriales asimilables a domiciliarios

Son residuos que se producen prácticamente sin excepción en todas las industrias y que por sus características pueden ser tratados conjuntamente con los residuos domiciliarios.

3.2.7 Restos de mataderos

Son los residuos generados en la faena de animales, particularmente mataderos.

3.2.8 Lodos

Residuos semisólidos generados en las fosas sépticas de viviendas, centros comerciales, oficinas o industrias y los producidos en las depuradoras comunales, industriales y comerciales de aguas, así como en las unidades de control de emanaciones atmosféricas.

3.2.9 Residuos Agrícolas, Ganaderos Y Forestales

Residuos sólidos producidos como resultado de actividades agrícolas, crianza de ganado y los residuos provenientes de la explotación de especies maderables y de jardinería.

3.2.10 Residuos mineros y metalúrgicos

Son producto de la extracción y explotación de minerales y los producidos en plantas de fundición o refinación de metales.

3.2.11 Residuos peligrosos

Son aquellos que conllevan riesgo potencial al ser humano o al ambiente, por poseer cualquiera de las siguientes características: Corrosividad, explosividad, inflamabilidad, patogenicidad, bioinfecciosidad, radiactividad, reactividad y toxicidad.

3.3 Composición de los residuos sólidos urbanos

La composición de los residuos sólidos urbanos debe ser conocida para la implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos. Generalmente esta composición se expresa en porcentajes por peso. La composición de estos residuos dependen en gran medida, de la cobertura de los servicios municipales, los hábitos de los ciudadanos, las actividades económicas a las que se dedican, las industrias existentes en la zona, entre otros. (Gaibor, 2013)

3.3.1 Residuos de alimentos

Su composición química es bien conocida: grasas, hidratos de carbono, proteínas, etc. Su presencia en el conjunto de los RSU presenta una gran variación entre zonas urbanas y rurales, ya que en éstas últimas se suelen utilizar en la alimentación de algunos animales domésticos. (Gaibor, 2013)

3.3.2 Papel y cartón

Para la fabricación de papel y el cartón se emplea madera y a través de un proceso químico que consume grandes cantidades de agua, energía y productos químicos, se obtiene la pasta de papel.

La materia prima, los árboles, son descortezados, troceados y en un proceso de digestión se obtiene la pasta. Ésta es lavada y blanqueada, y posteriormente se

procede a la fabricación de la hoja de papel o cartón. Se utiliza en forma de papel-prensa, envases, embalajes, etc. Su participación en el conjunto de los residuos es elevada debido a su gran consumo por habitante y año. (Gaibor, 2013)

3.3.3 Plásticos

El plástico se obtiene por la combinación de un polímero o varios, con aditivos y cargas, con el fin de obtener un material con unas propiedades determinadas.

Son compuestos de naturaleza orgánica, y en su composición intervienen fundamentalmente el Carbono y el Hidrógeno, además de otros elementos en menor proporción, como Oxígeno, Nitrógeno, Cloro, Azufre, Silicio, Fósforo, etc.

Se pueden obtener a partir de recursos naturales, renovables o no, aunque hay que precisar que todos los polímeros comerciales se obtienen a partir del petróleo. Los polímeros son materiales no naturales obtenidos del petróleo por la industria mediante reacciones de síntesis, lo que les hace ser materiales muy resistentes y prácticamente inalterables. (Gaibor, 2013)

3.3.4 Vidrio

El vidrio ha sido utilizado por el hombre para fabricar envases con que conservar sus alimentos desde hace varios miles de años.

En el proceso de su fabricación se emplean como materias primas: arena (sílice), sosa (carbonato sódico) y caliza (carbonato cálcico). A esto se le añaden otras sustancias, como colorantes, etc.

El consumo de vidrio es elevado e inciden de manera importante en el volumen total de los RSU. (Gaibor, 2013)

3.3.5 Otros residuos

Las pilas son dispositivos electroquímicos capaces de convertir la energía química en eléctrica. Pueden contener materiales peligrosos como el mercurio, el cadmio, cinc, plomo, níquel y litio.

Una sola pila de óxido de mercurio es capaz de contaminar 2 millones de litros de agua en los niveles nocivos para la salud. (Gaibor, 2013)

3.4 Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)

Es un complejo de operaciones, disposiciones y procesos sinérgicos entre los participantes en la producción y servicio, encaminados a dar a los residuos producidos la disposición que generen menor impacto desde el punto de vista ambiental y socioeconómico de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. A continuación se muestran las etapas de la Gestión integral de Residuos:

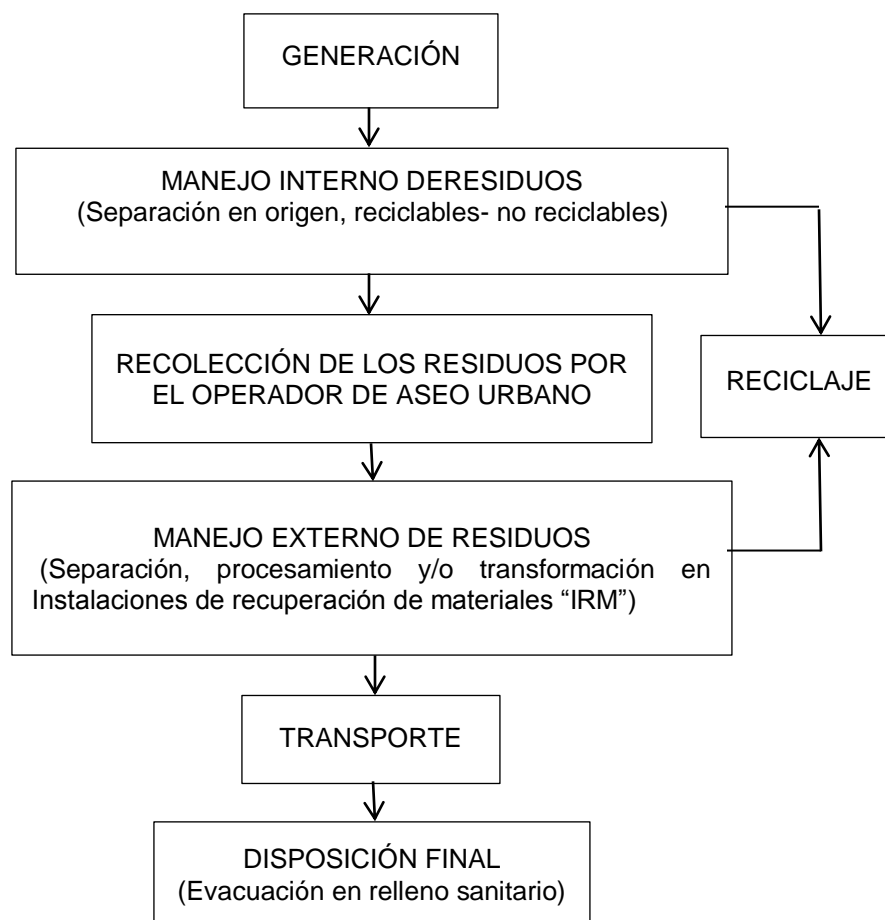


Figura 1. *Gestión integral de residuos sólidos*
Fuente: EMACRUZ (2013)

3.5 Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos

3.5.1 Riesgos ambientales para la salud

El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones de América Latina, se agrava como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y una concentración desmesurada en las áreas urbanas, así como de un desordenado desarrollo Industrial, a cambios no contemplados en los hábitos de consumo y a la ausencia de planificación urbana. Igualmente, influyen otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. (Higueras, 2010)

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos, los cuales si no se controlan y manejan adecuadamente afectan la salud de la comunidad; por, lo tanto, este se constituye en un motivo esencial para que se implementen las soluciones satisfactorias para realizar una correcta gestión y resolver los problemas de su manejo y disposición final. La preponderancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada. Sin embargo se les atribuye una incidencia importante en la transmisión de algunas enfermedades. Para comprender con mayor claridad los efectos de los residuos sólidos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos e indirectos. (Higueras, 2010)

3.5.2 Riesgos directos que afectan contra la salud.

Estos riesgos son ocasionados por el contacto directo con los residuos sólidos lo cual a veces, contiene excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas son los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de desechos, al uso de equipos inapropiados y la carencia de ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad.

En esta misma situación se encuentran los segregadores, cuya actividad de separación y selección de materiales es realizada en las peores condiciones sin la más mínima protección. Es necesario anotar que en todas estas personas se muestra una incidencia más alta de parásitos intestinales, que en el público en general, presentándose una ocurrencia mayor de lesiones que las de trabajadores del sector industrial, sobre todo en manos, pies, así como la aparición de enfermedades respiratorias y en la piel entre otras (Higueras, 2010)

3.5.3 Riesgos indirectos que atentan contra la salud.

Los riesgos causados por el manejo inadecuado de residuos sólidos son principalmente indirectos, y afectan al público en general. Ellos se originan por la proliferación de vectores sanitarios tales como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que encuentran en los residuos sólidos su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción. Alimentar animales con basuras (cerdos, aves, etc.), es una práctica no recomendable como mecanismo de eliminación de la basura, puesto que se corre el riesgo de deteriorar la salud de la personas. El consumo de cerdos alimentados con basuras causa en los seres humanos enfermedades como la triquinosis, cisticercosis, etc. (Higueras, 2010)

3.5.4 Contaminación del agua.

Uno de los efectos ambientales más serios consiste en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ocasionado por la disposición de residuos a los ríos y quebradas y por el líquido percolado "lixiviado" de los botaderos de residuos a cielo abierto. La descarga de los residuos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes de nitrógeno y fosforo y por consiguiente las algas que dan lugar a la eutrofización; igualmente, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora el aspecto estético. A causa de esta circunstancia en muchas

ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población. (Higueras, 2010)

3.5.5 Contaminación del suelo.

Se presenta un deterioro estético y se desvaloriza el terreno sometido al abandono y acumulación de los desechos sólidos así como las áreas vecinas. Por otro lado se contamina el suelo debido a las distintas sustancias depositadas allí sin ningún control.

3.5.6 Contaminación del aire.

En botaderos a cielo abierto es evidente el impacto negativo causado por los residuos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad, siendo causa de irritaciones nasales y de la vista, así como el incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores. (Higueras, 2010)

3.6 Aprovechamiento de los Residuos Sólidos

El aprovechamiento consiste en utilizar los Residuos Sólidos como materias primas o insumos para la fabricación de nuevos productos (reciclaje y compostaje) o para la reutilización en fines distintos a los iniciales. (Jaramillo, 2008)

Los residuos se pueden aprovechar siempre y cuando estén seleccionados en origen y recolectados de forma diferenciada. El aprovechamiento de residuos se puede realizar mediante:

- ✓ El Reúso
- ✓ El Reciclaje
- ✓ El Compostaje o Lombricultura

3.6.1 El reúso

García (2010) “El reúso de los residuos sólidos consiste en aprovechar los residuos sólidos, dándole una nueva utilidad para otros fines. Por ejemplo, utilizar las latas de leche como maceta, los envases de mantequilla como vaso o porta lápices, los palitos de helado para manualidades. El reúso no requiere de procesos complicados, simplemente con utilizarlos en una nueva función o una parecida a la original, basta. Casi todos los residuos mientras no sean peligrosos pueden reusar, solo es necesarios tener creatividad e imaginación”

3.6.2 El Reciclaje

De acuerdo al Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos – Ley 1333 (1992) el reciclaje es aquel proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente. Existen materiales como el aluminio y el vidrio que pueden ser reciclados “indefinidamente”.

3.6.3 Compostaje

El compostaje es la transformación de estiércol animal, residuos de alimentos, frutas y jardín por acción de los microorganismos descomponedores en abono orgánico. Los residuos orgánicos se deben recolectar por separado en el sitio de origen o en la fuente. Son muchos los beneficios del compostaje: Es un acondicionador y recuperador de suelos por su alto contenido orgánico, sirve como fuente de nutrición natural para las plantas, mantiene la humedad del suelo, permite el desarrollo de los microorganismos benéficos, que a su vez ayudan a prevenir las plagas y enfermedades de las raíces, mejora las propiedades físicas del suelo como textura, estructura y porosidad, es más económico, se puede producir fácilmente y aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios. El aprovechamiento del compost de residuos sólidos urbanos en la agricultura como enmienda del suelo y su valor agrícola procede del contenido en materia orgánica y elementos fertilizantes. (Puerta, 2002)

3.7 Disposición de residuos sólidos

El manejo inadecuado de los residuos sólidos representa un peligro para la salud de las personas y para el medio ambiente. Es así que disponer los residuos en basurales sin control y otras prácticas inapropiadas ocasionan la contaminación del aire, del agua y del suelo, facilitando la proliferación de vectores de enfermedades que pueden directa o indirectamente causar impactos desfavorables sobre la salud de la población, los trabajadores del servicio de aseo y de las personas dedicadas a la recuperación de algunos de estos residuos. Hasta hace poco tiempo, ante la descarga indiscriminada de residuos en el medio, éste respondía con una notable capacidad de regeneración. Pero esto ha cambiado, hay un límite, de carácter irreversible. El volumen de residuos generados aumenta a un ritmo muy superior a la capacidad de tratamiento y eliminación adecuada, esto representa un gran desafío para el medio profesional teniendo la responsabilidad de encontrar una solución a este problema. (Cerrato, 2006)

3.7.1 Relleno Sanitario

La definición más aceptada de relleno sanitario es la dada por la sociedad de ingenieros civiles (ASCE) ; relleno sanitario es una técnica para la disposición de residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada. (Cerrato, 2006)

3.8 Estudio de caracterización de residuos sólidos

Es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos en este caso municipales, constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios, como son: la cantidad

de residuos, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico. Esta información permite la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos y también la planificación administrativa y financiera, ya que sabiendo cuánto de residuos sólidos se genera en cada una de las actividades que se producen en el distrito, se puede calcular la tasa de cobros y como tal representa un insumo fundamental para elaborar una serie de instrumentos de gestión ambiental de residuos sólidos así como proyectos de inversión pública referidos a gestión de residuos sólidos y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. (Ministerio de Medio Ambiente Perú, 2014)

3.9 Parámetros para caracterización de residuos Sólidos domiciliarios

El Ministerio de medio ambiente de Perú (2014) afirma que los principales parámetros a determinar en el estudio de caracterización tanto para los domiciliarios y los no domiciliarios son:

3.9.1 Generación

Este parámetro es importante para conocer la generación total de residuos sólidos, de esta manera se puede dimensionar el equipamiento para su recolección, transporte e infraestructura.

3.9.2 Composición

Permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos.

3.9.3 Densidad

Se usa para dimensionar el equipamiento de almacenamiento público de residuos (contenedores, papeleras, etc.)

3.9.4 Humedad

Se usa en el diseño de rellenos sanitarios para estimar la generación de lixiviados.

3.10 Factores a considerar para la caracterización de Residuos sólidos

CONAMA ¹(2006) refiere que los factores a considerar en el proceso de caracterización de los residuos sólidos podrían tener incidencia al momento de planificar el trabajo, y a su vez pueden hacer variar el proceso de toma de muestras y en definitiva todo el sistema de investigación.

3.10.1 Factores Sociales

Este es un factor que juega un papel preponderante dentro de una caracterización, ya que nuestra sociedad está compuesta por al menos de tres sectores sociales alto, medio y bajo, teniendo cada uno de ellos sistemas de vida diferentes los cuáles están asociados con factores cómo; nivel educacional alcanzado, nivel económico y otros. Lo que conlleva que cada sector tenga una producción de residuos distinta que en definitiva afectará los resultados de la caracterización.

