

**PRACTICA EMPRESARIAL
DISEÑO DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN, ESPACIOS Y ÁREAS DE UNA
PLANTA DE APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS
URBANOS PARA EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER.**

WILSON JAVIER ANGULO ESPINOZA

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, Enero 24 de 2017

**DISEÑO DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN, ESPACIOS Y ÁREAS DE UNA
PLANTA DE APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS
URBANOS PARA EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER.**

Autor

WILSON JAVIER ANGULO ESPINOZA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AMBIENTAL

Director

MANUEL ANTONIO CONTRERAS MARTINEZ
Ingeniero Civil

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pamplona 24/Enero/2017

DEDICATORIA

A:

Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi madre María José por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia y mi coraje para conseguir mis objetivos.

Mis familiares por estar conmigo a pesar de las adversidades y apoyarme siempre en todo momento que los necesité

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme un camino lleno de aprendizaje y experiencias inolvidables.

Le doy gracias a mi madre María Josefa por su apoyo constante, por su entrega y valores inculcados durante mi vida.

Agradezco al ingeniero Hamilton Morales Torres por su acompañamiento, tiempo dedicado, consejos y enseñanzas durante el proceso.

Al Ingeniero Manuel Antonio Contreras por estar atento al proceso, a mis inquietudes y por recibirme como su pupilo.

Al Ingeniero Héctor Uriel Rivera Alarcón por el acompañamiento en este proceso y enseñanzas durante la estadía universitaria

Agradezco a mi familia y amigos por confiar en mí durante este proceso de formación.

Le doy Gracias a la Universidad de Pamplona y docentes de Ingeniería Ambiental por permitirme acoger sus conocimientos y crecer como profesional, explorando mis capacidades y llevando mis destrezas al límite.

Finalizando agradezco a la Alcaldía Municipal de Toledo por creer en mis capacidades y conocimientos dándome la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales en sus instalaciones, brindándome información y recursos necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
4.	JUSTIFICACIÓN	4
5.	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6
5.1	ALCANCES	6
5.2	LIMITACIONES	6
6.	OBJETIVOS	7
6.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
6.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
7.	MARCO REFERENCIAL	8
7.1	MARCO TEÓRICO.....	8
7.1.1	MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	8
7.1.2	RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES	8
7.1.3	RESIDUOS SÓLIDOS LENTAMENTE BIODEGRADABLES.....	8
7.1.4	RESIDUOS SÓLIDOS NO BIODEGRADABLES	10
7.1.5	RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	11
7.1.6	PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS 12	
7.1.7	SISTEMA DE PROCESADO Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES	17
7.1.8	RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS DE CONVERSIÓN BIOLÓGICA	18
7.1.9	SEPARACIÓN POR TAMAÑO	19
7.1.10	SEPARACIÓN POR DENSIDAD	19
7.1.11	DENSIFICACIÓN Y/O COMPACTACIÓN.....	20
7.1.12	SELECCIÓN DE INSTALACIONES PARA MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	20
7.2	CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES.....	21
7.2.1	EQUIPAMIENTO MOVIL UTILIZADO PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES.....	21
7.2.2	DISEÑO DE INSTALACIONES PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES (IRM)	22
7.3	ANTECEDENTES	23
7.3.1	INTERNACIONALES.....	23

7.3.2	NACIONALES	28
7.3.3	DEPARTAMENTALES	30
8.	MARCO CONTEXTUAL	32
8.1	DESCRIPCIÓN FÍSICA Y LOCALIZACIÓN	32
8.2	POBLACIÓN	33
8.3	ECONOMÍA.....	34
8.4	RESEÑA HISTÓRICA	35
8.5	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEO URBANO:.....	36
9.	MARCO LEGAL.....	39
10.	METODOLÓGICA	42
10.1	ANÁLISIS CRÍTICO Y PRELIMINAR DEL SISTEMA DE ASEO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO CON BASE EN INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL ENTE ENCARGADO.....	42
10.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO	42
10.2.1	ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	42
10.2.2	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL.....	42
10.2.3	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS.....	43
10.2.4	DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	43
10.2.5	DETERMINAR EL PUNTO DE MUESTREO	43
10.2.6	TOMA DE MUESTRAS	44
10.2.7	PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN	44
10.2.8	DETERMINAR LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA POR DÍA (PPC)	45
10.2.9	DETERMINAR LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS A PARTIR DEL MÉTODO DE CUARTEO:.....	45
10.3	DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL Y AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO, DETERMINAR LAS POLÍTICAS DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO.....	46
11.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	47
11.1	ANÁLISIS CRÍTICO Y PRELIMINAR DEL SISTEMA DE ASEO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO CON BASE EN INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL ENTE ENCARGADO.....	47
11.1.1	IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS EN EL SISTEMA DE ASEO.....	49
11.1.2	RECONOCIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS EN EL MUNICIPIO.....	55

11.1.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN.....	56
11.1.4	ANÁLISIS BRECHA	56
11.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO.....	59
11.2.1	DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA	59
11.2.2	UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL PLANO URBANÍSTICO – PREVIA VISTA DE CAMPO.....	62
11.2.3	DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	74
11.3	DETERMINAR LAS POLÍTICAS DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL Y AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO.....	88
12.	DISEÑO DE LOS PROCESO Y OPERACIÓN, ESPACIOS Y ÁREAS DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	91
12.1	PRINCIPIOS DEL DISEÑO.....	91
12.2	PAISAJISMO.....	91
12.3	ACCESO.....	91
12.4	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	91
12.5	CRITERIOS AMBIENTALES	92
12.6	CRITERIOS ADMINISTRATIVOS.....	92
12.6.1	BASCULA DE PESAJE.....	93
12.6.2	ZONA ADMINISTRATIVA.....	93
12.6.3	BODEGAS.....	93
12.7	MANEJO DEL MATERIAL BIODEGRADABLE.....	97
12.7.1	ZONA DE EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO DE ABONO ORGÁNICO..	100
12.8	PLATAFORMA DE RECEPCIÓN	100
12.9	MECANIZACIÓN	100
12.9.1	BANDA TRANSPORTADORA.....	101
12.10	ÁREAS DE OPERACIÓN	101
12.10.1	ÁREA DE INGRESO.....	101
12.10.2	ÁREA DE RECEPCIÓN, SEPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	101
12.10.3	ÁREA DE ALMACENAMIENTO	101
12.10.4	ÁREA DE COMPOSTAJE Y/O LOMBRICULTURA.....	101

12.11	CRITERIOS TÉCNICOS, ECONOMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO	102
12.11.1	TÉCNICO.....	102
12.11.2	ECONÓMICO	102
12.11.3	AMBIENTAL	103
12.11.4	SOCIAL.....	103
12.12	DIAGRAMA GENERAL DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO.....	104
13.	CONCLUSIONES	108
14.	RECOMENDACIONES	109
15.	GLOSARIO	110
16.	BIBLIOGRAFÍA	113

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A PROGRAMA DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER	115
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Selección de materiales no biodegradables.	16
Figura 2. Proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos (Comida y residuos de jardín y podo rápidamente biodegradables).	16
Figura 3. Esquema de planta de procesamiento de residuos sólidos.	17
Figura 4. Proceso actual de manejo de residuos sólidos en el Municipio de Toledo	49

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Factores a considerar en la selección de equipos de compactación.....	20
Imagen 2. Factores a tener en cuenta en la evaluación del equipamiento de procesos ..	22
Imagen 3. Barridos y limpieza de calles municipio de Toledo.....	50
Imagen 4. Recolección y Transporte de residuos sólidos en el Municipio de Toledo.....	52
Imagen 5. Disposición residencial de residuos sólidos en el Municipio de Toledo.....	54
Imagen 6. Disposición final de residuos sólidos relleno sanitario “LA CORTADA”.....	55
Imagen 7. Socialización comunitaria	68
Imagen 8. Entrega de elementos de protección personal.....	68
Imagen 9. Stickers para marcado de viviendas	69
Imagen 10. Etiquetado de casas según su estrato	69
Imagen 11. Organización de muestras.....	70
Imagen 12. Recolección de muestras	70
Imagen 13. Pesado de muestras.....	71
Imagen 14. <i>Organización de muestras</i>	74
Imagen 15. Rompimiento de bolsas contenedoras de muestras	74
Imagen 16. Selección de residuos orgánicos y papel.....	75
Imagen 17. Selección de vidrio y plástico.....	75

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato I.....	76
Gráfica 2. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato II.....	77
Gráfica 3. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato III.....	78
Gráfica 4. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato IV	79
Gráfica 5. Distribución porcentual total de la generación de residuos sólidos	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Producción de RSU niveles de complejidad bajo y medio.	14
Tabla 2. Clasificación sugerida para materiales recuperados en centros de acopio	15
Tabla 3. Normas representativas para la gestión de residuos sólidos urbanos.....	39
Tabla 4. Rutas de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Toledo.....	51
Tabla 5. Usuarios suscritos al servicio de aseo en el municipio de Toledo	52
Tabla 6. Cantidad de residuos llevados al relleno La Cortada	54
Tabla 7. Análisis DOFA del servicio de aseo en el Municipio de Toledo.....	57
Tabla 8. Porcentaje de distribución de muestras para estratos socioeconómicos.....	60
Tabla 9. Materiales Utilizados en el proceso de caracterización de residuos sólidos.....	64
Tabla 10. Registro de pesos de muestras para estrato I.....	72
Tabla 11. Registro de pesos de muestras para estrato II.....	72
Tabla 12. Registro de pesos de muestras para estrato III.....	73
Tabla 13. <i>Registro de pesos de muestras para estrato IV</i>	73
Tabla 14. Proyección poblacional del Municipio de Toledo.....	82
Tabla 15. Generación de Residuos Altamente Biodegradables en el Municipio de Toledo.	85
Tabla 16. Proyección de residuos sólidos – Papel y Cartón	86
Tabla 17. Proyección de residuos sólidos – Plástico	86
Tabla 18. Proyección de residuos sólidos – Vidrio.....	87
Tabla 19. Requerimiento de personal.....	92
Tabla 20. Inventario de Maquinaria, Equipos y Herramientas.....	105

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de Toledo en Colombia.....	33
Ilustración 2. Proyecciones de población municipales por área.....	33
Ilustración 3. Proyecciones de población cabecera municipal	34
Ilustración 4. Corregimiento mayor de San Bernardo de Bata.....	36
Ilustración 5. Corregimiento especial de Gibraltar	37
Ilustración 6. Corregimiento especial de Samoré	37
Ilustración 7. Ubicación relleno sanitario municipio de Pamplona	38
Ilustración 8. Distribución de las muestras por estratos socioeconómicos para caracterización en el sector domiciliario.....	63
Ilustración 9. Coliseo Mayor del Barrio Belén.....	71
Ilustración 10. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de papel y cartón.	94
Ilustración 11. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de plástico.	95
Ilustración 12. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de vidrio.....	96
Ilustración 13. Diagrama general para el aprovechamiento de los residuos rápidamente Biodegradables.....	98
Ilustración 14. Diagrama general de los procesos de la planta de aprovechamiento....	104

1. RESUMEN

Con el presente trabajo, se propone dimensionar los procesos y operación, espacios y áreas de una planta para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos con el fin de contribuir a la conservación y reducción de la demanda de recursos naturales, el consumo de energía y la reducción en costos que representa el transporte de los residuos sólidos al relleno sanitario “La Cortada”, así como también la vida útil de este.

El Diseño tiene como punto de partida el análisis crítico y preliminar del sistema de aseo urbano del municipio de Toledo con base en información suministrada por la Unidad de Servicios Públicos, ente encargado, así mismo, la caracterización de los residuos sólidos del casco urbano de acuerdo a la normatividad con el propósito de evaluar la cantidad generada por la población, por consiguiente con dicha información ya establecida y determinando las políticas de transformación y aprovechamiento de acuerdo a las necesidades de la administración municipal y al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS del municipio, se procede como punto final al diseño de los procesos y operación, espacios y áreas de la planta de aprovechamiento y transformación de residuos Sólidos Urbanos para el municipio.

2. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada y porque cada vez son más, asunto asociado al incremento de la población humana, a los procesos de transformación industrial (globalización), y a los hábitos de consumo de los individuos, en la actualidad se ha tratado de buscar solución a éste problema, implementado la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), de la cual hace parte una integralidad de procesos que van desde: separación en la fuente (rápidamente biodegradables, reciclaje e inservible), hasta la transformación de los que permiten éste proceso o a la disposición final de los que no se pueden reciclar. A partir de la separación en la fuente se han buscado usos alternativos benéficos para el entorno, como es el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos lentamente biodegradables nuevamente en materia prima¹.

Es de esta manera como se busca con el diseño de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Toledo Norte de Santander y optimizar el manejo y disposición de los residuos sólidos con base en las prácticas de comunicación y educación ambiental, minimizando el volumen de estos en la disposición final y así, concientizar a la población sobre el manejo adecuado de estos.

Cabe resaltar que el presente trabajo constituye una iniciativa la cual busca como objetivo principal el diseño de una instalación recuperadora de materiales para la población con base al manejo de residuos sólidos, afrontando el problema desde su origen, revisando la falta de conocimiento sobre el tema y generando conciencia ambiental en el Municipio de Toledo.

¹ Gladys Jaramillo Henao, L. M. (2008). *Ambientalex*. Recuperado el 13 de noviembre de 2016, de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de residuos sólidos tiene una correlación con el crecimiento poblacional y el progreso del municipio, no obstante este crecimiento no es correlativo al tratamiento que los residuos demandan, ni por las comunidades ni por parte de las autoridades, por consiguiente se generan incomparables tipos de problemáticas, desde el orden social, hasta el económico y ambiental, como por ejemplo, el quebranto en la calidad del agua, del suelo y del aire, complicaciones de salud pública, subutilización de recursos económicos, entre otros.

El municipio de Toledo no cuenta con una planta de aprovechamiento de residuos sólidos y éstos están siendo depositados en su totalidad en el relleno sanitario “La Cortada” del municipio de Pamplona, impactando la vida útil de este y desaprovechando residuos que pueden generar un beneficio económico para el municipio, a esto se le suma la complejidad del transporte de residuos sólidos hasta el punto de disposición final, sometiéndose el camión recolector a 8 horas diarias por el pésimo estado de la vía “la Soberanía”.

4. JUSTIFICACIÓN

Al dimensionar los procesos de operación, espacios y áreas de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para el municipio de Toledo Norte de Santander, se está dando paso a la inclusión de nuevas tecnologías ambientales generando un aprovechamiento in situ que beneficiará aspectos económicos al disminuir el volumen de los residuos sólidos destinados al sistema de relleno sanitario contratado por el municipio, asimismo alargando la vida útil de este, la reducción de costos de recolección gracias a la conciencia ambiental que se crea en la población y la conservación del medio ambiente con la reducción de la contaminación, y por último pero no menos importante, la generación de empleo en la población, pues el desempleo se ha convertido en uno de los problemas más complejos que enfrenta el municipio en la actualidad.

El Decreto 2981 del 2013 establece que Los municipios al actualizar el respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), está en la obligación de diseñar, implementar y mantener actualizados los programas y proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos sólidos, el desarrollo de esta actividad deberá dar prioridad a los estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de residuos cumpliendo obligaciones al definir las áreas para la localización de estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, sitios de disposición final de residuos y estaciones de transferencia, de acuerdo con los resultados de los estudios técnicos ambientales, así como en el marco de las normas urbanísticas que rige al municipio.²

El CONPES 3530 establece los lineamientos de política para el sector de aseo en los municipios, los cuales permitirán a todos los actores involucrados encaminar sus acciones para fortalecer la prestación de este servicio, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos³.

“Los Objetivos de Desarrollo del Milenio incorporan los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducción de la pérdida de recursos del medio ambiente, es así que el objetivo número 7 establece garantizar

² MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

³ Consejo Nacional de Política Económica y Social. (23 de Junio de 2008). *Minambiente*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf

la sostenibilidad del medio ambiente proporcionando a la población instalaciones de tratamiento de residuos sólidos para aprovechar la disposición de estos.”⁴

⁴ Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Nueva York. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

5.1 ALCANCES

El dimensionamiento de los procesos de operación, espacios y áreas de la planta de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos para el municipio de Toledo Norte de Santander tiene como base fundamental la cantidad de residuos sólidos generados por los habitantes en la actualidad y a una proyección de 20 años; el dimensionamiento planteado no contempla diseños estructurales, estudios de resistencia de materiales, geológicos ni sismo-resistentes para el área de ubicación y construcción, el proyecto es una propuesta dirigida a la Unidad de Servicios Públicos y la Alcaldía Municipal para el eficiente manejo de los Residuos Sólidos Urbanos brindando así un aprovechamiento de estos que genera beneficios económicos para los actores involucrados, por esta razón el alcance del presente trabajo es estrictamente teórico sin ser contemplada la etapa de implementación y/o construcción de la planta a un corto o mediano plazo, siendo este diseño la base fundamental del diseño arquitectónico y diseños subsiguientes para la construcción de este tipo de plantas.

5.2 LIMITACIONES

A continuación, se muestran las limitaciones detectadas en el proceso:

1. La inexistencia de la separación en la fuente lo que genera el inadecuado manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos al momento de su presentación por parte de los usuarios.
2. La carencia de comunicación y educación en la comunidad Toledana en cuanto al adecuado manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos.
3. La escasez de recursos económicos por parte de la administración para la construcción e implementación de los procesos de aprovechamiento y/o tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos de Toledo.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

- Dimensionar los procesos de operación, espacios y áreas de una planta de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos urbanos para el municipio de Toledo norte de Santander, de acuerdo a las políticas de aprovechamiento establecidas por la administración y por los comités coordinador y técnico del PGIRS.

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un análisis crítico y preliminar del sistema de aseo urbano del municipio de Toledo con base en información suministrada por el ente encargado e información obtenida en campo y otras fuentes.
- Realizar una caracterización de los residuos del casco urbano del municipio de acuerdo a la normatividad.
- De acuerdo a las necesidades de la administración municipal y al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS del municipio, determinar las políticas de transformación y aprovechamiento.
- Dimensionar los procesos y distribución de espacios a partir de la generación de los residuos, sus balances de la cantidad de entrada y salida en la planta y flujos de procesos del tratamiento y/o aprovechamiento.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo integrado de residuos sólidos (MIRS) se refiere al uso de prácticas combinadas para manipular los residuos sólidos segura y efectivamente. El MIRS incorpora la combinación de tecnologías entre las cuales se mencionan la reducción, el re uso, el reciclaje, el compostaje, la incineración y los rellenos sanitarios. Reducir en la fuente, consiste en reducir la cantidad de desechos eliminando ítems antes de que ellos entren en la corriente de desechos.⁵

7.1.2 RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES

“Los Desechos sólidos biodegradables son aquellos desechos que se pueden descomponer por medio de la acción de microorganismos, a través de un sistema natural aeróbico.”⁶

7.1.3 RESIDUOS SÓLIDOS LENTAMENTE BIODEGRADABLES

“Son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas. Otros, como las pilas, son peligrosos y contaminantes”⁷

El papel: No es basura, el reciclaje del papel es necesario ya que economiza grandes cantidades de energía, evita la contaminación del agua, evita el consumo de árboles y contribuye a reducir la cantidad de coníferas y eucaliptus. El uso de papel reciclado sin blanquear también reduciría las descargas de cloro, colorantes y aditivos en ríos, que causan mortalidad entre los peces y desequilibrio en los ecosistemas acuáticos.

⁵ Chacín, C. P. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de Reciclaje. *Revista de Investigación* vol.32 no.63 Caracas. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010

⁶ RECYTRANS. (2013). *SOLUCIONES GLOBALES PARA EL RECICLAJE*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <http://www.recytrans.com/gestion-de-residuos/gestion-de-residuos-org%C3%A1nicos.html>

⁷ Rojas, M. E. (30 de 10 de 2012). *Eduteka*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/10735>

Los envoltorios y envases: *“Aproximadamente es un 20% de lo que se compra se tira de inmediato por ser parte de los envases y embalajes. El sobre-empaqueamiento nos ocasiona aumento de los residuos y encarecimiento de los productos”⁸.*

Los plásticos: *“Constituyen el 9% de la basura. Tienen una vida muy larga y son un gran problema medioambiental ya que la mayoría no se degrada. Esta basura plástica es consumida por gran cantidad de fauna en vertederos y en medio acuático ocasionando muerte a peces, aves y animales, además del deterioro que supone. El futuro es el reciclado de este residuo”⁹.*

De acuerdo con la política colombiana sobre manejo de los residuos, la gestión de los plásticos, debe basarse en una jerarquización de las acciones de manejo, dando prioridad a las actividades que apuntan a la minimización de los residuos, después se deben plantear alternativas para el aprovechamiento de los materiales y finalmente, si las demás acciones no son aplicables, se debe realizar una disposición final adecuada a los mismos¹⁰.

El primer paso para lograr una gestión adecuada de este tipo de residuos, es la llamada Reducción en la fuente, una estrategia que involucra diversas actividades tendientes a disminuir el uso de recursos y materias primas en la producción de artículos. Al utilizar menos materia prima se producen menos residuos sólidos y además se aprovechan mejor los recursos naturales.

“El reciclaje de plásticos es una práctica muy útil para reducir los residuos sólidos, por lo cual ha recibido mucha atención y se han desarrollado muchas técnicas para mejorarlo. Algunas de estas técnicas empezaron a desarrollarse en los años 70’s, cuando algunos países comenzaron a incinerar sus residuos plásticos. Desde entonces ha habido muchos avances en la manera de reciclar plásticos, dando como resultado cuatro tipos de reciclaje de este tipo de materiales: primario, secundario, terciario y cuaternario.”¹¹.

⁸ Anónimo. (Febrero de 2011). Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>.

⁹Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial., Op, Cit. p. 49.

¹⁰ Ministerio de Ambiente, V. y.-F. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp.

¹¹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL*

El proceso de reciclaje primario: consiste en la separación, limpieza, peletizado, moldeado, moldeado por inyección, moldeado por compresión y termoformación.¹²

El reciclaje secundario convierte el plástico en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original los plásticos recuperados por esta forma son los termoestables o plásticos contaminados y así el proceso de mezclado de plásticos es representativo del reciclaje secundario.¹³

El reciclaje terciario degrada al polímero a compuestos químicos básicos y combustibles, este tipo de reciclaje es diferente puesto que involucra un cambio químico, no sólo un cambio físico, en este reciclaje las largas cadenas del polímero se rompen en pequeños hidrocarburos o monóxido de carbono e hidrógeno.¹⁴

Finalmente el reciclaje cuaternario consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada es decir, el plástico es utilizado como un combustible con el objetivo de reciclar energía.¹⁵

7.1.4 RESIDUOS SÓLIDOS NO BIODEGRADABLES

El vidrio: Los envases de vidrio se pueden recuperar, bien sea por uso de envases retornables o bien a partir de la recogida selectiva del vidrio para después reciclarlo. Así ahorramos materia prima y energía para elaboración, además de evitar el perjuicio que supone la acumulación del vidrio que no se recicla.

Los impactos ambientales generados por la industria del vidrio, pueden ser reducidos con la sustitución de las materias primas vírgenes por vidrio reciclado. Si se incluyen altas cantidades de materiales reciclados dentro de los procesos de producción de este material, se evita la destrucción de terrenos por extracción de materias primas vírgenes y se contribuye así a la disminución de la erosión y preservación de los ecosistemas potencialmente afectados por esta industria¹⁶.

Y *CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

¹² *Ibíd.*, p. 19

¹³ *Ibíd.*, p. 20

¹⁴ *Ibíd.*, p. 20

¹⁵ *Ibíd.*, p. 21

¹⁶ Anónimo. (Febrero de 2011). Obtenido de <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>

Así mismo, la energía requerida para fundir el vidrio reciclado, es mucho menor que la requerida para fundir las materias primas vírgenes. Como señala el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial *“se estima que el vidrio recuperado ahorra de un 25% a un 32% de la energía utilizada en el proceso, lo que se traduce también en el ahorro de combustibles fósiles y la disminución en un 20% de las emisiones contaminantes generadas en dicho proceso”*¹⁷.

*“Igualmente, la utilización de materias primas recicladas para la producción de vidrio disminuye los requerimientos de agua del proceso en un 50% y se reduce la contaminación de los suelos, pues los materiales no son dispuestos en los rellenos sanitarios”*¹⁸.

7.1.5 RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La recolección de desechos sólidos en áreas urbanas es difícil y compleja debido a que la producción de desechos sólidos residenciales, comerciales e industriales es un proceso disperso que tiene lugar en cada casa, cada edificio, apartamento y cada instalación comercial e industrial, lo mismo que en las calles, parques y aún áreas libres de cada comunidad.¹⁹

7.1.5.1 Servicio de recolección residencial.

El servicio de recolección residencial varía dependiendo del tipo de unidad de vivienda. Se consideran una por una las recolecciones para edificaciones separadas de poca altura y la recolección para edificios de apartamentos de media y gran altura, donde se utiliza el servicio en la acera, el residente de la vivienda es responsable de colocar los recipientes a ser vaciados en la acera el día de la recolección y devolver los recipientes vacíos a su lugar de almacenamiento hasta la siguiente recolección. Donde las callejuelas son el esquema básico de una ciudad o un área dada, es común el uso de recipientes de almacenamiento en las callejuelas. En el servicio lateral y restitución, los recipientes se colocan en la propiedad y son devueltos después de ser vaciados por cuadrillas adicionales que trabajan junto con la cuadrilla responsable de cargar el vehículo de recolección. El servicio lateral es esencialmente lo mismo que el servicio lateral y restitución, sólo

¹⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

¹⁸ *Ibíd.*, p 49

¹⁹ George Tchobanogluos, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

que el residente es responsable de devolver los recipientes a su lugar de almacenamiento. En el servicio de acarreo desde el patio la cuadrilla de recolección es responsable de entrar a la propiedad y remover los desechos de su lugar de almacenamiento.²⁰

7.1.6 PLANTA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Las plantas de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos (RSU), son instalaciones que responden a las necesidades de tratamiento de los flujos de RSU en una población, para evitar su disposición final en rellenos sanitarios o incineración directa. Este tipo de instalaciones, están destinadas a recibir corrientes de residuos que han sido seleccionados en la fuente o residuos mezclados de los cuales se busca extraer aquellos materiales que son susceptibles de aprovechamiento y que son fuente directa de una serie de materias primas recicladas de alta calidad que pueden ser reintroducidas dentro de los ciclos económicos y productivos del país²¹.

Cada material a recuperar debe cumplir con ciertas especificaciones de calidad que son fijadas por las industrias que lo van a utilizar como materia prima. Los parámetros de calidad se relacionan con:

- Plástico: La industria del plástico solicita una rigurosa selección por tipo de resina y de color. Para el aprovechamiento del material es necesario que no contenga contaminantes como metales, etiquetas de papel y restos de comidas o bebidas.
- Papeles: Generalmente se establecen especificaciones sobre la densidad del material, porcentaje de humedad y un porcentaje máximo de papeles contaminantes.
- Vidrio: Existen especificaciones en cuanto a límites máximos de sustancias contaminantes como polvo, metales y plásticos, entre otros; separación por color y trituración.
- Residuos rápidamente biodegradables: los productos obtenidos a partir de ellos deben cumplir unas especificaciones de calidad y composición físico-

²⁰ *Ibíd.*, p. 35

²¹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

química y bacteriológica establecidas por las autoridades ambientales y de salud pública del país.

De acuerdo a lo anterior, es necesario que durante la planificación y el diseño de instalaciones de recuperación y procesamiento se consideren dichas especificaciones como punto de partida²².

Así mismo, el diseño y el tamaño de una instalación para el aprovechamiento de materiales reciclables dependerá de algunas variables como:

- El volumen de residuos manejado durante el proceso.
- El tipo de separación en la fuente y recolección selectiva.
- La categoría de materiales reciclables seleccionados, y el tipo de producto que se desea obtener.
- El mercado para la comercialización tanto de las materias primas recicladas, o de los productos generados.
- Las especificaciones de calidad del mercado.
- La seguridad requerida en la planta.

Adicionalmente, es necesario que para la adecuada selección de lugares para la construcción y funcionamiento de las plantas de recuperación se sigan las directrices planteadas dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial de cada municipio o distrito, con el fin de evitar dificultades con las comunidades cercanas, y las autoridades ambientales competentes.²³

Las plantas de aprovechamiento de materiales reciclables cuentan con diferentes áreas y procesos, que pueden ir desde las instalaciones más sencillas, en donde tan sólo se realiza una separación por tipo de material, hasta aquellas en las cuales se logra obtener materias primas recicladas o productos finales hechos a partir de dichas materias primas.²⁴

El valor de los productos obtenidos en cada tipo de planta se incrementará en cuanto mayor tratamiento se dé a los residuos. De acuerdo con los diferentes

²² *Ibíd.*, p. 37

²³ *Ibíd.*, p. 38

²⁴ *Ibíd.*, p. 38

niveles de complejidad planteados por el RAS 2000 para Colombia, pueden existir diferentes tipos de instalaciones para el aprovechamiento de materiales.²⁵

7.1.6.1 Nivel de complejidad bajo y medio: centros de acopio con procesamiento de residuos orgánicos.

Los municipios con nivel de complejidad bajo (población urbana <= 2.500 habitantes), y nivel de complejidad medio (población urbana de 2.501 a 12.500 habitantes), tendrán una producción aproximada de residuos sólidos urbanos de acuerdo a la tabla 1:

Tabla 1. Producción de RSU niveles de complejidad bajo y medio.

Tipo de residuo	Bajo (Kg/día)	Medio (Kg/día)	
		Desde	Hasta
Orgánicos	731,3	731,5	3.656,3
Plásticos	157,5	157,6	787,5
Papel y cartón	56,3	56,3	281,3
Vidrio	45,0	45,0	225,0
Textiles	33,8	33,8	168,8
Patógenos y peligrosos	22,5	22,5	112,5
Metales	11,3	11,3	56,3
Caucho	11,3	11,3	56,3
Otros	56,3	56,3	281,3
TOTAL	1125	1125,45	5625

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

Las cantidades de residuos sólidos generados en este tipo de poblaciones son relativamente bajas, por lo cual el tipo de instalaciones para el aprovechamiento de residuos recomendado es del tipo Centro de Acopio con procesamiento de residuos orgánicos, es decir un centro de recepción y transporte de materiales, en el cual sólo se lleva a cabo el procesamiento de la fracción orgánica; por lo tanto, no se requieren mayores equipos para el procesamiento de los demás residuos aprovechables.²⁶

La finalidad de este tipo de planta es la de separar los diferentes materiales provenientes de la recolección selectiva y, una vez clasificados, los residuos orgánicos son procesados y los demás materiales son clasificados, empacados o embalados para su posterior venta a centros de procesamiento intermedio o

²⁵ *Ibíd.*, p. 39

²⁶ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

instalaciones de recuperación de materiales en los cuales se llevan a cabo todas las operaciones necesarias para devolver al ciclo económico los materiales reciclables.²⁷

7.1.6.2 PROCESOS OPERATIVOS

La recepción de los residuos en los centros de acopio se lleva a cabo en una plataforma localizada a ras de suelo, en la zona destinada para este proceso. Una vez se descargan los vehículos de recolección selectiva, se procede a realizar la separación de las bolsas por tipo de material, de acuerdo al código de colores que se haya establecido dentro de la comunidad.