3.10.2 Factores Económicos

Estos poseen una gran influencia en el proceso de caracterización dado que es el que determina en definitiva el nivel o calidad de vida y su ubicación geográfica dentro de los límites urbanos de la región a estudiar. Este factor es claramente el que influye en el tipo de basura que se extrae de cada uno de los sectores sociales identificados y esto se traduce en que aquellos sectores económicamente altos consuman más productos envasados, mientras que en otros no ocurre lo mismo.

¹ Comisión Nacional de Medio Ambiente

3.10.3 Factores Estacionales

Son muy importantes en el proceso de caracterización debido principalmente a la aparición y salida del mercado de frutas de las diferentes estaciones que conforman el año, así como también de algunos elementos no comestibles que predominan en otras, lo que origina las variaciones de los porcentajes de los diferentes elementos en que se componen los residuos sólidos y también de su humedad. Es por esta razón que los residuos sólidos son elementos que no permanecen constantes en el tiempo, al contrario, están en continuo cambio y evolución de sus características y es así que estas varían considerablemente de una estación del año a otra. Sin embargo dadas las tendencias de consumo actual y la gran cantidad de productos disponibles durante todo el año no deberían esperarse fuertes cambios estacionales como en la década pasada, sin embargo este factor no es considerado en el presente estudio. (CONAMA, 2006).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación

Departamento : La Paz
Provincia : Franz Tamayo
Municipio : Apolo
Localidad : Apolo

4.2 Diseño metodológico

La presente investigación tiene un enfoque mixto entre lo cualitativo y cuantitativo como señala Hernández (2010) “Los métodos mixtos no nos proveen de soluciones perfectas, hasta hoy, son la mejor alternativa para indagar científicamente cualquier problema de investigación. Conjuntan información cuantitativa y cualitativa, y la convierten en conocimiento sustantivo y profundo”.

Newman (2006) también indica que el enfoque mixto logra una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno. Nuestra percepción de éste resulta más integral, completa y holística

Si son empleados dos métodos con fortalezas y debilidades propias que llegan a los mismos resultados, se incrementa nuestra confianza en que éstos son una representación fiel, genuina y fidedigna de lo que ocurre con el fenómeno estudiado y la investigación se sustenta en las fortalezas de cada método y no en sus debilidades potenciales. (Hernandez, 2010)

4.3 Tipo de investigación

El tipo de indagación es descriptivo, Hernández (2006) menciona que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga.

4.3.1 Metodología del estudio

Para la realización del estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Apolo se ha seguido los siguientes pasos, según la metodología descrita por CEPIS en su Análisis de residuos sólidos:

Paso 1: Zonificación del área de estudio

En el mapa de zonificación de la localidad, se delimitó las áreas pertenecientes a los diferentes barrios de la localidad para ubicar las muestras de viviendas considerados para el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios, las cuales se observa en la Figura 2.

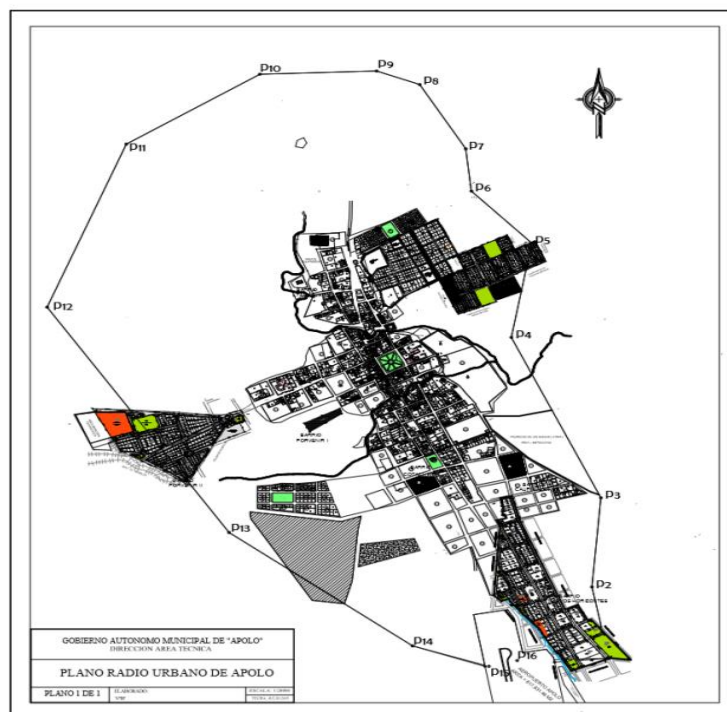


Figura 2. *Plano radio urbano de Apolo*

Fuente: Gobierno autónomo municipal de Apolo

Paso 2: Determinación de la población actual

Para determinar la población actual se ha considerado datos poblaciones provenientes de la unidad de catastro del municipio de Apolo, donde indica que existen 2.587 viviendas. Una vez determinada la cantidad de viviendas, se tomó como referencia datos de la encuesta a Hogares realizada por el INE en el año 2015 donde indica que a nivel nacional el tamaño medio del hogar es de 3,6 personas. Teniendo esta información se realizó la proyección de la población siendo 9.313 habitantes para la gestión 2018.

Tabla 2. *Población estimada para el año 2018*

Departamento	Provincia	Municipio	Localidad
La Paz	Franz Tamayo	Apolo	Apolo
2.883.494	28.803	21.764	9.313

Fuente: Elaboración propia en base a proyecciones INE 2012-2020

Paso 3: Determinación del número de viviendas

Para determinar el número viviendas se utilizó la fórmula propuesta por Sakurai publicada en la HDT-N°97 CEPIS², 2005 y sugerida por el Instructivo N°2 del MINAN³ para el año 2016, la que se describe a continuación:

$$n = \frac{(z^2)(N)(\sigma^2)}{(N - 1)(E^2) + (z^2)(\sigma^2)}$$

Dónde:

- n: Número de muestras
 N: Total de viviendas = 2587
 Z: Nivel de confianza = 99% = 2,58
 σ : Desviación estándar = 0,25
 E: 10% del GPC nacional = 0,050

Reemplazando la fórmula se tiene:

$$n = \frac{(2,58^2)(2587)(0,25^2)}{(2587 - 1)(0,050^2) + (2,58^2)(0,25^2)}$$

$$n = \frac{1076,256675}{6,881025}$$

$$n = 156$$

Aplicada la fórmula, se obtuvo como resultado 156 viviendas. Por lo que por cuestiones metodológicas con el fin de obtener la cantidad establecida y evitar un sesgo por la ausencia del jefe de familia o algún miembro de la vivienda y otros motivos que pudieran incidir en la recolección de los residuos sólidos

² Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del Ambiente

³ Ministerio del Ambiente

generados, se incrementó un 10% como contingencia correspondiendo a 16 viviendas más teniendo un total de 172 viviendas.

Paso 4: Distribución de las muestras: Muestreo aleatorio simple

El método para la distribución de muestras fue el muestreo Aleatorio Simple por áreas, el cual consiste en tomar muestras de manera aleatoria en cada área de estudio, de acuerdo al tamaño de cada una de ellas, de tal forma que sea proporcional.

El Muestreo Aleatorio Simple o sin reposición consiste en un procedimiento de selección en que todas las unidades de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidas; pero al ser la población finita, la probabilidad de que salga un elemento dependerá de los que fueron separados anteriormente para formar parte de la muestra y dejaron, por tanto de pertenecer a los seleccionables. Teniendo presente además que el orden de colocación de los elementos en las muestras no interviene, es decir, muestras colocadas en órdenes distintos se consideran iguales. De esta manera las muestras con elementos repetidos no son posibles. Siendo el procedimiento de elección con probabilidades iguales, teniendo todas las unidades la misma probabilidad de conformar la muestra. (Ochoa, 2015).

En este sentido para la elección de las viviendas se aplicó el muestreo aleatorio simple, para lo que se construyó una base de datos en el programa informático Excel donde se colocó el código de cada vivienda del número 1 al 2587 y a través de una función aleatoria por barrio se han obtenido las 172 viviendas distribuidas en los diferentes barrios para la recolección de los residuos sólidos. En base a esta selección han sido identificadas las viviendas en el plano catastral.

Tabla 3.
Distribución de muestras por barrios

N°	Barrio	Viviendas	%	Muestras
1	Central	346	13	23
2	Iltasagua	324	13	22
3	Cotachimpa	319	12	21
4	Nuevos Horizontes	281	11	19
5	Caupolicán	252	10	17
6	Litoral	268	10	18
7	Porvenir I	134	5	9
8	Porvenir II	118	5	8
9	Madidi	184	7	12
10	Juan Pablo II	142	5	9
11	Mirador del norte	100	4	7
12	San José	75	3	5
13	Norte de Yalihuara	44	2	3
TOTAL		2587	100	172

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Municipio de Apolo



Figura 3. *Identificación de las viviendas seleccionadas en el plano catastral de la localidad de Apolo*

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Aplicación de encuesta e identificación de niveles socioeconómicos.

En relación a las encuestas fueron aplicadas con la finalidad de identificar el estrato socioeconómico, conocer la percepción de la población y las condiciones de manejo de sus residuos sólidos, así como tener un referente de los aspectos que condicionan la realidad de la población ; que nos proporciona información de la aproximación de la cantidad de residuos generados, condiciones de almacenamiento de residuos sólidos, frecuencia deseada y la percepción del actual servicio de limpieza pública, entre otros.



Figura 4. *Encuesta a los habitantes de la localidad*

Fuente: Elaboración propia

Para identificar el nivel socioeconómico se utilizó el método de calificación socioeconómica ESOMAR⁴. Este método, se restringe a las variables posición laboral y educación, y es ampliamente utilizado en investigaciones de diverso ámbito en países de América Latina.

Al respecto se debe señalar que el nivel socioeconómico de acuerdo a ESOMAR, se basa en sólo dos variables, el nivel educacional del jefe de hogar y la tenencia de un conjunto de bienes. Las variables se combinan en una “Matriz de Clasificación Socio-Económica”, la que determina el nivel socioeconómico de cada familia de acuerdo a las combinaciones entre las variables, generándose los siguientes grupos que se indican en la Tabla 4.

Tabla 4.
Clasificación de niveles socioeconómicos ESOMAR

Clasificación	Grupo Equivalente
A = Muy Alto	
B = Alto	ABC1
Ca = Medio-Alto	C2
Cb = Medio	C3
D = Medio-Bajo	D
E = Bajo	E (pobreza)

Fuente: Inversiones de Mercado (2005)

Los GSE⁵ se describen por los siguientes estratos socioeconómicos: ABC1, C2, C3, D y E, los cuales cuentan en términos generales con las siguientes características descritas a continuación:

⁴ Asociación Europea de Investigación de Mercado

⁵ Grupos Socioeconómicos

Tabla 5.
Nivel socioeconómico ABC1

Parámetro	Descripción
Habitación	Barrio Se ubican en los mejores sectores de la ciudad (exclusivos), generalmente homogéneos. Áreas verdes bien ornamentadas y cuidadas. Fácil acceso a Centros, Permanente mejoramiento de las vías de circulación.
	Vivienda Viviendas amplias o departamentos en edificios de lujo, de construcción nueva, bonita apariencia, construcción de paredes sólidas y bien terminadas, rodeados de jardines, estacionamiento privado. Detalles de buen gusto en terminaciones. Condominios de casas independientes con guardia de seguridad. Valor sobre U.F. 4.000 Servicio doméstico 72%
Jefe de hogar	Educación La mayoría son profesionales universitarios con carreras tradicionales. Posibles estudios de postgrado. Promedio años de estudio del jefe de hogar profesional: 17 a 20.
	Actividades Presidentes, Gerentes Generales, Empresarios de Grandes y Medianas Empresas, Altos Ejecutivos, Profesionales liberales de éxito.
Posesiones	Automóvil El 95% tiene vehículo. Promedio : 19.660,76
Ingreso familiar (Bs)	Mínimo : 12.348 Máximo : 51.450

Fuente: Elaboración propia en base a Inversiones de Mercado (2005)

Tabla 6.
Nivel socioeconómico C2

Parámetro	Descripción
Habitación	Barrio Se ubican alejados del centro de la ciudad, son sectores tradicionales o conjuntos de muchas viviendas nuevas. Calles limpia y cuidada con pavimento en buen estado. Existe preocupación por el aseo y ornato.
	Vivienda Departamentos. Viviendas de regular tamaño, bonita fachada, bien cuidada, sólida y bien terminada. Los valores de estas viviendas oscilan entre U.F. 2.000 y 3.500. Servicio doméstico 43%
Jefe de hogar	Educación Un grupo importante son Profesionales Universitarios con carreras de primer y segundo nivel de prestigio. Promedio años de estudio del jefe de hogar profesional: 14 a 17
	Actividades Empresarios de Pequeñas Empresas, Profesionales liberales jóvenes, Ejecutivos de Nivel Medio: Subgerentes, Jefes de Departamento, Jefes de Venta, Vendedores de cierto nivel. Generalmente dependientes.
Posesiones	Automóvil El 61% tiene vehículo.
Ingreso familiar (Bs)	Promedio : 7360,78
	Mínimo : 4.596,2
	Máximo : 12.348 o más

Fuente: Elaboración propia en base a Inversiones de Mercado (2005)

Tabla 7.
Nivel socioeconómico C3

Parámetro		Descripción
Habitación	Barrio	Sectores antiguos de la ciudad, populares y relativamente modestos, mezclados con C2 y otros con D; poblaciones de alta densidad. Calles medianamente limpias, césped en forma irregular. Acceden tanto a grandes supermercados como a almacenes de barrio
	Vivienda	Casa de material sólido. Si es una construcción moderna, el tamaño varía de mediana a pequeña y generalmente son pareadas. La fachada o la pintura están medianamente mantenidas, con algunos deterioros. Se observa, en general, pocos cuidados. Viviendas de valores que van de las U.F. 600 a las 2.000. Servicio doméstico: 10%
Jefe de hogar	Educación	La mayoría son personas sin estudios de nivel superior, pero hay un grupo importante que es profesional universitario (profesores), o de institutos profesionales o centros de formación técnica. Promedio años de estudio del jefe de hogar: 10 a 14
	Actividades	Comerciantes pequeños, Profesores de Colegio, Empleados Administrativos, Vendedores de Comercio, Obreros Especializados y otras actividades similares.
Posesiones	Automóvil	El 29% tiene vehículo. Promedio : 3.546,62 Mínimo : 3.018,4
Ingreso familiar (Bs)		Máximo : 4.596 o más

Fuente: Elaboración propia en base a Inversiones de Mercado (2005)

Tabla 8.
Nivel socioeconómico D

Parámetro		Descripción
Habitación	Barrio	Grandes poblaciones antiguas, en sectores viejos, de tipo popular y gran densidad de población. Calles de veredas estrechas con pavimento en regular estado, medianamente limpias, sin áreas verdes, escasos árboles.
	Vivienda	Construcción pequeña tipo económica, de material ligero con ampliaciones y agregados. Si es sólida, carece de terminaciones o se encuentra relativamente deteriorada. Valor de la vivienda que oscila entre U.F. 100 y 600. Servicio doméstico: 2%
Jefe de hogar	Educación	La mayoría son personas con estudios básicos o medios incompletos. Hay un grupo, cada vez más importante, con estudios medios completos. Promedio años estudio del jefe de hogar: 6 a 10
	Actividades	Obreros en general, empleados de nivel bajo (junior), empleadas domésticas, lavanderas, costureras, jardineros, camareras, dependientes de comercio menor.
Poseiones	Automóvil	El 10% tiene vehículo
Ingreso familiar (Bs)		Promedio : 2.003,12
		Mínimo : 1495,48
		Máximo : 3.018,4 o más

Fuente: Elaboración propia en base a Inversiones de Mercado (2005)

Tabla 9.
Nivel socio-económico E

Parámetro	Descripción
Habitación	Barrio Sectores muy populares, pobres y peligrosos. Calles sin pavimentar con veredas en regular estado, estrechas si las hay. Sin áreas verdes. Poca urbanización.
	Vivienda Viviendas de material ligero, pequeña, en malas condiciones, descuidada. Una o dos habitaciones que funcionan como comedor, cocina y dormitorio. Generalmente en un mismo lugar se agrupan varias familias
Jefe de hogar	Educación La mayoría son personas con estudios básicos incompletos. Promedio años de estudio del jefe de hogar: Menos de 5.
	Actividades Trabajos ocasionales, aseadores, lavadores de autos.
Posesiones	Automóvil No poseen vehículo
Ingreso familiar (Bs)	Promedio : 878,08 Mínimo : 432,18 o menos Máximo : 1.495,48

Fuente: Elaboración propia en base a Inversiones de Mercado (2005)

Según los resultados de las encuestas se identificaron 117 familias pertenecientes al estrato medio y 55 al estrato medio-bajo.

Paso 6: Muestreo y caracterización

Para la recolección de los residuos sólidos en los dos niveles socioeconómicos identificados (Medio, medio-bajo) se llevó a cabo mediante la siguiente secuencia de actividades:

a) Recolección diaria

A partir del día 0 se inició la recolección diaria en cada estrato, a la cual se denominó Actividad de Barrido. Esto sirve únicamente como una operación de limpieza para asegurar que los residuos generados correspondan a un día. Simultáneamente, con la operación de limpieza, se entregó una nueva bolsa codificada y diferenciada por dos colores (Nivel socioeconómico medio, color rojo; Nivel socioeconómico medio-bajo, color morado) para el almacenamiento de los residuos que se generaban en las siguientes 24 horas.

A partir del día 1, se efectuó la recolección diaria de los residuos generados en cada vivienda por estrato, así como la entrega de una nueva bolsa de polietileno. Al término de la recolección, se trasladaban los residuos sólidos al centro de recepción. A continuación se presentan en forma sintetizada los puntos más relevantes del procedimiento utilizado.



Figura 5. *Familia participante entregando los residuos sólidos*
Fuente: Elaboración propia

b) Procedimiento de Recepción

Teniendo las muestras identificadas de cada estrato, se procedió a pesar cada una de ellas en una balanza de 50 Kg, llevando el control del peso con el código de identificación por estrato.



Figura 6. *Pesaje de las bolsas con residuos sólidos*

Fuente: Elaboración propia

c) Operación de cuarteo

Se depositaron en el área de cuarteo las muestras correspondientes a un estrato; se mezcló tratando de homogenizar las muestras, dispersándose en toda el área. El total de material de las muestras se dividió en cuatro partes iguales, denominadas sectores A, B, C y D. Se seleccionaron los sectores A y D, desechándose lo restante; con lo que queda se efectuó la homogenización y se repitió la operación hasta obtener mínimo 50 kg de acuerdo a la norma los datos obtenidos se registraron en el formulario “Formulario de campo para el cuarteo de los residuos sólidos” (ver Anexo II)



Figura 7. Homogenización de los residuos sólidos
Fuente: Elaboración propia

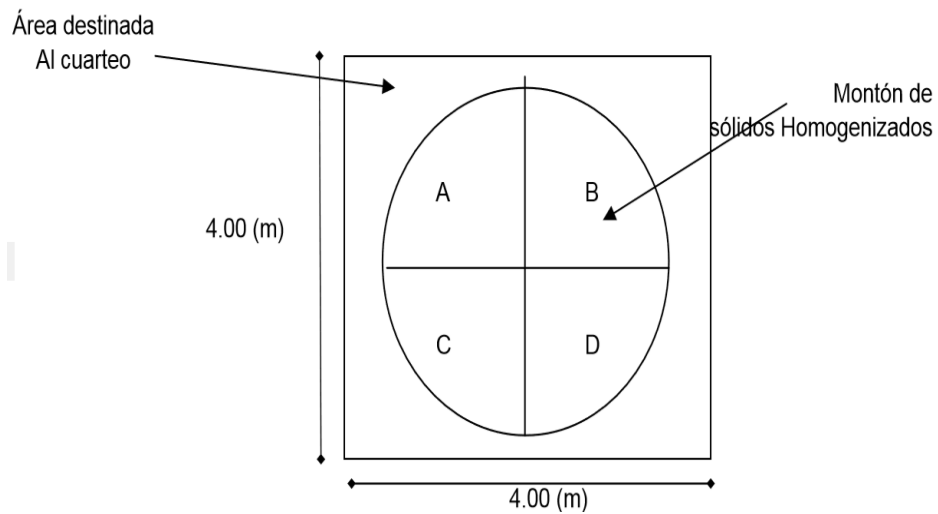


Figura 8. Método de cuarteo
Fuente: Norma Boliviana NB 743⁶ (1996)

⁶ Residuos sólidos – Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales



Figura 9. *Cuarteo de los residuos Sólidos*

Fuente: Elaboración propia

d) Determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios.

El peso volumétrico de los residuos se determinó utilizando un cilindro de 0,20 m³, cuyas dimensiones de altura y diámetro fueron tomadas; el procedimiento fue el siguiente:

- ✓ Se utilizó un cilindro uniforme de 0,200 m³ de capacidad, diámetro: 0,56 m, Altura : 0,82 m y peso 11 Kg.
- ✓ Se llenó el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo
- ✓ Se levantó el cilindro entre 10 cm y 15 cm y se dejó caer al suelo por tres veces para eliminar los espacios vacíos entre los residuos.
- ✓ Se midió la altura libre entre los residuos sólidos y el borde del cilindro.

Aplicándose para el cálculo la siguiente fórmula:

$$Pv = \frac{P}{\pi(D/2)^2(H - h)} = \frac{P}{V}$$

Dónde:

Pv = peso volumétrico de los residuos sólidos, en Kg./ m³

P = peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en Kg

V = Volumen del recipiente, en m³

π = Constante PI

D = Diámetro del Cilindro

H = Altura total del cilindro

h = Altura basal no ocupada por los residuos



Figura 10. *Determinación de la densidad*
Fuente: Elaboración propia

e) Selección y cuantificación de subproductos

Con 50 Kg de residuos sólidos de las porciones B y C del cuarteo, se realizó la separación de subproductos tal como establece la NB 743 depositándose en bolsas de polietileno para pesarlo posteriormente. Los pesos de cada subproducto fueron registrados en la hoja de campo correspondiente.



Figura 11. *Cuantificación de subproductos*
Fuente: Elaboración propia

El porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{PS}{PT} \cdot 100$$

Dónde:

% = porcentaje del subproducto considerado

PS = peso del subproducto considerado, en Kg, descontando el peso de la bolsa empleada

PT = peso Total de la muestra (mínimo 50 Kg.)

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes, debe ser como mínimo el 95 % del peso total de la muestra (PT). En caso contrario, se debe repetir la determinación. (Norma Boliviana 743, 1996)

f) Obtención de la GPC⁷ de los residuos sólidos domiciliarios

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y sus características socioeconómicas.

Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramos por habitante por día (Kg/persona/día). Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente fórmula.

$$GPC \text{ estrato} = \frac{Kg. \text{ Día1} + Kg. \text{ Día2} + Kg. \text{ Día3} + Kg. \text{ Día4} + Kg. \text{ Día5} + Kg. \text{ Día6} + Kg. \text{ Día7}}{N^{\circ} \text{ de hab. } \times 7 \text{ días}}$$

Se determinó la generación per cápita domiciliaria de la localidad, mediante el promedio de los GPC por estrato, según se indica en la siguiente fórmula:

$$GPC \text{ dom. población} = \frac{GPC 1 + GPC 2}{n}$$

Dónde:

n = número de viviendas

GPC Dom. población = kg/hab/día

⁷ Generación Per cápita

5 RESULTADOS

5.1 Resultados de la percepción de la población encuestada

Las encuestas se aplicaron días previo a la recolección de las muestras de las viviendas participantes, se encuestó principalmente a las amas de casa o a un representante adulto de la familia, se realizó 172 encuestas distribuidas en los 13 barrios de la población. Las encuestas tienen por objetivo obtener información sobre características económicas, características de las viviendas, generación y almacenamiento de los residuos sólidos, recolección y pago del servicio.

Se analizaron los resultados de las encuestas y se dedujo que el 67% de los encuestados pertenece al estrato Medio, y 33 % al estrato Medio-bajo.

5.1.1 Nivel de educación del jefe de familia (Persona que aporta el ingreso principal del hogar)

Con relación al nivel de educación del Jefe de familia, corresponde que el 34% tiene estudios de secundaria completa, 22% egresados de la universidad, 12% cuentan con estudios a nivel técnico, 12% con estudios de primaria, 7% universidad incompleta, 5% técnico incompleto, 4% con estudios de postgrado, 2% primaria incompleta, y el 2% secundaria incompleta.

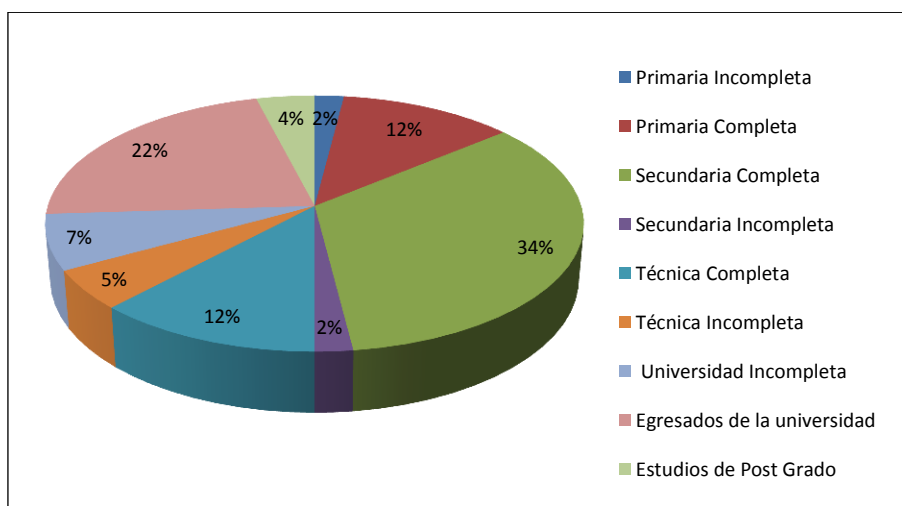


Figura 12. Nivel de educación del jefe de familia
Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Ocupación Económica

Sobre la ocupación económica respondió el 30% que son profesionales en diferentes áreas del conocimiento, el 20 % obreros que trabajan en diferentes rubros, el 18% auxiliares de oficina y otros, el 14% comerciantes; un 10% amas de casa, el 5% empresarios y un 3% están desempleados.

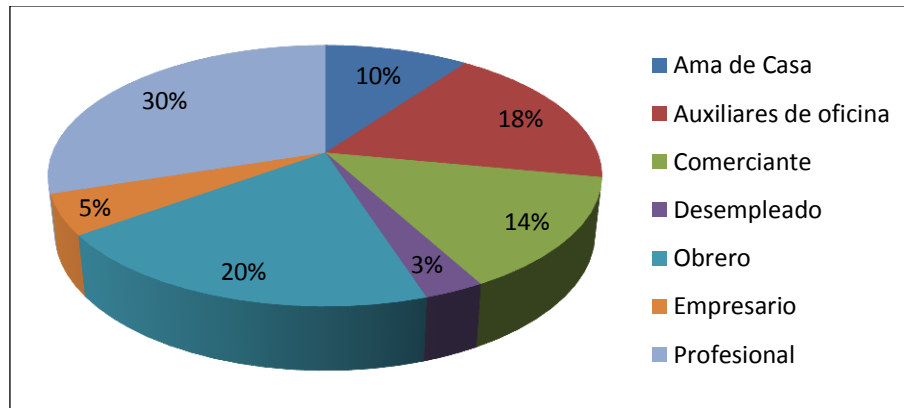


Figura 13. *Ocupación económica de los encuestados*

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Ingreso familiar al mes

Respecto a los ingresos mensuales de las familias de los encuestados, se obtuvo que el 33% tiene un ingreso mensual de 3500 a 5500 bolivianos, 26 % cuentan con salario mínimo de 2060 Bs, 20% tiene un ingreso familiar mensual entre 5500 a 8000, 15% 8000 Bs y un 6% percibe un salario de 1000 Bs.

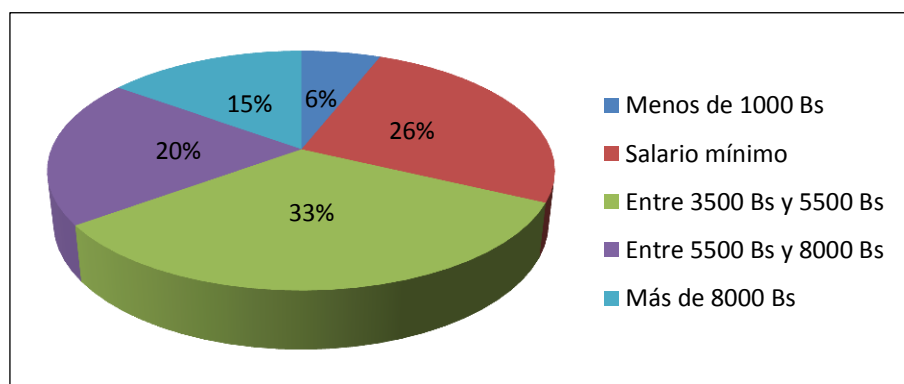


Figura 14. *Ingreso mensual*

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Tenencia de la vivienda

Con respecto a la tenencia de vivienda el 82% son propias y un 18% corresponde a viviendas alquiladas

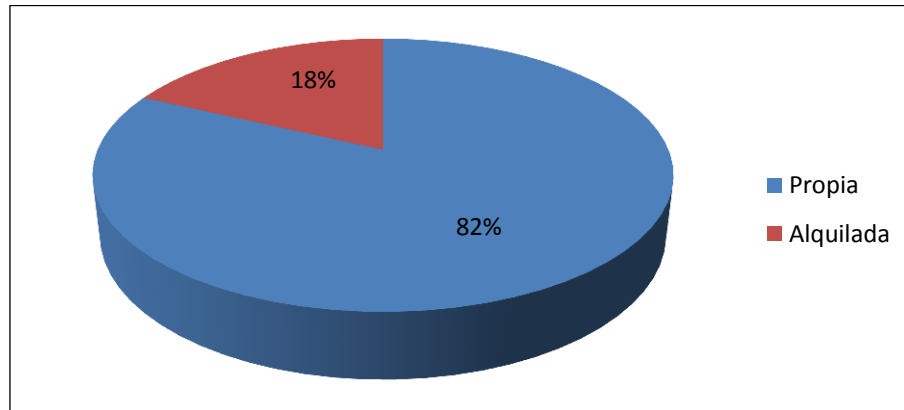


Figura 15. *Tenencia de la vivienda*

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Material predominante en la casa

El material predominante en la construcción de sus viviendas es de adobe correspondiendo al 72%, y el 28% son de ladrillo

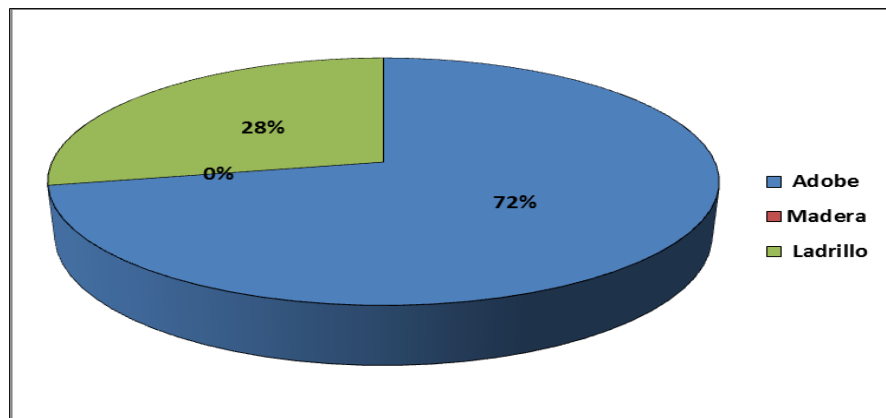


Figura 16. *Material de construcción de la vivienda*

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Servicios básicos de las viviendas

Los servicios básicos de las viviendas, difiere según la ubicación de la vivienda y el nivel socioeconómico. El 33% de las viviendas tienen servicio de luz y

agua; el 36% cuenta con los servicios de luz, agua y Tv cable y un 31% con luz, agua, alcantarillado y Tv cable.