Cada uno de los tipos de residuos recogidos será ubicado en la zona del patio que le corresponda, en donde se procederá al rompimiento de bolsas y a la clasificación específica de cada una de los materiales. Todos aquellos residuos que no sean susceptibles de aprovechamiento o estén catalogados como contaminantes de los materiales a recuperar, serán separados y depositados en el contenedor de rechazos, y posteriormente llevados a disposición final en el relleno sanitario.²⁸

Para obtener un mejor precio de venta, se recomienda realizar la clasificación de los materiales no biodegradables presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación sugerida para materiales recuperados en centros de acopio

Tipo de material	Clasificación sugerida
Vidrio: Clasificación por colores.	<ul style="list-style-type: none"> - Claro - Ámbar - Verde - Azul
Plástico: Clasificación por resinas.	<ul style="list-style-type: none"> - PET - PEAD - PEBD - PS - PVC - OTROS
Papel y cartón: Clasificación por tipo de material.	<ul style="list-style-type: none"> - Archivo - Periódico - Cartón corrugado - Envases Tetrapak

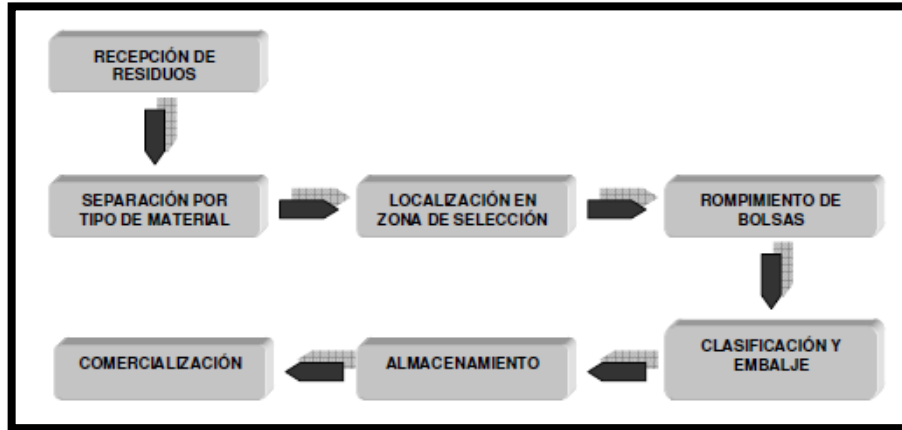
Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

Una vez clasificados, vidrios, plásticos, papeles y cartones son embalados o empacados, pesados y llevados a la zona de almacenamiento, en la cual permanecerán hasta el momento su comercialización. En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la operación explicada.

²⁷ *Ibíd.*, p 47

²⁸ *Ibíd.*, p. 49

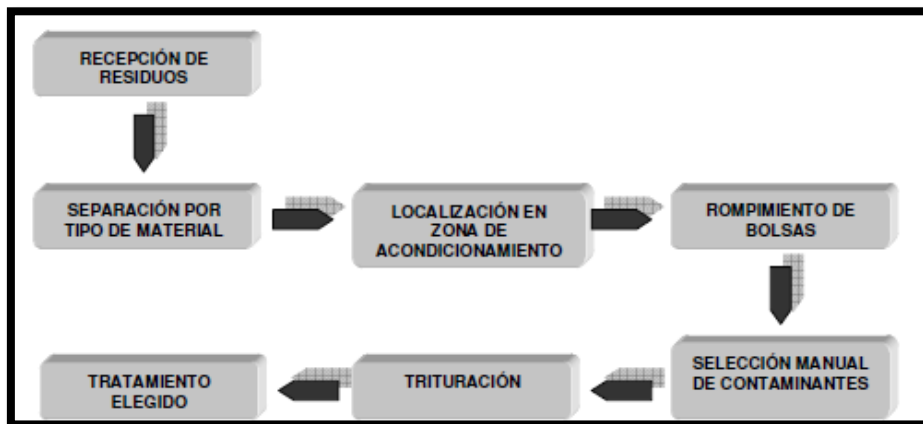
Figura 1. Selección de materiales no biodegradables.



Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

En el caso de residuos orgánicos rápidamente biodegradables, una vez son localizados en la zona de acondicionamiento, se procede al rompimiento de las bolsas, homogenización manual y selección para separación de los elementos contaminantes como plásticos, metales, trozos de madera, pilas y residuos domésticos peligrosos, entre otros. Una vez se ha realizado el control de calidad de los residuos, se procede a triturarlos para conseguir un tamaño de partícula similar. El tamaño de partícula sugerido es $< 5 \text{ cm}^2$. Luego se trasladan los residuos a la zona de tratamiento biológico, ya sea compostaje o lombricultura. Finalmente, el compost obtenido de dichos procesos se debe embalar y almacenar para su posterior distribución o venta (ver figura 2).

Figura 2. Proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos (Comida y residuos de jardín y podo rápidamente biodegradables).



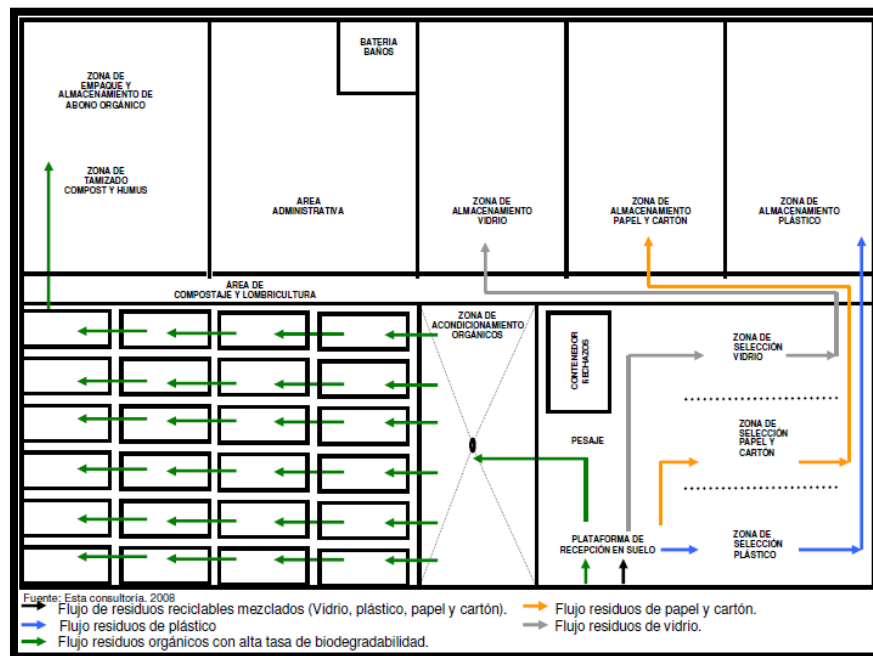
Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

De acuerdo con lo anterior, la administración del centro de acopio se debe poner en contacto con las empresas interesadas en los materiales, para acordar los estándares de calidad con los cuales se entregarán los productos, los precios de compra de cada material y las frecuencias de envío de los materiales recuperados en planta, ya que se deben almacenar suficientes materiales para que el costo de transporte por kilogramo no sea mayor al precio obtenido por la venta de los mismos y así obtener una mayor utilidad de esta.²⁹

7.1.6.3 ESQUEMA DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO

En la figura 3 se presenta un esquema del tipo de planta para el procesamiento de residuos sólidos, con sus respectivas zonas de almacenamiento y acondicionamiento del material³⁰.

Figura 2. Esquema de planta de procesamiento de residuos sólidos.



Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

7.1.7 SISTEMA DE PROCESADO Y RECUPERACIÓN DE MATERIALES

En los sistemas de procesamiento y recuperación de materiales, los principales recuperables son el papel, plásticos, textiles, vidrio y orgánicos rápidamente biodegradables como restos de comida, residuos de jardín y poda de árboles, en

²⁹ *Ibíd.*, p. 53

³⁰ *Ibíd.*, p. 55

el momento de la recuperación o tratamiento, la decisión de recuperar cualquiera o todos los materiales se basa, generalmente, en una evaluación económica y en consideraciones locales.³¹

Al momento en que se ha tomado la decisión de recuperar materiales, se deben diseñar y desarrollar diagramas de flujo para la separación y procesado de los componentes deseados, sujetos a especificaciones predeterminadas de los materiales, el diseño y la distribución de las instalaciones físicas que componen el diagrama de flujo de la planta de procesado son un aspecto importante en la implementación y el éxito de la operación de tales sistemas.³²

Como primer paso en el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos, será ver la cantidad de residuos a procesar, una vez se ha decidido esto, se dimensionan las unidades individuales de acuerdo con las tasas de carga, las que a su vez se determinan en base a las características de los desechos sólidos y los procesos de separación a ser usados; para seleccionar apropiadamente los procesos, se deben conocer las cargas esperadas de residuos, para la mayoría de los procesos las cargas se expresan en toneladas por hora, en la determinación de las cargas de diseño se debe hacer un análisis cuidadoso para determinar el número real de horas por día que operará el equipo.³³

7.1.8 RECUPERACIÓN DE PRODUCTOS DE CONVERSIÓN BIOLÓGICA

La recuperación de los productos de la conversión biológica que se pueden obtener de residuos sólidos urbanos incluyen: abono, metano, varias proteínas y alcoholes y una variedad de otros compuestos orgánicos intermedios de los procesos más desarrollados, fermentación controlada y digestión anaerobia, se describen en detalle en esta sección después de la discusión de las bases de los procesos.³⁴

La mayoría de las operaciones de fermentación controlada de residuos sólidos constan de tres etapas básicas, preparación de los desechos sólidos, descomposición, preparación del producto y mercadeo, por otra parte la recepción, clasificación, separación, reducción de tamaño, y adición de humedad y nutrientes forman parte de la etapa de preparación. Se han desarrollado varias técnicas para realizar la etapa de descomposición, en la fermentación controlada por hileras, los

³¹ George Tchobanogluos, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

³² *Ibíd.*, p. 109

³³ *Ibíd.*, p. 109

³⁴ *Ibíd.*, p. 112

desechos sólidos preparados se colocan en hileras al aire libre, las cuales se voltean una a dos veces por semana durante un periodo de fermentación de unas 5 semanas, el material generalmente se cura por 2 a 4 semanas más para asegurar la estabilización.³⁵

7.1.8.1 LOMBRICULTURA

La lombricultura tiene un enfoque ecológico por el reciclaje que se realiza con los diferentes sustratos empleados en su alimentación (Residuos vegetales, residuos biodegradables, desperdicios industriales); tiene además un enfoque tecnológico por los fenómenos microbiológicos y bioquímicos que ocurren en el proceso de fermentación de la alimentación de las lombrices a partir de materiales Biodegradables; además brinda una repuesta simple racional y económica al problema ambiental³⁶

A la hora de empezar el proceso se debe tener presente que el compost estará listo para agregar las lombrices cuando ya no se pueda distinguir los distintos materiales que le dieron origen, presentándose como una masa cuasi-homogénea, la duración del proceso suele ser de 2 a 4 meses dependiendo de factores como la temperatura interna del compost, la humedad, la aireación, los materiales originarios, entre otros muchos posibles.³⁷

7.1.9 SEPARACIÓN POR TAMAÑO

La separación por tamaño implica la separación de materiales en cierta cantidad de proporciones mediante el uso de una o más superficies de cribas utilizadas como tamaño de selección, la reducción se puede llevar a cabo por tamaño en seco o tamaño en húmedo, siendo el primero como proceso más común en tratamientos de residuos sólidos.³⁸

7.1.10 SEPARACIÓN POR DENSIDAD

La separación por densidad de residuo sólidos es una técnica ampliamente utilizada para separar materiales basándose en su densidad y en sus características aerodinámicas, este proceso se ha aplicado a la separación de

³⁵ George Tchobanoglous, H. T. (s.f.). DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

³⁶ Ing. Agr. Ricardo José Somarriba Reyes, M. F. (2004). Guía de Lombricultura. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

³⁷ *Ibíd.*, p. 5

³⁸ George Tchobanoglous, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

Residuos Sólidos Urbanos triturados en base a componentes como la fracción ligera compuesta por papel, plástico y orgánicos y la fracción pesada que contiene madera, metales y materiales inorgánicos que son relativamente densos.³⁹

7.1.11 DENSIFICACIÓN Y/O COMPACTACIÓN

La densificación y/o compactación de residuos sólidos se lleva a cabo por varias razones, incluyendo la reducción de las necesidades de almacenamiento para reciclables, la reducción del volumen para reciclables, la reducción del volumen para el transporte.⁴⁰

Imagen 1. Factores a considerar en la selección de equipos de compactación

Factor	Comentario
Finalidad de la densificación	Equipamiento de compactación para el procesamiento de RSU, equipamiento de peletización para la producción de CDRd, equipamiento de embalaje para el procesamiento de reciclables y RSU
Características del material que se va a procesar	Tamaño de partícula, forma, distribución de tamaño de partícula, contenido en humedad, composición de material, peso específico
Método de transferencia de los materiales hasta y desde el equipamiento de compactación	Características y especificaciones de los transportadores, elevadoras y otros equipamientos de manipulación de materiales
Parámetros de diseño de equipamiento	Capacidad de la unidad (t/h), requisitos energéticos (voltaje, amperaje, caballos), relación de compactación, peso específico unitario, peso específico bruto, peso de fardo, presión de operación
Características operacionales	Requisitos de energía (KWh), mantenimiento, complejidad de operación, ruidos y emisiones atmosféricas
-	-

Fuente: (George Tchobanogluos)

7.1.12 SELECCIÓN DE INSTALACIONES PARA MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

“El traslado eficaz de los Residuos Sólidos Urbanos no seleccionados y de los materiales reciclados en una instalación para la recuperación de materiales o en una estación de transferencia es muy importante para el funcionamiento de estas instalaciones; Las instalaciones para la manipulación de materiales

³⁹ *Ibíd.*, P. 629

⁴⁰ *Ibíd.*, P. 642

*incorrectamente diseñadas pueden crear atascos, reduciendo así la eficacia de todo el sistema de procesamiento”.*⁴¹

7.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES

Las instalaciones deben contar con una zona dura en concreto y una cubierta sostenida por una cercha metálica con tejas (zinc u otro material), tipo enramada a doble altura. Las separaciones internas pueden ser en mamposterías estructural con el acabado deseado, con el fin de mantener las instalaciones seguras de intentos de robo o vandalismo y evitar dificultades con la comunidad, se recomienda un cerramiento en mampostería o con cercas vivas. Las plantas deben contar con un diseño hidrosanitario adecuado para aguas domésticas y aguas lluvias, así como también debe tener disponibilidad de servicios de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica⁴².

7.2.1 EQUIPAMIENTO MOVIL UTILIZADO PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES

*“En el diseño de instalaciones para la manipulación de materiales, en ocasiones es más rentable utilizar equipamientos móviles tales como palas frontales y elevadoras para mover los materiales, también pueden usarse palas frontales para descargar materiales después de su procesamiento, así como para cargar residuos de madera triturada en camiones para su transporte a clientes alejados del lugar”.*⁴³

⁴¹ *Ibíd.*, P. 652

⁴² *Idíd.*, p. 53

⁴³ *Ibíd.*, P. 657

A continuación, en la imagen 2 se muestran los factores a tener en cuenta a la hora de la evaluación del equipamiento de procesamiento de una instalación para la recuperación de materiales.

Imagen 2. Factores a tener en cuenta en la evaluación del equipamiento de procesos

Factor	Evaluación
Capacidades	¿Qué hará el dispositivo o mecanismo? ¿Su utilización será una mejora sobre las prácticas convencionales?
Fiabilidad	¿El equipamiento llevará a cabo sus funciones designadas con poca atención sin más que el mantenimiento preventivo? ¿Se ha demostrado la eficacia del equipamiento mediante su utilización durante un período razonable de tiempo o ha sido solamente pronosticada?
Servicio	¿Ocasionalmente serán necesarias capacidades de servicio mayores que las proporcionadas por la plantilla de mantenimiento local? ¿Hay disponible un personal de servicio correctamente preparado proporcionado por el fabricante del equipamiento o el distribuidor local?
Seguridad de operación	¿El equipamiento propuesto es razonablemente seguro como para que pueda ser operado por personal con conocimientos mecánicos o habilidades limitadas? ¿Tiene los dispositivos de seguridad adecuados para evitar una utilización descuidada?
Eficacia	¿El equipamiento tiene un rendimiento eficaz? ¿Cuál es el consumo específico de energía (KWh/t) con relación a otros equipamientos de similares capacidades?
Efectos ambientales	¿El equipamiento contamina el medio ambiente?
Peligros de salud	¿El dispositivo, mecanismo o equipamiento crea o amplía los peligros sobre la salud?
Aspectos económicos	¿Cuáles son los aspectos económicos implicados? Hay que tener en cuenta los costes iniciales y anuales. Hay que valorar cuidadosamente los costes de operación y mantenimiento futuros. A igualdad de factores, debería considerarse apropiadamente el equipamiento producido por compañías bien establecidas, con una historia constatada de operación satisfactoria.

Fuente: (George Tchobanogluos)

7.2.2 DISEÑO DE INSTALACIONES PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES (IRM)

El diseño de una instalación para la recuperación de materiales implica tres pasos fundamentales, el primero se basa en el análisis de viabilidad, el segundo es el diseño preliminar el cual incluye el desarrollo de diagramas de flujo de proceso, el cálculo de tasas de recuperación de materiales y la preparación de balances de

masas y de tasas de carga y como tercer paso el diseño final el cual se basa en la preparación de planes detallados y especificaciones.⁴⁴

7.3 ANTECEDENTES

7.3.1 INTERNACIONALES

- **Perú (Lima):** Lima produce más de dos millones de toneladas de basura al año (2'123,016 toneladas de residuos sólidos) según un informe emitido por el Ministerio del Ambiente (MINAM). En promedio, cada peruano produce 0.61 kg de residuos sólidos al día. Los residuos sólidos orgánicos urbanos, RSU, constituyen cerca del 70% del volumen total de desechos generados, que ocasionan impactos ambientales negativos a la población, medio ambiente y a la economía del país. Se precisa la gestión integral de los RSU y sus procesos desde las UNIVERSIDADES, que van desde la separación en la fuente (orgánico, reciclaje e inservible) hasta **la transformación por el compostaje** como biofertilizante y acondicionadores de suelo para la mejora de áreas verdes, aire limpio y la mejora de calidad de vida y la Ecoeficiencia en el servicio educativo que prestan las universidades y el cumplimiento de su rol en formación, investigación y proyección social.⁴⁵
- **Ecuador (Quito):** el objetivo general del proyecto denominado “Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo” fue realizar un análisis de aplicabilidad de métodos y técnicas que promuevan un aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos para dar solución al manejo anti técnico de la contaminación del suelo, aire y acuíferos por botaderos a cielo abierto.⁴⁶
- **España:** El congreso nacional del medio ambiente realizó el “Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico” en el cual se cuantificaron y tipificaron las instalaciones de TMB existentes actualmente en España, así como los procesos llevados a cabo en las mismas. Asimismo, se

⁴⁴ *Ibíd.*, P. 658

⁴⁵ Sánchez, Y. B. (s.f.). GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES PARA EL LOGRO DE LA ECOEFICIENCIA EN LAS UNIVERSIDADES. Lima. Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/administrativas/article/view/11696>

⁴⁶ Meza, O. (s.f.). Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/236>

determinaron los flujos de materiales entrantes y salientes en cada uno de los tipos de plantas, con el objetivo de establecer el rendimiento del tratamiento o valorización respecto a los RSU que entran a las mismas.⁴⁷

- **Milán (Italia):** Con 1.300.000 habitantes, es la primera ciudad de Europa con un sistema intensivo de separación en origen de residuos orgánicos, que supone hasta el 30% del total. Tras implantarse en 2012, a mediados de 2014 se había extendido a toda la población, con beneficios ya visibles: se recogen unos 91 kilos de residuos orgánicos per cápita al año y se recuperan vía compostaje y/o digestión anaeróbica 120.000 toneladas (un 18% del total de la basura generada) anuales que ya no van a vertederos, además de que se reducen emisiones de GEI.⁴⁸
- **Cochabamba (Bolivia):** Con 630.000 habitantes es una de las poblaciones más grandes del país, con una producción de 500 toneladas diarias de residuos domésticos. La puesta en marcha en 2007 de un sistema informal de recicladores ("Ecorecolectores") consiguió la recogida y tratamiento de 29.000 toneladas de residuos anuales y la creación de 443 puestos de trabajo.⁴⁹
- **Cebú (Filipinas):** Tras Manila, con casi un millón de habitantes, Cebú es el centro económico más importante del país asiático. En 2005 diseñó un plan de gestión sostenible de residuos junto al sector privado y ONG locales, con separación de residuos biodegradables, reciclables y orgánicos en origen, campañas de educación ambiental, voluntarios o un sistema de multas e incentivos, que ha reducido la basura un 30% en 2012 y generado unos 200 empleos verdes⁵⁰.
- **Córdoba (España):** El Ayuntamiento de Córdoba (300.000 habitantes) viene implantando desde 1983 una forma racional e integrada para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos. En 1993 se inicia la recogida selectiva en origen para una población de 50.000 hab. La singularidad de Córdoba parte de un proceso fuertemente participado, implantado desde la base que avanza paso a paso y que culminará en 1996 con la creación de la Planta de Reciclaje y

⁴⁷ CONAMA. (s.f.). Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico en España. Obtenido de <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711843.pdf>

⁴⁸ MUERZA, A. F. (13 de Enero de 2016). *EROSKI CONSUMER*, el diario del consumidor. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2016/01/13/223208.php

⁴⁹ *Ibid.*, p. 1

⁵⁰ *Ibid.*, p. 1

compostaje que, en 1998, dará servicio al 80 por 100 de la población. Los productos son reinsertados en el ciclo productivo a través de empresas de economía social y el compost se utilizará en la agricultura local. La experiencia es extensible a otras poblaciones⁵¹.

- **Navarra (España):** En la Comunidad de Navarra se desarrolla una interesante experiencia de protección del medio que incluye la prevención, el tratamiento, reciclaje y recuperación de residuos en toda su gama. El ciclo se cierra con el aprovechamiento de los lodos de las depuradoras y de los residuos orgánicos para obtener compost de uso agrícola. La experiencia en residuos se centra preferentemente en las comarcas de Pamplona y Estella⁵².
- **Recife (Brasil):** El proyecto llamado “*recogida selectiva y reciclaje de residuos sólidos*” realiza un programa a bajo coste de recogida y reciclaje de residuos sólidos. El programa apoya la recogida informal y la comercialización de productos reciclables. Los objetivos específicos son: la mejora de los vertederos y del tratamiento de los residuos sólidos urbanos en el área metropolitana de Recife, la reducción de la producción de residuos sólidos y promover el reciclaje de residuos sólidos a través de su comercialización en colaboración con el sector privado. Hombres, mujeres, niños y jóvenes trabajan en cooperativas o en otras organizaciones de base comunitarias (OBC) y generan ingresos mediante actividades sostenibles. La educación para la higiene y las actividades relativas a la educación ambiental que tienen en cuenta las diferencias de género ayudan a reducir la contaminación ambiental urbana y facilitan el funcionamiento y mantenimiento de la ciudad⁵³.
- **Lima (Perú):** El proyecto denominado “*Gestión convencional de residuos sólidos y métodos alternativos*” se centra en uno de los aspectos más importantes dentro del marco de la gestión de residuos urbanos, y proporciona una alternativa concreta, socialmente segura, ecológicamente sostenible y económicamente factible de un modo rentable. Los componentes orgánicos de

⁵¹ Eslava, A. D. (s.f.). Una experiencia en la gestión de residuos. *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpes/onu/bp254.html>

⁵² Laureano Martínez, g. (s.f.). Gestión integral del agua y residuos urbanos en Navarra (España). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpes/onu/bp257.html>

⁵³ Urban Cleaning and Maintenance (EMLURB). (s.f.). Proyecto de recogida selectiva y reciclaje de residuos sólidos, Recife (Brasil). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp042.html>

las basuras, que en términos ortodoxos todavía se consideran desechos y sin valor, son revalorizados y empleados como materia prima de alto contenido energético en una serie de procesos productivos. Además de mejorar la salud urbana y las condiciones sanitarias, ofrece empleo y oportunidades de generar ingresos a grupos marginados, enfatiza la igualdad de sexos, intensifica la colaboración público-privada, promueve la creación y funcionamiento viable de pequeñas empresas, alivia la carga del gasto público y refuerza la participación de la comunidad en las tomas de decisiones a nivel local⁵⁴.

- **Argentina:** El programa de reciclaje llamado “*una experiencia positiva de reciclaje de aluminio*” buscó incentivar a la población de manera tal, que esta actividad virtualmente reemplace a la mano de obra utilizada en la actividad minera, con este fin, era necesario una intensa campaña de concienciación, dirigida principalmente a los más jóvenes. La estrategia apuntaba a que en el lapso de unos pocos años, la actividad de reciclaje quedara incorporada en la población como una tarea innata⁵⁵.
- **Puerto Morelos (México):** El Proyecto “*Nahi Xix*” es un programa para convertir los residuos en recursos, iniciando en Puerto Morelos, México a principios de 1993. Un grupo de activistas locales emprendió este proyecto para abordar los problemas de contaminación del medio ambiente y salud pública asociados al vertido inadecuado de residuos humanos. La pieza fundamental del esfuerzo son aseos ecológicos desarrollados con la asistencia técnica del The Resource Institute, una organización no gubernamental con base en los Estados Unidos, llamados Baños Ecológicos “Nahi Xix”. La financiación, construcción y mantenimiento de los aseos es por iniciativa local. Su enorme popularidad, medida por la demanda de nuevas unidades y la utilización de las existentes, demuestra su éxito⁵⁶.

⁵⁴ German Volunteer Service (DED) and German Technical Cooperation (GTZ). (s.f.). Gestión convencional de residuos sólidos y métodos alternativos, Lima (Perú). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp231.html>

⁵⁵ Cámara Argentina de la Industria de Bebidas sin Alcohol (CADIBSA). (s.f.). Una experiencia positiva de reciclado de envases de aluminio. *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/pgu-lac/exp/e050.html>

⁵⁶ González, O. C. (s.f.). El proyecto Nahi Xix de barrios ecológicos, Puerto Morelos (México). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp207.html>

- **Haarlem (Países Bajos):** El proyecto denominado “*Gestión ecológica del barrio de Romolenpolder en Haarlem*” va más allá de buscar unas viviendas y un entorno residencial aceptables ambientalmente. Los residentes, los propietarios de suelo y el municipio han participado con entusiasmo en la gestión integrada del medio ambiente en la zona dentro de una "empresa de gestión" que se ocupa desde la separación de residuos hasta el mantenimiento de la higiene y limpieza de las aguas superficiales. Una granja infantil sirve de centro de información⁵⁷.
- **Tennessee (EEUU):** El Centro de Reciclaje Orange Grove (OGRC) se creó en 1988 cuando la comunidad consiguió presionar lo suficiente para establecer una red local de reciclaje. El centro, nacido de un proceso de colaboración único resuelto en un contrato con el ayuntamiento de Chattanooga, ha llegado a ser la sede para el reciclaje en la región de los tres estados, y ha tenido mucho éxito en la venta de las materias reciclables. El OGRC ha proporcionado un lugar donde llevar los productos reutilizables, ha creado un programa de educación sobre el reciclaje, y ha dado trabajo a unos 100 discapacitados psíquicos que no podrían trabajar de otra manera. El Centro de Reciclaje Orange Grove también gestiona con éxito 1.000.000 de libras (5.000 toneladas) de desechos al mes procedentes de los vertederos, y aumenta la calidad de vida de miles de personas en la región de Chattanooga. Es necesario decir que el centro ha llegado a ser un modelo nacional para los centros de reciclaje y está ganando la atención nacional y regional⁵⁸.
- **Prefectura de Zakynthos (Grecia):** Desde 1991, la Asociación para la Limpieza de los Municipios y las Comunidades de la isla de Zakynthos se dedica activamente a la gestión de los residuos en toda la prefectura. Todas las autoridades locales de la isla son miembros de esta asociación. Se ha establecido un sistema de recogida y transporte que sirve a todos los municipios. Se utilizan modernos camiones de tipo cerrado. Se han instalado contenedores en todos los pueblos. Ya se han cerrado más de 40 vertederos incontrolados, que se están restaurando poco a poco. El vertido de los residuos de toda la prefectura se realiza en un vertedero propiedad del Municipio de

⁵⁷ BEAR Architects, Amsterdam. (s.f.). Gestión ecológica del barrio de Romolenpolder, Haarlem (Países Bajos). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp285.html>

⁵⁸ Orange Grove Center, Inc. (s.f.). Reciclaje y creación de empleo en Chattanooga, Tennessee (EE UU). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp358.html>

Zakynthos, donde se toman las necesarias medidas de protección. Los problemas del aeropuerto han disminuido gradualmente⁵⁹.

- **Madrás (India):** EXNORA Internacional es una ONG integrada por voluntarios, que ha fomentado el sentido cívico y la preocupación por las cuestiones ambientales, promoviendo la participación directa de la comunidad en el esfuerzo voluntario de recoger, eliminar y reciclar los residuos, y de mantener su entorno limpio y verde. Los centros locales de EXNORA han hecho innovaciones sobre este programa, adoptando diferentes métodos de eliminación, reciclaje, reutilización y transformación en abonos orgánicos de los residuos, que reflejan una iniciativa y un proceso de toma de decisiones consciente. Los residentes de cada comunidad o calle gestionan todo el programa. Este sentido de participación en el trabajo de la comunidad proporciona gran satisfacción a los participantes⁶⁰.
- **Sao Paulo (Brasil):** se crea el programa de reciclaje de residuos Recipro Ciudad, el cual basado en la solidaridad; el desarrollo económico; la modernización de la administración; la participación de la población; la educación; la generación de ingresos y de empleo; y la consecución, en fin, de una ciudad para vivir; el Programa de Gobierno Local, cuyo marco de actuación es el período 1997/2000, plantea nuevos sistemas para la gestión municipal de los residuos sólidos urbanos, especialmente en países en vías de desarrollo, como Brasil. Los citados conceptos, junto con la conservación y la protección del medio ambiente, y un plan de acción, garantizan la viabilidad de construir en Santo André una ciudad para las futuras generaciones.⁶¹

7.3.2 NACIONALES

- **Cundinamarca:** Se presenta el proyecto denominado "Propuesta para un manejo integral de los residuos sólidos industriales vidrio, plástico, cartón y chatarra, generados en Alpina S.A., Pelpak S.A., Colpapel S.A., Bel Star S.A.,

⁵⁹ Cleansing Association of Zakynthos. (s.f.). Gestión racional de los residuos sólidos mediante su reciclaje, Prefectura de Zakynthos (Grecia). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp154.html>

⁶⁰ Mr. MB Nirmal, C. (s.f.). Participación de la comunidad en la consecución de un entorno limpio, Madrás (India). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp166.html>

⁶¹ Sousa, K. L. (s.f.). El programa de reciclaje de residuos ReciproCiudad, Sao Paulo (Brasil). (B. P. Database, Ed.) Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu98/bp605.html>

Ceramita S.A., empresas localizadas en los municipios de Sopó y Tocancipá”, el cual tuvo por objeto el planteamiento de una alternativa que permitiera centralizar las actividades de recolección, acondicionamiento y/o disposición final de los residuos sólidos (vidrio, papel y cartón, plástico y chatarra) generados, actividades que hacen referencia a un manejo integral, mejorar las condiciones de trabajo para grupos marginados de la región, y crear una nueva mentalidad acerca del manejo responsable de residuos.⁶²

- **Bogotá:** se presenta el proyecto denominado “DEFINICIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN PARA LAS INFRAESTRUCTURAS, INSTALACIONES TÉCNICAS Y EQUIPAMIENTOS, DESTINADOS AL TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO Y/O VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS ORDINARIOS –RSOO- DEL DISTRITO CAPITAL, EN ESPACIO PÚBLICO Y PRIVADO” el cual establece una normativa urbanística en residuos orgánicos necesarias para la ubicación en el territorio del Distrito.⁶³
- **Bogotá:** Con 7,5 millones de habitantes, produce más de 7.500 toneladas de basuras urbanas al día. Un sistema mixto público privado con recicladores informales y programas de Basura Cero desvía 1.200 toneladas diarias de desechos del vertedero y da empleo a 8.250 personas⁶⁴.
- Colombia tiene aproximadamente 50.000 familias de basureros ("recicladores"), que se ganan la vida recogiendo residuos sólidos. En 1986 una organización no gubernamental emprendió un programa para organizar a los "recicladores" en asociaciones locales (Asociación Nacional de Recicladores (ANR)). El propósito era ayudar a los "recicladores" a mejorar sus condiciones de trabajo reforzando sus sistemas de transporte y control de calidad de los residuos seleccionados. El programa se ocupa también de las necesidades sociales tales como la educación infantil, el acceso al sistema de seguridad social (asistencia médica, pensiones, etc.) y cuestiones relacionadas

⁶² Ardila, A. M. (15 de Agosto de 2012). Propuesta para un manejo integral de los residuos sólidos industriales vidrio, plástico, cartón y chatarra, generados en Alpina S.A., Pelpak S.A., Colpapel S.A., Bel Star S.A., Ceramita S.A., empresas localizadas en los municipios de Sopó y Tocancipá. Obtenido de <http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/3398>

⁶³ Rueda, F. H. (19 de Mayo de 2014). Definición de la reglamentación para las infraestructuras, instalaciones técnicas y equipamientos, destinados al tratamiento, aprovechamiento y/o valorización de residuos sólidos orgánicos ordinarios -RSOO- del Distrito Capital, en espacio público y privado. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12141/1/RodriguezRuedaFredyH.pdf>

⁶⁴ MUERZA. Op. cit., p. 1

con la mujer. Desde 1986, la ANR ha beneficiado a 25.000 familias de basureros en quince municipios colombianos. Ha creado instalaciones para almacenar los residuos y ha desarrollado sistemas de gestión de residuos dentro de las comunidades. El proceso de organización, provisión de equipamientos y empleo de las tecnologías adecuadas ha dado como resultado un treinta por ciento de aumento en los ingresos de los "recicladores". Disponen de seguridad social y se han previsto 'casas' en las principales ciudades para la educación de los niños, la formación y reeducación de los adultos y como centros de reunión⁶⁵.