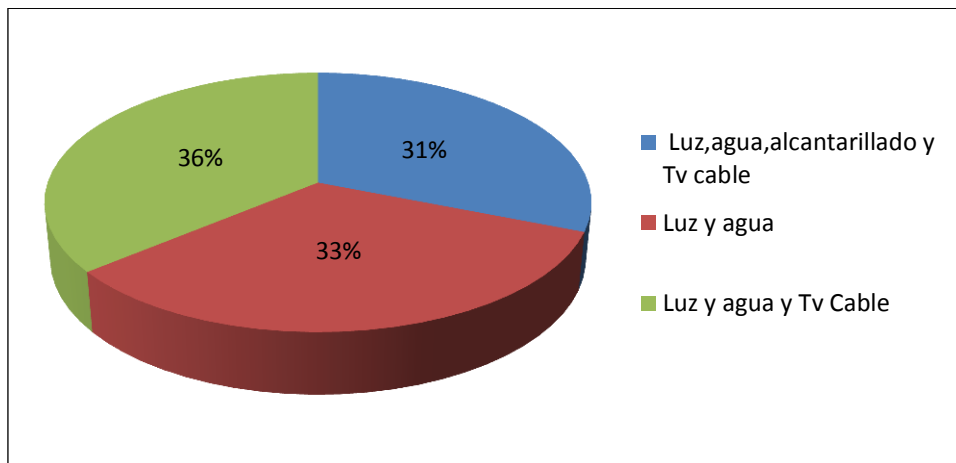


Figura 17. *Servicios básicos de las viviendas*
Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Número de personas que habitan en la vivienda

Referente al número de personas que habitan en la vivienda el 48% está conformado por 4 personas, 35% de 3 personas y 17% por 5 personas.

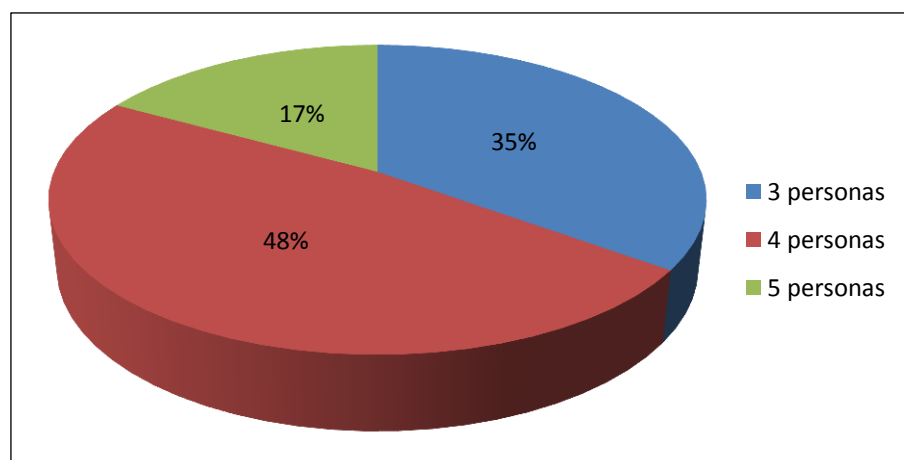


Figura 18. *Número de personas que habitan en la vivienda*
Fuente: Elaboración propia

5.1.8 Tipos de residuos que más generan en las viviendas

Los tipos de residuos que más generan en las viviendas en base a la encuesta realizada refiere un 58% que corresponde a desechos de alimentos, el 18% plásticos, 14% papeles y el 10% latas.

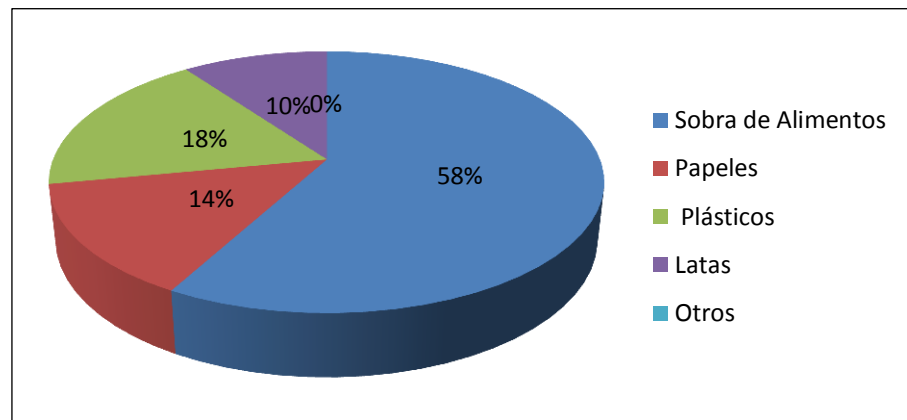


Figura 19. *Tipo de residuo que más se genera en las viviendas*
Fuente: Elaboración propia

5.1.9 Tipo de recipiente utilizado para disponer los residuos sólidos

Con respecto al tipo de recipiente utilizado para disposición de los residuos sólidos un 45% bolsas de yute, 29% bolsas plásticas, 21% tacho de plástico y el 5% cartón.

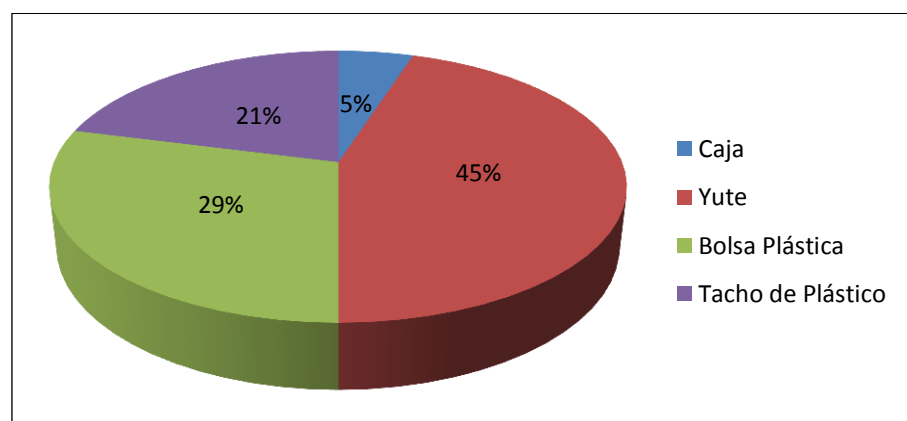


Figura 20. *Tipo de recipiente utilizado para disponer los residuos sólidos*

Fuente: Elaboración propia

5.1.10 Tiempo de llenado de los residuos sólidos

Un 38% de los encuestados indicó que sus recipientes se llenan en dos días, 35% en tres días, 19% un día y finalmente un 8% en más de tres días; esta información es de utilidad para determinar las frecuencias de recolección necesarias.

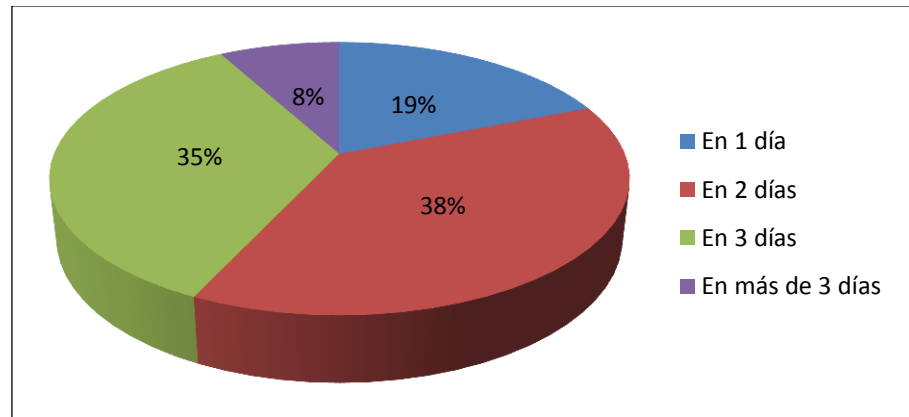


Figura 21. *Tiempo de llenado de los residuos sólidos*
Fuente: Elaboración propia

5.1.11 Lugar de la casa en donde tiene el contenedor de residuos sólidos

En cuanto al lugar donde tienen el contenedor de residuos sólidos, el 63% almacena sus residuos sólidos en el patio y un 37% en la cocina de su vivienda.

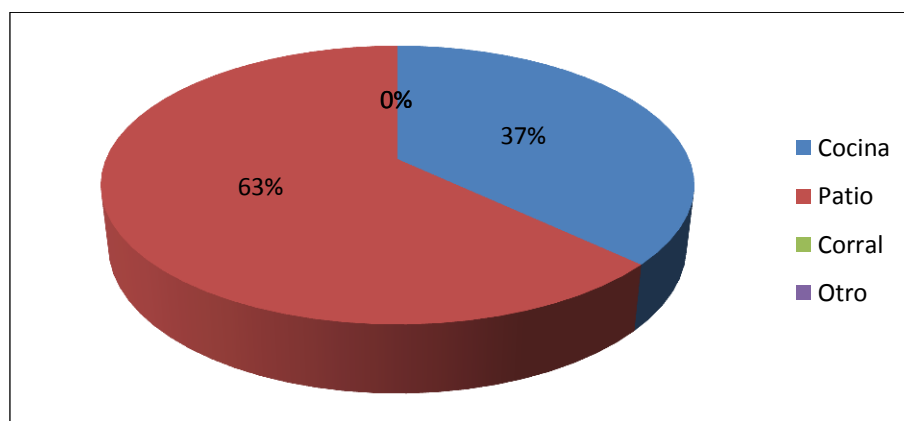


Figura 22. *Lugar de la casa en donde tiene el contenedor de basura*
Fuente: Elaboración propia

5.1.12 Condiciones del contenedor de basura

Sobre Las condiciones en las que se encuentra el contenedor de residuos sólidos, 55% de los encuestados afirmó que no mantienen tapado, 35% mantiene tapado y el 10% dijo hacerlo algunas veces.

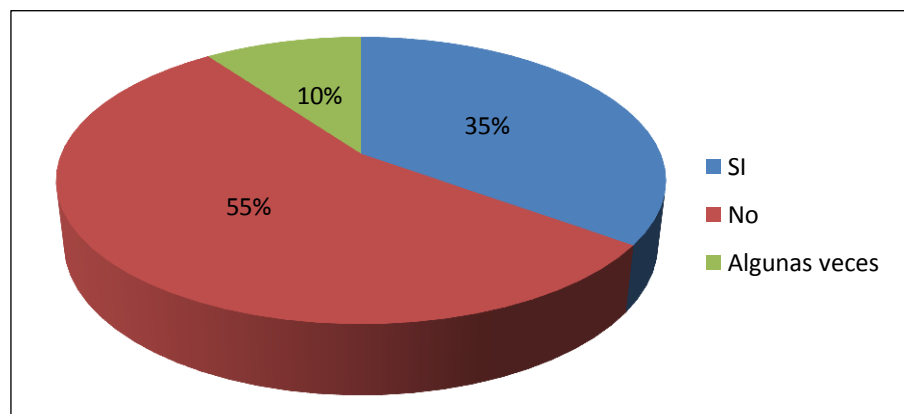


Figura 23. *Condiciones del recipiente de basura*

Fuente: Elaboración propia

5.1.13 Tiempo de recolección de la basura por parte del municipio

La frecuencia de recolección de residuos sólidos percibida por las personas encuestadas corresponde al 50% día por medio, 43% cada dos a tres días y el 7% muy pocas veces.

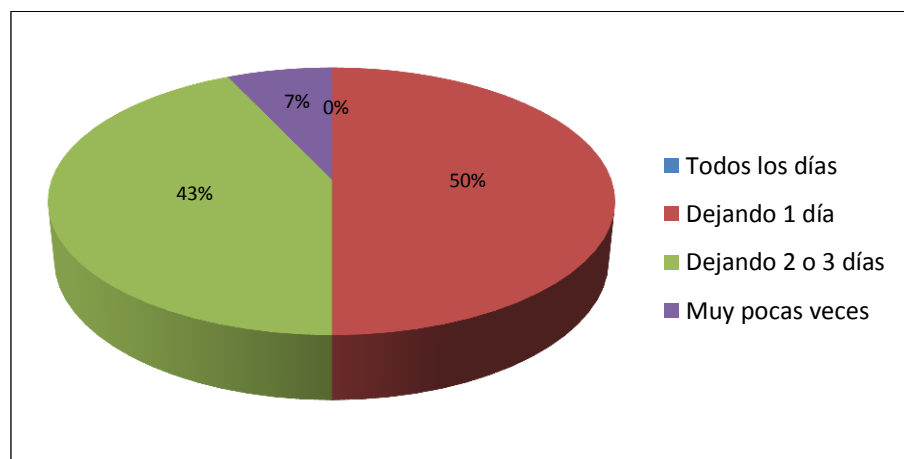


Figura 24. *Tiempo de recolección de la basura por parte del municipio*

Fuente: Elaboración propia

5.1.14 Acción que realiza cuando se acumula los residuos sólidos

De acuerdo al gráfico, el 46% de los encuestados indicó que los residuos sólidos acumulados son botados a la calle, el 33% lo bota al río, 16% los quema y un 5% los entierra.

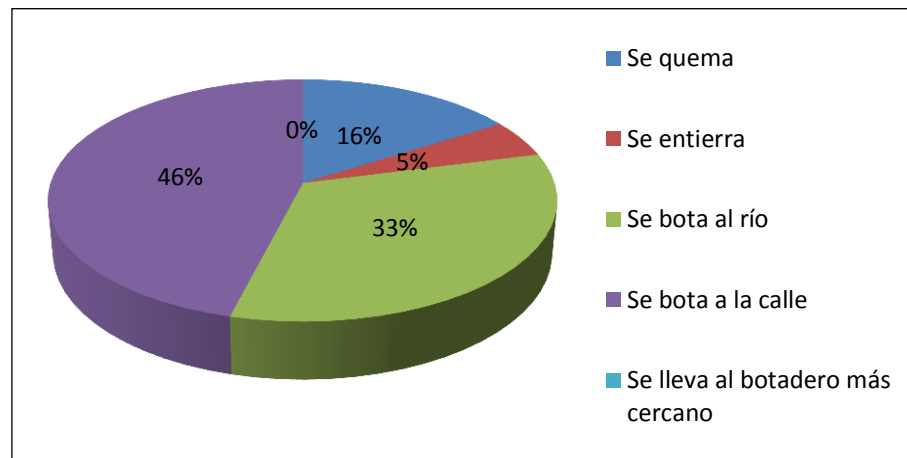


Figura 25. *Acción que realiza cuando se acumula los residuos sólidos*
Fuente: Elaboración propia

5.1.15 Motivo de acumulación de residuos sólidos en calles y avenidas

Sobre la acumulación de residuos sólidos en la calle y/o barrio; 85% dijo porque no pasa el carro basurero y un 15% la negligencia de la población.