7.3.3 DEPARTAMENTALES

- Una de la problemáticas que aborda la gestión ambiental de residuos sólidos es el comportamiento frente a la responsabilidad individual y colectiva que se debe tener en torno a los residuos y desechos que se generan como sociedad, para evitar las molestias sanitarias y ambientales, en el Departamento Norte de Santander, los 40 municipios que lo conforman, generan alrededor de 735 toneladas diarias de residuos sólidos, unas 268.000 toneladas en el año 2008 y se registra un incremento del 8,2% entre el 2007 y 2008; Sin embargo todos los municipios del Departamento Norte de Santander cuentan con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), formulados en los años 2004, 2005 y 2006, de los cuales 13 de los 40 lo han adoptado (el 32,5% de los municipios). Los PGIRS no han cumplido de manera rigurosa con su propósito, ya que la mayoría de los programas y proyectos formulados no se han implementado, desarrollado, y no se encuentran debidamente articulados con los Planes de Desarrollo Municipales (PDM). El cumplimiento de los PGIRS en los programas y proyectos del corto plazo, fue evaluado por CORPONOR en el año 2008 arrojando un 23% de cumplimiento por parte de los municipios.

Se evidencia que sólo los grandes municipios, cuentan con un sistema de gestión de residuos sólidos que permite la prestación del servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos, ajustado o articulado a la Ley y las normas vigentes y es en ellos donde se registra la mayor generación de residuos sólidos que es atendida por estas empresas en los componentes de recolección, transporte, barrido y disposición final. Por otro lado se establece que la mayoría de los municipios prestan de manera directa el servicio público de aseo, sin esquemas empresariales y organizacionales

⁶⁵Daza, G. T. (s.f.). Asociación Nacional de Recicladores (Colombia). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp081.html>

que les permita contar con un sistema apropiado que pueda sostenerse en el tiempo.

La actividad del aprovechamiento de residuos sólidos se realiza de manera incipiente que no supera el 8 o 10%. Se presentan una comercialización de los materiales, esencialmente recuperados pero no existen procesamientos de los mismos que permitan obtener nuevos productos. Los Municipios de La Playa de Belén, Cáchira y La Esperanza, cuentan con infraestructuras físicas que les permite adelantar proyectos de reciclaje y transformación específicamente de descomposición controlada de la fracción orgánica que les permite obtener un compost. Los Municipios de Ocaña y Pamplona cuentan también con proyectos de reciclaje que son adelantados a través grupos asociativos de recicladores y que reciben apoyo de los municipios y las empresas de servicios públicos. Cúcuta se constituye como el centro de acopio y comercialización de los materiales reciclados con destino al mercado en el interior del país.⁶⁶

- En cuanto al municipio de Toledo Norte de Santander no se han implementado programas de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos ni tampoco un programa de separación en la fuente, actualmente el municipio cuenta con la implementación del PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos), en donde se tienen planteadas las metas para empezar a re direccionar al municipio en base a estos programas.

⁶⁶ Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nor-Oriental (CORPONOR). (2011). SINTESIS AMBIENTAL DEL NORTE DE SANTANDER. Obtenido de <http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-09/PLAN%20DE%20ACCION%20AJUSTADO%202007%202011/2%20SINTESIS%20AMBIENTAL.pdf>

8. MARCO CONTEXTUAL

8.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA Y LOCALIZACIÓN

El departamento de Norte de Santander tiene una superficie de 21.987 Km², equivalente al 1.93% del área total de Colombia. Toledo a su vez posee una superficie de 157.790,95 Ha que equivalen al 7.176% de la superficie total del departamento. El municipio de Toledo está ubicado en la República de Colombia, hace parte del departamento de Norte de Santander situado en el extremo centro - nororiental de Colombia, en la zona de frontera con la República de Venezuela con la cual comparte 72,614 Km. Hace parte de los municipios de la provincia de Pamplona y administrativamente en términos ambientales pertenece al Corpes de Centro oriente.

La Ilustración 1 evidencia su localización geográfica, la cual corresponde al sector centro – nororiental del territorio colombiano, sobre el flanco / vertiente oriental de la cordillera Oriental, en las estribaciones de la Sierra Nevada del Cocuy, el municipio presenta un relieve básicamente montañoso con una reducida parte del piedemonte llanero; conformando el establecimiento múltiple de zonas de vida y aportando, con un sistema hidrológico exuberante, grandes cantidades de agua a la cuenca del Orinoco⁶⁷.

Límites del municipio:

- Al Norte: con los municipios de Chinácota, Herrán y la República de Venezuela;
- Al Oriente: con Venezuela y el municipio de Herrán;
- Al Sur: con el municipio de Cubará del departamento de Boyacá
- Al Occidente: con los municipios de La bateca, Chinácota, Pamplonita y Chitagá.

⁶⁷ Alcaldía de Toledo - Norte de Santander. (Enero de 2016). Obtenido de http://toledo-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml

Ilustración 1. Localización de Toledo en Colombia.



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

8.2 POBLACIÓN

Según proyecciones Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, proyección 2016, la población de Toledo asciende a 17.284 habitantes, de los cuales 4489 viven en la cabecera municipal (ver Ilustración 2 y 3).

Ilustración 2. Proyecciones de población municipales por área

MPIO	TOTAL											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Teorama	17.523	17.858	18.219	18.601	18.983	19.382	19.790	20.216	20.638	21.085	21.524	21.978
Tibú	34.773	34.889	35.042	35.211	35.374	35.545	35.723	35.909	36.105	36.304	36.502	36.708
Toledo	17.272	17.273	17.274	17.275	17.276	17.277	17.278	17.279	17.280	17.281	17.283	17.284
Villa Caro	5.044	5.061	5.077	5.093	5.108	5.123	5.138	5.152	5.166	5.179	5.192	5.204
Villa del Rosario	69.833	71.468	73.211	74.980	76.761	78.611	80.496	82.428	84.385	86.388	88.433	90.515
Armenia	280.930	282.533	284.138	285.737	287.330	288.908	290.480	292.052	293.614	295.149	296.691	298.197
Buenavista	3.086	3.061	3.035	3.012	2.989	2.959	2.932	2.911	2.892	2.860	2.834	2.807
Calarca	73.741	74.072	74.456	74.846	75.235	75.628	76.022	76.420	76.812	77.198	77.598	77.988
Circasia	27.442	27.700	27.940	28.170	28.414	28.660	28.905	29.140	29.395	29.642	29.886	30.141
Córdoba	5.434	5.420	5.400	5.394	5.375	5.374	5.350	5.346	5.325	5.320	5.305	5.294
Filandia	12.921	12.973	13.021	13.070	13.108	13.161	13.213	13.253	13.302	13.355	13.414	13.467

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2008)

Ilustración 3. Proyecciones de población cabecera municipal

CABECERA							
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2,436	2,490	2,544	2,597	2,650	2,702	2,754	2,806
12,663	12,831	13,005	13,190	13,378	13,566	13,763	13,955
4,370	4,390	4,410	4,430	4,450	4,470	4,489	4,509
1,878	1,897	1,914	1,931	1,946	1,961	1,974	1,986
75,185	76,994	78,848	80,726	82,647	84,609	86,606	88,649
281,013	282,565	284,109	285,644	287,169	288,686	290,193	291,692
1,204	1,201	1,198	1,196	1,193	1,191	1,189	1,187
57,887	58,231	58,577	58,926	59,277	59,630	59,986	60,343
21,253	21,497	21,731	21,985	22,230	22,471	22,724	22,980
2,994	2,994	2,994	2,994	2,994	2,995	2,996	2,997
6,843	6,910	6,968	7,029	7,090	7,151	7,207	7,262
4,379	4,287	4,201	4,122	4,050	3,984	3,924	3,872
34,808	35,703	36,619	37,537	38,495	39,478	40,480	41,515
33,027	33,184	33,342	33,497	33,650	33,800	33,955	34,100

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2008)

8.3 ECONOMÍA

Las actividades del municipio de Toledo giran principalmente entorno al sector primario de la producción económica; es decir la agricultura y la ganadería. El estudio de estas actividades y de otras posibles recomendables hará más eficiente y sostenible la economía municipal, y serán parte del proceso de planeación y de ordenamiento territorial municipal. El análisis de las actividades económicas comprende la caracterización, evaluación, clasificación y especialización de los sistemas de producción y extracción que se presentan en el municipio. Con este análisis es posible conocer cuáles y donde se encuentran las actividades productivas, los productores o empresarios, insumos, productos, capacidad productiva, rendimientos, tecnología, mercados, ventajas comparativas e impactos, entre otros elementos y/o componentes de los sistemas. De la misma forma, el municipio de Toledo al igual que los demás municipios vecinos, posee una marcada vocación agropecuaria, ya que la mayor parte de su población se dedica a ellas, podemos decir que esta es en primera instancia la base de su economía y en segundo lugar encontramos el comercio y el transporte hacia Cúcuta, Pamplona, los centros poblados y las veredas.

La aptitud del territorio, se concentra principalmente en el componente ambiental, ya que los recursos naturales que actualmente posee el municipio son patrimonio nacional, teniendo en cuenta que en él está ubicado el Parque Nacional Natural Tamá, parque Binacional compartido con Venezuela y la Reserva La Carpa-La Rochela, además de las características particulares de su territorio como lo son su

gran potencial hídrico representado en una gran cantidad de nacimientos y quebradas que alimentan principalmente el río Margua, Cubugón, Cobaría y el río Oira, que finalmente enriquece las corrientes del río Arauca y del río Apure; la belleza de su topografía propone restricciones de usos a su territorio principalmente los agrícolas, lo que hace que su potencial a futuro se desarrolle en torno al manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la venta de servicios ambientales⁶⁸.

8.4 RESEÑA HISTÓRICA

El Municipio de Toledo fue creado como entidad territorial mediante la Ley 14 del 22 de Diciembre de 1886 fecha en la cual fue desagregado definitivamente de La bateca. Fundación de la Parroquia de Toledo "La fundación de Toledo tuvo su causa en las leyes españolas sobre reducciones de indígenas. El dominio peninsular, con títulos soberanos, abarcaba grandes porciones territoriales sin que para nada pudieran intervenir los naturales del Continente Colombino.

La raza indígena al alcance de sus derechos de civilización, había venido comprendiendo la cadena orgullosa que oprimía sus primitivos fueros: era fuerte, desarrollada y buscaba los medios para abrirse paso en la libertad por la justicia". Esto escribe el Presbítero doctor Samuel Ramírez, como motivo inicial para la fundación de Toledo, y añade que los blancos y los naturales se encontraban divididos en el Valle de los Locos, cuyos límites eran envidiables por su extensión. Los unos tenían su autoridad única y especial para blancos y un juez era el comisionado para oír las quejas y dictar sentencias a los indígenas; éstos podían solamente trabajar en sus resguardos; pero pujantes y cansados de ser llamados locos, acordaron la independencia la batecana, molestando a los españoles con travesuras en los campos y en el pueblo de La bateca". Fue entonces cuando don Juan Manuel de Mora y de Almeyda, hijo de doña Gertrudis de Almeyda, viuda de Mora, se dirigió a Santa Fe de Bogotá "en veinte de enero de mil setecientos y noventa años y hallándome en la ciudad de Santa Fe (escribe el mismo señor don Juan Manuel de Mora), dando principio a pretender licencia de parroquia en el valle de La bateca, cuyo viaje hice a mi consta, y practiqué las diligencias conducentes para conseguir el primer despacho que se libró para la curia metropolitana, que, como apoderado del vecindario conseguí traer dicha licencia, sin pensionarme mi persona, aviando costeados de mi peculio los gastos que sumaron setenta y cuatro pesos con sesenta décimos." En fin, su nombre es en memoria del Toledo Español. Su historia se confunde con la historia de la población de La bateca, municipio este fundado como parroquia en 1720 y elevado a la categoría de municipio en 1730. La Parroquia de Toledo fue creada oficialmente el 19 de agosto de 1795 a petición directa y mediante Acta de Juana

⁶⁸ Ibíd., p. 1

Gertrudis Almeyda Vda. de Mora. Toledo como entidad territorial En 1822 bajo el gobierno del Libertador Simón Bolívar y según disposición ejecutiva del Vicepresidente Santander, Toledo fue instituido como distrito parroquial. En 1858 el gobierno del Estado Soberano de Santander ordenó la extinción del distrito de Toledo y la agregación de su territorio a La bateca. El 22 de diciembre de 1886 bajo el gobierno de Rafael Núñez se le devolvió la condición de municipalidad a todas aquellas comunidades que habían sido despojadas de su investidura de distrito parroquial o de municipio. Esta fecha es considerada como la creación oficial del municipio (22 de diciembre de 1886).⁶⁹

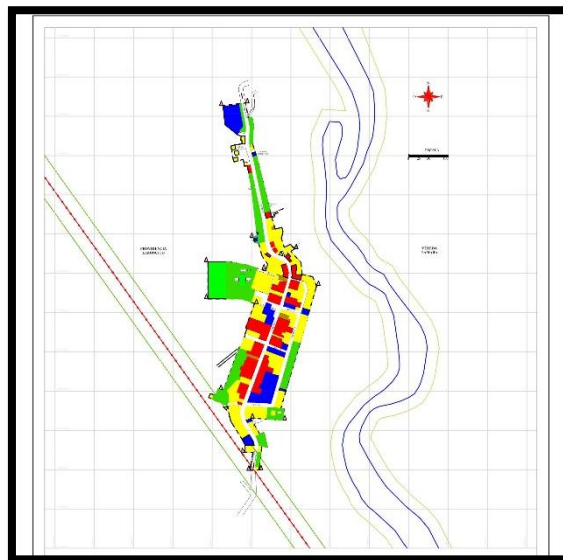
8.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEO URBANO:

El sistema de aseo urbano del Municipio de Toledo está a cargo de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía municipal, la recolección y transporte de Residuos Sólidos en el Municipio se realiza con una frecuencia de dos veces por semana en el casco urbano, en un promedio de 6 horas diarias, para este servicio se utiliza un vehículo compactador con capacidad de 8 toneladas.

La recolección del área rural se realiza de la siguiente manera:

La Ilustración 4 evidencia el corregimiento mayor de San Bernardo de Bata en el cual se realiza la recolección con una frecuencia de un día por semana, dicho corregimiento está constituido por un centro poblado y 15 veredas.

Ilustración 4. Corregimiento mayor de San Bernardo de Bata

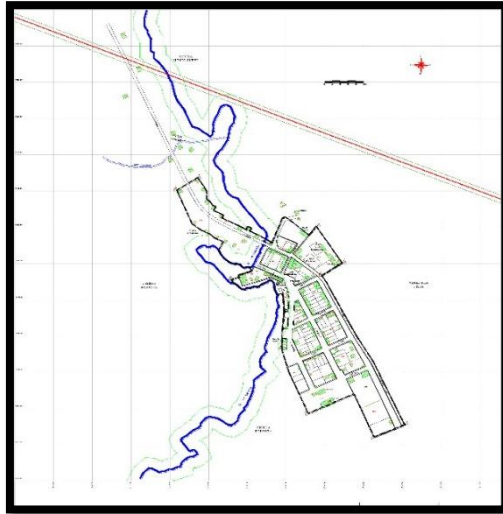


Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

⁶⁹ *Ibíd.*, p. 2

La recolección para el corregimiento especial de Gibraltar (ver Ilustración 5), se realiza un día a la semana cada 15 días, la recolección tiene un tiempo de duración en promedio de 6 horas; dicho corregimiento está constituido por un centro poblado de 11 veredas.

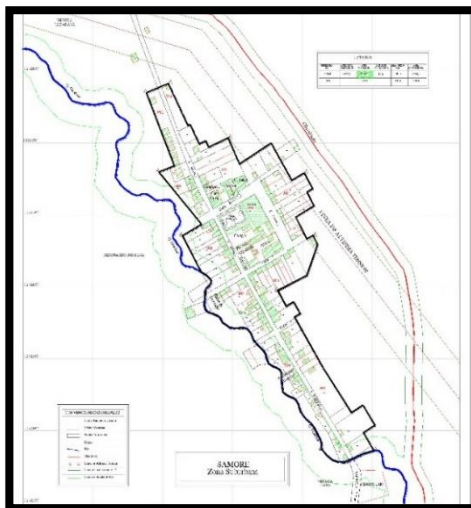
Ilustración 5. Corregimiento especial de Gibraltar



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

La recolección para el corregimiento especial de Samoré (ver ilustración 6), se realiza un día a la semana cada 15 días, la recolección tiene un tiempo de duración en promedio de 6 horas; dicho corregimiento está constituido por un centro poblado de 13 veredas.

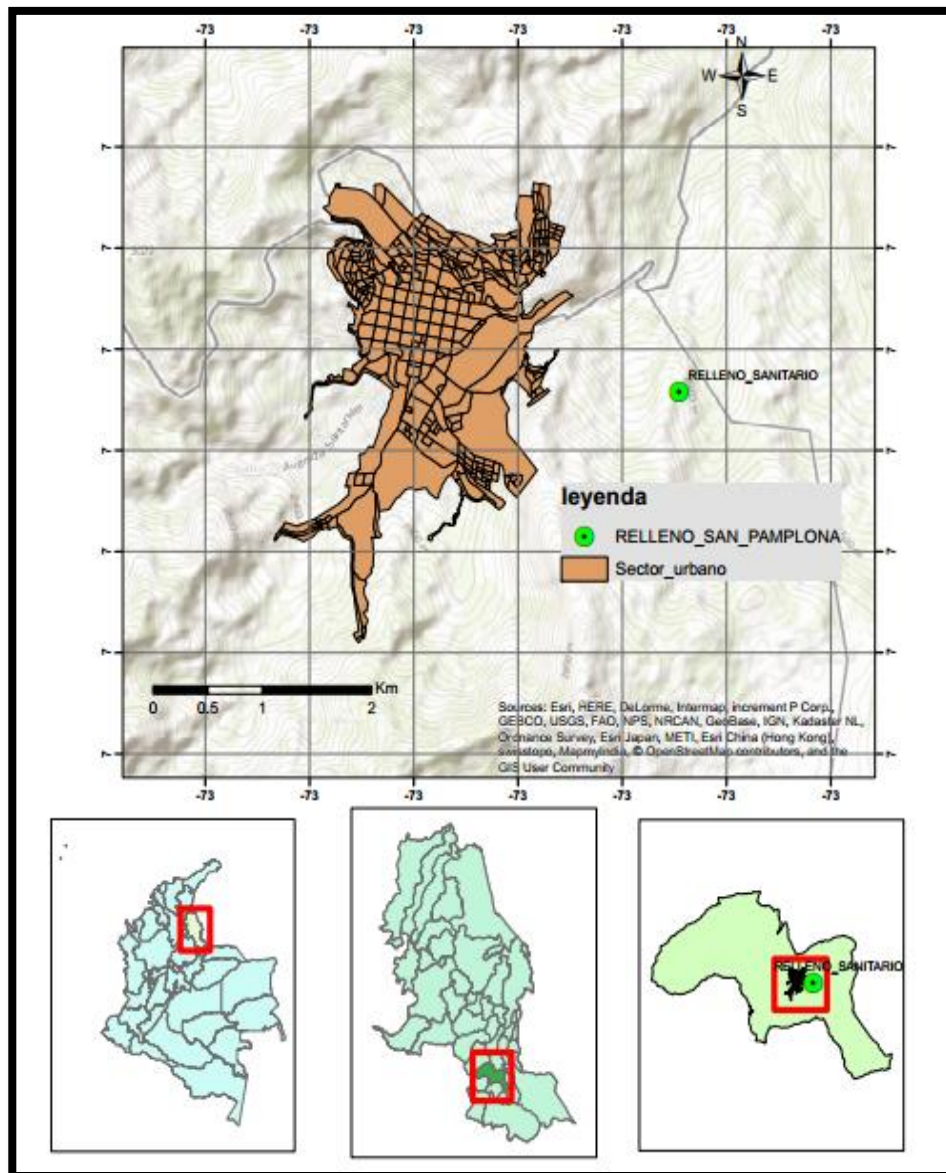
Ilustración 6. Corregimiento especial de Samoré



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

El municipio en su actualidad no cuenta con un proceso de aprovechamiento de residuos sólidos y su disposición final se realiza en el Municipio de Pamplona Norte de Santander, en el relleno “LA CORTADA”, propiedad de EMPOPAMPLONA S.A (ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Ubicación relleno sanitario municipio de Pamplona



Fuente: Autor

9. MARCO LEGAL

Los antecedentes jurídicos del marco normativo de la gestión de residuos en Colombia, tiene su origen en el Código Sanitario Nacional - Ley 9 de 1979 y el Decreto-Ley 2811 de 1974, los cuales dividieron el tema entre la perspectivas sanitaria y las de carácter ambientales; posteriormente con la expedición de la Constitución Política de 1991 y de la Ley 99 de 1993 y de la Ley 142 de 1994 se ha establecido una amplia reglamentación que se agrupa en normas de carácter general y reglamentación específica asociada de las cual se extraen los elementos relevantes para el sector⁷⁰

A continuación en la tabla 3 se relacionan las normas más representativas.

Tabla 3. Normas representativas para la gestión de residuos sólidos urbanos

Norma	Expide	Descripción
Ley 9 de 1979	Congreso de la republica	Esta Ley expide el Código Sanitario Nacional y de Protección Medio Ambiente. Dicta medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, alude a la responsabilidad que tienen los generadores de residuos durante la recolección, transporte y disposición final, así mismo, ante los perjuicios ocasionados sobre la salud pública y el ambiente. Establece normas para la protección y seguridad de las personas contra los riesgos que se derivan de la manipulación, fabricación, almacenamiento, uso, transporte, comercio y disposición de plaguicidas; como también de la importación o fabricación de muestras para fines investigativos y de experimentación; también decreta el manejo y control de elementos quirúrgicos provenientes de actividades de salud y de residuos de origen doméstico ⁷¹ .

⁷⁰ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). *Minvivienda*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambienta%20y%20Social%202014.pdf>

⁷¹ INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR REGIONAL LA GUAINIA. (2013). *PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL LA GUAINIA*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/macroprocesos/apoyo/soporte/administrativa/3/PP48%20MPA1%20P5%20Programa%20de%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20Guain%C3%ADa%20v1.pdf>

Norma	Expide	Descripción
Decreto 1713 de 2002	Congreso de la republica	El cual obliga a los municipios a elaborar, implementar y a mantener actualizado el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS–. ⁷²
Resolución 1045 de 2003	El Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	La cual adopta la metodología para la adopción de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS- como una herramienta de planificación para contribuir a disminuir los impactos que generan los residuos sólidos, ya que tienen gran incidencia en la protección del ambiente y en la salud pública ⁷³ .
CONPES 3530	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece los lineamientos de política para el sector de aseo, los cuales permitirán a todos los actores involucrados encaminar sus acciones para fortalecer la prestación de este servicio, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ⁷⁴ .
Decreto 2981 de 2013	Congreso de la republica	(El cual deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto 605 de 1996). Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y ajusta las actividades del servicio público de aseo en la recolección, el transporte, el barrido, limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped, transferencia, tratamiento, aprovechamiento, disposición final y lavados de áreas públicas ⁷⁵ .

⁷² Luis Anibal Sepúlveda Villada, J. A. (2013). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>

⁷³ *Ibíd.*, p. 4

⁷⁴ Consejo Nacional de Política Económica y Social. (23 de Junio de 2008). *Minambiente*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf

⁷⁵ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (20 de Diciembre de 2013). *Minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/2981%20-%202013.pdf>

Norma	Expide	Descripción
Decreto 838 de 2005	Congreso de la republica	Establece los procedimientos para la planeación, construcción y operación de los sistemas de disposición final de residuos, con tecnología de relleno sanitario, como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estableció la relación con el ordenamiento territorial para definir las áreas factibles para la ubicación de rellenos sanitarios, los criterios, metodología y restricciones específicos para identificar y evaluar dichas áreas; así como determina los instrumentos de control y monitoreo técnicos para la operación de los rellenos sanitarios ⁷⁶ .
Ley 142 de 1994	Congreso de la republica	Por la cual se establece la regulación de los servicios públicos domiciliarios y sus modificatorias en especial la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001 ⁷⁷ .
Resolución 754 de 2014	El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. ⁷⁸

Fuente: Autor.

⁷⁶ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). *Minvivienda*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

⁷⁷ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (Junio de 2014). *Superservicios*. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4977/47233>

⁷⁸ El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (25 de 11 de 2014). RESOLUCIÓN 754 DE 2014. Bogotá. Recuperado el 12 de noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>

10. METODÓLOGA

10.1 ANÁLISIS CRÍTICO Y PRELIMINAR DEL SISTEMA DE ASEO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO CON BASE EN INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL ENTE ENCARGADO.

Al recopilar información de la empresa o unidad encargada del servicio de aseo en cuanto a rutas, tecnología utilizada, personal de recolección, administración del sistema, características de la ciudad sobre residuos sólidos, el PGIRS, entre otra información y con base en observación directa del sistema y su interrelación con el municipio, se realizará un análisis crítico determinando ventajas y desventajas, debilidades y fortalezas y otras características que sean relevantes para entender la dinámica del sistema de aseo y los residuos sólidos municipales. Habrá un acercamiento a los tipos de residuos generados y su disposición e impacto económico en el relleno sanitario “LA CORTADA” en el municipio de Pamplona.

10.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO

La caracterización de los residuos sólidos se realiza para un determinado número de viviendas o usuarios (del servicio de aseo), que deberán ser una muestra representativa del universo de los generadores. Generalmente la metodología aplicada en los estudios de caracterización es la diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai, para los países de América Latina y del Caribe (Cantanhede et al. 2009). Además, este método sencillo para el análisis de residuos sólidos es recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS.

En este caso se realizará un estudio de caracterización de residuos sólidos para determinar la composición física de los residuos generados en el municipio de Toledo Norte de Santander, la cual consta de los siguientes pasos:

10.2.1 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se delimitarán áreas con características similares; la zona urbana se podrá diferenciar de acuerdo con sus unidades de procedencia tales como: residencial, comercial, industrial, barrido de calles y áreas públicas.

10.2.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL

Esta información será consultada en el plan de desarrollo y/o PGIRS del Municipio; o también, en las bases de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

En este caso se tomará como población referencia los usuarios o viviendas que se encuentran registrados en la unidad de servicios públicos de la alcaldía municipal, esta información será brindada por la oficina de planeación de la empresa, área encargada de llevar el control de los usuarios a los cuales se les presta servicio.

10.2.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS

Cantidad de muestras por zonas representativas se determinará según la fórmula de por Sakurai⁷⁹.

Fórmula 1. Calculo del número de muestras

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

Dónde:

n: Tamaño de la muestra, es necesario aumentar un 10% por pérdida de muestras.

N: Tamaño de la población, (número total de viviendas).

σ^2 : Varianza de la población.

$Z_{1-\alpha}^2$: Coeficiente de confianza (1,96 con un grado de confianza del 95%).

E: Error permisible en la estimación de la producción per cápita.

10.2.4 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA

La distribución total de la muestra se realizará según la zonificación de áreas y con una asignación aproximada en número de muestras.

10.2.5 DETERMINAR EL PUNTO DE MUESTREO

Cada muestra se asignó a una manzana y a un generador específico.

⁷⁹ Sakurai, D. K. (10 de 12 de 2000). *Hojas de divulgación técnica CEPIS*. Obtenido de METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html#1707>

10.2.6 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se realizó por estratos socioeconómicos, para este proceso se realizó un análisis previo con el fin de identificar las viviendas pertenecientes a los estratos 1, 2, 3 y 4 para asignar el punto de muestreo, puesto que la población no cuenta con la misma estratificación en cada barrio; el muestreo tuvo una duración de aproximadamente 6 horas en las cuales se recolectaron casa a casa 150 muestras. Una vez recolectados los residuos clasificados de cada área, estos fueron pesados (excluyendo el peso del recipiente que los contenía) y registrados durante el muestreo.

10.2.7 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN

Una vez definido el tamaño de muestra (número de viviendas a muestrear), se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Con la información de facturación en la cual se especifican las direcciones y estratos de los usuarios, obtenida en la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal, de manera aleatoria se seleccionaron las viviendas a muestrear, con ayuda del plano base del sistema de aseo urbano de la Unidad.
- En conjunto con el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos y el Secretario de Planeación Municipal se acordó utilizar el Coliseo Mayor del Barrio Belen como sitio de trabajo donde se llevó a cabo la caracterización de residuos sólidos.
- Se definieron los objetivos y la metodología de trabajo a desarrollar en conjunto con el Ingeniero Coordinador del proceso de caracterización, indicando al personal de trabajo que el muestreo duraría de 5 a 6 horas con dependencia del clima.
- Ante la Autoridad de gobierno municipal, se seleccionó el personal de trabajo participe en la caracterización de Residuos Sólidos Urbano, el cual estuvo integrado por operarios de aseo, defensa civil, practicantes del SENA, Ingeniero Coordinador e Ingeniero pasante de la Universidad de Pamplona.
- Se derivaron comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas para realizar el muestreo a través de una carta dirigida por el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal y el Pasante de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Pamplona, en la cual se especificó el objetivo e importancia de la caracterización, pasos a seguir del usuario y la hora y el día en el cual se desarrollaría la actividad.

- Días previos al desarrollo de la actividad de caracterización se capacitó al personal de trabajo para considerar aspectos de presentación ante los usuarios del servicio, el tipo de información a recolectar, el trabajo a ejecutar con los Residuos Sólidos recolectados, entre otros que se detallan a continuación:
 - Registrar el nombre de la persona responsable, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada.
 - Recoger las bolsas con los Residuos Sólidos Urbanos en las viviendas seleccionadas para muestreo.
 - Marcar las bolsas para su identificación; colocarles etiquetas donde se especifique el estrato socioeconómico al que pertenece la vivienda.
 - Llevar las bolsas con residuos recolectadas al lugar donde se efectuará la caracterización de dichos residuos.

10.2.8 DETERMINAR LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA POR DÍA (PPC)

Para determinar la PPC, se procedió a obtener los kilogramos de producción de residuos sólidos en cada punto de muestreo, en cada área y por habitante, durante el tiempo de muestreo.

10.2.9 DETERMINAR LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS A PARTIR DEL MÉTODO DE CUARTEO:

La determinación de la composición física de los residuos sólidos se realizó de la siguiente manera:

Se tomó la muestra alrededor de 1m³ llevándola a un lugar aislado y pavimentado del Coliseo Mayor del Barrio Belén donde se vertió formando un montón.

1. Se rompieron las bolsas según el estrato socioeconómicos.
2. Se homogenizó la muestra mezclándola toda.
3. El montón se dividió en cuatro partes y se escogieron dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña, la muestra menor se volvió a mezclar y se dividió en cuatro partes, luego se escogió nuevamente dos opuestas y se formó otra muestra más pequeña; esta operación se repitió hasta obtener una muestra de 50 Kg de basura.
4. Al obtener la muestra final de aproximadamente 50 Kg se procedió a separar los componentes, los cuales se clasificaron de acuerdo a las siguientes

características:

- Papel y Cartón
- Trapos
- Madera y follaje
- Restos de alimentos
- Plásticos, caucho y cuero
- Metales
- Vidrios
- Suelos y otros.⁸⁰

5. Los componentes se fueron clasificando y pesando en una balanza de pie, depositados en contenedores pequeños de 20 litros aproximadamente.

10.3 DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL Y AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO, DETERMINAR LAS POLÍTICAS DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO.

Se plantearon reuniones estratégicas con el comité técnico del PGIRS, en compañía del alcalde, el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos y el representante de la Corporación Autónoma Regional del Municipio, para determinar las políticas y objetivos de aprovechamiento de los residuos en el municipio.

⁸⁰ CEPIS. (SF). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>

11.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

11.1 ANÁLISIS CRÍTICO Y PRELIMINAR DEL SISTEMA DE ASEO URBANO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO CON BASE EN INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL ENTE ENCARGADO.

La Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal de Toledo Norte de Santander, en cuanto al área de aseo urbano es dirigida a través del PGIRS (PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS) en el cual se efectúan las actividades de recolección y transporte de residuos sólidos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, poda controlada de árboles y césped en vías y áreas públicas y disposición final en el relleno sanitario “La Cortada” en el Municipio de Pamplona Norte de Santander, que beneficia a una población aproximada de 4470 habitantes que agrupan 1436 viviendas y/o usuarios del municipio.

En proceso de conocer el manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el municipio por parte de la alcaldía se realizaron reuniones con la administración; A continuación se describen los temas planteados y actores involucrados en estas:

- En el mes de agosto se sostuvo una reunión con el señor Andrés Mauricio Sánchez Buitrago, Gerente de la Unidad de Servicios Públicos, teniendo como objetivo principal conocer el sistema de aseo urbano y proceso de recolección implementado en el municipio; en dicho encuentro se abordaron temas de rutas de recolección, forma de presentación de los residuos por la comunidad y la disposición final de estos, este encuentro fue beneficiario para ver debilidades, fortalezas y amenazas que presenta la unidad de servicios públicos.
- En el mes de septiembre se realizó una reunión con el secretario de planeación Ingeniero Celso Tarazona y el Gerente de la unidad de servicios públicos, Andrés Mauricio Sánchez Buitrago, para estudiar la viabilidad del terreno donde se construirá la planta de aprovechamiento, proyectar recursos económicos y programas de clasificación y separación en la fuente.
- Como último paso se consolidó la reunión con los operarios de aseo urbano para capacitarlos sobre la importancia de empezar a reciclar y promover los programas de clasificación y separación en la fuente en el municipio.

Ante la importancia y necesidad de gestionar el manejo de los residuos sólidos urbanos, la Alcaldía Municipal como ente territorial encargado establecerá, acorde con el régimen de servicios públicos, una estrategia técnica, operativa y

administrativa que garantiza la gestión diferencial de residuos aprovechables y no aprovechables, para ello tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Desarrollar un programa de separación en la fuente, el cual debe implementarse en el municipio con el fin de tener éxito al iniciar los procesos de tratamiento de residuos sólidos urbanos puesto que la recolección de residuos con destino a disposición final deberá realizarse de manera separada de aquellos con posibilidad de aprovechamiento, implementando procesos de separación en la fuente y presentación diferenciada de estos.

Según el Decreto 2981 del 2013, Son obligaciones de los usuarios del servicio público de aseo, en cuanto al almacenamiento y la presentación de residuos sólidos, realizar la separación de residuos en la fuente, tal como lo establece el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio para su adecuado almacenamiento y posterior presentación⁸¹.

- Implementar rutas de recolección selectivas a través de las cuales se podrán establecer días de recolección y transporte para los residuos que serán objeto de aprovechamiento, de los residuos con destino a disposición final en el relleno de La Cortada en el municipio de Pamplona Norte de Santander.
- Desarrollar un programa de capacitación y orientación con base al manejo de residuos sólidos, este programa deberá implementarse con el objetivo de comunicar y enseñar a los usuarios la forma correcta la separación y clasificación de residuos sólidos al momento de su presentación, para su posterior aprovechamiento.

Este programa recoge los actores que desarrollan temáticas ambientales en el municipio y los invita a construir una cultura ambiental coherente con la normativa ambiental y que involucre la mayor cantidad de participantes posible.

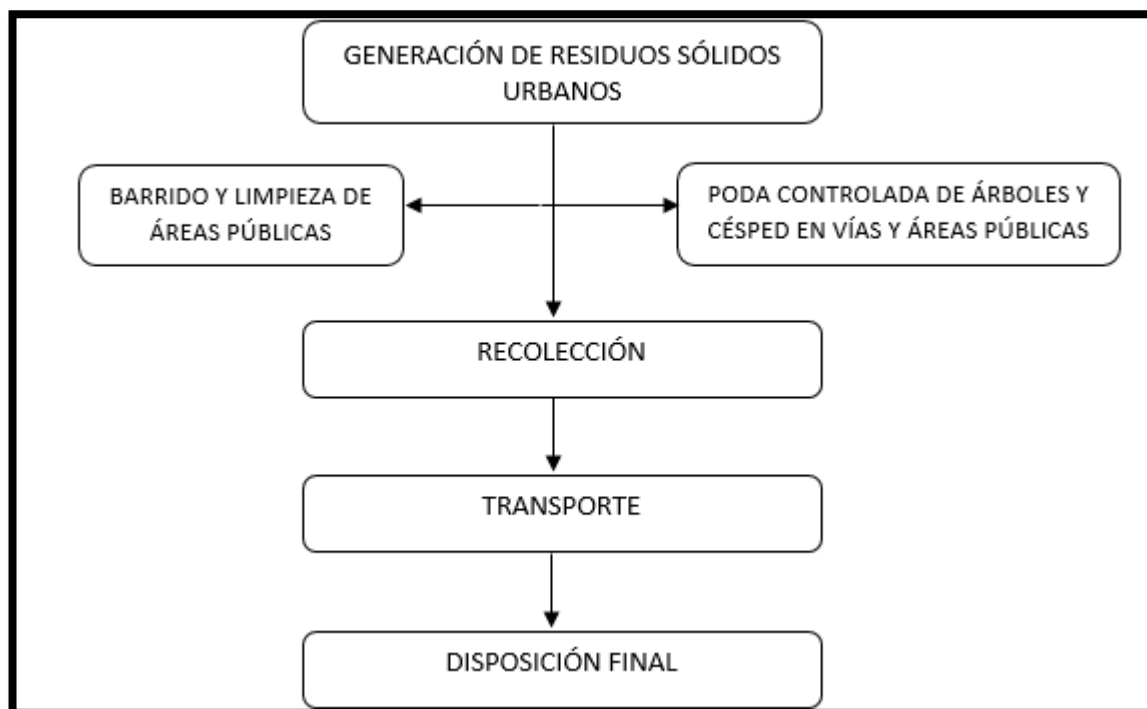
- Desarrollar un programa de formalización de la población recicladora de oficio, con el objetivo de participar de manera organizada y coordinada en la prestación del servicio público de aseo que comprenderá la actividad complementaria de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólido, asimismo con la inclusión de este programa se dará cumplimiento con el

⁸¹ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

Decreto 596 de 2016 el cual se estableció para el proceso de formalización de recicladores de oficio en el país⁸².

El manejo actual de residuos sólidos en el municipio de Toledo, está implementado de la siguiente forma, ver figura 4.

Figura 43. Proceso actual de manejo de residuos sólidos en el Municipio de



Toledo

Fuente: Autor

Actualmente en el manejo de residuos sólidos del municipio de Toledo, no está llevando a cabo un programa de separación en la fuente, ni tampoco presenta un programa de recuperación de residuos sólidos urbanos.

11.1.1 IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS EN EL SISTEMA DE ASEO.

11.1.1.1 CORTE DE CESPED Y PODA DE ÁRBOLES

⁸² Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio. (Abril de 11 de 2016). Decreto 596. Bogotá. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/Decreto%20596.%20Esquema%20de%20aprovechamiento%20del%20servicio%20p%C3%ABblico%20de%20aseo.pdf>

La actividad de corte de césped y poda de árboles controlada se realiza en el interior del parque principal por el operario encargado, se realizan cortes periódicos cada mes y en ocasiones de festividades municipales, este servicio no se presta a las zonas verdes de recreación de los barrios del municipio.

11.1.1.2 BARRIDO Y LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS

La actividad de barrido y limpieza en áreas públicas se realiza en las calles aledañas y al interior del parque principal de la población; dentro de las funciones asignadas al operario está el barrido de las zonas donde están ubicadas las instituciones de la UMATA, ICA, ALCALDÍA y BANAGRARIO. (ver Imagen 3).

Imagen 3. Barridos y limpieza de calles municipio de Toledo



Fuente: Autor

PROBLEMÁTICA:

- El personal operativo para el barrido y limpieza manual no cuenta con el equipo necesario para la limpieza, barrido, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos, incluidos los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional necesarios.

11.1.1.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La recolección y transporte de Residuos Sólidos se realiza con una frecuencia de dos veces por semana en el casco urbano en un promedio de 6 horas diarias, para este servicio se utiliza un vehículo compactador con capacidad de 8 toneladas, la recolección del área rural se realiza con una frecuencia de un día por semana en

el corregimiento mayor de San Bernardo de Bata y un día cada dos semanas para los corregimientos mayores de Gibraltar y Samoré respectivamente.

El servicio de recolección se presenta de acuerdo a las siguientes rutas, tabla 4.

Tabla 4. Rutas de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Toledo

RUTA	BARRIOS	FRECUENCIA								
		DÍAS							HORA	HORA
		L	M	M	J	V	S	D	INICIO	FINALIZACIÓN
1	Centenario, El progreso, El contenido, Santa Lucía y Santa Rita	X				X			06:00 am	11:00 am
2	La base, La sexta, La pradera, El mirador, Belén, Prados de Belén, Urbanización buena vista	X				X			01:00 pm	05:00 pm
3	Corregimiento mayor de San Bernardo		X						08:00 am	01:00 pm
4	Corregimientos de Gibraltar y Samoré			X	X				06:00 am	05:00 pm

Fuente: Autor

En la tabla 5 se muestra el total de usuarios actualmente suscritos en el servicio de aseo.

Tabla 5. Usuarios suscritos al servicio de aseo en el municipio de Toledo

TOLEDO NORTE DE SANTANDER, SERVICIO DE ASEO	
ESTRATO	USUARIOS
1	114
2	955
3	291
4	68
10 Comercial	1
12 oficial (institucional)	7
	1436

Fuente: (Unidad de Servicios Públicos – Alcaldía Municipal)

En la imagen 4 se muestra la manera de recolección que se implementa en la cabecera municipal de Toledo.

Imagen 4. Recolección y Transporte de residuos sólidos en el Municipio de Toledo



Fuente: Autor

PROBLEMÁTICA:

- No se realiza separación en la fuente, puesto que la población municipal no tiene una educación con base a dicho tema, por esta razón los residuos sólidos son presentados en bolsas plásticas, canecas plásticas, cajas, costales, en ciertos casos el volumen y peso de los residuos sobrepasan la capacidad de los recipientes almacenados lo que causa que estos se esparzan en la vía pública, generando contaminación paisajística y retraso en el momento de la recolección.
- Atrasos en las rutas de recolección por problemas viales en el momento de disposición final.
- Las microrutas de recolección en el municipio no se cumplen, su frecuencia y horario es alterado por la cuadrilla recolectora por la autonomía que la Unidad de Servicios Públicos ha permitido en ellos.
- Al realizar la recolección en horas de la tarde se guardan los residuos sólidos recolectados en el compactador en una bodega de la zona céntrica del casco urbano lo que genera impactos a la comunidad.

11.1.1.4 APROVECHAMIENTO

No se realiza actividades de aprovechamiento puesto que en administraciones pasadas no se tomó conciencia cultural de los beneficios económicos y ambientales que el tema representa.

11.1.1.5 DISPOSICIÓN RESIDENCIAL:

Los usuarios del servicio de aseo, disponen los residuos al frente de cada residencia, minutos antes del paso de la ruta del compactador (Imagen 5), con el fin de prevenir la dispersión por animales, especialmente de perros, puesto que no se cuenta con contenedores en ningún sitio del casco urbano; los usuarios del corregimiento mayor de San Bernardo y corregimientos de Gibraltar y Samore disponen sus residuos sólidos en Contenedores ubicados en puntos estratégicos con el fin de evitar botaderos a cielo abierto o puntos críticos de recolección, cabe resaltar que al no haber una cultura de separación en la fuente se disponen los residuos de manera conjunta.

Imagen 5. Disposición residencial de residuos sólidos en el Municipio de Toledo.



Fuente: Autor

11.1.1.6 DISPOSICIÓN FINAL

Los residuos sólidos del municipio de Toledo son dispuestos en el relleno sanitario “La Cortada” propiedad de la empresa EMPOPAMPLONA S.A. del municipio de Pamplona Norte de Santander (ver Imagen 6), todo bajo la responsabilidad de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal. A continuación en la tabla 6 se muestra el registro histórico de la cantidad de residuos sólidos dispuestos en los últimos meses en el relleno La Cortada.

Tabla 6. Cantidad de residuos llevados al relleno La Cortada

FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)
01-jul	6290	1-Aug	6890	02-Sep	7890	03-Oct	7260
02-jul	4790	2-Aug	6090	05-Sep	7490	05-Oct	6800
05-jul	7390	5-Aug	5990	06-Sep	6490	07-Oct	6930
06-jul	7590	6-Aug	4890	08-Sep	5500	08-Oct	5500
08-jul	6890	8-Aug	6290	09-Sep	6590	10-Oct	7760
11-jul	6390	9-Aug	6090	10-Sep	5990	12-Oct	6970
12-jul	5990	11-Aug	6490	12-Sep	6490	14-Oct	7070
14-jul	5890	12-Aug	7810	15-Sep	7500	18-Oct	7490
15-jul	6040	16-Aug	6690	16-Sep	6800	19-Oct	5990
18-jul	6590	17-Aug	6990	19-Sep	6740	20-Oct	3300
15-jul	6200	19-Aug	6890	21-Sep	5770	21-Oct	6350

19-jul	5990	22-Aug	6290	23-Sep	5970	24-Oct	8130
22-jul	5690	23-Aug	5590	26-Sep	6600	25-Oct	4990
23-jul	4990	25-Aug	6890	28-Sep	7890	28-Oct	6540
FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)	FECHA	PESO (Kg)
25-jul	6990	26-Aug	6990	30-Sep	6140	31-Oct	7850
26-jul	4390	29-Aug	7090	TOTAL	99850	TOTAL	98930
28-jul	5840	30-Aug	6490				
29-jul	5790	TOTAL	110450				
30-jul	6300						
TOTAL	116030						

Fuente: (Unidad de Servicios Públicos – Alcaldía Municipal)

Imagen 6. Disposición final de residuos sólidos relleno sanitario “LA CORTADA”



Fuente: Autor

PROBLEMÁTICA:

- La ruta la Soberanía por la cual se transita el camión recolector para hacer disposición final en el relleno La Cortada en el Municipio de Pamplona, está en un pésimo estado, generando riesgos por desastres naturales, el vehículo es sometido a 8 horas diarias de viaje que repercuten en tiempo perdido para la recolección, pérdida económica en base al combustible, cambio de llantas y mantenimientos mecánicos del compactador.

11.1.2 RECONOCIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS EN EL MUNICIPIO.

Para la recolección de los residuos sólidos se utiliza un vehículo compactador con capacidad de 8 toneladas que recolecta y transporta los residuos en el área

urbana y rural, para este servicio se emplean dos operarios con tarea de recolección y un conductor.

11.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN.

La recolección de Residuos Sólidos se realiza con una frecuencia de una vez por semana en el casco urbano en un promedio de 5 horas en la microruta de la mañana y 4 horas en la microruta de la tarde.

11.1.4 ANALISIS BRECHA

11.1.4.1 ANALISIS DOFA

La matriz DOFA estipulada en la tabla 7, describe las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la gestión integral de los residuos sólidos en el municipio de Toledo, estas se identificaron de acuerdo al diagnóstico realizado al servicio de aseo implementado en el municipio, clasificando las situaciones identificadas en dicha matriz, para esta clasificación se consideró como punto principal el manejo integral de los residuos sólidos en el municipio, entendiendo las debilidades y fortalezas, como situaciones internas del trabajo y las oportunidades y amenazas como factores externos.

Tabla 7. Análisis DOFA del servicio de aseo en el Municipio de Toledo

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Ser la única empresa prestadora de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo • Las rutas de recolección establecidas cubren la totalidad de la zona urbana del municipio. • Disponibilidad de un vehículo compactador propio del municipio, para el transporte de residuos sólidos al centro de disposición final en la ciudad de Pamplona. • Hay continuidad en la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos • El sitio de disposición final actual, cuenta con el respectivo aval de la autoridad ambiental competente para su operación. • Se cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. • Se cuenta con personal calificado como el autor para proponer mejoras en el sistema. • Se cuenta con una Universidad en un municipio aledaño que aporta conocimiento. • Hay disposición administrativa para mejora, calidad y compromiso con el buen servicio para los usuarios. • Existe un plan de contingencia cuando se generan derrumbes y obstrucciones en la vía la soberanía. • Cobertura total en el área urbana. • Disponibilidad de recursos para el sector de saneamiento básico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de planificación de las rutas de recolección y transporte. • Dispersión de los residuos al momento de la recolección. • No utilización de Elementos de Protección Personal. • Falta de procesos educativos para que la comunidad presente residuos separados. • Nula cobertura en el barrido y limpieza de vías y áreas públicas. • El servicio de aseo no contempla tratamiento y/o aprovechamiento de residuos sólidos, agotamiento de la vida útil del relleno sanitario. • No se cumplen los horarios fijados para la recolección. • No se cuenta con el recurso humano calificado, para las labores de recolección y transporte. • Cobertura de recolección escasa en la zona rural. • Altos índices de la cartera morosa de la dependencia de servicios públicos. • Cultura del no pago al servicio prestado. • No existe un índice de recuperación total de los residuos del área urbana. • A la fecha se está dando cumplimiento parcial a la normatividad vigente en lo que respecta a la disposición final de residuos sólidos. • Los residuos en el sector rural son dispuestos inadecuadamente, la población rural crea botaderos a cielo abierto o quemas de basuras, afectando el medio ambiente y la salud. • La planta de beneficio animal Municipal no cuenta con un manejo y sistema de tratamiento para los residuos y subproductos generados.

	<ul style="list-style-type: none"> • No existe un estudio de tarifas implementado para el servicio de aseo. • Dificultades de transporte para la disposición final. • Altos costos por el servicio de disposición de los residuos Sólidos. • Altos cotos en base al transporte y mantenimiento del vehículo recolector debido al mal estado de la vía. • No existe un plan de contingencia cuando el camión compactador se avería. • No existe separación en la fuente. • La falta de cobertura en el sector rural.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • El control y seguimiento realizados por los entes de control departamental, fortalece el cumplimiento de la normativa ambiental de la empresa. • Vinculación de los diferentes actores sociales del municipio a las campañas de separación en la fuente. • CONPES 3530 • PLAN NACIONAL DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS. • El estado apoya y patrocina avances en saneamiento y mejoras ambientales. • Hijos de la población formándose profesionalmente en los temas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El manejo de los residuos hospitalarios y similares está a cargo de una empresa especializada que se encuentra fuera de la jurisdicción del municipio, generando riesgos ambientales y sobrecostos y retrasos. • Presencia de animales callejeros que dispersan los residuos. • Cambios climáticos fuertes y bruscos. • Afectación al componente biótico por el mal manejo de los residuos en el área rural. • No existe un índice de recuperación total de los residuos del área urbana. • Vías de transporte en mal estado y susceptible a los estados del tiempo en épocas de lluvia. • Sólo se cuenta con un vehículo recolector.

Fuente: Autor

11.1.4.2 Formulación y priorización de problemas.

➤ SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICO.

- Se evidencia una escasa participación de la población municipal, esta se genera por la falta de conocimiento de la normatividad vigente para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos al momento de la separación y entrega de los mismos para su disposición final, además no hay una constante participación por parte de la Alcaldía Municipal para la gestión y promoción de proyectos de educación ambiental y separación en la fuente.
- No existe un estudio de tarifas implementado para el servicio de aseo y se evidencia la falta de pago por parte de los usuarios generando una seguidilla de deudas en la administración.

➤ TÉCNICO – OPERATIVA

- El servicio de aseo y recolección de Residuos Sólidos Urbanos, no implementa programas de separación en la fuente y aprovechamiento perdiendo oportunidades de reintegración al ciclo económico.
- Se evidencia la falta de recurso humano calificado, para las labores de recolección y transporte.
- El Servicio de aseo y recolección tiene una escasa planificación de las rutas de recolección y transporte.
- El servicio de aseo no cumple con los horarios establecidos para la recolección generando impactos en la comunidad.

➤ SECTOR RURAL

- Falta de cobertura en el sector rural para la recolección de residuos sólidos lo que genera impactos ambientales por la quema y la inadecuada disposición de estos.

11.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO.

11.2.1 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

11.2.1.1 PROCEDIMIENTO PARA OBTENCIÓN DE MUESTRA

Acorde a la información suministrada por el área de facturación de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal, se obtiene el número de usuarios de cada estrato, incluyendo el sector comercial y oficial o institucional, para un total de 1436 usuarios, los cuales se distribuyen como se muestra en la tabla número 8.

Tabla 8. Porcentaje de distribución de muestras para estratos socioeconómicos.

ZONIFICACIÓN EN EL ÁREA URBANA		PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN	
	ESTRATO	USUARIOS	%
Domiciliario: 1428 Usuarios	1	114	7,98
	2	955	66,87
	3	291	20,37
	4	68	4,78
10 Comercial		1	-----
oficial (institucional)		7	-----

Fuente: (Unidad de Servicios Públicos – Alcaldía Municipal)

Después de definir el número total de usuarios por estratificación a los cuales se presta el servicio se aseo, se continúa con determinar el número de muestras el cual se calcula de la siguiente manera:

Fórmula 1. Fórmula empleada para determinar el número de muestras.

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

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población, (número total de viviendas).

σ²: Varianza de la población

Z²_{1-α/2}: Coeficiente de confianza

E: Error permisible en la estimación de la producción per cápita.

Para la emplear la fórmula 1, se deben determinar las variables mencionadas de la siguiente manera:

- Para obtener la variancia poblacional se recurrió a la recomendación bibliográfica de (Cantanhede, Sandoval, Monge, & Caycho, 2005), referente a la desviación estándar la cual dice: “Si no hay datos iniciales de la ciudad, se debe asumir la desviación estándar en 200 gr/hab./día”
- Para obtener el Coeficiente de confianza recurrimos a la recomendación bibliográfica de (Cantanhede, Sandoval, Monge, & Caycho, 2005), la cual dice: “El nivel de confianza más utilizado es $1-\alpha = 0,95$; esto es, un coeficiente de confianza $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$ ”.
- El error permisible en la estimación de la producción per cápita, “Se asume del 1% al 15% de la producción per cápita nacional”⁸³, en el presente trabajo se asume como producción per cápita 0,72 kg/hab./día, cifra dada por estudios contenidos en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio

11.2.1.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA PARA EL SECTOR DOMICILIARIO

Los datos utilizados para obtener el tamaño de la muestra fueron:

$$N = 1428$$

$$\sigma = 0,2 \text{ kg/hab./día}$$

$$Z_{1-\alpha/2}^2 : 1,96$$

$$E: 0,036 \text{ Kg/hab./día}$$

Aplicando la formula se obtiene:

$$n = \frac{(1,96)^2 * (1428) * (0,2\text{Kg/hab/día})^2}{(1428 - 1)(0,036\text{Kg/hab/día})^2 + (1,96)^2(0,2\text{Kg/hab/día})^2}$$

$$n = 109,55$$

$$n_T = n + (n * 10\%)$$

$$n_T = 109,55 + (109,55 * 10\%)$$

$$n_T = 120,505 \text{ Muestras} = 121 \text{ Muestras}$$

⁸³ Cantanhede, A., Sandoval, L., Monge, G., & Caycho, C. (Junio de 2005). *PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS*. CEPIS. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf>

Para el sector domiciliario se obtienen un total de 121 muestras, las cuales tuvieron un sobredimensionamiento en un 10% de error y se distribuyeron en los estratos socioeconómicos de la siguiente manera:

Estrato I: 25 Muestras

Estrato II: 81 Muestras

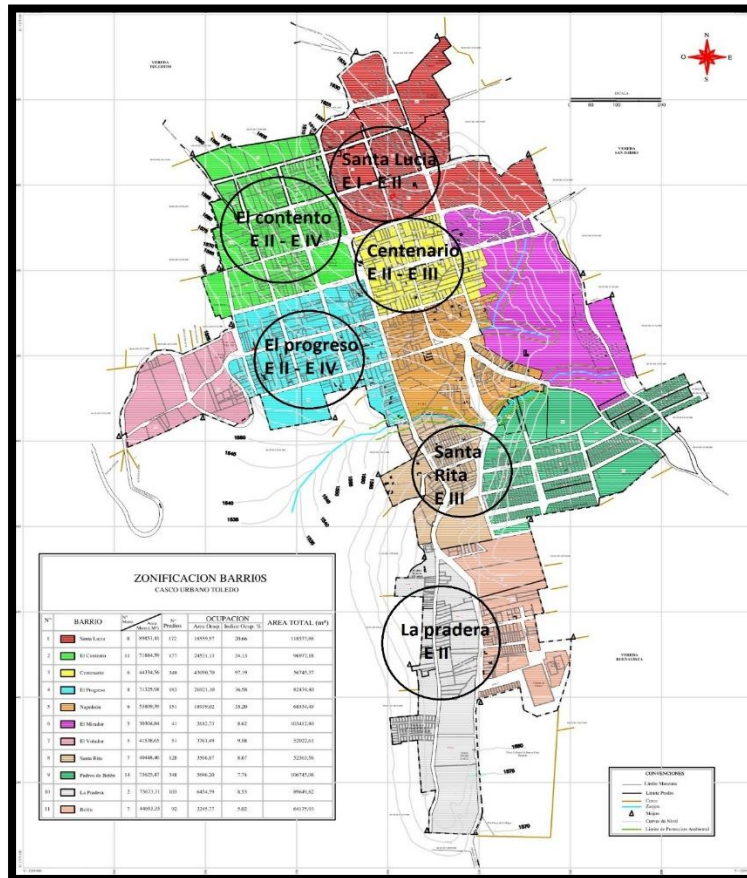
Estrato III: 30 Muestras

Estrato IV: 25 Muestras.

11.2.2 UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL PLANO URBANISTICO – PREVIA VISTA DE CAMPO.

En esta fase se empleó el plano de zonificación de barrios, el cual fue adquirido gracias a la secretaría de planeación y desarrollo municipal del Municipio de Toledo, para identificar apropiadamente los sectores muestreados, ilustración 7; puesto que la estratificación socioeconómica del municipio no es homogénea en todos los barrios, es decir, los sectores barriales se componen de diversos estratos socioeconómicos, en base a esto y con la información recopilada por la auxiliar de facturación de la empresa, en este caso en el estrato I se tomaron muestras aleatorias en los barrios de Santa lucía y el contenido, en el estrato II se tomaron muestras aleatorias en Santa lucía, el contenido y la pradera, en el estrato III se tomaron muestras aleatorias en los barrios de Santa Rita y Centenario y finalmente en el estrato III se tomaron muestras aleatorias en los barrios del Contenido y Centenario.

Ilustración 8. Distribución de las muestras por estratos socioeconómicos para caracterización en el sector domiciliario.



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

11.2.2.1 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL SOCIALIZADOR.

Días previos al desarrollo de la actividad de caracterización se capacitó al personal de trabajo para considerar aspectos de presentación ante los usuarios del servicio, el tipo de información a recolectar, el trabajo a ejecutar con los Residuos Sólidos recolectados, entre otros que se detallan a continuación:

- Registrar el nombre de la persona responsable, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada.
- Recoger las bolsas con los Residuos Sólidos Urbanos en las viviendas seleccionadas para muestreo.
- Marcar las bolsas para su identificación; colocarles etiquetas donde se especifique el estrato socioeconómico al que pertenece la vivienda.

- Llevar las bolsas con residuos recolectadas al lugar donde se efectuará la caracterización de dichos residuos.

11.2.2.2 DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS PARA REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN.

Ante la Autoridad de Gobierno Municipal, Gerente de la Unidad de Servicios Públicos y Secretario de Planeación Municipal, se realizó la selección del personal de trabajo participe en la caracterización de Residuos Sólidos Urbano, el cual estuvo integrado por operarios de aseo, voluntarios de la defensa civil, estudiantes practicantes del SENA vinculados a la Alcaldía Municipal, Ingeniero Coordinador del proceso e Ingeniero pasante de la Universidad de Pamplona vinculado a la Alcaldía Municipal.