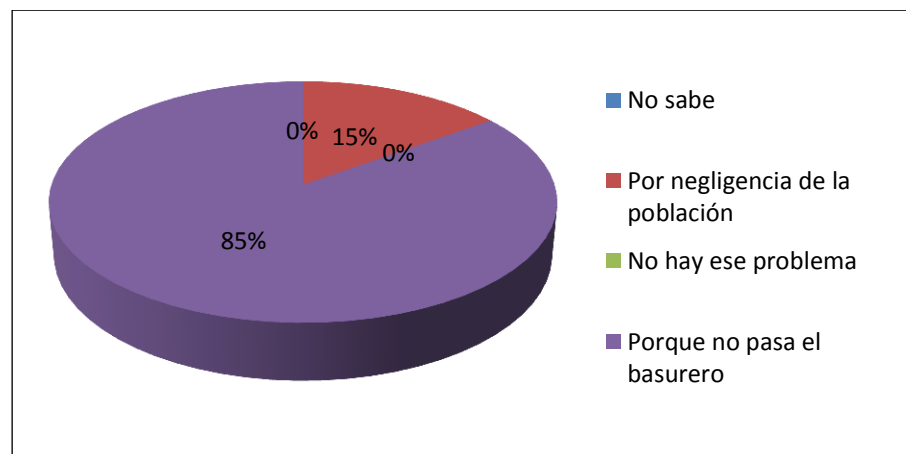


Figura 26. *Motivo de acumulación de residuos sólidos en calles*
Fuente: Elaboración propia

5.1.16 Conformidad acerca del servicio de recojo de residuos sólidos

En cuanto a la percepción de los servicios de residuos sólidos, se preguntó a los encuestados si están satisfechos con el servicio de recojo de basura que brinda el municipio, 90% dijo que no y un 10% afirmó que si, ya que el servicio es regular.

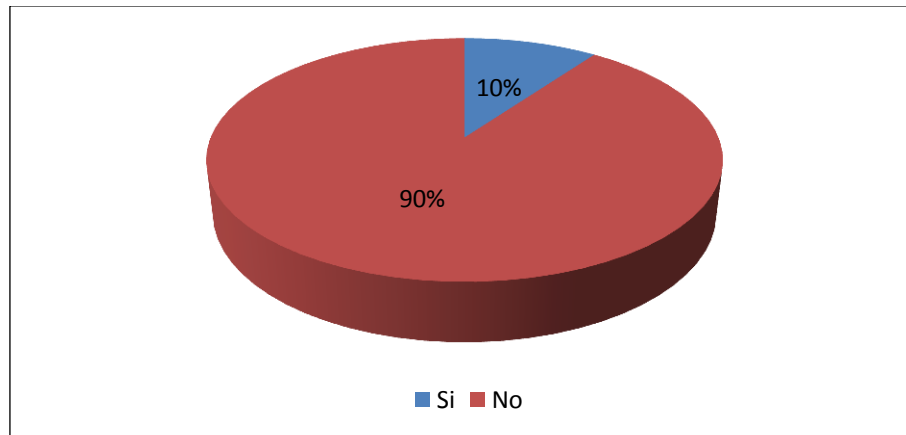


Figura 27. *Conformidad acerca del servicio de residuos sólidos*
Fuente: Elaboración propia

5.1.17 Pago por los servicios de limpieza pública

Complementariamente, se consultó al encuestado cuánto paga actualmente por los servicios de limpieza pública, de lo cual el 100% aseguró que no paga nada.

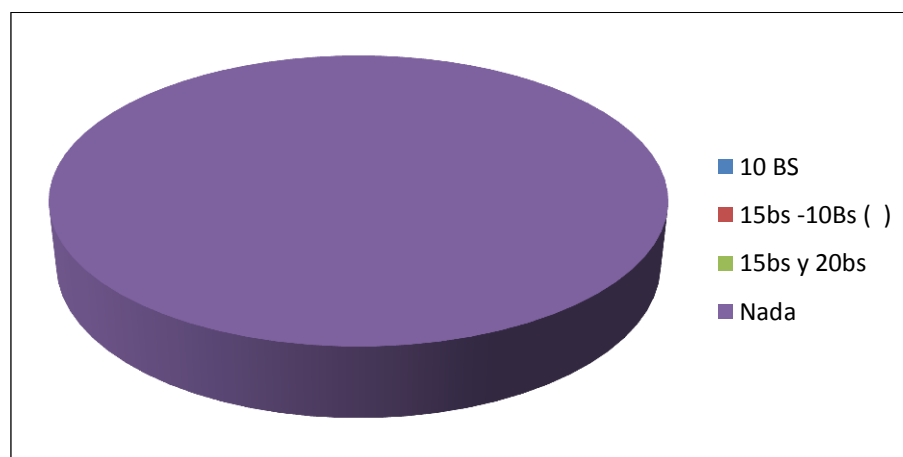


Figura 28. *Pago por los servicios de limpieza pública*
Fuente: Elaboración propia

5.1.18 Disposición a pagar mensualmente por un sistema completo y mejorado de limpieza pública que considere el barrido, recolección, el reaprovechamiento y disposición final de residuos sólidos

En referencia a la disponibilidad a pagar por el servicio de recojo mejorado de limpieza pública que considere el barrido, recolección, el reaprovechamiento y disposición final de residuos sólidos los residuos sólidos, el 65% de los encuestados está dispuesto a pagar 10 Bs, 30% de 10 a 15 Bs y un 5% hasta 20Bs.

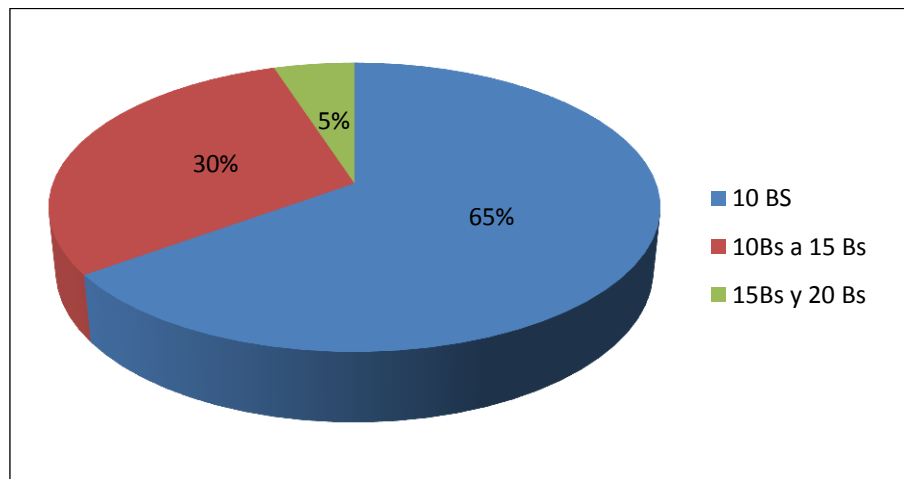


Figura 29. *Disposición a pagar por un servicio de recojo mejorado*
Fuente: Elaboración propia

5.1.19 Forma de pago por el servicio de recojo mejorado

Finalmente, se consultó a los encuestados cuál es su preferencia para realizar los pagos por el servicio mejorado, el 58% preferiría realizar el pago con el servicio de electricidad y agua, 20% mediante la cobranza casa por casa, 12% en una agencia descentralizada y 10% declaró que el pago por el servicio debe realizarse en un banco como se observa en la Figura 30.

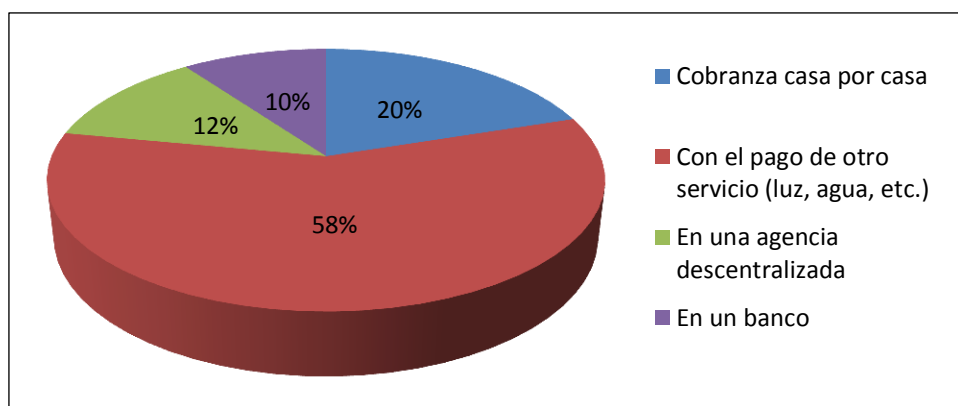


Figura 30. *Forma de pago por el servicio de recojo mejorado*

Fuente: Elaboración propia

5.2 Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Apolo

Con respecto a la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Apolo de acuerdo al estrato socioeconómico se tienen los siguientes resultados en base a la metodología aplicada para su determinación.

5.2.1 Generación per cápita de los residuos sólidos del estrato socioeconómico medio

Sobre la generación per cápita en este estrato socioeconómico en la Tabla 12 se observa la generación de residuos sólidos Kg /hab/ día obtenido en la investigación realizada.

Tabla 10.

Generación per cápita de los RSD del estrato socioeconómico Medio

N° vivienda	Código	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Generación PPC Kg/hab/día
		Lunes Kg	Martes Kg	Miércoles Kg	Jueves Kg	Viernes Kg	Sábado Kg	Domingo Kg	
1	CV M 01	2,05	1,58	1,35	1,29	1,21	2,00	2,10	0,463
2	CV M 02	1,08	2,16	1,50	1,30	1,35	2,05	2,55	0,480
3	CV M 03	2,10	2,05	1,8	1,65	1,05	2,85	2,9	0,576
4	CV M 04	1,75	1,61	1,38	1,56	1,21	2,56	2,55	0,505
5	CV M 05	3,00	1,70	1,53	1,56	1,1	2,10	2,05	0,522
6	CV M 06	2,50	1,80	1,56	2,00	1,78	2,38	1,92	0,558

N° vivienda	Código	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg/hab/día
7	CV M 07	1,66	1,45	1,74	1,58	2,05	2,14	1,85	0,499
8	CV M 08	2,00	1,69	1,34	1,80	1,78	2,87	2,45	0,557
9	CV M 09	1,80	1,45	1,75	1,90	1,55	2,88	1,48	0,512
10	CV M 10	1,30	1,58	1,85	1,32	1,81	1,95	2,00	0,472
11	CV M 11	1,95	1,87	1,85	1,90	2,05	2,00	3,05	0,509
12	CV M 12	1,56	1,45	1,50	2,09	1,75	1,90	2,20	0,498
13	CV M 13	1,42	1,59	1,67	2,05	2,34	2,57	3,00	0,586
14	CV M 14	1,34	1,98	1,63	1,97	1,80	1,62	2,20	0,502
15	CV M 15	1,45	2,56	1,67	1,81	1,95	2,00	2,05	0,540
16	CV M 16	1,45	1,37	1,59	2,10	2,45	2,30	2,25	0,540
17	CV M 17	0,00	0,00	1,78	2,60	0,00	1,58	1,90	0,314
18	CV M 18	1,47	1,46	1,39	2,45	1,40	1,7	2,00	0,475
19	CV M 19	2,00	1,00	2,02	1,88	2,05	2,20	1,90	0,522
20	CV M 20	2,05	1,32	2,63	1,83	1,65	2,36	3,05	0,596
21	CV M 21	3,80	1,88	2,67	1,71	1,30	2,45	1,40	0,608
22	CV M 22	1,35	1,34	2,87	2,15	2,05	2,05	1,70	0,540
23	CV M 23	1,00	1,55	3,05	2,07	2,40	1,80	2,67	0,582
24	CV M 24	3,00	1,78	2,00	2,05	1,56	2,45	3,00	0,634
25	CV M 25	2,89	1,45	1,27	2,45	1,96	1,75	2,3	0,563
26	CV M 26	1,73	1,80	1,88	2,70	1,85	1,21	1,30	0,499
27	CV M 27	1,89	1,56	1,35	1,38	1,89	1,36	2,05	0,459
28	CV M 28	2,03	1,60	1,89	1,60	1,90	1,89	1,85	0,510
29	CV M 29	2,05	1,08	2,10	1,75	1,58	1,72	1,66	0,478
30	CV M 30	1,58	2,16	1,60	1,61	1,70	1,80	1,45	0,476
31	CV M 31	1,35	1,50	1,6	1,38	1,53	1,56	1,74	0,426
32	CV M 32	1,30	1,25	1,65	1,56	1,56	2,00	1,58	0,436
33	CV M 33	1,38	1,80	1,30	1,6	1,42	1,78	2,05	0,453
34	CV M 34	2,00	2,05	1,8	2,56	2,10	2,38	2,14	0,601
35	CV M 35	2,10	2,5	2,48	2,55	2,05	1,92	1,85	0,618
36	CV M 36	2,00	1,80	1,30	1,95	1,56	1,42	1,34	0,377
37	CV M 37	1,69	1,45	1,58	1,87	1,45	1,59	1,98	0,464
38	CV M 38	2,89	1,75	1,85	1,85	1,50	1,67	1,63	0,526
39	CV M 39	1,80	1,90	1,32	1,90	2,09	2,05	1,97	0,521
40	CV M 40	1,78	1,55	1,81	2,05	1,75	2,34	1,80	0,523
41	CV M 41	2,87	2,88	1,95	2,00	1,90	2,57	1,62	0,632
42	CV M 42	1,87	1,48	2,00	1,90	2,20	1,70	2,20	0,534
43	CV M 43	1,37	1,22	2,35	1,45	1,6	1,36	1,50	0,434
44	CV M 44	2,10	1,05	1,15	1,35	1,55	2,00	2,80	0,480