A continuación, en la tabla 9 se relacionan los materiales utilizados en el proceso de caracterización:

Tabla 9. Materiales Utilizados en el proceso de caracterización de residuos sólidos

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
<p>Mapa municipal</p>	<p>Utilizado para determinar la ruta de caracterización y posterior recolección de muestras</p>	
<p>Stickers</p>	<p>Utilizados para la marcación de casa por estrato socioeconómico al momento de la recolección de la muestra</p>	

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
<p>Tablas de apoyo.</p>	<p>Utilizadas para el registro en formatos de peso de muestras</p>	
<p>Cinta</p>	<p>Utilizada para sellar y marcar muestras</p>	
<p>Bolsas</p>	<p>Utilizadas para la separación de muestras con dependencia al estrato socioeconómico</p>	
<p>Marcadores</p>	<p>Utilizados para el marcaje de las bolsas a la hora de su recolección</p>	

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Guantes	Utilizados como implementos de protección personal	
Tapabocas	Utilizados como implementos de protección personal	
Bascula	Utilizada para el proceso de pesaje de muestras	
Baldes	Utilizados para la separación de materiales (papel, cartón, plástico, vidrio y desechos orgánicos)	

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Desinfectante	Utilizado para desinfectar el lugar de trabajo al finalizar la actividad	
Camioneta	Utilizada para la recolección de las muestras	

Fuente: Autor

11.2.2.3 SOCIALIZACIÓN.

Se derivaron comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas para realizar el muestreo a través de una carta dirigida por el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal y el Pasante de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Pamplona (ver Imagen 7), en esta se especificó el objetivo e importancia de la caracterización, pasos a seguir del usuario, la hora y el día en el cual se desarrollaría la actividad.

Imagen 7. Socialización comunitaria



Fuente: Autor

11.2.2.4 RECOLECCIÓN DE MUESTRA.

Previo al inicio de la caracterización se entregó al personal de apoyo elementos de protección personal para el desarrollo de la actividad y materiales para la ejecución de esta (ver imagen 8).

Imagen 8. Entrega de elementos de protección personal



Fuente: Autor

En el proceso de recolección de las muestras de residuos sólidos urbanos en las viviendas seleccionadas para el muestreo, se realizó una marcación con Stickers (ver Imagen 9 y 10), los cuales representaban el estrato socioeconómico al cual pertenecían y su participación en la actividad.

Imagen 9. Stickers para marcado de viviendas



Fuente: Autor

Imagen 10. Etiquetado de casas según su estrato



Fuente: Autor

La imagen 11 ilustra la fase de recolección de las muestras de Residuos Sólidos, en la cual se clasificaron los residuos sólidos urbanos en bolsas de colores según el estrato socioeconómico al cual pertenecían.

Imagen 11. Organización de muestras



Fuente: Autor

La imagen 12 ilustra el momento de cargue y transporte de las muestras seleccionadas, llevadas al sitio de proceso para su caracterización.

Imagen 12. Recolección de muestras



Fuente: Autor

Las muestras fueron llevadas para el proceso de caracterización al Coliseo Mayor del Barrio Belén (Ilustración 9), el cual, en conjunto con el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos y el Secretario de Planeación Municipal se acordó por su ubicación, espació y sistema de drenaje para el lavado al momento de terminar la actividad y diferentes procesos de ésta.

Ilustración 9. Coliseo Mayor del Barrio Belén



Fuente: Autor

11.2.2.5 PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS POR ESTRATOS.

11.2.2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

La imagen 13 ilustra el pesaje de las bolsas contenedoras de las muestras de residuos sólidos domiciliarios por estrato socioeconómico, primer paso en cual se identificaron los números de muestra, su peso y registro de los datos en los formatos adoptados.

Imagen 13. Pesado de muestras



Fuente: Autor

A continuación, las tablas 10, 11, 12 y 13 muestran el registro de los pesos tomados en el campo de acción para cada estrato socioeconómico en estudio.

Tabla 10. Registro de pesos de muestras para estrato I

N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	N° DE MUESTRA	PESO (Kg)
1	10.5	16	3.2
2	6.4	17	6.5
3	7.3	18	3.7
4	5.4	19	6.3
5	3.8	20	3.2
6	6.4	21	8.2
7	3.1	22	3.4
8	5.7	23	5.8
9	4.7	24	3.7
10	4.5	25	4.6
11	9.4	26	3.4
12	6.3	27	3.2
13	6.6	28	7.5
14	2.1	29	4.8
15	4.9	30	3.4

Fuente: Autor

Tabla 11. Registro de pesos de muestras para estrato II

		21	4.9
		22	3.4
		23	6.5
		24	3.8
		25	4.8
		26	3.3
		27	4.7
		28	2.4
		29	5.6
		30	7.2
		31	4.3
		32	8.7
		33	3.4
		34	6.5
		35	3.5
		36	4.3
N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	N° DE MUESTRA	PESO (Kg)
1	7.5	37	2.8
2	3.2	38	5.2
3	5.8	39	4.5
4	3.3	40	7.6
5	3.5	41	5.6
6	8.2		
7	3.5		
8	4.5		
9	3.5		
10	4.6		
11	3.2		
12	3.6		
13	2.6		
14	3.4		
15	6.5		
16	4.6		
17	4.5		
18	7.7		
19	3.2		
20	5.4		

42	4.3	61	3.8
43	3.7	62	5.2
44	6.9	63	3.5
45	3.6	64	3.2
46	4.7	65	6.3
47	3.5	66	3.8
48	4.5	67	6.3
49	3.7	68	5.6
50	5.6	69	3.4
51	3.9	70	6.6
52	4.2	71	2.2
53	5.1	72	3.4
54	6.7	73	7.1
55	4.5	74	6.2
56	2.3	75	4.2
57	5.4	76	3.2
58	3.8	77	4.1
N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	78	5.1
59	4.8	79	3.8
60	7.2	80	4.3

Fuente: Autor

Tabla 12. Registro de pesos de muestras para estrato III

N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	N° DE MUESTRA	PESO (Kg)
1	3.3	13	4.5
2	9.2	14	5.5
3	3.9	15	5.3
4	5.4	16	5.4
5	4.3	17	3.3
6	3.5	18	5.7
7	7.4	19	4.3
8	3.4	20	3.5
9	4.2	21	4.4
10	2.3	22	3.6
11	4.7	23	4.2
12	6.3	24	6.8
		25	5.5

Fuente: Autor

Tabla 13. Registro de pesos de muestras para estrato I

N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	4	4.3
1	4.4	5	4.3
N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	6	2.4
2	3.3	7	4.3
N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	8	3.1
3	3.2	9	3.2

10	3.6	18	3.3
11	7.5	19	4.3
12	5.4	20	3.7
13	2.3	21	4.5
14	8.4	22	3.1
N° DE MUESTRA	PESO (Kg)	23	8.5
15	4.5	24	3.3
16	3.4	25	5.2
17	5.3		

Fuente: Autor

11.2.3 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Al finalizar el registro de peso de cada una de las bolsas, se procedió a la organización, selección y rompimiento de bolsas para la separación de los tipos de materiales contenidos allí (ver Imagen 14).

Imagen 14. Organización de muestras



Fuente: Autor

La imagen 15 ilustra el rompimiento de las bolsas con el fin de seleccionar los residuos sólidos según su tipo.

Imagen 15. Rompimiento de bolsas contenedoras de muestras



Fuente: Autor

Terminado el proceso de rompimiento de bolsas de basura se dio paso a la selección de los residuos sólidos, separándolos en recipientes pequeños ya pesados en vacío para así al final, pesar cada componente en su respectivo recipiente (ver Imagen 16 y 17).

Imagen 16. Selección de residuos orgánicos y papel



Fuente: Autor

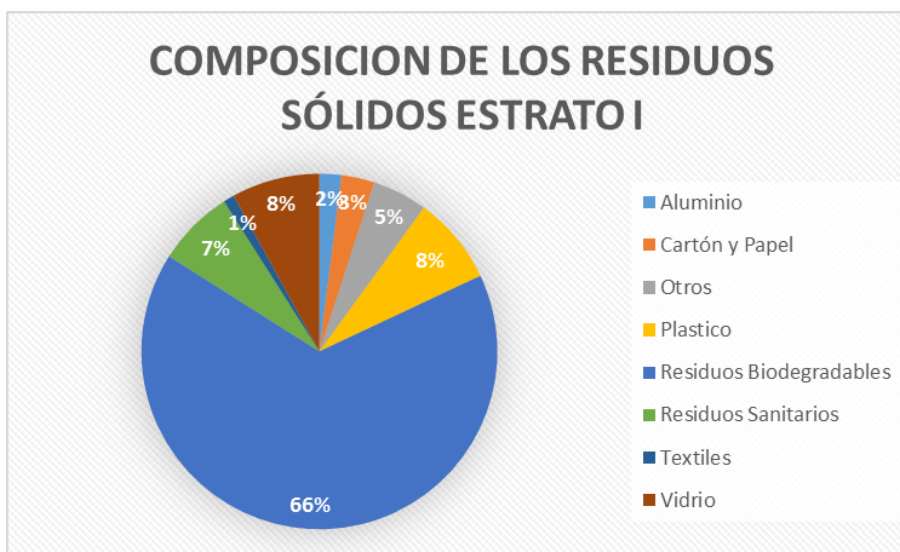
Imagen 17. Selección de vidrio y plástico



Fuente: Autor

Concluida la clasificación de cada componente, se procedió a su pesaje y registro de los datos en los formatos de acuerdo al sector en el cual se realizó el estudio. A continuación en las gráficas 1, 2, 3 y 4, se relacionan los datos obtenidos de la composición física de los componentes de los diferentes estratos socioeconómicos.

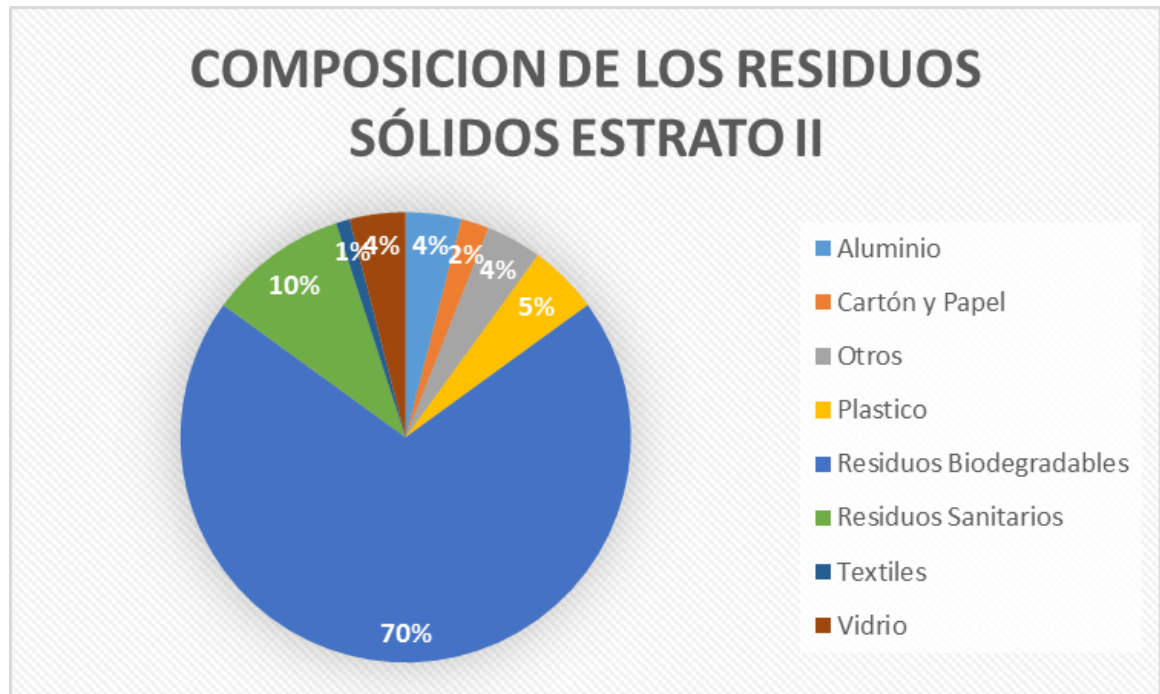
Gráfica 1. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato I



Fuente: Autor

De acuerdo a la gráfica 1 se denota que la composición física de los Residuos Sólidos Urbanos para el sector socioeconómico estrato I, se distribuye en los siguientes porcentajes: el 66% representa los residuos orgánicos rápidamente biodegradables (desechos de comida y restos de vegetales), el 8% representa plásticos, el 7% representa residuos sanitarios (papel higiénico toallas higiénicas), el 8% representa papel y cartón, el 8% representa vidrio (botellas, restos de ventanas y espejos), el 2% representa aluminio, el 1% representa textiles y el 5% representa otros (pedazos de cable, zapatos, ropa y madera), por lo tanto los residuos orgánicos representan el mayor porcentaje de composición física de los Residuos Sólidos Urbanos.

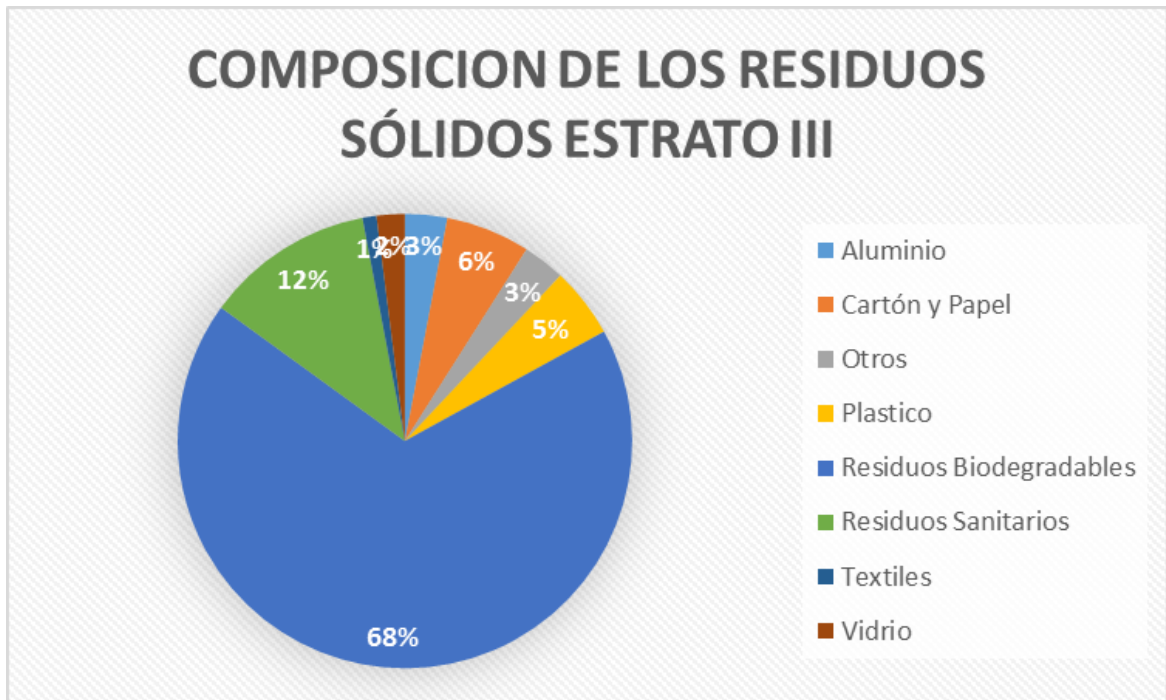
Gráfica 2. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato II



Fuente: Autor

De acuerdo a la gráfica 2 se denota que la composición física de los Residuos Sólidos Urbanos para el sector socioeconómico estrato I, se distribuye en los siguientes porcentajes: el 70% representa los residuos orgánicos rápidamente biodegradables (desechos de comida y restos de vegetales), el 5% representa plásticos, el 10% representa residuos sanitarios (papel higiénico toallas higiénicas), el 4% representa papel y cartón, el 4% representa vidrio (botellas, restos de ventanas y espejos), el 4% representa aluminio, el 1% representa textiles y el 4% representa otros (pedazos de cable, zapatos, ropa y madera), por lo tanto los residuos orgánicos representan el mayor porcentaje de composición física de los Residuos Sólidos Urbanos.

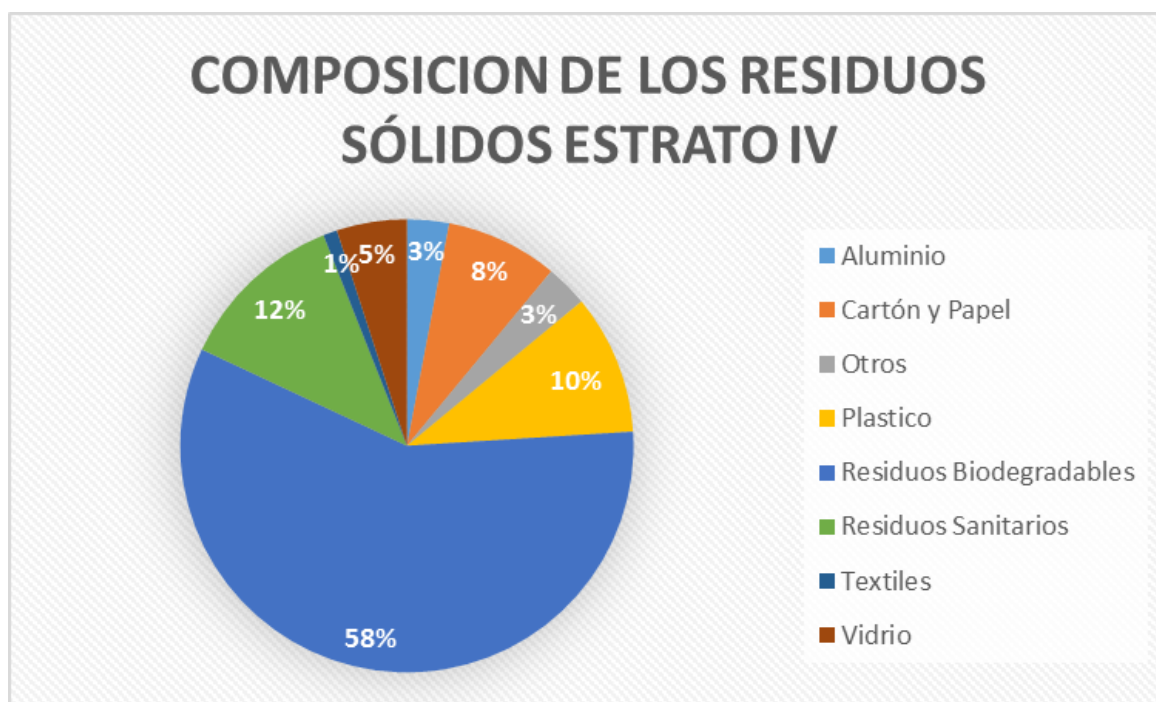
Gráfica 3. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato III



Fuente: Autor

De acuerdo a la gráfica 3 se denota que la composición física de los Residuos Sólidos Urbanos para el sector socioeconómico estrato I, se distribuye en los siguientes porcentajes: el 68% representa los residuos orgánicos rápidamente biodegradables (desechos de comida y restos de vegetales), el 5% representa plásticos, el 12% representa residuos sanitarios (papel higiénico toallas higiénicas), el 6% representa papel y cartón, el 2% representa vidrio (botellas, restos de ventanas y espejos), el 3% representa aluminio, el 1% representa textiles y el 3% representa otros (pedazos de cable, zapatos, ropa y madera), por lo tanto los residuos orgánicos representan el mayor porcentaje de composición física de los Residuos Sólidos Urbanos.

Gráfica 4. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos – Estrato IV



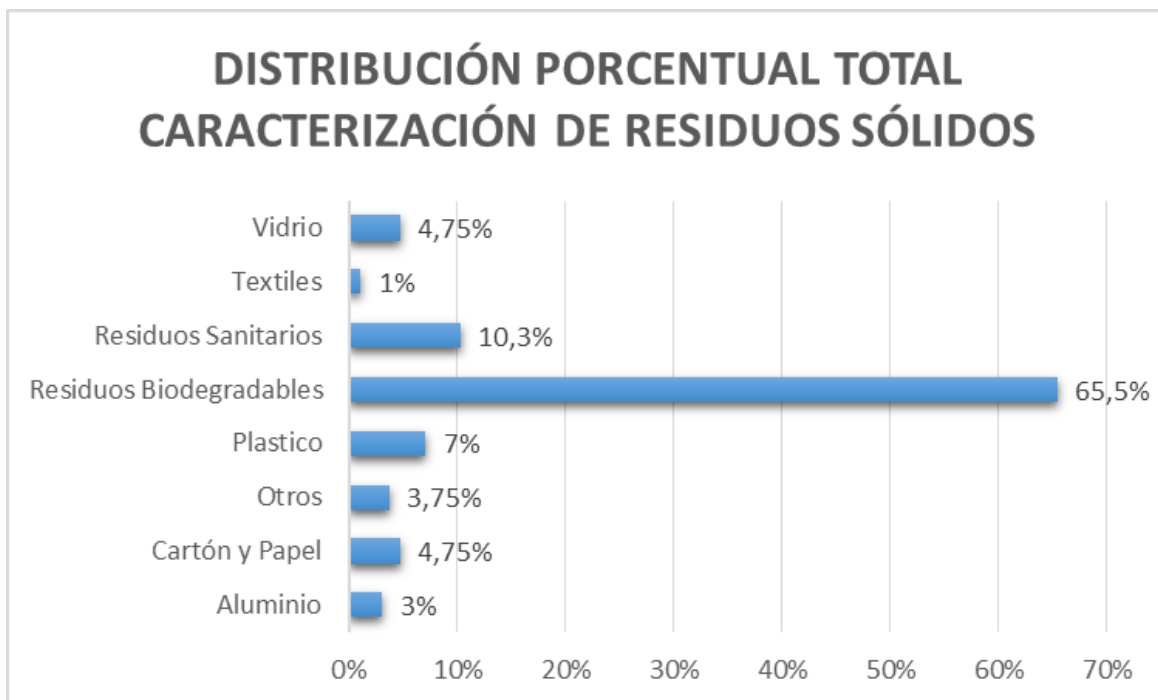
Fuente: Autor

De acuerdo a la gráfica 4 se denota que la composición física de los Residuos Sólidos Urbanos para el sector socioeconómico estrato I, se distribuye en los siguientes porcentajes: el 58% representa los residuos orgánicos rápidamente biodegradables (desechos de comida y restos de vegetales), el 10% representa plásticos, el 12% representa residuos sanitarios (papel higiénico toallas higiénicas), el 8% representa papel y cartón, el 5% representa vidrio (botellas, restos de ventanas y espejos), el 3% representa aluminio, el 1% representa textiles y el 3% representa otros (pedazos de cable, zapatos, ropa y madera), por lo tanto los residuos orgánicos representan el mayor porcentaje de composición física de los Residuos Sólidos Urbanos.

La distribución porcentual de los residuos sólidos es muy variable en dependencia a la localización del municipio, características socioeconómicas, entre otras.

La siguiente gráfica muestra la distribución porcentual total de la caracterización de residuos sólidos urbanos del Municipio.

Gráfica 5. Distribución porcentual total de la generación de residuos sólidos



Fuente: Autor

Tal como se muestra en la gráfica 5, los residuos sólidos de la cabecera Municipal de Toledo son en su mayoría residuos orgánicos rápidamente biodegradables (residuos de comida y jardín) con un 65,5% seguido de un 10,3% los cuales no son aptos para el aprovechamiento.

11.2.3.1 Determinación de la generación per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos.

Para obtener generación per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos se realizó el siguiente procedimiento basado en el manual CEPIS⁸⁴

- Se utilizó el total de residuos recolectados en el muestreo, los cuales eran la producción de tres días en cada vivienda.
- Se pesó la totalidad de las bolsas recogidas durante el muestreo, este peso representó la cantidad total de basura diaria generada en todas las viviendas.

⁸⁴ Cantanhede, A., Sandoval, L., Monge, G., & Caycho, C. (Junio de 2005). *PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS*. CEPIS. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf>

- En función a los datos recopilados sobre número de personas por vivienda, se determinó el número total de personas que han intervenido en el muestreo.

$$\begin{aligned} & \textit{Tasa de recolección de residuos diarios por vivienda} \\ & = (\textit{Kg de residuos} / \textit{Número de viviendas}) \\ & \quad / \textit{días de generación.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Tasa de recolección de residuos diarios por vivienda} \\ & = \left(\frac{757,2\text{kg}}{151 \textit{viviendas}} \right) / (2\text{días}) = 2,5072 \textit{ kg/vivienda} * \textit{ día} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Generación per cápita diaria} \\ & = \frac{\textit{Tasa de recolección de residuos diarios por vivienda}}{\textit{Número de personas por vivienda}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{GPCd} & = (2,5072 \textit{ kg/vivienda} * \textit{ día}) / 3,5 \textit{ habitantes/vivienda} \\ & = \mathbf{0,72 \textit{ Kg/hab. día}} \end{aligned}$$

La Generación Per Cápita diaria en el municipio de Toledo Norte de Santander según el estudio de caracterización y peso tomado de las muestras es de aproximadamente **0,72Kg/hab/día**.

11.2.3.2 Determinación de la densidad de los residuos sólidos.

Para obtener la densidad de los residuos sólidos, se realizó el siguiente procedimiento basado en el manual de CEPIS⁸⁵.

- Se preparó un recipiente de aproximadamente 20 litros, que sirvió como depósito estándar para definir el volumen que ocupó el residuo. Se preparó también una balanza de pie.
- Se pesó el recipiente vacío (**W1 = 1,2 Kg**) y se determinó su volumen (V)

$$\textit{Volumen (V)} = \mathbf{0,019 \textit{ m}^3}$$

- Se depositó el residuo que fue utilizado en el cuarteo en el recipiente, sin hacer presión y remecerlo de manera que se llenaran los espacios vacíos en dicho recipiente.

⁸⁵ Cantanhede, A., Sandoval, L., Monge, G., & Caycho, C. (Junio de 2005). *PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS*. CEPIS. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf>

- Se pesó el recipiente lleno (**W2 = 3.4 Kg**) y por diferencia se obtuvo el peso de la basura (**W = 2.3 Kg**).
- La densidad de los residuos sólidos se obtuvo dividiendo el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V).

$$\text{Densidad } D \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del residuo } W \text{ (kg)}}{\text{Volumen de la basura } V \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Densidad } D \text{ (kg/m}^3\text{)} = 2,3 \text{ Kg}/0,019 \text{ m}^3 = 121.05 \text{ Kg/m}^3$$

La densidad de Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Toledo Norte de Santander es de aproximadamente **121.05 Kg/m³**.

11.2.3.3 Proyección poblacional municipio de Toledo.

La proyección poblacional (Tabla 14), se realizó con el método aritmético y geométrico sugeridos por el RAS 2000 para poblaciones con nivel de complejidad bajo y medio.

Tabla 14. Proyección poblacional del Municipio de Toledo

Método Aritmético				Método Geométrico			
Año	Proyección Población Cabecera Municipal (Habitantes)	Proyección Población Sector Rural Atendida (Habitantes)	Total	Año	Proyección Población Cabecera Municipal (Habitantes)	Proyección Población Sector Rural Atendida (Habitantes)	Total
2017	4509	1712	6221	2017	4509	1712	6221
2018	4529	1720	6249	2018	4530	1720	6249
2019	4550	1727	6277	2019	4551	1727	6278
2020	4570	1735	6304	2020	4572	1735	6307
2021	4590	1742	6332	2021	4593	1742	6335
2022	4610	1750	6360	2022	4614	1750	6364
2023	4631	1757	6388	2023	4636	1758	6393
2024	4651	1765	6415	2024	4657	1766	6423
2025	4671	1772	6443	2025	4679	1773	6452
2026	4691	1780	6471	2026	4700	1781	6481
2027	4712	1787	6499	2027	4722	1797	6519
2028	4732	1795	6526	2028	4744	1805	6549
2029	4752	1802	6554	2029	4766	1805	6571
2030	4772	1810	6582	2030	4788	1813	6601
2031	4793	1817	6610	2031	4810	1821	6631
2032	4813	1825	6637	2032	4832	1829	6661
2033	4833	1832	6665	2033	4855	1837	6692
2034	4853	1840	6693	2034	4877	1845	6722

Método Aritmético				Método Geométrico			
Año	Proyección Población Cabecera Municipal (Habitantes)	Proyección Población Sector Rural Atendida (Habitantes)	Total	Año	Proyección Población Cabecera Municipal (Habitantes)	Proyección Población Sector Rural Atendida (Habitantes)	Total
2035	4874	1847	6721	2035	4900	1853	6753
2036	4894	1855	6748	2036	4922	1861	6784
2037	4914	1862	6776	2037	4945	1869	6815

Fuente: (DANE – Proyección Propia)

11.2.3.4 Proyección de la generación de residuos sólidos urbanos en el municipio de Toledo.

Las proyecciones de generación de Residuos Sólidos Urbanos (ver Tabla 15), se han realizado en base a la información existente en el sitio de disposición final, dicha información se considera representativa al comportamiento de la producción Percápita del municipio.

“El 0,5% es un valor estimado que considera el crecimiento de la PPC (kg/hab.día) cada año, crecimiento que se da por el aumento de la cantidad de residuos que trae consigo el consumismo ante el cambio o introducción de costumbres en el mercado de bienes y servicios o ante el aumento del conocimiento de la población en su crecimiento, cultural y costumbres. Estadísticamente este valor resulta inferior al 1% de la medida colombiana y en la práctica solo sirve este para ajustar valores de este orden, con fines de diseño de sistemas a nivel de planeación.”⁸⁶

Tabla 15. Proyección Generación de Residuos Sólidos Urbanos Cabecera Municipal

Proyección Generación de Residuos Sólidos Urbanos Cabecera Municipal						
Año	Proyección Población Cabecera Municipal	Proyección Población Sector Rural	Total	PPC	Ton/día	Ton/mes
2017	4509	1712	6221	0,720	4,5	135,72
2018	4529	1720	6249	0,723	4,5	136,93
2019	4550	1727	6277	0,726	4,6	138,16
2020	4570	1735	6304	0,730	4,6	139,39
2021	4590	1742	6332	0,733	4,6	140,62
2022	4610	1750	6360	0,736	4,7	141,86

⁸⁶ CORPONOR. (2016). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - Municipio de Toledo Norte de Santander.*

Proyección Generación de Residuos Sólidos Urbanos Cabecera Municipal						
Año	Proyección Población Cabecera Municipal	Proyección Población Sector Rural	Total	PPC	Ton/día	Ton/mes
2023	4631	1757	6388	0,739	4,7	143,10
2024	4651	1765	6415	0,743	4,8	144,35
2025	4671	1772	6443	0,746	4,8	145,61
2026	4691	1780	6471	0,749	4,8	146,87
2027	4712	1787	6499	0,752	4,9	148,14
2028	4732	1795	6526	0,756	4,9	149,41
2029	4752	1802	6554	0,759	5,0	150,69
2030	4772	1810	6582	0,762	5,0	151,97
2031	4793	1817	6610	0,765	5,1	153,26
2032	4813	1825	6637	0,769	5,1	154,55
2033	4833	1832	6665	0,772	5,1	155,85
2034	4853	1840	6693	0,775	5,2	157,16
2035	4874	1847	6721	0,778	5,2	158,47
2036	4894	1855	6748	0,781	5,3	159,78
2037	4914	1862	6776	0,785	5,3	161,10

Fuente: (Autor – Proyección propia)

Según la caracterización de los residuos sólidos urbanos realizada en el Municipio de Toledo, se observa que en promedio el 65,5 % del total de los residuos generados son residuos rápidamente Biodegradables, es decir corresponden residuos a comida y residuos vegetales; a partir de esta información y teniendo en cuenta la generación total de residuos sólidos en el municipio que es de aproximadamente 135,72 Ton/mes, entonces la generación de residuos orgánicos sería de 88,89 Ton/mes, para la viabilidad según el RAS 2000 título F (2012), se debe considerar un aprovechamiento del 70% de estos residuos a partir del año en el cual se empezará el tratamiento de los residuos, aumentando anualmente 2,5% este porcentaje de aprovechamiento, de esta manera se aprovecharían 62,223 Ton/mes resaltando que los residuos se deben presentar según la normatividad y con previa separación en la fuente. (Ver Tabla 16)

Tabla 16. Generación de Residuos rápidamente Biodegradables en la cabecera Municipal de Toledo.

Año	Producción de Residuos Orgánicos Rápidamente Biodegradables Ton/mes	Aprovechados	Residuos Orgánicos Rápidamente Biodegradables proyectados aprovechar Ton/mes
2017	88,89	70%	62,22
2018	89,78	70,5%	63,29
2019	90,68	71,0%	64,38
2020	91,58	71,5%	65,48
2021	92,50	72,0%	66,60
2022	93,42	72,5%	67,73
2023	94,36	73,0%	68,88
2024	95,30	73,5%	70,05
2025	96,26	74,0%	71,23
2026	97,22	74,5%	72,43
2027	98,19	75,0%	73,64
2028	99,17	75,5%	74,87
2029	100,16	76,0%	76,12
2030	101,17	76,5%	77,39
2031	102,18	77,0%	78,68
2032	103,20	77,5%	79,98
2033	104,23	78,0%	81,30
2034	105,27	78,5%	82,64
2035	106,33	79,0%	84,00
2036	107,39	79,5%	85,37
2037	108,46	80,0%	86,77

Fuente: (Autor – Proyección propia)

A continuación se presentan las proyecciones de residuos lentamente Biodegradables y no biodegradables que serán objeto de aprovechamiento:

En la Tabla 17, se presenta la cantidad de papel y cartón proyectado para aprovechamiento hasta el año 2037.

Tabla 17. Proyección de Residuos Sólidos – Papel y Cartón

Año	Producción de Papel y Cartón Ton/mes	Aprovechados	Residuos de Papel y Cartón proyectados aprovechar Ton/mes
2017	6,44	70%	4,51
2018	6,50	70,5%	4,59
2019	6,57	71,0%	4,66
2020	6,64	71,5%	4,74
2021	6,70	72,0%	4,83
2022	6,77	72,5%	4,91
2023	6,84	73,0%	4,99
2024	6,90	73,5%	5,07
2025	6,97	74,0%	5,16
2026	7,04	74,5%	5,25
2027	7,11	75,0%	5,34
2028	7,18	75,5%	5,42
2029	7,26	76,0%	5,52
2030	7,33	76,5%	5,61
2031	7,40	77,0%	5,70
2032	7,48	77,5%	5,79
2033	7,55	78,0%	5,89
2034	7,63	78,5%	5,99
2035	7,70	79,0%	6,09
2036	7,78	79,5%	6,19
2037	7,86	80,0%	6,29

Fuente: (Autor – Proyección propia)

Se prevé que el aprovechamiento de cartón y papel para el año 2037 será de 7,86 Ton/mes.

En la Tabla 18, se presenta la cantidad de plástico (PET, PE-HD, PVC, PE-LD, PP y PS), para aprovechamiento hasta el año 2037.

Tabla 18. Proyección de Residuos Sólidos – Plástico

Año	Producción de plástico Ton/mes	Aprovechados	Residuos de plástico proyectados aprovechar Ton/mes
2017	9,50	70%	6,65

Año	Producción de plástico Ton/mes	Aprovechados	Residuos de plástico proyectados aprovechar Ton/mes
2018	9,60	70,5%	6,76
2019	9,69	71,0%	6,88
2020	9,79	71,5%	7,00
2021	9,89	72,0%	7,12
2022	9,98	72,5%	7,24
2023	10,08	73,0%	7,36
2024	10,19	73,5%	7,49
2025	10,29	74,0%	7,61
2026	10,39	74,5%	7,74
2027	10,49	75,0%	7,87
2028	10,60	75,5%	8,00
2029	10,70	76,0%	8,14
2030	10,81	76,5%	8,27
2031	10,92	77,0%	8,41
2032	11,03	77,5%	8,55
2033	11,14	78,0%	8,69
2034	11,25	78,5%	8,83
2035	11,36	79,0%	8,98
2036	11,48	79,5%	9,12
2037	11,59	80,0%	9,27

Fuente: (Autor – Proyección propia)

Se prevé que el aprovechamiento de plástico para el año 2037 será de 11,59 Ton/mes.

En la Tabla 19, se presenta la cantidad de vidrio (vidrio de recipiente blanco, ámbar, verde, vidrio plano entre otros), para aprovechamiento hasta el año 2037.

Tabla 19. Proyección de Residuos Sólidos – Vidrio

Año	Producción de vidrio Ton/mes	Aprovechados	Residuos de vidrios proyectados aprovechar Ton/mes
2017	6,44	70%	4,51
2018	6,50	70,5%	4,59
2019	6,57	71,0%	4,66
2020	6,64	71,5%	4,74
2021	6,70	72,0%	4,83
2022	6,77	72,5%	4,91

Año	Producción de vidrio Ton/mes	Aprovechados	Residuos de vidrios proyectados aprovechar Ton/mes
2023	6,84	73,0%	4,99
2024	6,90	73,5%	5,07
2025	6,97	74,0%	5,16
2026	7,04	74,5%	5,25
2027	7,11	75,0%	5,34
2028	7,18	75,5%	5,42
2029	7,26	76,0%	5,52
2030	7,33	76,5%	5,61
2031	7,40	77,0%	5,70
2032	7,48	77,5%	5,79
2033	7,55	78,0%	5,89
2034	7,63	78,5%	5,99
2035	7,70	79,0%	6,09
2036	7,78	79,5%	6,19
2037	7,86	80,0%	6,29

Fuente: (Autor – Proyección propia)

Se estima que el aprovechamiento de vidrio para el año 2037 será de 7,86 Ton/mes.

11.3 DETERMINAR LAS POLÍTICAS DE TRANSFORMACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL Y AL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS DEL MUNICIPIO.

Las políticas de transformación y aprovechamiento de acuerdo a las necesidades de la administración municipal y al plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS del municipio son:

1. Los residuos sólidos deben estar limpios y debidamente separados por tipo de material, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el PGIRS.
2. No deben estar contaminado con residuos peligrosos, ni metales pesados.
3. En el caso de las fracciones de residuos sólidos orgánicos rápidamente biodegradables que se encuentre dentro del almacenamiento temporal no pueden superar las cuarenta y ocho (48) horas.

4. El almacenamiento de los materiales aprovechables se realizará de tal manera, que no se deteriore su calidad ni se pierda su valor.
5. Los residuos reciclables se tratarán en dependencia a la viabilidad económica que puedan generar.
6. Los residuos sólidos aprovechables separados en la fuente, se almacenarán de manera que no afecte el entorno físico, la salud humana y la seguridad; por lo tanto, se controlarán los vectores, olores, explosiones y fuentes de llama o chispa que puedan generar incendios.
7. Los lugares de almacenamiento deben salvaguardar las características físicas y químicas de los residuos sólidos allí depositados, se almacenarán bajo condiciones seguras dependiendo de sus características, los materiales reciclables inorgánicos pueden almacenarse en altura.
8. Los residuos rápidamente biodegradables se tratarán en procesos de compostaje y/o Lombricompost con dependencia a factores como clima, cantidad de residuos y tiempo de procesos.
9. Las estaciones de clasificación y aprovechamiento cumplirán como mínimo con los siguientes requisitos:
 - Tendrán en cuenta para su ubicación los usos de suelo establecidos en las normas de ordenamiento territorial.
 - La localización y el número de estaciones de clasificación y aprovechamiento estarán sustentadas técnicamente en el marco del PGIRS.
 - La zona operativa y de almacenamiento de materiales será cubierta y con cerramiento físico con el fin de prevenir o mitigar impactos sobre el área de influencia.
 - Contar con el respectivo diagrama de flujo de procesos incluida la: recepción, pesaje y registro.
 - Contar con las siguientes áreas de operación: Recepción, pesaje, selección y clasificación, procesos para materiales aprovechables, procesos para materiales de rápida biodegradación.
 - Se contará con instrumentos de pesaje debidamente calibrados de acuerdo con la normatividad vigente.

- Se contará con un sistema de ventilación y extracción adecuado, que controle la emisión de olores mediante trampas y sistemas de adsorción.
- Se contará con sistemas de prevención y control de incendios.
- Se contará con un sistema de drenaje para el control de las aguas lluvias y escorrentía subsuperficial y sistemas de recolección y tratamiento de lixiviados cuando sea el caso.
- Las instalaciones tendrán impermeabilización de los pisos y paredes y estarán construidas en materiales que permitan su aseo, desinfección periódica y mantenimiento mediante lavado.
- Se cumplirá con las normas de seguridad industrial.
- La Oficina de Servicios Públicos de la Alcaldía Municipal de Toledo, establecerá mínimo un día para la recolección de los residuos reciclables dentro del esquema de rutas selectivas y dispondrá de los residuos generados que no puedan ser aprovechados en el sitio de disposición final.

12. DISEÑO DE LOS PROCESO Y OPERACIÓN, ESPACIOS Y AREAS DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

12.1 PRINCIPIOS DEL DISEÑO.

La planta de aprovechamiento tendrá un diseño moderno, proyectado a 20 años de vida útil, dividiendo los residuos aprovechables en áreas según el tipo de material, con condiciones tales que eviten posibles incendios o un ambiente propicio para vectores.

12.2 PAISAJISMO.

Se deberá diseñar en un sitio que no contraste en gran medida con su entorno.

12.3 ACCESO.

El Centro de Reciclaje estará abierto a todos los miembros de la comunidad, el personal del centro estará a su disposición en todo momento para ofrecer una asistencia razonable a cualquier persona que necesite ayuda para descargar sus residuos, en especial para los visitantes con discapacidad o de edad avanzada. Cualquier habitante que no pueden entregar sus desechos en el sitio podrá comunicarse con el centro en un punto de atención para que este disponga de los residuos aprovechables.

12.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Además de proteger sitios contra entradas no deseadas de desechos comerciales, la seguridad se requerirá para disuadir otras formas de abuso como el vandalismo, fuera de horas de trabajo, ataques incendiarios y robos, De acuerdo con la normatividad vigente de salud ocupacional y seguridad industrial, las plantas de aprovechamiento de residuos, como cualquier centro de trabajo, deben contar con programas de salud y seguridad en el trabajo, manual de emergencia que incluya análisis de vulnerabilidad de la planta, plan de evacuación y procedimientos operativos; la planta deberá contar con la señalización de seguridad y emergencias adecuada, así como una demarcación de áreas y secciones de trabajo y por ultimo un programa de capacitación personal sobre el control de riesgos asociados a las diferentes tareas desarrolladas dentro de las instalaciones.⁸⁷

⁸⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

12.5 CRITERIOS AMBIENTALES

De acuerdo al decreto 1220 de Abril del 2005, mediante el cual se reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, las plantas de aprovechamiento de residuos sólidos, no requieren de licencia ambiental previa, pero si deben contar con un Plan de Manejo Ambiental (PMA), orientado a manejar los impactos ambientales que se puedan generar, de igual manera está en la obligación de solicitar permisos de captación de agua y vertimientos.⁸⁸

12.6 CRITERIOS ADMINISTRATIVOS

La planta debe contar con un proveedor o con los insumos necesario para el control de plagas y roedores y realizar el monitoreo constante; en la tabla número 20 se relaciona el requerimiento de personal para el correcto funcionamiento de la planta de aprovechamiento.

Tabla 20. Requerimiento de personal

CARGO	CANT.	PERFIL	LABORES
Administrador	1	- Ingeniero Ambiental y/o Sanitario. - Técnico o Tecnólogo en gestión de residuos.	- Dirección técnica y administrativa de la planta.
CARGO	CANT.	PERFIL	LABORES
Contador	1	- Profesional o técnico en contaduría pública.	- Control de la contabilidad y nómina de la planta
Supervisor de materiales orgánicos	1	- Ingeniero químico.	- Control de calidad de proceso de transformación de residuos orgánicos
Operarios	2 por tonelada recibida en planta.	- Persona con capacitación en gestión integral de residuos sólidos.	- Selección manual de materiales reciclables inorgánicos. - Acondicionamiento y tratamiento de residuos rápidamente biodegradables.
Vigilante	1		- Protección de las instalaciones, equipos, materiales

⁸⁸ *Ibíd.*, p. 61

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

12.6.1 BASCULA DE PESAJE.

La báscula se encontrará ubicada en la entrada de la planta, permitirá un adecuado pesaje de las muestras para de esta manera tener un registro controlado de los residuos que ingresan a la planta.

12.6.2 ZONA ADMINISTRATIVA.

La zona administrativa de la planta estará dispuesta para prestar la atención a visitas y espacios para reuniones administrativas, esta área contará con:

➤ **Oficina.** Esta zona tiene:

1. Una para el jefe de la planta con un área de 12 m² (4m x 3m).

➤ **Baños.** para el personal operario que cuenta con dos cubículos con condiciones sanitarias aptas para su uso, dos lavamos empotrados y accesorios como jabón y dispensador de papel higiénico.

➤ **Zona social.** Zona acondicionada para persona administrativo y operario de la planta para reuniones generales y uso en horarios de receso para recreación y descanso.

➤ **Vías.** Las vías se construirán con vista a una fácil movilización de los equipos, camiones de recolección y montacargas para movilizar los residuos tratados o sin tratar; las vías tendrán señalizaciones peatonales para el tránsito seguro de los operarios y personal administrativo.

➤ **Zona ambiental.** El área de la planta estará rodeada de una barrera vegetal arborizada para mejorar el paisaje, combatir problemas de vectores y dispersar el ruido que se pueda generar.

12.6.3 BODEGAS

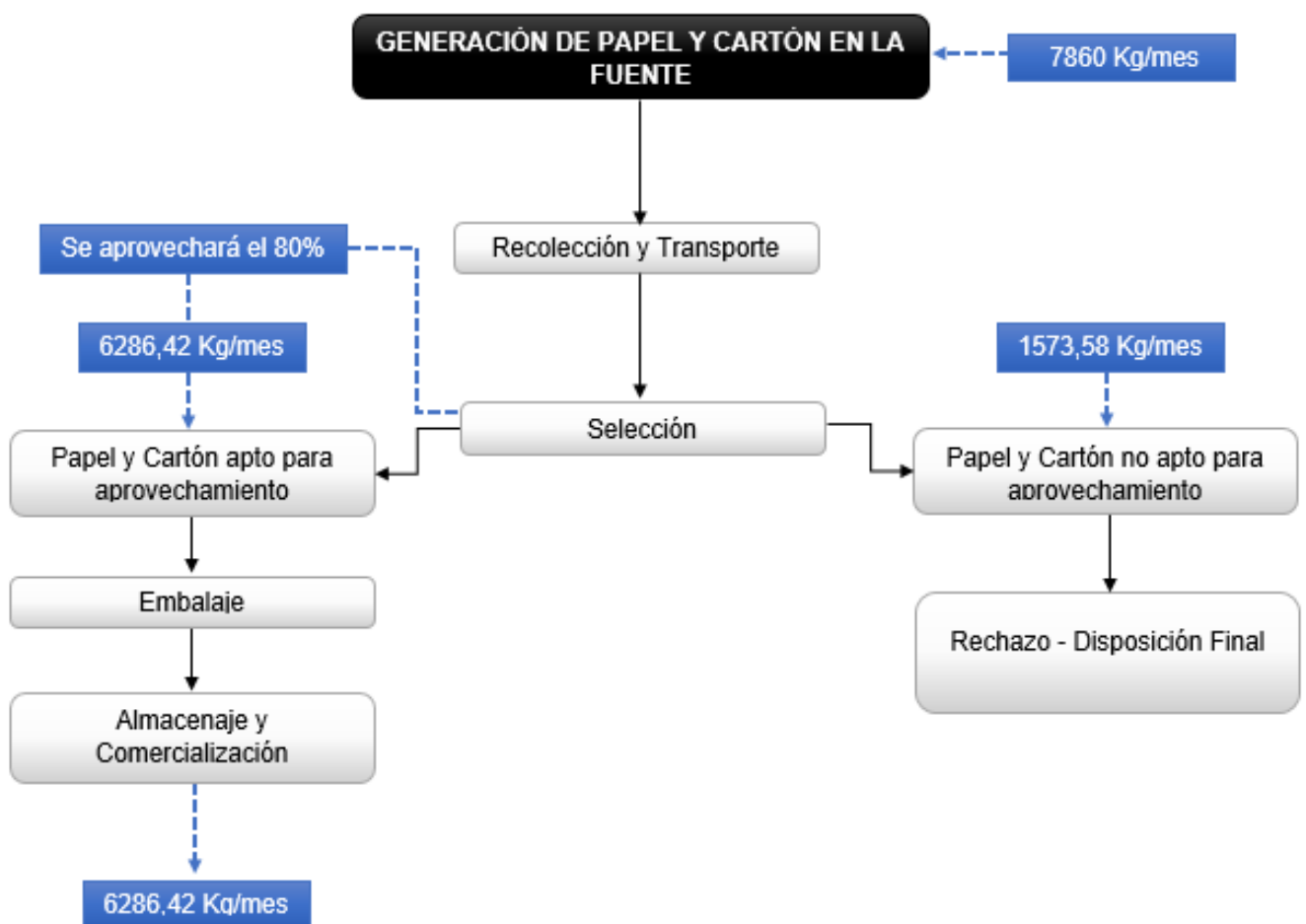
Como se mencionó anteriormente, este lugar se va a realizar la clasificación de los residuos sólidos para tratarlos con lombricultura y/o compostaje o como reciclaje (papel, cartón, plástico, vidrio) respectivamente, para este fin, se tendrán dos tolvas de transporte de los residuos, a la entrada de la bodega y otra al final del cribado que va a dirigir los residuos a una banda transportadora donde se van a

separar manualmente los residuos inorgánicos, además cuenta con cinco bodegas para el almacenamiento de los residuos reciclables, además de equipos como compactadora, pulverizadora, báscula de pesaje, montacargas para la ubicación de los residuos clasificados, banda transportadora, criba entre otros.

12.6.3.1 BODEGA DE PAPEL Y CARTÓN.

Esta bodega prevé una cantidad de residuos de papel y cartón de 7860 kg/mes (Ilustración 12), de los cuales se aprovechará el 80% que corresponde a una producción de 6286,42 para una proyección de 20 años.

Ilustración 10. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de papel y cartón.



Fuente: Autor

Para determinar el área de almacenamiento se realizaron dos cálculos básicos, tomando la densidad del papel y cartón compactado el cual es de 75 kg/m³ junto con la altura de almacenamiento de las pilas la cual es de 2,4 metros y ajustado con un factor de seguridad de 1,3 tenemos:

$$V = \frac{6286,42 \text{ kg} * 1,3}{75 \text{ kg/m}^3} = 108,96 \text{ m}^3$$

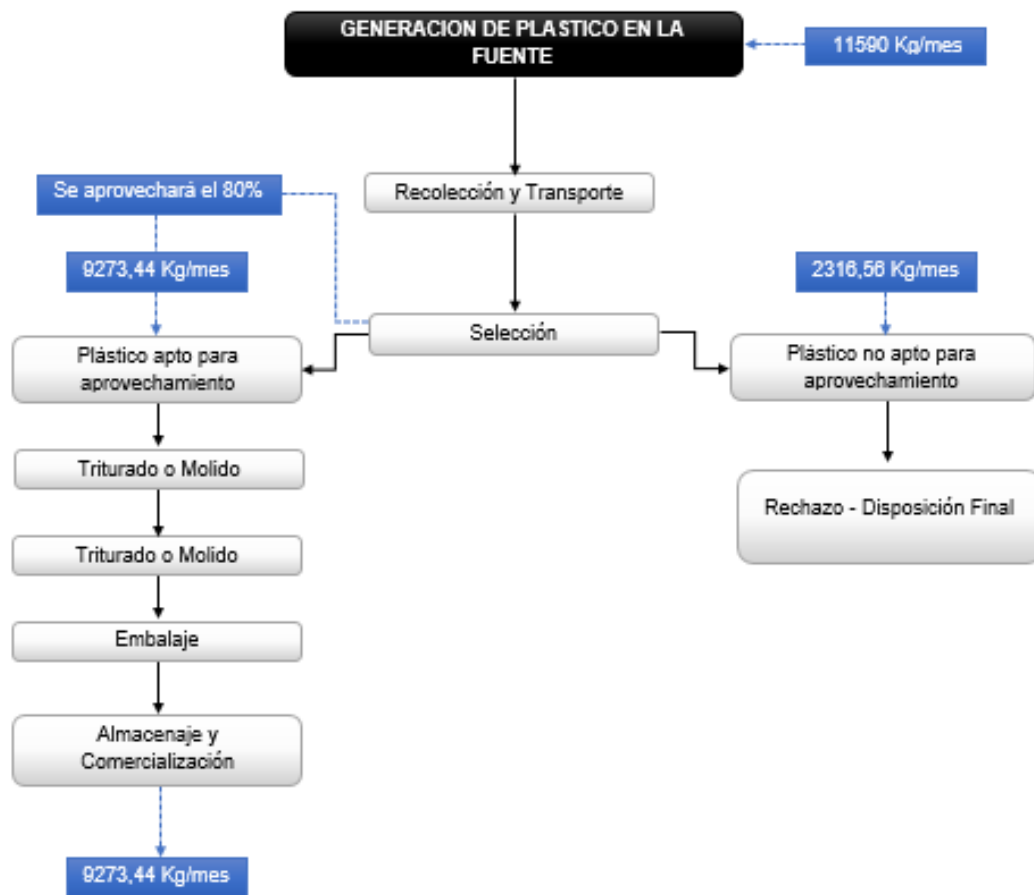
$$A = \frac{136,24 \text{ m}^3}{2,4 \text{ m}} = 45,4 \text{ m}^2$$

Se recomienda incrementar el área del cuarto de almacenamiento a 64 m^2 por facilidad de manejo, con longitudes $8 \times 8 \text{ m}$.

12.6.3.2 BODEGA DE PLÁSTICO

Esta bodega prevé una cantidad de residuos de papel y cartón de 11590 kg/mes (Ilustración 13), de los cuales se aprovechará el 80% que corresponde a una producción de 9273,44 para una proyección de 20 años.

Ilustración 11. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de plástico.



Fuente: Autor

Para determinar el área de almacenamiento se realizaron dos cálculos básicos, tomando la densidad del plástico compactado el cual es de 100 kg/m^3 junto con la

altura de almacenamiento de las pilas la cual es de 2,4 metros y ajustado con un factor de seguridad de 1,3 tenemos:

$$V = \frac{9273,44 \text{ kg} * 1,3}{100 \text{ kg/m}^3} = 120,55 \text{ m}^3$$

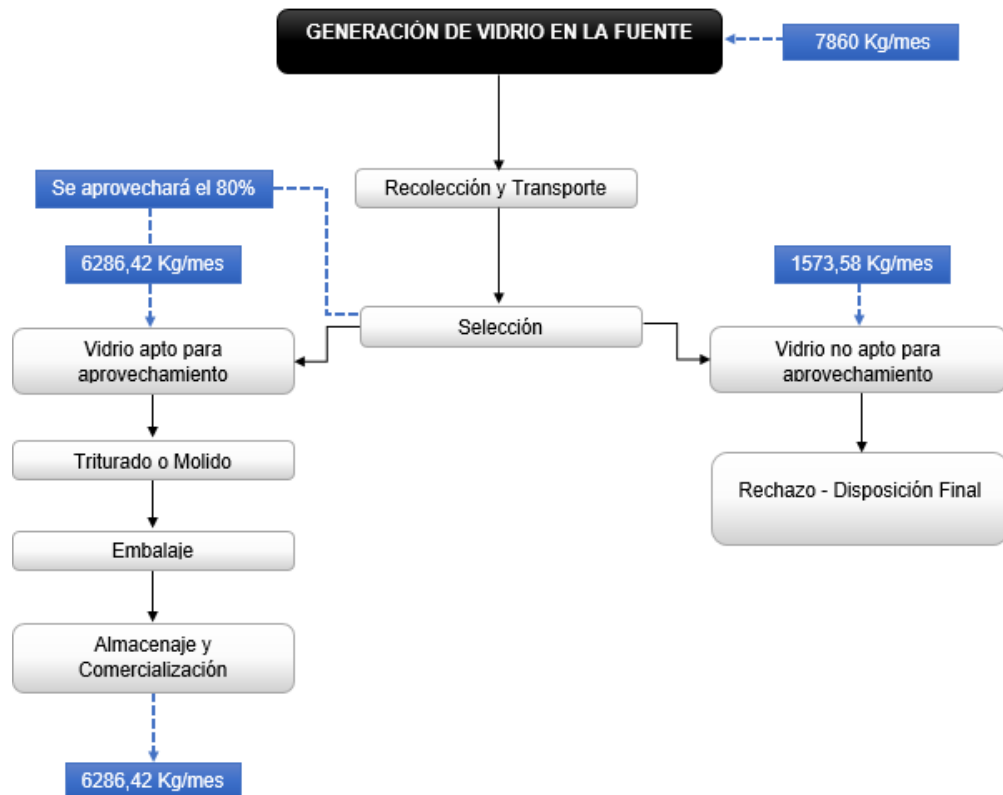
$$A = \frac{120,55 \text{ m}^3}{2,4 \text{ m}} = 50.231 \text{ m}^2$$

Se recomienda incrementar el área del cuarto de almacenamiento a 56 m² por facilidad de manejo, con longitudes 8x7m

12.6.3.3 BODEGA DE VIDRIO.

Esta bodega prevé una cantidad de residuos de papel y cartón de 7860 kg/mes (Ilustración 14), de los cuales se aprovechará el 80% que corresponde a una producción de 6286,42 para una proyección de 20 años.

Ilustración 12. Diagrama de flujo para el aprovechamiento de vidrio.



Fuente: Autor

Para determinar el área de almacenamiento se realizaron dos cálculos básicos, tomando la densidad del vidrio compactado el cual es de 196 kg/m³ junto con la

altura de almacenamiento de las pilas la cual es de 1,5 metros y ajustado con un factor de seguridad de 1,3 tenemos:

$$V = \frac{6286,42 \text{ kg} * 1,3}{196 \text{ kg/m}^3} = 41,70\text{m}^3$$

$$A = \frac{41,70\text{m}^3}{1.5\text{m}} = 27.8 \text{ m}^2$$

Se recomienda incrementar el área del cuarto de almacenamiento a 32 m² por facilidad de manejo, con longitudes 8x4m.

12.6.3.4 TOLVAS.

Las tolvas son dispositivos en que se depositan y canalizan los residuos sólidos, por lo cual habrá una de estas en la zona de descarga de los carros de basura. La tolva debe ser adecuada a la cantidad diaria de basura descargada, por 4426,93 Kg/día, y una densidad de los residuos sin compactación de alrededor de 400 Kg/m³ por lo cual:

$$V = \frac{4426,93 \text{ kg} * 1,3}{400 \text{ kg/m}^3} = 14,2287\text{m}^3$$

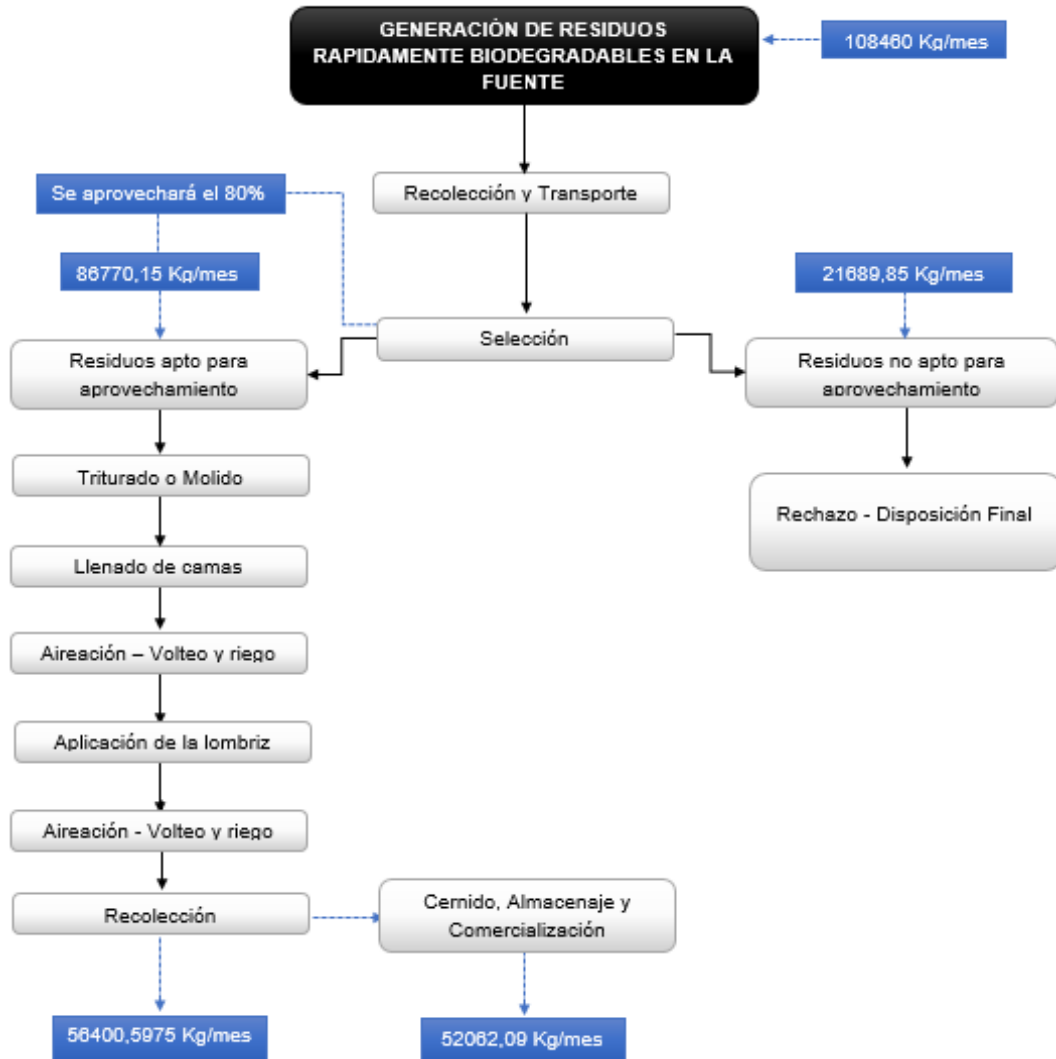
$$A = \frac{14,2287\text{m}^3}{1\text{m}} = 14,2287\text{m}^2$$

El área de la tolva será distribuida por un ancho de 4m y un largo de 4m, esta última debe tener una inclinación para llegar a la criba que tendrá un ángulo de 65°; finalmente antes de que los residuos lleguen a la canalización de la tolva deberá haber una rejilla la cual recibirá los lixiviados, dicha rejilla se recomienda ser construida en hormigón con muros a cada lado para evitar la dispersión de los residuos a la hora de caer, ésta tendrá una altura de 4 metros, sin embargo la rejilla sólo podrá llenarse con 1,5 m de residuos para que los operarios puedan hacer un manejo manual adecuado (rompimiento de bolsas y separación de recipientes grandes), finalmente se recomienda tenga una inclinación de 3 a 5 % para la movilización al sistema de tratamiento de lixiviados.

12.7 MANEJO DEL MATERIAL BIODEGRADABLE

Para el manejo integrado de este material se utilizará el proceso de lombricompost (Ilustración 15), con el fin de generar nuevos compuestos que sean aptos para su utilización y comercialización.