N° vivienda	Código	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg/hab/día
45	CV M 45	2,30	3,08	2,15	1,20	1,35	1,28	1,48	0,514
46	CV M 46	1,75	2,45	3,02	2,00	1,43	2,00	1,45	0,564
47	CV M 47	1,28	2,65	1,88	1,50	3,00	1,20	1,80	0,532
48	CV M 48	1,88	1,72	1,46	1,35	1,25	1,24	1,46	0,414
49	CV M 49	1,45	2,89	1,73	1,89	2,03	2,05	1,58	0,545
50	CV M 50	1,78	1,45	1,80	1,56	1,60	1,08	2,16	0,457
51	CV M 51	0,90	1,27	1,88	1,35	1,89	2,10	2,45	0,474
52	CV M 52	2,05	2,45	2,70	1,38	1,60	1,75	2,61	0,582
53	CV M 53	1,56	1,96	1,85	1,89	1,90	1,58	1,70	0,498
54	CV M 54	2,45	1,75	1,21	1,36	1,89	1,72	1,80	0,487
55	CV M 55	1,40	2,35	1,30	2,05	1,85	1,66	3,00	0,544
56	CV M 56	1,35	1,45	1,4	1,05	2,1	1,45	2,60	0,456
57	CV M 57	1,45	1,75	3,05	2,22	1,25	2,15	2,30	0,567
58	CV M 58	2,00	1,57	2,2	2,42	2,03	1,35	1,35	0,517
59	CV M 59	1,85	1,75	2,58	1,06	2,41	1,45	1,45	0,502
60	CV M 60	1,48	1,5	2,6	2,25	1,63	1,22	2,60	0,531
61	CV M 61	1,35	1,29	1,38	2,00	2,10	2,00	1,69	0,472
62	CV M 62	1,50	1,2	1,80	2,05	2,5	1,80	1,45	0,492
63	CV M 63	1,6	1,65	1,3	1,8	2,48	1,30	1,58	0,468
64	CV M 64	1,38	1,56	1,6	2,56	2,55	1,95	1,87	0,461
65	CV M 65	1,53	1,56	1,42	2,10	2,05	1,56	1,45	0,467
66	CV M 66	1,56	2,00	1,78	1,70	1,92	1,42	1,59	0,479
67	CV M 67	1,74	1,58	2,05	2,14	1,85	2,25	1,98	0,544
68	CV M 68	1,63	2,10	2,5	2,48	2,55	2,05	1,92	0,609
69	CV M 69	1,22	2,00	1,80	1,30	1,95	1,56	1,42	0,372
70	CV M 70	2,60	1,69	1,45	1,58	1,87	1,45	1,59	0,489
71	CV M 71	1,56	1,60	1,08	1,42	1,50	2,15	1,80	0,444
72	CV M 72	1,35	1,89	2,10	1,7	1,65	1,65	1,30	0,466
73	CV M 73	1,38	1,60	1,75	1,61	1,38	1,56	1,6	0,435
74	CV M 74	1,89	1,85	1,58	1,70	1,53	1,56	1,42	0,461
75	CV M 75	2,02	1,34	3,00	1,45	1,20	1,32	1,22	0,462
76	CV M 76	2,05	0,50	1,33	1,45	1,75	1,90	1,55	0,421
77	CV M 77	1,8	2,48	1,30	1,58	1,85	1,32	1,81	0,486
78	CV M 78	2,56	2,55	1,95	1,87	1,85	1,90	2,05	0,589
79	CV M 79	2,10	2,05	1,56	1,45	1,50	2,09	1,75	0,500
80	CV M 80	1,85	1,35	1,55	1,38	0,90	2,15	2,00	0,447
81	CV M 81	2,88	1,48	1,22	1,05	1,32	2,15	2,00	0,484
82	CV M 82	1,95	2,00	2,35	1,15	1,35	1,40	1,22	0,457

N° vivienda	Código	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg/hab/día
83	CV M 83	2,00	1,20	1,45	1,35	1,38	1,05	2,40	0,433
84	CV M 84	1,90	2,20	1,65	1,55	1,58	1,38	2,12	0,495
85	CV M 85	0,95	1,05	1,38	1,50	2,80	1,30	2,48	0,458
86	CV M 86	2,15	2,02	2,45	2,90	3,10	2,05	1,90	0,663
87	CV M 87	2,00	1,85	1,48	1,35	1,50	1,90	1,45	0,461
88	CV M 88	1,50	1,75	1,5	1,29	1,2	1,65	1,38	0,411
89	CV M 89	1,90	2,58	2,6	1,38	1,80	1,30	1,71	0,531
90	CV M 90	1,58	2,06	2,25	2,00	2,05	1,80	1,34	0,523
91	CV M 91	2,37	2,41	1,63	2,10	2,5	2,48	1,24	0,589
92	CV M 92	2,90	1,45	1,22	2,00	1,80	1,30	1,43	0,484
93	CV M 93	0,58	1,47	2,00	2,05	1,68	1,35	1,00	0,405
94	CV M 94	2,46	1,46	1,00	1,32	1,88	1,34	1,55	0,440
95	CV M 95	2,18	1,39	2,02	2,63	2,67	2,87	3,05	0,672
96	CV M 96	1,38	2,45	1,88	1,83	2,80	0,00	0,00	0,414
97	CV M 97	1,45	2,89	1,73	1,89	2,03	3,05	2,40	0,618
98	CV M 98	1,78	1,45	1,80	1,56	1,60	2,05	1,80	0,482
99	CV M 99	2,00	1,27	1,88	1,35	1,89	2,30	2,1	0,512
100	CV M 100	2,05	2,45	2,70	1,38	1,60	2,80	2,05	0,601
101	CV M 101	1,56	1,96	1,85	1,89	1,30	1,88	1,33	0,471
102	CV M 102	2,45	1,75	1,21	1,36	1,89	1,6	1,35	0,464
103	CV M 103	2,05	1,56	2,45	3,00	0,5	1,45	2,00	0,520
104	CV M 104	2,45	1,20	1,75	2,35	1,45	1,75	1,57	0,501
105	CV M 105	2,70	1,85	1,21	1,30	1,40	3,05	2,20	0,548
106	CV M 106	1,38	1,89	1,36	2,05	2,05	2,22	2,42	0,535
107	CV M 107	1,60	1,90	1,89	1,85	2,1	1,25	3,05	0,546
108	CV M 108	1,75	1,58	1,38	1,53	1,56	1,74	1,35	0,436
109	CV M 109	1,61	1,78	1,56	1,56	2,25	1,58	1,35	0,468
110	CV M 110	2,80	1,50	1,68	1,42	1,78	2,05	2,40	0,545
111	CV M 111	2,05	1,58	1,35	1,29	2,38	2,14	1,40	0,488
112	CV M 112	1,08	2,16	1,70	1,80	1,92	1,85	2,30	0,512
113	CV M 113	2,10	1,3	1,65	1,65	1,42	1,34	2,15	0,464
114	CV M 114	3,00	1,61	1,38	1,56	1,59	1,98	2,42	0,542
115	CV M 115	2,50	1,70	1,53	1,56	1,35	1,72	2,05	0,496
116	CV M 116	1,72	1,80	1,56	2,00	1,42	2,15	1,58	0,489
117	CV M 117	3,00	2,80	1,10	1,9	2,85	2,65	2,00	0,652
Total kg/día		215,16	204,73	208,24	205,68	206,71	215,02	223,40	Promedio
									0,51

Fuente: Elaboración propia en base a la recolección de muestras domiciliarias

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en el estrato socioeconómico Medio corresponde a 0,51 kg/hab/día

5.2.2 Generación per cápita de los residuos sólidos del estrato socioeconómico medio - bajo

Sobre la generación per cápita en el estrato socioeconómico medio - bajo en la Tabla 13 se observa la generación de residuos sólidos Kg /hab/ día obtenido.

Tabla 11.

Generación per cápita de los RSD del estrato socioeconómico Medio-bajo

N° vivienda	Código	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Generación per cápita Kg/hab/día
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
1	CV MB 01	1,72	2,00	2,05	2,05	2,34	1,42	2,25	0,5532
2	CV MB 02	0,90	2,05	1,75	1,56	2,00	1,95	1,30	0,4604
3	CV MB 03	2,45	2,32	1,21	2,18	2,40	2,70	1,20	0,5784
4	CV MB 04	2,00	0,88	1,36	0,50	2,22	3,05	2,12	0,4852
5	CV MB 05	2,18	1,38	1,89	1,85	2,00	2,05	1,56	0,5164
6	CV MB 06	1,39	2,45	1,6	1,45	1,27	2,45	1,96	0,5028
7	CV MB 07	2,02	1,88	1,35	2,00	1,88	2,70	1,85	0,5472
8	CV MB 08	2,63	1,83	1,89	1,56	1,35	1,38	1,89	0,5012
9	CV MB 09	2,67	1,71	2,03	1,60	1,89	1,60	1,90	0,536
10	CV MB 10	2,87	2,15	2,05	2,05	2,30	1,8	1,88	0,604
11	CV MB 11	0,75	2,07	2,05	1,80	2,1	2,05	1,33	0,486
12	CV MB 12	1,85	1,34	1,98	2,48	2,55	2,05	1,35	0,544
13	CV MB 13	1,58	3,00	1,33	1,30	1,00	1,56	1,55	0,4528
14	CV MB 14	1,70	1,45	1,45	1,58	1,87	1,45	1,38	0,4352
15	CV MB 15	1,53	1,20	1,75	1,85	1,85	1,50	0,90	0,4232
16	CV MB 16	1,56	1,32	1,78	1,50	1,58	2,16	1,3	0,448
17	CV MB 17	1,61	1,70	1,56	1,68	1,35	1,70	1,65	0,45
18	CV MB 18	1,38	1,53	1,56	1,42	1,29	1,2	1,65	0,4012
19	CV MB 19	1,56	1,56	2,00	1,90	0,95	2,15	2,00	0,4848
20	CV MB 20	0,89	2,00	1,35	2,20	2,15	2,02	1,85	0,4984
21	CV MB 21	1,22	2,35	1,45	1,65	1,38	2,45	1,48	0,4792
22	CV MB 22	1,05	1,15	1,35	1,55	1,50	2,90	1,35	0,434
23	CV MB 23	1,32	1,35	1,38	1,58	2,80	2,85	1,50	0,5112
24	CV MB 24	1,50	1,90	1,58	2,37	0,90	0,58	2,46	0,4516

N° vivienda	Código	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg/hab/día
25	CV MB 25	1,75	2,58	2,06	2,41	1,45	1,47	1,88	0,5272
26	CV MB 26	1,56	2,6	2,00	1,63	1,22	2,00	1,71	0,478
27	CV MB 27	1,29	1,38	2,00	2,10	2,00	2,05	1,73	0,4856
28	CV MB 28	1,20	1,80	2,05	2,50	1,80	1,68	1,84	0,5164
29	CV MB 29	1,65	1,38	2,05	1,08	2,10	1,75	1,64	0,4604
30	CV MB 30	1,38	1,71	1,58	2,16	1,35	1,61	1,64	0,4596
31	CV MB 31	3,05	2,18	1,35	1,50	1,8	1,38	1,83	0,5116
32	CV MB 32	0,88	0,5	1,29	1,30	1,65	1,56	1,25	0,3496
33	CV MB 33	2,45	1,50	1,38	1,20	1,42	1,6	1,57	0,4388
34	CV MB 34	1,96	1,85	1,72	1,66	2,00	1,80	1,88	0,5256
35	CV MB 35	1,75	1,21	1,80	1,45	1,69	1,68	1,80	0,5032
36	CV MB 36	2,35	1,30	1,56	1,74	1,34	0,90	1,68	0,4708
37	CV MB 37	1,45	1,4	2,00	1,58	1,80	1,62	1,61	0,4512
38	CV MB 38	1,75	0,80	1,40	2,05	1,78	1,88	1,60	0,4488
39	CV MB 39	1,57	2,07	1,34	2,10	1,45	3,00	1,84	0,514
40	CV MB 40	2,46	2,40	1,05	1,33	1,45	2,5	1,87	0,5236
41	CV MB 41	2,12	1,80	2,48	1,30	1,58	2,47	1,87	0,5228
42	CV MB 42	0,95	2,15	2,55	1,40	1,87	1,85	1,80	0,5048
43	CV MB 43	2,22	2,05	1,35	1,56	1,45	2,05	1,79	0,5012
44	CV MB 44	3,05	1,75	1,61	1,10	2,05	2,05	1,96	0,5484
45	CV MB 45	1,90	1,58	1,78	1,50	1,58	2,22	1,69	0,4724
46	CV MB 46	1,89	1,38	1,56	1,68	1,35	2,31	1,78	0,4988
47	CV MB 47	1,85	1,53	1,56	1,42	1,29	2,93	1,85	0,5192
48	CV MB 48	2,1	1,56	2,00	1,78	2,38	1,10	1,96	0,5488
49	CV MB 49	1,25	1,45	1,58	1,53	1,56	1,42	1,44	0,4032
50	CV MB 50	0,9	1,75	1,35	0,50	2,50	1,78	1,59	0,4464
51	CV MB 51	1,22	0,75	1,55	1,74	1,58	2,05	1,58	0,4412
52	CV MB 52	1,55	2,50	2,00	1,90	1,20	1,65	1,77	0,4944
53	CV MB 53	1,81	1,20	1,90	2,20	1,92	1,42	1,72	0,4816
54	CV MB 54	2,05	1,75	0,95	0,80	1,85	1,34	1,53	0,4288
55	CV MB 55	1,75	1,85	2,15	2,02	2,45	1,30	1,94	0,5428
Total kg/día		95,38	94,15	92,75	91,88	95,83	104,14	95,96	Promedio
									0,49

Fuente: Elaboración propia en base a la recolección de muestras domiciliarias

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en el estrato socioeconómico Medio-bajo corresponde a 0,49 kg/hab/día

5.2.3 Generación per cápita total de los residuos sólidos

La generación per cápita promedio de los residuos sólidos en la localidad fue determinada mediante el promedio de la generación per cápita de los dos estratos (medio, medio-bajo) como se observa a continuación:

$$GPC \text{ dom. Total} = \frac{0,51 + 0,49}{2} = 0,50 \text{ Kg/hab/día}$$

La generación GPC promedio en la localidad de Apolo es de 0,50 Kg/hab/día

5.2.4 Producción per cápita promedio de los residuos sólidos según días de la semana

En el presente estudio ha quedado demostrado que, así como la producción per cápita de los RSD varía según el estrato socioeconómico, también varía en función a los días de la semana

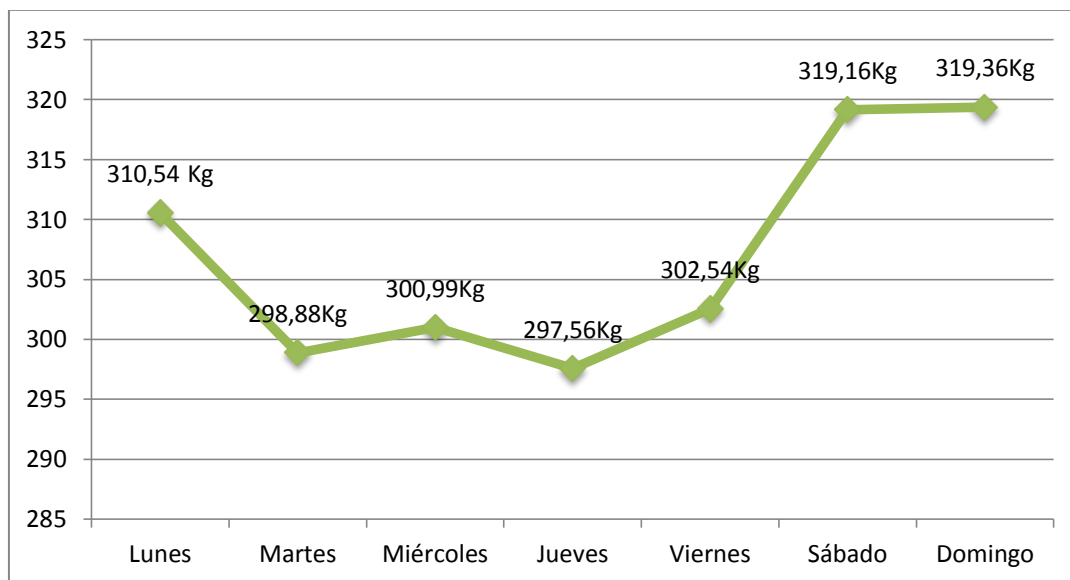


Figura 31. *Producción per cápita promedio de RSD, según días de la semana*

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de subproductos, 2018

La producción de residuos está asociada a las actividades que realizan los habitantes en casa. Es así que en los días laborables (de lunes a viernes), se genera la menor cantidad de residuos en los domicilios, mientras que en los

fines de semana (sábados y domingos), se presenta el pico de producción (5,28%) más que en días laborables), asociado a las actividades sólo de limpieza en casa durante los fines de semana.