Ilustración 13. Diagrama general para el aprovechamiento de los residuos rápidamente Biodegradables



Fuente: Autor

La cantidad de residuos Biodegradables es de 86770 con aprovechamiento del 80% y según RAS 2000 Título F (2012) estos residuos sin compactar tienen una densidad de 400 Kg/m³, con esta información se obtiene el volumen de residuos Biodegradables para lombricomposteo.

$$V = \frac{86770,15 \text{ kg}}{400 \text{ kg/m}^3} = 216,93 \text{ m}^3$$

Los residuos Biodegradables cuando son triturados para obtener dimensiones óptimas para las camas de Lombricompost reducen su volumen un 30%, es así que se obtiene un volumen estándar de: 151,851 m³.

Las camas de lombricompost contarán con las siguientes medidas:

- Alto: Se dejará una altura óptima de 0,6 metros y el llenado de cada cama se hará hasta los 40 centímetros para que el operario tenga el espacio adecuado para el manejo de volteo tres veces por semana.
- Ancho: Se asumirá un ancho de 1,5 metros.
- Largo: La medida óptima para el largo de la cama varía en un rango de 3 a 4 metros, se asumirán 3 metros para las camas de lombricompost.

Con las medidas ya establecidas se definen las áreas y el volumen de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \text{Largo} \times \text{Ancho} \\ \text{Área} &= 3 \text{ metros} * 1,5 \text{ metros} = 4,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Alto} \\ \text{Volumen} &= 3 \text{ metros} * 1,5 \text{ metros} * 0,6 \text{ metro} = 2,7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Con las medidas de las camas de lombricompost y el volumen estándar de los residuos Biodegradables se obtiene:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Cama de lombricompost} &\rightarrow 2,7 \text{ m}^3 \\ X &\rightarrow 151,851 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$X = \frac{151,851 \text{ m}^3}{2,7 \text{ m}^3} = 56 \text{ camas}$$

$$\begin{aligned} &\text{Área Total para producción de lombricompost} \\ &= \text{número de camas de lombricompost} * \text{área de cada cama} \\ &= 56 \text{ camas de lombricompost} * 4,5 \text{ m}^2 = 252 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

RAS 2000 título F (2012) recomienda tomar el 50% del área total de camas y sumarlo al área del terreno, el cual será usado como espacio de operarios entre camas de Lombricompost para su proceso, entonces:

$$\begin{aligned} \text{Espacio operarios} &= \frac{(252 \text{ m}^2 * 50\%)}{56 \text{ camas de lombricompost}} \\ &= 2 \text{ m}^2 \text{ entre hileras de camas} \end{aligned}$$

12.7.1 ZONA DE EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO DE ABONO ORGÁNICO

Esta zona prevé una cantidad de lombricompost final a tres meses de proceso biológico de aproximadamente 195 toneladas a una proyección de 20 entonces:

$$\begin{aligned} \text{Ancho del bulto de lombricompost: } & 1\text{m} \\ \text{Altura del bulto de lombricompost: } & 0,50\text{ m} \\ 1 \text{ bulto de lombricompost} & \rightarrow 50\text{Kg} \\ X & \rightarrow 52062,09\text{ Kg} \\ X = \frac{1042\text{ Kg}}{50\text{ Kg}} & = \mathbf{1042 \text{ Bultos de lombricompost}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho de una estiba: } & 1\text{m} \\ \text{Largo de una estiba: } & 1,20\text{m} \\ \text{Área de la estiba} & = \mathbf{1,20\text{m}^2} \\ \text{Bultos por estiba} & = 12 \\ X & \rightarrow 1042 \text{ bultos} \\ X = \frac{1042 \text{ bultos}}{12 \text{ bultos}} & = \mathbf{87 \text{ estibas}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Área total de almacenamiento: } & \text{Área de la estibas} * \text{Total de estibas} \\ & = \mathbf{1,20\text{m}^2 * 87 \text{ estibas} = 104,4\text{m}^2} \end{aligned}$$

12.8 PLATAFORMA DE RECEPCIÓN

El cálculo del área para la plataforma de recepción de residuos sólidos se realizó teniendo en cuenta la forma que generan las pilas a la hora del descargue de estos, las cuales se asemejan a un cono con un ángulo de inclinación no mayor a 45°, en dependencia a esto se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Volumen} & = h * \pi * r^2 / 3 \\ r & = \sqrt{\frac{3 * \text{volumen}}{h * \pi}} = \sqrt{\frac{3 * 271,15\text{m}^3}{45\text{m} * \pi}} = 2,40\text{m} \\ \text{Área} & = \pi r^2 = \pi * 2,40^2\text{m} = \mathbf{18,0957\text{m}^2 \approx 19\text{m}^2} \end{aligned}$$

12.9 MECANIZACIÓN

La Planta de Aprovechamiento tendrá un sistema SEMI-MECANIZADO el cual contará con automóviles especiales para el transporte y recolección, maquinaria para la compactación y/o tratamiento, embaladoras mecánicas que proporcionarán una mayor facilidad y factibilidad, Asimismo se contará con mano de obra directa para el trabajo de separación y clasificación de los residuos sólidos y procesos que ameriten su intervención.

12.9.1 BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora deberá tener aproximadamente un metro de ancho, el cual es el ideal para que en el proceso los operarios puedan clasificar fácilmente los residuos y un alto de 80cm para que estos tengan la facilidad de recoger los residuos.

12.10 ÁREAS DE OPERACIÓN

12.10.1 ÁREA DE INGRESO

En esta área se transportan los residuos municipales en vehículos compactadores adecuados por la empresa de servicios públicos, donde recorre una ruta específica, con una frecuencia diaria que puede variar por cuestiones adversas a la administración e ingresan al sitio de aprovechamiento para empezar su tratamiento.

12.10.2 ÁREA DE RECEPCIÓN, SEPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Una vez ingresados a la plataforma de recepción en suelo, se distribuyen los residuos sólidos urbanos en las zonas de selección para el rompimiento de bolsas y su posterior clasificación, todos aquellos residuos que no sean susceptibles de aprovechamiento o estén catalogados como contaminantes de los materiales a recuperar, serán separados y depositados en el contenedor de rechazos, y posteriormente llevados a disposición final en el relleno sanitario.

12.10.3 ÁREA DE ALMACENAMIENTO

Cuando los residuos están clasificados, se efectúa su almacenamiento mientras se determina realizar su compactación o posterior tratamiento, este paso se formaliza en zonas adecuadas y por separado, para que los residuos no se vean afectados y puedan tener un tratamiento adecuado.

12.10.4 ÁREA DE COMPOSTAJE Y/O LOMBRICULTURA

En este proceso la materia orgánica contenida en los biorresiduos se puede aprovechar creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos, es bien sabido que el compostaje es el proceso de la descomposición de los residuos orgánicos, en el cual la materia vegetal y animal se convierte en abono. Esto da como resultado ventajas como la reducción del volumen de estos residuos, el evitar la aparición de vectores y gran utilidad en el sector agrícola puesto que

reemplaza fertilizantes químicos, en base al suelo, retiene la humedad y controla la erosión⁸⁹.

12.11 CRITERIOS TÉCNICOS, ECONOMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES PARA LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO

12.11.1 TÉCNICO

El aprovechamiento de residuos sólidos se deberá hacer en el marco de los planes de gestión integral de residuos sólidos, la clasificación del residuo debe darse dependiendo la existencia de tecnologías de acondicionamiento y transformación que sea sustentable para el municipio⁹⁰.

12.11.2 ECONÓMICO

Con el fin de garantizar la disponibilidad de recursos económicos para realizar el cierre, clausura y monitoreo de los rellenos sanitarios, toda persona prestadora del servicio público de aseo en la actividad de disposición final de residuos sólidos, deberá constituir y mantener una provisión que garantice la disponibilidad permanente de las sumas acumuladas durante el periodo de operación del relleno sanitario, necesarias para construir las obras de clausura y postclausura requeridas y llevar a cabo el monitoreo por el período que se determine en la licencia ambiental.

- Favorecer el desarrollo por etapas.
- Aprovechar la infraestructura existente.
- Favorecer diseños flexibles, de forma que de acuerdo con las condiciones de operación, sea posible efectuar ajustes para optimizar el sistema.
- Plantear y evaluar soluciones regionales.

Deben calcularse de manera detallada las cantidades de obra y los recursos materiales y humanos necesarios para ejecutar el proyecto y con estos se prepararán los análisis de precios unitarios de cada ítem incluido en el proyecto y el presupuesto general respectivo⁹¹.

⁸⁹ Pilar Román, M. M. (2013). MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGICULTOR. Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

⁹⁰ Regimen legal de Bogotá D.C. (06 de 08 de 2002). DECRETO 1713 . Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

⁹¹ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2012). REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS - TITULO F SISTEMA DE ASEO URBANO. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016

12.11.3 AMBIENTAL

Debe considerar las rutas y vías de acceso de tal manera que minimice el impacto generado por el tráfico.⁹²

El diseño arquitectónico de la zona operativa debe ser cerrado a fin de mitigar los impactos sobre el área de influencia.⁹³

Contar con el sistema de drenaje para el control de las aguas lluvias e infiltración y sistema de recolección y tratamiento de lixiviados.⁹⁴

Contar con sistemas tendientes a la minimización y control de ruido, generación de olores, emisión de partículas, esparcimiento de materiales y control de vectores.⁹⁵

Las aguas residuales provenientes de los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos, deberán manejarse bajo los principios y la normatividad sobre el tema, de tal manera que se eviten los posibles impactos sobre la salud humana y el medio ambiente.⁹⁶

Contar con equipos de ventilación y extracción de aire, los cuales deben tener los correspondientes elementos de tratamiento⁹⁷.

El transporte debe realizarse en vehículos debidamente cerrados o cubiertos y adecuados para tal fin que impidan el esparcimiento de los residuos y el vertimiento de los líquidos⁹⁸.

12.11.4 SOCIAL

Localización, de conformidad con los usos del suelo previsto por las autoridades municipales y contenidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT.⁹⁹

No estar localizadas en áreas de influencia de establecimientos docentes, hospitalarios, militares y otros con cuyas actividades sea incompatible.¹⁰⁰

⁹² Regimen legal de Bogotá D.C. (06 de 08 de 2002). DECRETO 1713 . Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

⁹³ *Ibíd.*, p. 7

⁹⁴ *Ibíd.*, p. 7

⁹⁵ *Ibíd.*, p. 7

⁹⁶ *Ibíd.*, p. 7

⁹⁷ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2012). REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS - TITULO F SISTEMA DE ASEO URBANO. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016.

⁹⁸ *Ibíd.*, p. 115

⁹⁹ Regimen legal de Bogotá D.C. (06 de 08 de 2002). DECRETO 1713 . Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

¹⁰⁰ *Ibíd.*, p. 7

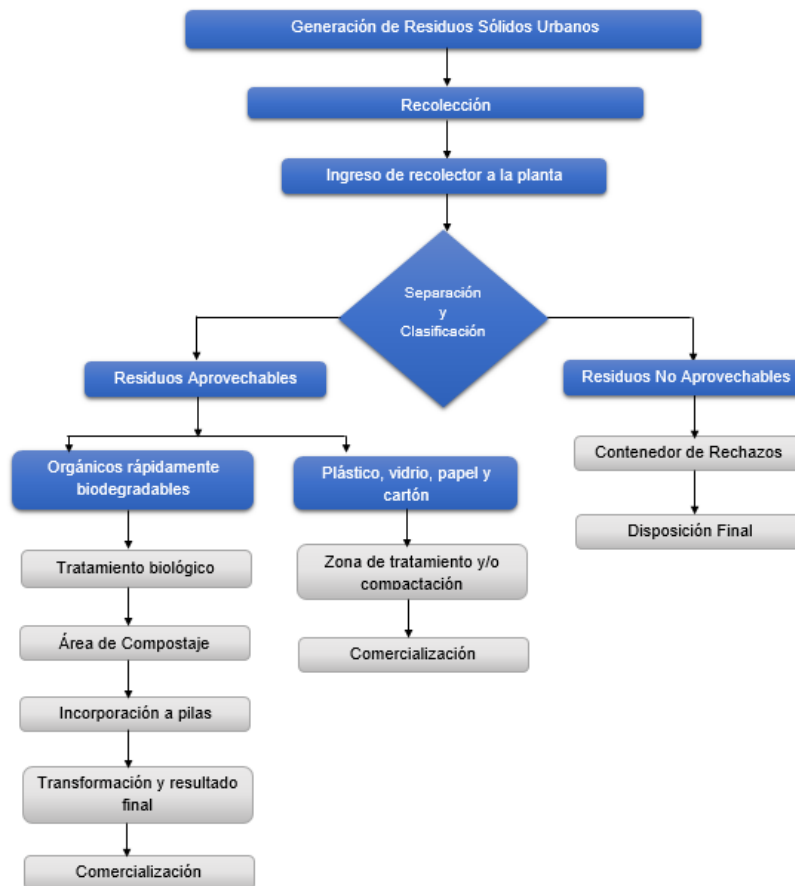
Debe tenerse en cuenta los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT, y el Plan de Desarrollo del Municipio o Distrito.¹⁰¹

La persona prestadora del servicio establecerá, de acuerdo con el PGIRS, frecuencias, horarios y formas de presentación para la recolección de los residuos aprovechables.¹⁰²

12.12 DIAGRAMA GENERAL DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE APROVECHAMIENTO

La ilustración 16 representa el diagrama general de los procesos de la planta de aprovechamiento en el municipio de Toledo Norte de Santander.

Ilustración 14. Diagrama general de los procesos de la planta de aprovechamiento



Fuente: Autor

¹⁰¹ *Ibíd.*, p. 7

¹⁰² *Ibíd.*, p. 7

A continuación en la tabla 21 se presenta la relación de maquinaria, equipo y/o herramienta utilizada en los procesos de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Tabla 21. Inventario De Maquinaria, Equipo Y Herramienta

EQUIPAMIENTO TÉCNICO PARA LA PLANTA		
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTA	FUNCIONES	ILUSTRACIÓN
BASCULA PARA PESAJE DE VEHICULOS	Pesado del camión compactador para llevar el registro de kg de residuos sólidos urbanos que ingresan a la planta	
BASCULA BALANZA DIGITAL PLATAFORMA 300 KGS	Pesado de Lombricompost y reciclables procesados y compactados	

EQUIPAMIENTO TÉCNICO PARA LA PLANTA		
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTA	FUNCIONES	ILUSTRACIÓN
MONTACARGAS	Cargue y/o descargue para transporte y/o almacenamiento de Lombricompost y residuos procesados y/o compactados.	
COMPACTADORA	Compactar los residuos sólidos aprovechables y no tratados que serán objeto de almacenamiento y venta	
TRITURADORA DE PLÁSTICO	Encargada de la trituración del plástico objeto del proceso de reciclaje y aprovechamiento	

EQUIPAMIENTO TÉCNICO PARA LA PLANTA		
MAQUINARIA, EQUIPO Y/O HERRAMIENTA	FUNCIONES	ILUSTRACIÓN
<p>TRITURADORA DE RESIDUOS BIODEGRADABLE</p>	<p>Especial para triturar los residuos altamente biodegradables al tamaño adecuado para producción de Lombricompost</p>	

Fuente: Autor

13. CONCLUSIONES

- Actualmente en la cabecera Municipal de Toledo no se implementa un programa de separación en la fuente.
- La Unidad de Servicios Públicos y la Alcaldía Municipal no cuentan con un programa comunicacional en la población, en base al manejo de los residuos sólidos urbanos y la importancia de la separación en la fuente, lo que genera una gran dificultad para que haya conciencia ambiental en la comunidad.
- En el desarrollo del trabajo fue vital el estudio de caracterización física de residuos sólidos urbanos, puesto que permitió conocer la distribución porcentual de la composición de los residuos sólidos que se están generando en el municipio de Toledo.
- Los Residuos Sólidos Urbanos en la Cabecera Municipal de Toledo son en su mayoría residuos rápidamente biodegradables (residuos de comida y jardín) con un 65,5% seguido de un 10,3% los cuales no son aptos para el aprovechamiento.
- La Generación Per Cápita diaria en la cabecera Municipal de Toledo Norte de Santander es de 0,72Kg/hab/día.
- La densidad de los Residuos Sólidos Urbanos en el casco urbanos del municipio de Toledo Norte de Santander es de aproximadamente 121,05 Kg/m³.
- La población de la cabecera municipal de Toledo en el año 2037 será de 6776 habitantes aproximadamente, con una Generación Per Cápita de 0,785 Kg/hab.día la cual estará por debajo de la generación máxima de la norma Técnica Colombiana la cual es de 0,79Kg/hab.día para municipios de complejidad medio – bajo.
- El primer año de procesos se tratará y/o aprovechará el 70% de los residuos sólidos urbanos generados en la fuente, éste irá aumentando un 0,5% cada año hasta llegar a una recuperación del 80% aprovechando 52062,09 Kg/mes de Residuos orgánicos rápidamente biodegradables en procesos de compost, 6256,42 Kg/mes de vidrio, 9273,44 Kg/mes de Plástico y 6256,42 Kg/mes de papel y cartón en procesos de selección, embalaje y/o compactación.

14.RECOMENDACIONES

- Establecer acciones de comunicación y sensibilización en la población Toledana, respecto a la importancia del manejo integral de los residuos urbanos y la separación en la fuente.
- Establecida la distribución porcentual de la composición de los residuos sólidos que se están generando, es de gran importancia implementar el programa de separación en la fuente.
- Para fortalecer el funcionamiento de los procesos de la Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos, se deben garantizar los medios necesarios para mejorar los compromisos de representantes claves como lo son los usuarios y la empresa prestadora de servicio.
- La Unidad de Servicios Públicos, debe tener una estructura organizacional sólida y soportarse con tecnologías que puedan ser financiadas con los recursos locales.

15. GLOSARIO

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

“Es la acción del usuario de guardar temporalmente. Los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección por la persona prestadora con fines de aprovechamiento o de disposición final.”¹⁰³

APROVECHAMIENTO EN EL MARCO DEL SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO

“Es el conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.”¹⁰⁴

ÁREA DE PRESTACIÓN DE SERVICIO

“Corresponde a la zona geográfica del municipio o distrito debidamente delimitada donde la persona prestadora ofrece y presta el servicio de aseo. Esta deberá consignarse en el contrato de condiciones uniformes.”¹⁰⁵

DISPOSICIÓN FINAL

“Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente”.¹⁰⁶

¹⁰³ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

¹⁰⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (06 de Junio de 2003). Decreto 1505. *Minambiente*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1505_060603.pdf

¹⁰⁵ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Op, Cit. P. 2

¹⁰⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (30 de Diciembre de 2005). Decreto 4741. *Ideam*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCION+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTEGRAL.pdf/>

GENERADOR

“Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia”¹⁰⁷

GESTIÓN INTEGRAL

“Conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo. Desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región”¹⁰⁸

MACRORRUTA

“Es la división geográfica de una ciudad, zona o área de prestación del servicio para la distribución de los recursos y equipos a fin de optimizar la actividad de recolección de residuos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas y/o corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas”.¹⁰⁹

MANEJO INTEGRAL

Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos¹¹⁰.

RECEPTOR

¹⁰⁷Ibíd., p. 2

¹⁰⁸ Ibíd., p. 2

¹⁰⁹ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

¹¹⁰ Ibíd., p. 2

“El titular autorizado para realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o la disposición final de residuos o desechos peligrosos”¹¹¹.

RESIDUO O DESECHO

“Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó ó porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula”¹¹².

RIESGO

“Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente”¹¹³.

TRATAMIENTO

“Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización ó para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente”.¹¹⁴

VEHÍCULO RECOLECTOR

“Es el vehículo utilizado en las actividades de recolección de los residuos sólidos desde los lugares de presentación y su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, estaciones de transferencia o hasta el sitio de disposición final”.¹¹⁵

¹¹¹ *Ibíd.*, p. 3

¹¹² *Ibíd.*, p. 3

¹¹³ *Ibíd.*, p. 3

¹¹⁴ *Ibíd.*, p. 3

¹¹⁵ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Op, Cit. P. 4

16. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Toledo - Norte de Santander. (Enero de 2016). Obtenido de http://toledo-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml
- Anónimo. (Febrero de 2011). Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>
- Ardíla, A. M. (15 de Agosto de 2012). Propuesta para un manejo integral de los residuos sólidos industriales vidrio, plástico, cartón y chatarra, generados en Alpina S.A., Pelpak S.A., Colpapel S.A., Bel Star S.A., Ceramita S.A., empresas localizadas en los municipios de Sopó y Tocancipá. Obtenido de <http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/3398>
- BEAR Architects, Amsterdam. (s.f.). Gestión ecológica del barrio de Romolenpolder, Haarlem (Países Bajos). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp285.html>
- Cámara Argentina de la Industria de Bebidas sin Alcohol (CADIBSA). (s.f.). Una experiencia positiva de reciclado de envases de aluminio. *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/pgu-lac/exp/e050.html>
- Cantanhede, A., Sandoval, L., Monge, G., & Caycho, C. (Junio de 2005). *PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA LOS ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS*. CEPIS. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf>
- CEPIS. (SF). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>
- Cleansing Association of Zakynthos. (s.f.). Gestión racional de los residuos sólidos mediante su reciclaje, Prefectura de Zakynthos (Grecia). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp154.html>
- CONAMA. (s.f.). Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico en España. Obtenido de <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711843.pdf>
- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. (14 de Junio de 1992). *Derechos culturales*. Recuperado el 15 de octubre de 2016, de http://www.culturalrights.net/descargas/drets_culturals410.pdf
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (23 de Junio de 2008). *Minambiente*. Obtenido de

http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf

Consultores, A. (2011). *Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas*. Bogotá D.C: Aluna.

Consultores, A. (2011). *Informe condensado del Estudio Nacional de Reciclaje*. Bogotá D.C: Aluna.

Consultores, A. (s.f.). *Resumen ejecutivo del estudio nacional del reciclaje*. Bogotá D.C: Aluna.

Daza, G. T. (s.f.). Asociación Nacional de Recicladores (Colombia). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp081.html>

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (25 de 11 de 2014). RESOLUCIÓN 754 DE 2014. Bogotá. Recuperado el 12 de noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>

Eslava, A. D. (s.f.). Una experiencia en la gestión de residuos. *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpes/onu/bp254.html>

George Tchobanoglous, H. T. (s.f.). DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

George Tchobanoglous, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

German Volunteer Service (DED) and German Technical Cooperation (GTZ). (s.f.). Gestión convencional de residuos sólidos y métodos alternativos, Lima (Perú). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp231.html>

Gladys Jaramillo Henao, L. M. (2008). *Ambientalex*. Recuperado el 13 de noviembre de 2016, de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>

González, O. C. (s.f.). El proyecto Nahi Xix de barrios ecológicos, Puerto Morelos (México). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp207.html>

Ing. Agr. Ricardo José Somarriba Reyes, M. F. (2004). Guía de Lombricultura. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR REGIONAL LA GUAINIA. (2013). *PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL LA GUAINIA*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallCBF/macrop procesos/apoyo/soporte>

/administrativa/3/PP48%20MPA1%20P5%20Programa%20de%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20Guain%C3%ADa%20v1.pdf

Laureano Martínez, g. (s.f.). Gestión integral del agua y residuos urbanos en Navarra (España). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpes/onu/bp257.html>

Luis Anibal Sepúlveda Villada, J. A. (2013). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>

Meza, O. (s.f.). Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/handle/25000/236>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (06 de Junio de 2003). *Minambiente*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Decretos/dec_1505_060603.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (30 de Diciembre de 2005). *Ideam*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCIÓN+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTIÓN+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLÁSTICOS, VIDRIO, PAPEL Y CARTÓN*. Bogotá D.C: epam sa esp. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2012). *REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS - TITULO F SISTEMA DE ASEO URBANO*. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (20 de Diciembre de 2013). *Minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/2981%20-%202013.pdf>

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). *Minvivienda*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>
- Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio. (Abril de 11 de 2016). Decreto 596. Bogotá. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/Decreto%20596.%20Esquema%20de%20aprovechamiento%20del%20servicio%20p%C3%ABlico%20de%20aseo.pdf>
- Mr. MB Nirmal, C. (s.f.). Participación de la comunidad en la consecución de un entorno limpio, Madrás (India). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp166.html>
- MUERZA, A. F. (13 de Enero de 2016). *EROSKI CONSUMER, el diario del consumidor*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2016/01/13/223208.php
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Nueva York. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf
- Orange Grove Center, Inc. (s.f.). Reciclaje y creación de empleo en Chattanooga, Tennessee (EE UU). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp358.html>
- Pilar Román, M. M. (2013). *MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGICULTOR*. Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- RECYTRANS. (2013). *SOLUCIONES GLOBALES PARA EL RECICLAJE*. Recuperado el 12 de Octubre de 2016, de <http://www.recytrans.com/gestion-de-residuos/gestion-de-residuos-org%C3%A1nicos.html>
- Regimen legal de Bogotá D.C. (06 de 08 de 2002). DECRETO 1713 . Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>
- Rojas, M. E. (30 de 10 de 2012). *Eduteka*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/10735>
- Rueda, F. H. (19 de Mayo de 2014). Definición de la reglamentación para las infraestructuras, instalaciones técnicas y equipamientos, destinados al tratamiento, aprovechamiento y/o valorización de residuos sólidos orgánicos ordinarios -RSOO- del Distrito Capital, en espacio público y priva. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12141/1/RodriguezRuedaFredyH.pdf>

- Sakurai, D. K. (10 de 12 de 2000). *Hojas de divulgación técnica CEPIS*. Obtenido de METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html#1707>
- Sánchez, Y. B. (s.f.). GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS BIODEGRADABLES PARA EL LOGRO DE LA ECOEFICIENCIA EN LAS UNIVERSIDADES. Lima. Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/administrativas/article/view/11696>
- Sousa, K. L. (s.f.). El programa de reciclaje de residuos ReciproCiudad, Sao Paulo (Brasil). (B. P. Database, Ed.) Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu98/bp605.html>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (Junio de 2014). *Superservicios*. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4977/47233>
- Urban Cleaning and Maintenance (EMLURB). (s.f.). Proyecto de recogida selectiva y reciclaje de residuos sólidos, Recife (Brasil). *Best Practices Database*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.habitat.aq.upm.es/bpal/onu/bp042.html>

ANEXO A
PROGRAMA DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE PARA EL MANEJO INTEGRAL
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE
DE SANTANDER

WILSON JAVIER ANGULO ESPINOZA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS

2017

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3.	JUSTIFICACIÓN	3
4.	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	4
5.	OBJETIVOS	5
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
6.	MARCO REFERENCIAL	6
6.1	MARCO TEÓRICO.....	6
6.1.1	MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	6
6.1.2	RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....	6
6.1.3	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN	7
6.1.4	LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	8
6.1.5	CRITERIOS DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE.....	9
6.1.6	RUTAS DE RECOLECCIÓN	11
6.2	ANTECEDENTES	12
6.2.1	INTERNACIONALES.....	12
6.3	NACIONALES	13
6.4	DEPARTAMENTAL	14
7.	MARCO CONTEXTUAL	16
7.1	DESCRIPCIÓN FÍSICA Y LOCALIZACIÓN	16
7.2	POBLACIÓN	17
7.3	ECONOMÍA.....	18
7.4	RESEÑA HISTÓRICA	19
7.5	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEO URBANO:.....	20
8.	MARCO LEGAL.....	23
9.	METODOLOGÍA.....	27
9.1	REALIZAR UN DIAGNÓSTICO PREVIO AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE ASEO URBANO IMPLEMENTADO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO.	27
9.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO	27
9.2.1	ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	27

9.2.2	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL.....	27
9.2.3	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS.....	28
9.2.4	DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	28
9.2.5	DETERMINAR EL PUNTO DE MUESTREO	28
9.2.6	TOMA DE MUESTRAS	28
9.2.7	PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN	29
9.3	DETERMINAR LAS RUTAS Y FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN SELECTIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO.....	30
9.4	IMPLEMENTAR CAMPAÑAS DE EDUCACIÓN EN BASE A LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FUENTE PARA OPTIMIZAR SU APROVECHAMIENTO.....	30
9.5	ESTABLECER CONVENIOS CON ENTIDADES PÚBLICAS Y/O PRIVADAS PARA FORTALECER EL PROCESO DE RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO.....	30
10.	ESQUEMA DEL PROGRAMA DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE	¡Error! Marcador no definido.
11.	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	31
12.	BIBLIOGRAFÍA	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Código de colores.....	10
Tabla 2. Tipos de residuos para separación en la fuente	11
Tabla 3. Normas representativas para la gestión de residuos sólidos urbanos.....	23

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de Toledo en Colombia.	17
Ilustración 2. Proyecciones de población municipales por área.....	17
Ilustración 3. Proyecciones de población cabecera municipal	18
Ilustración 4. Corregimiento mayor de San Bernardo de Bata	20
Ilustración 5. Corregimiento especial de Gibraltar.....	21
Ilustración 6. Corregimiento especial de Samoré.....	21
Ilustración 7. Ubicación relleno sanitario municipio de Pamplona.....	22

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cronograma de actividades para la implementación del programa de separación en la fuente de residuos sólidos para el Municipio de Toledo	31
---	----

1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre y se han producido desde los albores de la humanidad. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial. Su disposición final incorrecta ha ocasionado grandes problemas al ambiente, contaminando agua, aire y suelo.¹¹⁶

La política para el Manejo Integra de Residuos Sólidos, establece la necesidad de optimizar los procesos productivos y promover "la cultura de la no basura" para disminuir la cantidad de residuos generados en la fuente, realizar el máximo aprovechamiento y valorización de los residuos producidos bajo condiciones de sostenibilidad, tratar los restantes para reducir su volumen y características ofensivas al medio ambiente y construir sitios de disposición final controlados.¹¹⁷

El programa de separación en la fuente de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Toledo Norte de Santander, pretende garantizar el manejo adecuado de los Residuos Sólidos Urbanos generados por la población, permitiendo facilidad en el proceso de aprovechamiento de estos.

¹¹⁶ Olivia Castrillón Quintana, S. M. (s.f.). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de Investigación*, 7.

¹¹⁷ MALDONADO, J. M. (2002). Proyectos de Gestión Integral de Resdusos sólidos. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20Solidos%20girs.pdf>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Municipio de Toledo Norte de Santander carece del proceso de separación de Residuos Sólidos en la fuente eje principal para mejorar la eficiencia y condiciones del proceso de recolección, caracterización de los mismos y procesos de reutilización y/o aprovechamiento, a ello se suma la falta de conocimiento de la población en cuanto al adecuado manejo y disposición de estos, como también, los beneficios que se obtienen en el medio ambiente al ejecutar adecuadamente este proceso.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente programa está encaminado a contribuir al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos en el Municipio de Toledo Norte de Santander, para así aumentar la eficiencia y mejorar las condiciones operativas de sistema de aseo y dar cumplimiento a metas establecidas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS- del Municipio, mejorar las condiciones ambientales, preservar los recursos naturales y obtener beneficios sociales y económicos para la población, puesto que se podrá incluir el aprovechamiento y/o tratamiento de estos siguiendo pasos y directrices que permitan un adecuado manejo en la población.