5.2.5 Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios a 10 años en la localidad de Apolo

La proyección de la generación total de los residuos en la localidad de Apolo se realizó en base a generación per cápita total de la localidad y la población proyectada a 10 años.

Tabla 12.

Proyección de la población y generación de residuos sólidos domiciliarios

CPC Kg/hab/día	Año	Población proyectada	Generación Kg/día	Generación Tn/día	Generación Tn/año
0,50	2018	9313	4657	4,7	1700
0,50	2019	9674	4837	4,8	1765
0,50	2020	10048	5024	5,0	1834
0,50	2021	10438	5219	5,2	1905
0,50	2022	10842	5421	5,4	1979
0,50	2023	11262	5631	5,6	2055
0,50	2024	11698	5849	5,8	2135
0,50	2025	12151	6076	6,1	2218
0,50	2026	12622	6311	6,3	2304
0,50	2027	13111	6556	6,6	2393
0,50	2028	13619	6809	6,8	2485

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de caracterización de RSD, 2018

5.3 Composición de los residuos sólidos domiciliarios

La composición de los residuos sólidos se estableció de acuerdo a la norma Boliviana 743- Determinación de parámetros de diseño sobre residuos sólidos municipales (Selección y cuantificación de subproductos).

5.3.1 Composición de los residuos sólidos por estrato socioeconómico (medio, medio-bajo)

La composición de subproductos identificados por estratos socioeconómicos en la localidad de Apolo se observan en la Tabla 13.

Tabla 13.

Composición promedio de los RSD, según estrato socioeconómico

N°	Subproductos identificados	Nivel socioeconómico		Porcentaje promedio
		Medio	Medio-Bajo	
1	Materia orgánica	47,9	60,5	54,2
2	Papeles y cartones	15,2	13,0	14,1
3	Material de construcción y escombros	1,6	0,6	1,1
4	Pañal desechable y toallas sanitarias	8,2	5,5	6,85
5	Textiles	0,4	0,3	0,35
6	Metales	0,4	1,2	0,8
7	Vidrios	2,9	1,5	2,2
8	Huesos	2,5	2,0	2,25
9	Latas	6,0	4,4	5,2
10	Plásticos	11,9	8,3	10,1
11	Medicinas caducas	0,3	0,6	0,45
12	Baterías y pilas	0,9	0,7	0,8
13	Envases de limpieza y agroquímicos	1,8	1,4	1,6
TOTAL		100	100	100

Fuente: Elaboración propia en base al estudio de caracterización de RSD.

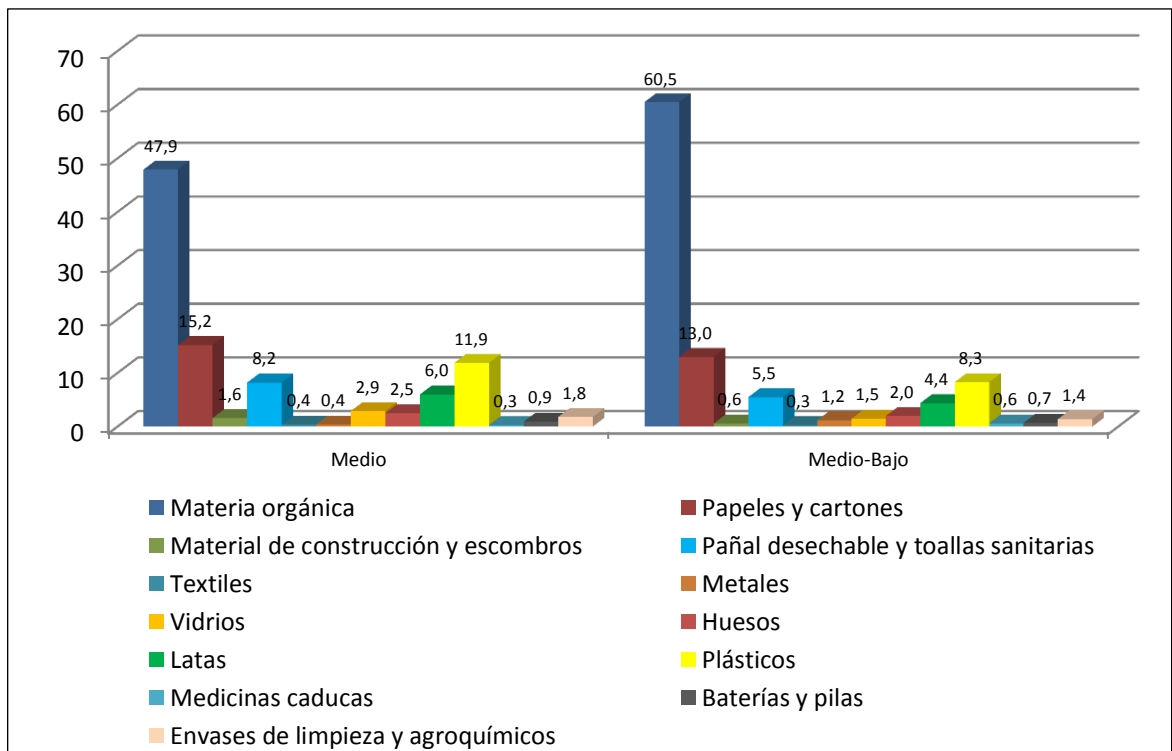


Figura 32. *Composición de los residuos sólidos por estrato socioeconómico*

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de subproductos, 2018

Como se observa en la Figura 31, el estrato medio corresponde 47,9 % materia orgánica, 15,2% papeles y cartones, 11,9% plásticos, 8,2% pañal desechable y toallas sanitarias, 6,0% latas, 2,9% vidrios, 2,5% huesos, 1,8% envases de limpieza y agroquímicos, 0,6% material de construcción, 0,9% baterías y pilas, 0,4% textiles, 0,4% metales, 0,3% medicinas caducas; en el estrato medio-bajo 60,5% materia orgánica, 13% papeles y cartones, 8,3% plásticos, 5,5% pañal desechable y toallas sanitarias, 4,4% latas, 1,5% vidrios, 2% huesos, 1,4% envases de limpieza y agroquímicos, 1,6% material de construcción, 0,7% baterías y pilas, 0,3% textiles, 1,2% metales, 0,6% medicinas caducas.

5.3.2 Composición total de los residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Apolo

Para la composición total de los residuos en la localidad de Apolo se adicionó la composición de los dos estratos socioeconómicos (Medio, medio-bajo), los resultados se presentan en la Figura 33.

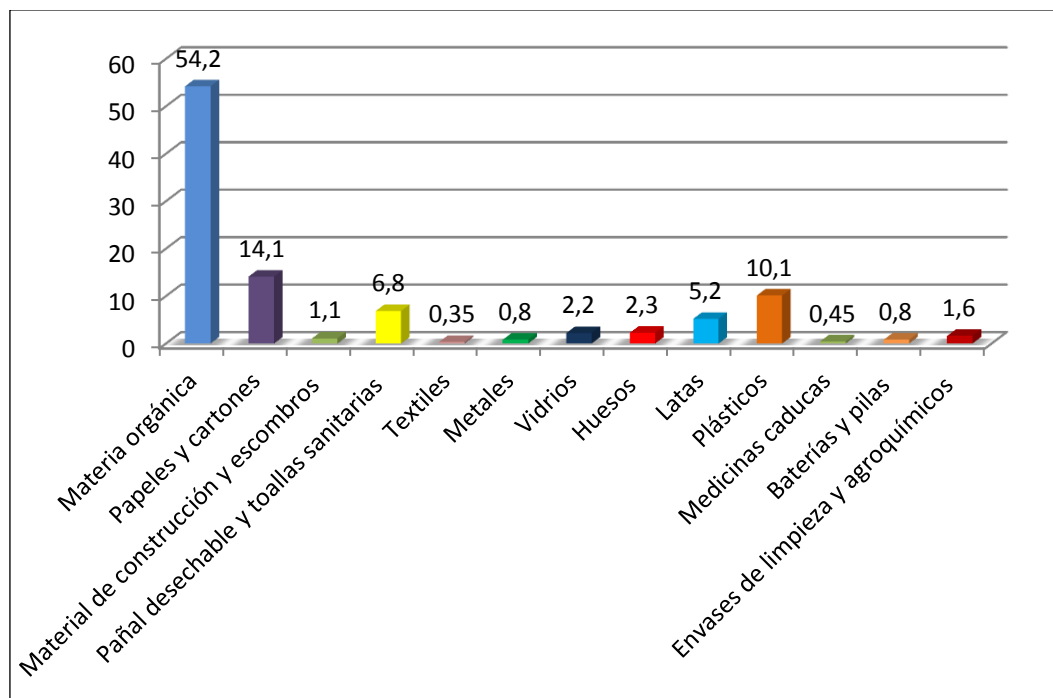


Figura 33. *Composición promedio de los RSD*

Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de subproductos, 2018

En promedio la composición de los residuos sólidos en la localidad de Apolo, el 54,2 % de los residuos sólidos está formado por materia orgánica, 14,1% papeles y cartones, 10,1% plásticos, 6,8% pañal desechable y toallas sanitarias, 5,2% latas, 2,3% huesos 2,2% vidrios, 1,6% envases de limpieza y agroquímicos, 1,1 material de construcción y escombros, 0,8% metales, 0,8% baterías y pilas, 0,4% medicinas caducas y 0,3% textiles.

5.4 Cálculo del peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios

Para determinar el peso volumétrico «in situ», se utilizaron los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo (Método de cuarteo) por tal motivo primero fue necesario conocer el volumen del cilindro (m³) como se observa en la Tabla 15.

Tabla 14.
Volumen del recipiente m³

Cálculo del volumen				
Día	D(m)	Hf(m)	Ho(m)	V del cilindro m ³
1	0,56	0,82	0,25	0,140
2	0,56	0,82	0,19	0,155
3	0,56	0,82	0,24	0,142
4	0,56	0,82	0,20	0,152
5	0,56	0,82	0,24	0,142
6	0,56	0,82	0,10	0,177
7	0,56	0,82	0,22	0,148

Fuente: Elaboración propia, 2018

Teniendo estos datos se calculó el peso volumétrico diario de los residuos sólidos en la localidad de Apolo

Tabla 15.
Cálculo del peso volumétrico de los residuos sólidos generados diario Kg/m³

Parámetro	Peso volumétrico diario						
	Kg/m ³						
Peso del residuo (Kg)	24,66	27,50	25,30	26,00	25,58	28,80	24,80
Volumen del cilindro (m³)	0,140	0,155	0,142	0,152	0,142	0,177	0,148
Peso Volumétrico (PV)	176,1	177,4	178,2	171,1	180,1	162,7	167,6

Fuente: Elaboración propia 2018

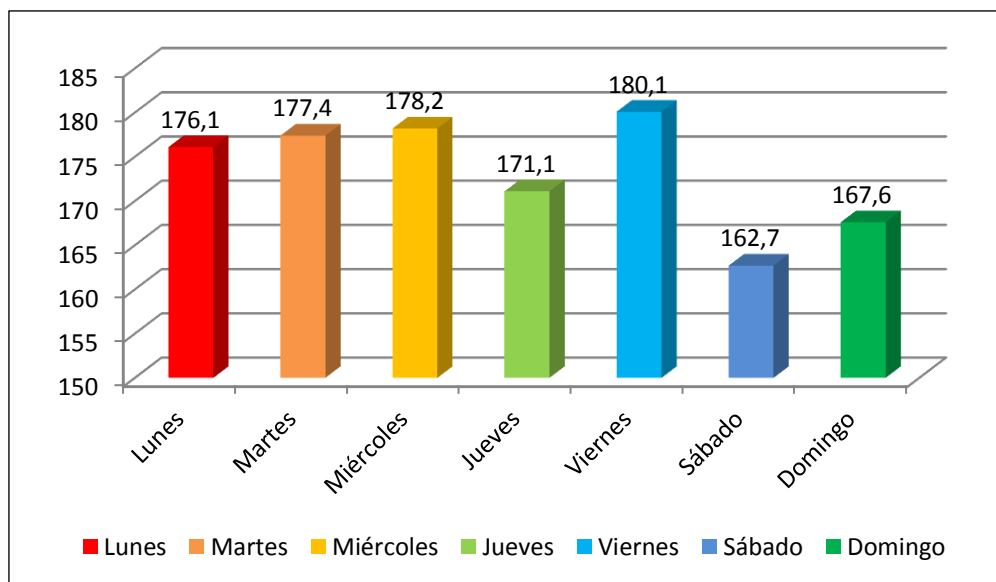


Figura 34. *Peso volumétrico de los residuos sólidos semanal*

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el peso volumétrico promedio de residuos sólidos domiciliarios generados se obtuvo a través del promedio del peso volumétrico obtenido durante los siete días como se observa en la Tabla 17.

Tabla 16 *Cálculo del promedio semanal del peso volumétrico de los residuos sólidos generados Kg/m³*

Parámetro	Peso volumétrico diario Kg/m³							PV promedio Kg/m³
Peso del residuo (Kg)	24,66	27,50	25,30	26,00	25,58	28,80	24,80	174,27
Volumen del cilindro (m³)	0,140	0,155	0,142	0,152	0,142	0,177	0,148	
Peso Volumétrico (PV)	176,1	177,4	178,2	171,1	180,1	162,7	167,6	

Fuente: Elaboración propia

El peso volumétrico promedio de residuos sólidos domiciliarios generados en la localidad de Apolo corresponde a 174,27 Kg/m³.

6 DISCUSIÓN

6.1 Sobre la generación per cápita

Según Alcas, (2005), la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios, viene a ser el análisis de la cantidad y características de los residuos que se generan en las viviendas y es un dato técnico sumamente importante que nos genera la suficiente información para mejorar la operatividad de cualquier sistema de gestión de residuos sólidos municipales

En el “Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos” 2010, elaborado a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece, como promedio, la producción per-cápita nacional de residuos sólidos domiciliarios en el área urbana corresponde a 0,50 Kg/habitante-día y la rural de 0,20 Kg/habitante/día, siendo la producción per cápita municipal promedio de 0,58 Kg/Hab/día.

De acuerdo al MMAyA⁸ en el diagnóstico realizado de la gestión de residuos sólidos en el departamento de La Paz en el año 2011 la generación per cápita de residuos sólidos en la localidad de Apolo es de 0,37 kg/hab/día

Sobre este referente la presente investigación en el estrato socioeconómico “Medio” la estimación de la generación per cápita es 0,51Kg/hab/día, siendo mayor en 0.10 Kg/día al promedio nacional que es 0.50 Kg/día, mientras que en el estrato socioeconómico “Medio-Bajo” se generan 0.49 Kg/día siendo un 16% menos que el promedio municipal y el total de la generación per cápita de la localidad de Apolo e igual al promedio nacional 0,50 kg/hab/día encontrándose, en coincidencia con la investigación realizada por el Ministerio de medio ambiente y agua a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos

⁸ Ministerio de Medio Ambiente y Agua

ANESAPA⁹, 2010 indica que cantidad de residuos sólidos que se generan en la localidad de Apolo es de 0,88 Ton/día.

Según el estudio de caracterización la cantidad de residuos sólidos generados en la localidad de Apolo es de 4,7 toneladas/día, la hipótesis que se plantea frente a estos cambios significativos es los patrones de consumo, asociados al crecimiento poblacional y aumentos de ingreso en los últimos años que influyen respecto a estudios anteriores.

6.2 Composición de los residuos sólidos

A nivel nacional, la fracción orgánica representa más del 55,2% del total de residuos sólidos generados, la fracción reciclable representa el 22,1% conformado por papel, cartón, plásticos, metales y vidrios y el 22,7% es considerado como material no aprovechable.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que en promedio, el 54,2 % de los RSD analizados, está formado por materia orgánica, valor que se encuentra dentro del rango señalado por el estudio, seguido por papeles y cartones con 14,1%, plásticos con 10,1%, latas 5,2% que junto al promedio de vidrio 2,2% y metales 0.8% representan más del 32 % del total de los residuos reciclables representando un mayor porcentaje de residuos reciclables en relación al estudio realizado por el Ministerio de medio ambiente y agua, 2012

7 CONCLUSIONES

En los siguientes párrafos se describen las conclusiones a las cuales se han llegado en la presente indagación.

- ✓ La estimación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios generados por estrato socioeconómico en base a los resultados obtenidos corresponde para el estrato socioeconómico medio

⁹ Asociación Nacional de Empresas e Instituciones de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado

una generación de 0,51Kg/hab/día, para el estrato socioeconómico medio-bajo se generan 0.49 Kg/hab/día, por lo que la estimación de la generación promedio per cápita es de 0,50 kg/hab/día en la localidad de Apolo.

- ✓ Sobre el establecimiento de la composición física de residuos sólidos domiciliarios generados corresponde a una composición en el estrato socioeconómico medio distribuido de la siguiente manera: materia orgánica el 47,9 % , papeles y cartones 15,2%, material de construcción y escombros 1,6 % , pañal desechable y toallas sanitarias el 8,2 % , textiles 0,4%, metales el 0,4 % , vidrios 2,9 % , huesos 2,5 % , latas 6,0 % , plásticos 11,9 % , medicinas caducas 0,3 % , baterías y pilas 0,9 , envases de limpieza y agroquímicos en un 1,8 %.

En el caso del estrato socioeconómico medio bajo la composición de los residuos sólidos domiciliarios tiene la siguiente proporción materia orgánica el 60,5 % , papeles y cartones 13,0%, material de construcción y escombros 0,6 % , pañal desechable y toallas sanitarias el 5,5 % , textiles 0,3%, metales el 1,2 % , vidrios 1,5 % , huesos 2 , % , latas 4,4 % , plásticos 8,3 % , medicinas caducas 0,6 % , baterías y pilas 0,7%, envases de limpieza y agroquímicos en un 1,4 %.

Siendo el promedio de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios generados en la localidad de Apolo de la siguiente manera materia orgánica el 54,2 % , papeles y cartones 14,1 % , material de construcción y escombros 1,1 % , pañal desechable y toallas sanitarias el 6,85 % , textiles 0,35%, metales el 0,8 % , vidrios 2,2 % , huesos 2,25 % , latas 5,2 % , plásticos 10,1%, medicinas caducas 0,45 % , baterías y pilas 0,8 % , envases de limpieza y agroquímicos en un 1,6 % . Por lo que predomina la materia orgánica y en menor proporción las medicinas caducadas.

- ✓ Sobre el cálculo del peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios, corresponde a 174,27 Kg/m³

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que con la información obtenida de la generación per cápita composición y la relación de peso volumétrico se puede realizar una mejor planificación y gestión distrital de los residuos sólidos en el sistema de recolección, transporte y para el diseño en la disposición final.
- ✓ Es importante que se considere el alto porcentaje de los residuos sólidos generados de tipo orgánico, para la elaboración de compost y humus, ya que las condiciones climáticas favorecen la producción de estos productos, siendo estos abonos orgánicos para el mantenimiento de las áreas verdes de la localidad. Al ser utilizados los mismos, permitirá minimizar los focos de infección en la disposición de este residuos en el relleno sanitario para los restos de papel y cartón el promedio, plástico, latas, vidrio y metales que representan más del 32 % del total de los residuos se recomienda reciclaje de los mismos que es económicamente sustentable, y disminuyendo la cantidad de residuos dispuestos en el botadero a cielo abierto de la localidad.
- ✓ Promover la capacitación y concienciación a la población sobre la importancia del manejo de residuos sólidos e incluso dar a conocer los impactos en la salud que pueden generar su inadecuado manejo a través de folletos con definiciones y figuras sencillas que permita conceptualizar de manera directa y sencilla.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Cerrato, E. (2006). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://www.aiu.edu/publications/student/spanish/Integrated-Management-of-Residual-Solids.htm>
- Colombia, U. N. (2016). *Sistema Integrado de Planeación y Gestión*. Obtenido de http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Lineamientos_Int/PRO-1300-SIPG-01_Manejo_Integral_de_Residuos-V5.pdf
- Conama. (2006). *Caracterización de residuos sólidos*. Obtenido de http://www.santiagorecicla.cl/wp-content/uploads/2016/04/infor_residuos_conama2011.pdf
- Emacruz. (2013). *Gestión de residuos sólidos*. Obtenido de <http://www.emacruz.com.bo/wp-content/uploads/2016/10/MANUAL-GESTION-INTERNA.pdf>
- Gaibor, N. (2013). *Propuesta para el manejo integral de residuos sólidos generados en el Mall de los Andes - Ambato*.
- García, A. (2010). *Actitudes socioculturales en el manejo de residuos sólidos urbanos domiciliarios de la comunidad educativa "Ciudadela de occidente", Municipio de Armenia, Quindío*. Obtenido de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1045/Garcia_Buitrago_Alba_Lucia_2010.pdf?sequence=1
- Gobierno Autónomo Municipal de Apolo. (Junio de 2013). *Plan de desarrollo Municipal 2014-2018*. Recuperado el 3 de Agosto de 2018, de https://s3.amazonaws.com/norte-paceno/file/file_EN75OASgaFZdsLHoJw1M.pdf
- Hernández, R. (2006). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernandez, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Higueras, L. (2010). Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12879/T3200.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jaramillo, G. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

- Jaramillo, J. (1999). *Gestión integral de Residuos Sólidos Municipales*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>
- Jaramillo, J. (2003). *Efectos de la inadecuada gestión de residuos sólidos*. Obtenido de <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=756>
- Ministerio de Medio Ambiente Perú. (2014). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales*. Obtenido de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente Perú. (2014). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales*. Recuperado el 27 de Julio de 2018, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- Ministerio de medio ambiente y agua. (2011). *Programa Plurinacional de Gestión Integral 2011-2015*. Obtenido de <http://redcompostaje.mmaya.gob.bo/files/biblioteca/05%20PLANIF%20NORMATIVA/01%20PNGIRS.pdf>
- Montoya, A. (2012). *Caracterización de residuos sólidos*. Obtenido de <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/34/31>
- Newman, D. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Ochoa, C. (2015). *Muestreo probabilístico: Muestreo aleatorio simple*. Obtenido de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-aleatorio-simple>
- Ojeda, W. (2016). *Propuesta de gestión de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Huancané*. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4621>
- Perez, C. (2013). *Guía didáctica sobre Gestión de los Residuos Urbanos en Albacete*. Obtenido de http://www.albacete.es/es/por-temas/medio-ambiente/documentos/GUIA_RESIDUOS.pdf
- Puerta, S. (2002). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. *Lasallista de investigación*, 1, 56-55.
- Sakurai, K. (2005). *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

ANEXOS

ANEXO I

FORMULARIO GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

No. de muestra _____ No. Aleatorio _____

Zona _____ Ciudad _____

Dirección del domicilio _____

Estrato Socioeconómico _____ Nº de miembros en la familia _____

Clase del generador (vivienda, tienda, oficina, etc.) _____

Nº	FECHA	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS	GENERACION Kg / unidad - día	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

GENERACION (promedio) = Kg./unidad/día

Fuente: Norma Boliviana de Residuos Sólidos 743

ANEXO II**FORMULARIO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

N° _____

Ciudad _____ Departamento _____

Estrato socioeconómico _____

Fecha y hora del cuarteo _____

Procedencia de la muestra _____

Condiciones climatológicas imperantes durante el cuarteo
(describir) _____

Cantidad de Residuos Sólidos para el cuarteo _____ Kg.

Cantidad de residuos sólidos para la selección de subproductos _____ Kg.

Cantidad de RS para los análisis físicos, químicos y Biológico _____ Kg.

Responsable del cuarteo

Nombre _____

Cargo _____

Institución _____

Observaciones _____

Fuente: Norma boliviana de residuos sólidos 743

ANEXO III**FORMULARIO PARA LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO «IN
SITU» DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Nº _____

Ciudad _____ Departamento _____

Fecha y hora de determinación _____

Condiciones climatológicas imperantes durante la determinación

Capacidad de recipiente _____

Tara del recipiente _____

Capacidad del recipiente tomada para la determinación _____

Peso bruto (peso del recipiente con residuos sólidos) _____

Peso neto de los residuos sólidos (peso bruto -tara) _____

Peso volumétrico «in situ», de los residuos sólidos _____ Kg. /m3.

Responsable de la determinación:

Nombre _____

Cargo _____

Institución _____

Observaciones

Fuente: Norma boliviana de residuos sólidos 743

ANEXO IV

FORMULARIO SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS

Ciudad _____ Estrato Socioeconómico _____
 Fecha y hora de análisis _____ Peso de la muestra _____
 Procedencia _____ Tara de las bolsas _____
 Responsable del análisis _____
 Observaciones _____

N°.	SUBPRODUCCIÓN	PESO KG	% EN PESO	OBSERVACIONES
1.	Algodón			
2.	Fibras sintéticas			
3.	Textiles			
4.	Residuos alimenticios			
5.	Residuos de Jardinería			
6.	Hueso			
7.	Cuero			
8.	Cartón			
9.	Madera			
10.	Papel periódico y revistas			
11.	Papel blanco			
12.	Papel de color			
13.	Pañales desechables y toallas			
14.	Sanitarias			
15.	Áridos			
16.	Loza y cerámica			
17.	Material de construcción y escombros			
18.	Envases tetrapak y tetrabric			
19.	Plástico rígido			
20.	Polietileno alta densidad			
21.	Polietileno baja densidad			
22.	Otros Plásticos tipo			
23.	Metales ferrosos			
24.	Metales no ferrosos			
25.	Vidrio ámbar			
26.	Vidrio verde			
27.	Vidrio transparente			
28.	Vidrio plano			
29.	Latas			
30.	Latas de pintura			
31.	Goma			
32.	Medicinas caducas			
33.	Baterías y pilas			
34.	Envases prod. limp. agroquímicos			
35.	Residuos fino (pasa malla olímpica)			
36.	Heces fecales			
37.	Otros			

Fuente: Norma boliviana de residuos sólidos 74

ANEXO V

ENCUESTA

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS			
Fecha de Encuesta:			N°
Departamento:	Provincia:	Municipio:	
Dirección			
Persona Encuestada		(jefe del hogar): Padre ()	
Madre () otro _____			
A) DATOS GENERALES	C) APRECIACIONES DEL ENTREVISTADOR	F) SOBRE EL ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	
1. Nivel de Educación del Jefe de familia	La vivienda pertenece al nivel económico	11. ¿En qué tipo de recipiente/envase/tacho tiene la basura en su casa?	
Sin Instrucción	A = Muy Alto	Caja	
Primaria Incompleta	B = Alto	Cilindro	
Primaria Completa	Ca = Medio-Alto	Bolsa Plástica	
Secundaria Incompleta	Cb = Medio	Costal	
Secundaria Completa	D = Medio-Bajo	Tacho de Plástico	
Técnica Incompleta	E = Bajo	Otro	
Técnica Completa	La zona en que está ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:	12. ¿En cuántos días se llena el tacho de basura en su casa?	
Estudios de Post Grado	A = Muy Alto	En 1 día	
Universidad Completa	B = Alto	En 2 días	
Universidad Incompleta	Ca = Medio-Alto	En 3 días	
2. Ocupación Económica	Cb = Medio	En más de 3 días	
Ama de Casa	D = Medio-Bajo	13. ¿En qué lugar de la casa / oficina tiene el tacho de basura?	
Obrero	E = Bajo	Cocina	
Oficinista	D) INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA		Patio
Empresario	8. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	Corral	
Comerciante	9. ¿Cuántas familias viven en la vivienda?	Otro	
Profesional	E) SOBRE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		14. ¿El tacho de basura se mantiene tapado
Desempleado	10. ¿Qué es lo que más bota al tacho de basura en casa?	Si	
Otros	Sobra de Alimentos	No	
3. ¿Cuánto es el ingreso familiar al mes?	Papeles	Algunas veces	
Menos de 1000 Bs	Latas	15. ¿Quién de la familia se encarga de sacar la basura?	

Salario mínimo	Plásticos		Padre
Entre 3500 y 5500	Otros		Madre
Entre 5500y 8000	G) SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE PAGAR EL SERVICIO		Hijo
Más de 8000	18. ¿Está usted satisfecho con el servicio de recojo de basura que recibe?		Hija
B) INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA			
	Si		Cualquiera
4. Uso			
	No		15. ¿Cada cuánto tiempo recogen la basura de tu casa?
Sólo vivienda	¿Porque?		Todos los días
Vivienda y otra actividad	19. ¿Cuánto paga actualmente por los servicios de limpieza pública?		Dejando 1 día
5. Tenencia de la vivienda			
	10 BS		Dejando 2 o 3 días
Propia	10 a 15 Bs		Muy pocas veces
Alquilada	15 a 20bs		16. Cuándo se acumula varios días la basura en la casa ¿Que se hace con esta basura?
6. Material predominante en la casa			
	Nada		Se quema
Adobe	20. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente por un sistema completo y mejorado		Se entierra
Madera	Hasta 10 Bs		Se bota a la calle
Ladrillo	Entre 10 y 15		Se bota al río
Otro	Entre 15 y 20		Se lleva al botadero más cercano
7. ¿Tipo de Servicios con que cuenta?			
	Nada		17. ¿Por qué crees que existen acumulaciones de basura en tu barrio o calle?
Luz	21. ¿Cuál sería la mejor forma de pago?		No sabe
Agua	Cobranza casa por casa		No hay ese problema
Teléfono	Con el pago de otro servicio (luz, agua, etc.)		Porque no pasa el basurero
Tv cable	Con el impuesto predial		Por negligencia de la población
Internet	En una agencia descentralizada		
Pozo séptico	En un banco		
Alcantarillado	Vía internet		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VI

MEMORIA FOTOGRAFICA DE LA RECOLECCION DE INFORMACION PRIMARIA



Figura 35. *Empadronamiento a viviendas*
Fuente: Elaboración propia



Figura 36. *Sticker de identificación de viviendas participantes*
Fuente: Elaboración propia



Figura 37. *Encuesta a representante de familia participante*
Fuente: Elaboración propia



Figura 38. *Recepción de los residuos sólidos generados*
Fuente: Elaboración propia



Figura 39. *Tara del recipiente cilíndrico*
Fuente: Elaboración propia



Figura 40. *Cálculo del peso volumétrico de los RSD*
Fuente: Elaboración propia



Figura 41. *Separación de los residuos por subproductos*
Fuente: Elaboración propia



Figura 42. *Servicio de recolección de los residuos sólidos en la localidad de Apolo*
Fuente: Elaboración propia



Figura 43. *Disposición final de los residuos sólidos en el botadero municipal de Apolo*

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. *Incineración de los residuos sólidos por parte de los trabajadores de aseo urbano de la localidad de Apolo*

Fuente: Elaboración propia