El Decreto 2981 del 2013 establece que Los municipios al actualizar el respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), está en la obligación de diseñar, implementar y mantener actualizados, programas y proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos sólidos, en desarrollo de esta actividad deberá dar prioridad a los estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de residuos cumpliendo obligaciones al definir las áreas para la localización de estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, sitios de disposición final de residuos y estaciones de transferencia, de acuerdo con los resultados de los estudios técnicos ambientales, así como en el marco de las normas urbanísticas que rige al municipio.¹¹⁸

¹¹⁸ MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

La zona priorizada del Municipio de Toledo para iniciar con el programa de separación en la fuente, estará conformada por el sector domiciliario que se encuentra en casco urbano del Municipio en donde se cuenta con más del 80% de los suscritos al programa de aseo, este sector se genera la mayor composición física de material para aprovechar y no presenta problemas de accesibilidad como otras zonas rurales del municipio; se iniciaría el programa en una fase piloto y se obtendrán la experiencias y sugerencias que podrán mejorar el programa.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un programa de separación en la fuente en el Municipio de Toledo Norte de Santander, para dar un adecuado manejo y aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico previo al sistema de recolección de aseo urbano implementado en el municipio de Toledo.
- Realizar la caracterización de los residuos sólidos del casco urbano del municipio de Toledo de acuerdo a la normatividad.
- Determinar las rutas y frecuencias de recolección selectiva de los residuos sólidos en el municipio.
- Implementar campañas de educación en base a la separación de residuos sólidos en la fuente para optimizar su aprovechamiento.
- Establecer convenios con entidades públicas y/o privadas para fortalecer el proceso de reciclaje y aprovechamiento.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO TEÓRICO

6.1.1 MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo integrado de residuos sólidos (MIRS) se refiere al uso de prácticas combinadas para manipular los residuos sólidos segura y efectivamente. El MIRS incorpora la combinación de tecnologías entre las cuales se mencionan la reducción, el re uso, el reciclaje, el compostaje, la incineración y los rellenos sanitarios. Reducir la fuente, consiste en reducir la cantidad de desechos eliminando ítems antes de que ellos entren en la corriente de desechos.¹¹⁹

6.1.2 RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

La recolección de desechos sólidos en áreas urbanas es difícil y compleja debido a que la producción de desechos sólidos residenciales, comerciales e industriales es un proceso disperso que tiene lugar en cada casa, cada edificio, apartamento y cada instalación comercial e industrial, lo mismo que en las calles, parques y aún áreas libres de cada comunidad.¹²⁰

6.1.2.1 SERVICIO DE RECOLECCIÓN RESIDENCIAL

El servicio de recolección residencial varía dependiendo del tipo de unidad de vivienda. Se consideran una por una las recolecciones para edificaciones separadas de poca altura y la recolección para edificios de apartamentos de media y gran altura, donde se utiliza el servicio en la acera, el residente de la vivienda es responsable de colocar los recipientes a ser vaciados en la acera el día de la recolección y devolver los recipientes vacíos a su lugar de almacenamiento hasta la siguiente recolección. Donde las callejuelas son el esquema básico de una ciudad o un área dada, es común el uso de recipientes de almacenamiento en las callejuelas. En el servicio lateral y restitución, los recipientes se colocan en la propiedad y son devueltos después de ser vaciados por cuadrillas adicionales que trabajan junto con la cuadrilla responsable de cargar el vehículo de recolección. El servicio lateral es esencialmente lo mismo que el servicio lateral y restitución, sólo que el residente es responsable de devolver los recipientes a su lugar de almacenamiento. En el servicio de acarreo desde el patio la cuadrilla de

¹¹⁹ Chacín, C. P. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de Reciclaje. *Revista de Investigación* vol.32 no.63 Caracas. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010

¹²⁰ George Tchobanogluos, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016

recolección es responsable de entrar a la propiedad y remover los desechos de su lugar de almacenamiento.¹²¹

6.1.3 METODOS DE RECOLECCIÓN

6.1.3.1 MÉTODO DE ESQUINA O DE PARADA FIJA

Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo. La operación anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado. El método consiste en llevar el vehículo a ciertos puntos predeterminados y esperar a que los usuarios lleven los residuos en los horarios predefinidos.¹²²

6.1.3.2 MÉTODO DE ACERA

En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con residuos que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios. Para que se cumpla debidamente lo antes descrito se requiere, además de amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector transite a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle; por consiguiente, es lógico pensar que este método tiene más posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuentan con calles de doble sentido y, de preferencia, con camellones. Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos (perros, gatos y ratas entre otros), pueden verse atraídos por recipientes con residuos sólidos sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersar sobre la misma al buscar su alimento y, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta. Para evitar o atenuar este inconveniente, suele recomendarse el uso de bolsas de

¹²¹ *Ibíd.*, p. 109

¹²² Pérez, J. N. (s.f.). MACRO Y MICRO RUTEO DE RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES. Sincelejo. Obtenido de <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/299/2/628.442M357.pdf>

polietileno herméticamente cerradas, así como el empleo de canastillas elevadas en las aceras donde se colocan los recipientes con los residuos; sin embargo, esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.¹²³

6.1.3.3 MÉTODO DE “LLEVAR Y TRAER” O INTRADOMICILIO”

Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas por los recipientes con residuos, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo. Naturalmente, este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera y, aún más que el de esquina.¹²⁴

6.1.3.4 MÉTODO DE CONTENEDORES

El método implica la existencia de equipos de abastecimientos temporal, se ubican en zonas de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras. La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas. Este método consiste en la recolección directa en los establecimientos donde existen depósitos, como son mercados, fábricas, hoteles y hospitales. Es importante señalar que esta forma de recolección requiere el empleo de camiones especiales, que vacíen mecánicamente los residuos de los contenedores. Por lo cual, este método sólo se recomienda para aquellos municipios que tengan la capacidad financiera para adquirir la maquinaria necesaria.¹²⁵

6.1.4 LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para la gestión de los RSU es necesario que los ciudadanos desarrollen los conocimientos, habilidades y actitudes que favorezcan el manejo, es decir, una cultura de gestión de los residuos. Resulta evidente que sin la participación de todos los agentes implicados en la generación y gestión de los residuos no se puede solucionar el problema y de nada serviría la existencia de gran cantidad de contenedores para recuperar vidrios, latas, papel y otros ítems, si no existe una actitud ciudadana favorable a la utilización de los mismos. Por otro lado, de nada

¹²³ *Ibíd.*, p. 19

¹²⁴ *Ibíd.*, p. 20

¹²⁵ *Ibíd.*, p. 22

serviría preparar a los ciudadanos en conocimientos sobre manejo de residuos sólidos si no se implementa la legislación e infraestructura necesaria para ello y no se manifiesta la voluntad política para realizarlo.¹²⁶

Es necesario, en consecuencia, poner en marcha programas educativos y campañas de sensibilización que promuevan la participación y un cambio en los usos y comportamientos. Este tipo de programas debe ir, por un lado acompañado de acciones de sensibilización y de actividades concretas encaminadas a modificar las aptitudes y actitudes de los ciudadanos. La práctica de gestión debe iniciarse desde el hogar pero la escuela tiene un papel muy importante que cumplir en este proceso: educar a la población para disminuir el consumo exagerado de productos, el re-uso, el reciclaje y el compostaje.¹²⁷

6.1.5 CRITERIOS DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La separación en la fuente es una actividad que debe realizar el generador de los residuos con el fin de seleccionarlos y almacenarlos en recipientes o contenedores para facilitar su posterior transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición. Esto garantiza la calidad de los residuos aprovechables y facilita su clasificación, por lo que los recipientes o contenedores empleados deberían ser claramente diferenciables, bien sea por color, identificación o localización.¹²⁸

A pesar de no existir a nivel internacional un acuerdo con respecto a código de colores, la Tabla 1 sugiere un código de colores en pro de facilitar la labor de identificación de los materiales residuales.¹²⁹

¹²⁶ Chacín, C. P. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de Reciclaje. *Revista de Investigación* vol.32 no.63 Caracas. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010

¹²⁷ *Ibíd.*, p. 7

¹²⁸ ICONTEC. (20 de Mayo de 2009). Gestión Ambiental, Residuos Sólidos, Guía para la separación en la fuente. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%2009.pdf>

¹²⁹ *Ibíd.*, p. 10

Tabla 1. Código de colores

Sector	Tipo de residuo	Color
Doméstico	Aprovechables	Blanco
	No aprovechables	Negro
	Orgánicos biodegradables	Verde
Industrial, comercial institucional y de servicios	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos Metálicos	Café oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde
<p>NOTA 1 Se recomienda que cada generador establezca un código de colores particular para aquellos residuos no incluidos en la tabla.</p> <p>NOTA 2 Se recomienda consultar la legislación local vigente para verificar si existe algún código de colores establecido por la autoridad competente.</p> <p>NOTA 3 Para residuos peligrosos se establecerá el código de colores e iconos en la guía para residuos peligrosos.</p> <p>NOTA 4 Los colores establecidos en la tabla obedecen a la normativa aplicable</p>		

Fuente: (ICONTEC, 2009)

Como criterio genérico e independientemente del tipo de generador la separación se debería hacer en tanto contenedores como tipos de residuos existan. Sin embargo, y dado que esto no es siempre posible y que la valorización es vital en la cadena de aprovechamiento, se recomienda agruparlos teniendo en cuenta criterios de afinidad, compatibilidad, potencial de aprovechabilidad, facilidad de recolección y la legislación vigente.¹³⁰

A continuación, en la Tabla 2, se presenta la orientación para la separación en la fuente.

¹³⁰ *Ibíd.*, p. 5

Tabla 22. Tipos de residuos para separación en la fuente

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). - Vidrio (Botellas, recipientes)^A. - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)^A - Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases)^A - Textiles (ropa, limpiones, trapos) - Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas) - Cuero (Ropa, accesorios) - Empaques compuestos (cajas de leche, cajas jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables)^A
	No aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) - Papeles encerados, plastificados, metalizados - Cerámicas - Vidrio Plano - Huesos - Material de barrido - Colillas de cigarrillo - Materiales de empaque y embalaje sucios
	Orgánicos Biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> Residuos de comida Cortes y podas de materiales vegetales hojarasca

Fuente: (ICONTEC, 2009)

6.1.6 RUTAS DE RECOLECCIÓN

Una vez se han determinado las necesidades de equipo y mano de obra se deben trazar las rutas de recolección de manera que la fuerza de trabajo y el equipo sean utilizados eficazmente. En general, el trazado de las rutas de recolección es un proceso de aproximaciones. No hay reglas fijas que se puedan aplicar a todas las situaciones. Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta cuando se están trazando rutas son los siguientes.

1. Se deben identificar las políticas y las normas existentes relacionadas a aspectos tales como el punto y la frecuencia de la recolección.
2. Se deben coordinar condiciones existentes del sistema como tamaño de la cuadrilla y el tipo de los vehículos.
3. Siempre que sea posible, se deben trazar las rutas de manera que empiecen y terminen cerca de vías arterias, utilizando las barreras topográficas y físicas como límites de las rutas.
4. En áreas montañosas, las rutas deben empezar en la parte más alta y continuar hacia abajo a medida que se carga el camión.
5. Las rutas se deben trazar de manera que el último recipiente a ser recolectado sobre la ruta sea el más cercano al lugar de disposición.

6. Los desechos producidos en lugares congestionados por el tráfico se deben recolectar tan temprano como sea posible.
7. Las fuentes en las cuales se produzcan cantidades extremadamente grandes de desechos deben ser atendidos durante la primera parte del día.
8. Los lugares dispersos de recolección donde se producen pequeños cantidades de desechos sólidos que reciben la misma frecuencia de recolección deben, si es posible, ser atendidos durante un viaje en el mismo día.¹³¹

6.2 ANTECEDENTES

6.2.1 INTERNACIONALES

- En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) explica que El manejo integral y sustentable de los RSM [residuos sólidos municipales] combina flujos de residuos, métodos de recolección, sistemas de separación, valorización y aprovechamiento del cual derivan beneficios ambientales y económicos que resultan en la aceptación social con una metodología versátil y práctica que puede aplicarse a cualquier región.¹³²
- Brasil, con la implementación de reciclaje y aprovechamiento, partiendo de la segregación en la fuente, es uno de los países más progresistas del mundo en lo que respecta a la integración de los recicladores en los sistemas de gestión de residuos sólidos, y Belo Horizonte ha liderado el camino. La ciudad capital de Minas Gerais en el sudeste de Brasil, Belo Horizonte, tiene una larga tradición de fuerte planificación municipal que se remonta a su desarrollo en el siglo XIX como la primera ciudad “planeada” de Brasil. La gestión de residuos ha sido una prioridad y una preocupación municipal en la ciudad desde 1900.¹³³
- En Perú, El **MINAM** viene implementando desde el año 2011 un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos en viviendas urbanas a nivel nacional, con la finalidad de reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente, impulsando

¹³¹ George Tchobanogluos, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, Pág. 151.

¹³² Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2013-2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial*. OEFA. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926

¹³³ Dias, S. M. (Mayo de 2011). Reciclaje en Belo Horizonte, Brasil: Una visión general de programación inclusiva. Obtenido de http://wiego.org/sites/wiego.org/files/publications/files/Dias_WIEGO_PB3_espanol.pdf

una cadena formal de reciclaje y generando un incremento de la conciencia ambiental en la ciudadanía. Tal ha sido el éxito del programa que ha logrado involucrar a 249 municipios distribuidos en las 25 regiones del Perú; generando una reducción significativa de la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida y educación ambiental de la población, así como la generación de nuevas oportunidades de empleo formal. Hasta el momento son 210 municipios que han implementado programas de segregación en la fuente y recolección selectiva, facilitando su reaprovechamiento y asegurando su disposición final diferenciada y técnicamente adecuada con inserción de recicladores debidamente formalizados. Debido al programa, cada mes se recuperan 10, 974 toneladas de residuos sólidos.¹³⁴

6.3 NACIONALES

- En el año 2003 la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique y la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, desarrollaron los lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T Y C.¹³⁵
- En los grandes centros urbanos del país, se genera más del 70% de los residuos sólidos ordinarios, y su manejo se centra en una óptima recolección, transporte y disposición final en los rellenos sanitarios, sin ninguna separación del componente orgánico, aprovechamiento y por tanto se presenta la formación de líquidos lixiviados de gran capacidad contaminante e impacto en los cuerpos de agua.

A la fecha está diagnosticado que el país no ha desarrollado un programa y proyectos de aprovechamiento del componente orgánico a gran escala, por los altos costos económicos, sus complejidades logísticas, técnicas y empresariales que demandan. (Procuraduría General de la Nación, Informe, 2.006), en cambio, a nivel de pequeños y medianos municipios, se tienen muy buenos planes y acciones de separación en la fuente, recolección separada y

¹³⁴ Ministerio de Ambiente - Perú. (2012). Programa nacional de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. Lima. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/programa-nacional-de-segregacion-en-la-fuente-y-recoleccion-selectiva-de-residuos-solidos/>

¹³⁵ Johanna Margarita Briganti Fernández, A. d. (2003). lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T Y C. Cartagena. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005612/Proyecto/InformeFinalProyectoSeparacionenlaFuente.pdf>

aprovechamiento por medio del compostaje y lombri-cultivos; La separación y aprovechamiento de los residuos reciclables ha mejorado ostensiblemente en los últimos 8 años, en especial a partir del Decreto 1713/2.002 y la Resolución 1045/2.003, que exigió a los todos los municipios del país, formular y desarrollar los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, por lo cual hoy se tiene un 10-15% de aprovechamiento de este componente, no así en el caso de los residuos orgánicos biodegradables.¹³⁶

6.4 DEPARTAMENTAL

- Una de la problemáticas que aborda la gestión ambiental de residuos sólidos es el comportamiento frente a la responsabilidad individual y colectiva que se debe tener en torno a los residuos y desechos que se generan como sociedad, para evitar las molestias sanitarias y ambientales, en el Departamento Norte de Santander, los 40 municipios que lo conforman, generan alrededor de 735 toneladas diarias de residuos sólidos, unas 268.000 toneladas en el año 2008 y se registra un incremento del 8,2% entre el 2007 y 2008; Sin embargo todos los municipios del Departamento Norte de Santander cuentan con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), formulados en los años 2004, 2005 y 2006, de los cuales 13 de los 40 lo han adoptado (el 32,5% de los municipios). Los PGIRS no han cumplido de manera rigurosa con su propósito, ya que la mayoría de los programas y proyectos formulados no se han implementado, desarrollado, y no se encuentran debidamente articulados con los Planes de Desarrollo Municipales (PDM). El cumplimiento de los PGIRS en los programas y proyectos del corto plazo, fue evaluado por CORPONOR en el año 2008 arrojando un 23% de cumplimiento por parte de los municipios.

Se evidencia que sólo los grandes municipios, cuentan con un sistema de gestión de residuos sólidos que permite la prestación del servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos, ajustado o articulado a la Ley y las normas vigentes y es en ellos donde se registra la mayor generación de residuos sólidos que es atendida por estas empresas en los componentes de recolección, transporte, barrido y disposición final. Por otro lado se establece que la mayoría de los municipios prestan de manera directa el servicio público de aseo, sin esquemas empresariales y organizacionales

¹³⁶ Villada., L. A. (s.f.). MODELO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLE EN COMPLEJOS RESIDENCIALES Y TURÍSTICOS. Obtenido de http://www.resol.com.br/textos/luiz_anibal-acodal-compostaje.pdf

que les permita contar con un sistema apropiado que pueda sostenerse en el tiempo.

La actividad del aprovechamiento de residuos sólidos se realiza de manera incipiente que no supera el 8 o 10%. Se presentan una comercialización de los materiales, esencialmente recuperados pero no existen procesamientos de los mismos que permitan obtener nuevos productos. Los Municipios de La Playa de Belén, Cáchira y La Esperanza, cuentan con infraestructuras físicas que les permite adelantar proyectos de reciclaje y transformación específicamente de descomposición controlada de la fracción orgánica que les permite obtener un compost. Los Municipios de Ocaña y Pamplona cuentan también con proyectos de reciclaje que son adelantados a través grupos asociativos de recicladores y que reciben apoyo de los municipios y las empresas de servicios públicos. Cúcuta se constituye como el centro de acopio y comercialización de los materiales reciclados con destino al mercado en el interior del país.¹³⁷

- En cuanto al Municipio de Toledo Norte de Santander no se ha implementado un programa de separación en la fuente, actualmente el municipio cuenta con la implementación del PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos), en donde se tienen planteadas las metas para empezar a re direccionar al municipio en base a este programa.

¹³⁷ Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nor-Oriental (CORPONOR). (2011). SINTESIS AMBIENTAL DEL NORTE DE SANTANDER. Obtenido de <http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-09/PLAN%20DE%20ACCION%20AJUSTADO%202007%202011/2%20SINTESIS%20AMBIENTAL.pdf>

7. MARCO CONTEXTUAL

7.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA Y LOCALIZACIÓN

El departamento de Norte de Santander tiene una superficie de 21.987 Km², equivalente al 1.93% del área total de Colombia. Toledo a su vez posee una superficie de 157.790,95 Ha que equivalen al 7.176% de la superficie total del departamento. El municipio de Toledo está ubicado en la República de Colombia, hace parte del departamento de Norte de Santander situado en el extremo centro - nororiental de Colombia, en la zona de frontera con la República de Venezuela con la cual comparte 72,614 Km. Hace parte de los municipios de la provincia de Pamplona y administrativamente en términos ambientales pertenece al Corpes de Centro oriente.

Dado que su localización geográfica corresponde al sector centro – nororiental del territorio colombiano, sobre el flanco / vertiente oriental de la cordillera Oriental, en las estribaciones de la Sierra Nevada del Cocuy, el municipio presenta un relieve básicamente montañoso con una reducida parte del piedemonte llanero; conformando el establecimiento múltiple de zonas de vida y aportando, con un sistema hidrológico exuberante, grandes cantidades de agua a la cuenca del Orinoco¹³⁸.

Límites del municipio:

- Al Norte: con los municipios de Chinácota, Herrán y la República de Venezuela;
- Al Oriente: con Venezuela y el municipio de Herrán;
- Al Sur: con el municipio de Cubará del departamento de Boyacá
- Al Occidente: con los municipios de La bateca, Chinácota, Pamplonita y Chitagá.

¹³⁸ Alcaldía de Toledo - Norte de Santander. (Enero de 2016). Obtenido de http://toledonortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml

Ilustración 1. Localización de Toledo en Colombia.



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

7.2 POBLACIÓN

Según proyecciones Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, proyección 2016, la población de Toledo asciende a 17.284 habitantes, de los cuales 4489 viven en la cabecera municipal. (Ver Ilustración 2 y 3)

Ilustración 2. Proyecciones de población municipales por área

MPIO	TOTAL											
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Teorama	17.523	17.858	18.219	18.601	18.983	19.382	19.790	20.216	20.638	21.085	21.524	21.978
Tibú	34.773	34.889	35.042	35.211	35.374	35.545	35.723	35.909	36.105	36.304	36.502	36.708
Toledo	17.272	17.273	17.274	17.275	17.276	17.277	17.278	17.279	17.280	17.281	17.283	17.284
Villa Caro	5.044	5.061	5.077	5.093	5.108	5.123	5.138	5.152	5.166	5.179	5.192	5.204
Villa del Rosario	69.833	71.468	73.211	74.980	76.761	78.611	80.496	82.428	84.385	86.388	88.433	90.515
Armenia	280.930	282.533	284.138	285.737	287.330	288.908	290.480	292.052	293.614	295.149	296.691	298.197
Buenavista	3.086	3.061	3.035	3.012	2.989	2.959	2.932	2.911	2.892	2.860	2.834	2.807
Calarca	73.741	74.072	74.456	74.846	75.235	75.628	76.022	76.420	76.812	77.198	77.598	77.988
Circasia	27.442	27.700	27.940	28.170	28.414	28.660	28.905	29.140	29.395	29.642	29.886	30.141
Córdoba	5.434	5.420	5.400	5.394	5.375	5.374	5.350	5.346	5.325	5.320	5.305	5.294
Filandia	12.921	12.973	13.021	13.070	13.108	13.161	13.213	13.253	13.302	13.355	13.414	13.467

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2008)

Ilustración 3. Proyecciones de población cabecera municipal

CABECERA							
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2,436	2,490	2,544	2,597	2,650	2,702	2,754	2,806
12,663	12,831	13,005	13,190	13,378	13,566	13,763	13,955
4,370	4,390	4,410	4,430	4,450	4,470	4,489	4,509
1,878	1,897	1,914	1,931	1,946	1,961	1,974	1,986
75,185	76,994	78,848	80,726	82,647	84,609	86,606	88,649
281,013	282,565	284,109	285,644	287,169	288,686	290,193	291,692
1,204	1,201	1,198	1,196	1,193	1,191	1,189	1,187
57,887	58,231	58,577	58,926	59,277	59,630	59,986	60,343
21,253	21,497	21,731	21,985	22,230	22,471	22,724	22,980
2,994	2,994	2,994	2,994	2,994	2,995	2,996	2,997
6,843	6,910	6,968	7,029	7,090	7,151	7,207	7,262
4,379	4,287	4,201	4,122	4,050	3,984	3,924	3,872
34,808	35,703	36,619	37,537	38,495	39,478	40,480	41,515
33,027	33,184	33,342	33,497	33,650	33,800	33,955	34,100

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2008)

7.3 ECONOMÍA

Las actividades del municipio de Toledo giran principalmente entorno al sector primario de la producción económica; es decir la agricultura y la ganadería. El estudio de estas actividades y de otras posibles recomendables hará más eficiente y sostenible la economía municipal, y serán parte del proceso de planeación y de ordenamiento territorial municipal. El análisis de las actividades económicas comprende la caracterización, evaluación, clasificación y especialización de los sistemas de producción y extracción que se presentan en el municipio. Con este análisis es posible conocer cuáles y donde se encuentran las actividades productivas, los productores o empresarios, insumos, productos, capacidad productiva, rendimientos, tecnología, mercados, ventajas comparativas e impactos, entre otros elementos y/o componentes de los sistemas. De la misma forma, el municipio de Toledo al igual que los demás municipios vecinos, posee una marcada vocación agropecuaria, ya que la mayor parte de su población se dedica a ellas, podemos decir que esta es en primera instancia la base de su economía y en segundo lugar encontramos el comercio y el transporte hacia Cúcuta, Pamplona, los centros poblados y las veredas.

La aptitud del territorio, se concentra principalmente en el componente ambiental, ya que los recursos naturales que actualmente posee el municipio son patrimonio nacional, teniendo en cuenta que en él está ubicado el Parque Nacional Natural Tamá, parque Binacional compartido con Venezuela y la Reserva La Carpa-La

Rochela, además de las características particulares de su territorio como lo son su gran potencial hídrico representado en una gran cantidad de nacimientos y quebradas que alimentan principalmente el río Margua, Cubugón, Cobaría y el río Oira, que finalmente enriquece las corrientes del río Arauca y del río Apure; la belleza de su topografía propone restricciones de usos a su territorio principalmente los agrícolas, lo que hace que su potencial a futuro se desarrolle en torno al manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la venta de servicios ambientales¹³⁹.

7.4 RESEÑA HISTÓRICA

El Municipio de Toledo fue creado como entidad territorial mediante la Ley 14 del 22 de Diciembre de 1886 fecha en la cual fue desagregado definitivamente de La bateca. Fundación de la Parroquia de Toledo "La fundación de Toledo tuvo su causa en las leyes españolas sobre reducciones de indígenas. El dominio peninsular, con títulos soberanos, abarcaba grandes porciones territoriales sin que para nada pudieran intervenir los naturales del Continente Colombino.

La raza indígena al alcance de sus derechos de civilización, había venido comprendiendo la cadena orgullosa que oprimía sus primitivos fueros: era fuerte, desarrollada y buscaba los medios para abrirse paso en la libertad por la justicia". Esto escribe el Presbítero doctor Samuel Ramírez, como motivo inicial para la fundación de Toledo, y añade que los blancos y los naturales se encontraban divididos en el Valle de los Locos, cuyos límites eran envidiables por su extensión. Los unos tenían su autoridad única y especial para blancos y un juez era el comisionado para oír las quejas y dictar sentencias a los indígenas; éstos podían solamente trabajar en sus resguardos; pero pujantes y cansados de ser llamados locos, acordaron la independencia la batecana, molestando a los españoles con travesuras en los campos y en el pueblo de La bateca". Fue entonces cuando don Juan Manuel de Mora y de Almeyda, hijo de doña Gertrudis de Almeyda, viuda de Mora, se dirigió a Santa Fe de Bogotá "en veinte de enero de mil setecientos y noventa años y hallándome en la ciudad de Santa Fe (escribe el mismo señor don Juan Manuel de Mora), dando principio a pretender licencia de parroquia en el valle de La bateca, cuyo viaje hice A mi consta, y practiqué las diligencias conducentes para conseguir el primer despacho que se libró para la curia metropolitana, que, como apoderado del vecindario conseguí traer dicha licencia, sin pensionarme mi persona, aviando costeadado de mi peculio los gastos que sumaron setenta y cuatro pesos con sesenta décimos." En fin, su nombre es en memoria del Toledo Español. Su historia se confunde con la historia de la población de La bateca, municipio este fundado como parroquia en 1720 y elevado a la categoría de municipio en 1730. La Parroquia de Toledo fue creada

¹³⁹ *Ibíd.*, p. 1

oficialmente el 19 de agosto de 1795 a petición directa y mediante Acta de Juana Gertrudis Almeyda Vda. de Mora. Toledo como entidad territorial En 1822 bajo el gobierno del Libertador Simón Bolívar y según disposición ejecutiva del Vicepresidente Santander, Toledo fue instituido como distrito parroquial. En 1858 el gobierno del Estado Soberano de Santander ordenó la extinción del distrito de Toledo y la agregación de su territorio a La bateca. El 22 de diciembre de 1886 bajo el gobierno de Rafael Núñez se le devolvió la condición de municipalidad a todas aquellas comunidades que habían sido despojadas de su investidura de distrito parroquial o de municipio. Esta fecha es considerada como la creación oficial del municipio (22 de diciembre de 1886).¹⁴⁰

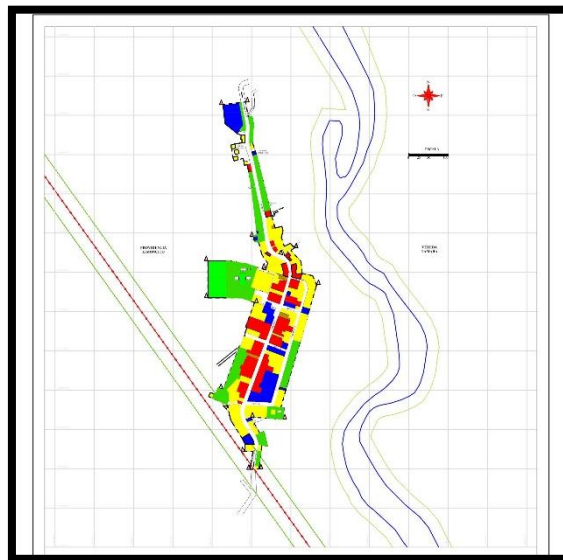
7.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE ASEO URBANO:

El sistema de aseo urbano del Municipio de Toledo está a cargo de la Unidad de Servicios Públicos de la Alcaldía municipal, la recolección y transporte de Residuos Sólidos en el Municipio se realiza con una frecuencia de dos veces por semana en el casco urbano, en un promedio de 6 horas diarias, para este servicio se utiliza un vehículo compactador con capacidad de 8 toneladas.

La recolección del área rural se realiza de la siguiente manera:

En el corregimiento mayor de San Bernardo de Bata se realiza la recolección con una frecuencia de un día por semana, dicho corregimiento está constituido por un centro poblado y 15 veredas. (Ver Ilustración 4)

Ilustración 4. Corregimiento mayor de San Bernardo de Bata

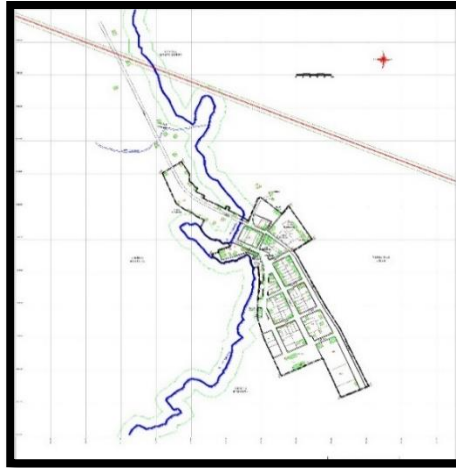


Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

¹⁴⁰ *Ibíd.*, p. 2

La recolección para el corregimiento especial de Gibraltar se realiza un día a la semana cada 15 días, la recolección tiene un tiempo de duración en promedio de 6 horas; dicho corregimiento está constituido por un centro poblado de 11 veredas. (Ver Ilustración 5)

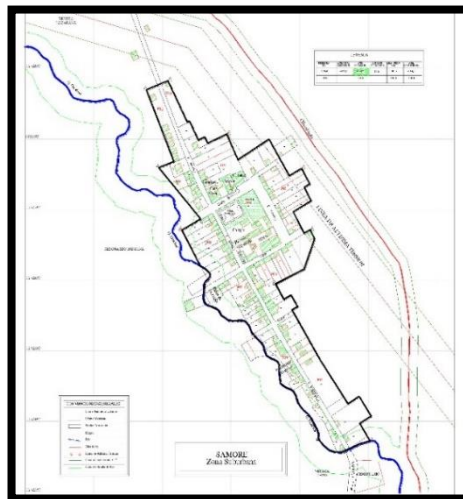
Ilustración 5. Corregimiento especial de Gibraltar



Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

La recolección para el corregimiento especial de Samoré se realiza un día a la semana cada 15 días, la recolección tiene un tiempo de duración en promedio de 6 horas; dicho corregimiento está constituido por un centro poblado de 13 veredas. (Ver Ilustración 6)

Ilustración 6. Corregimiento especial de Samoré

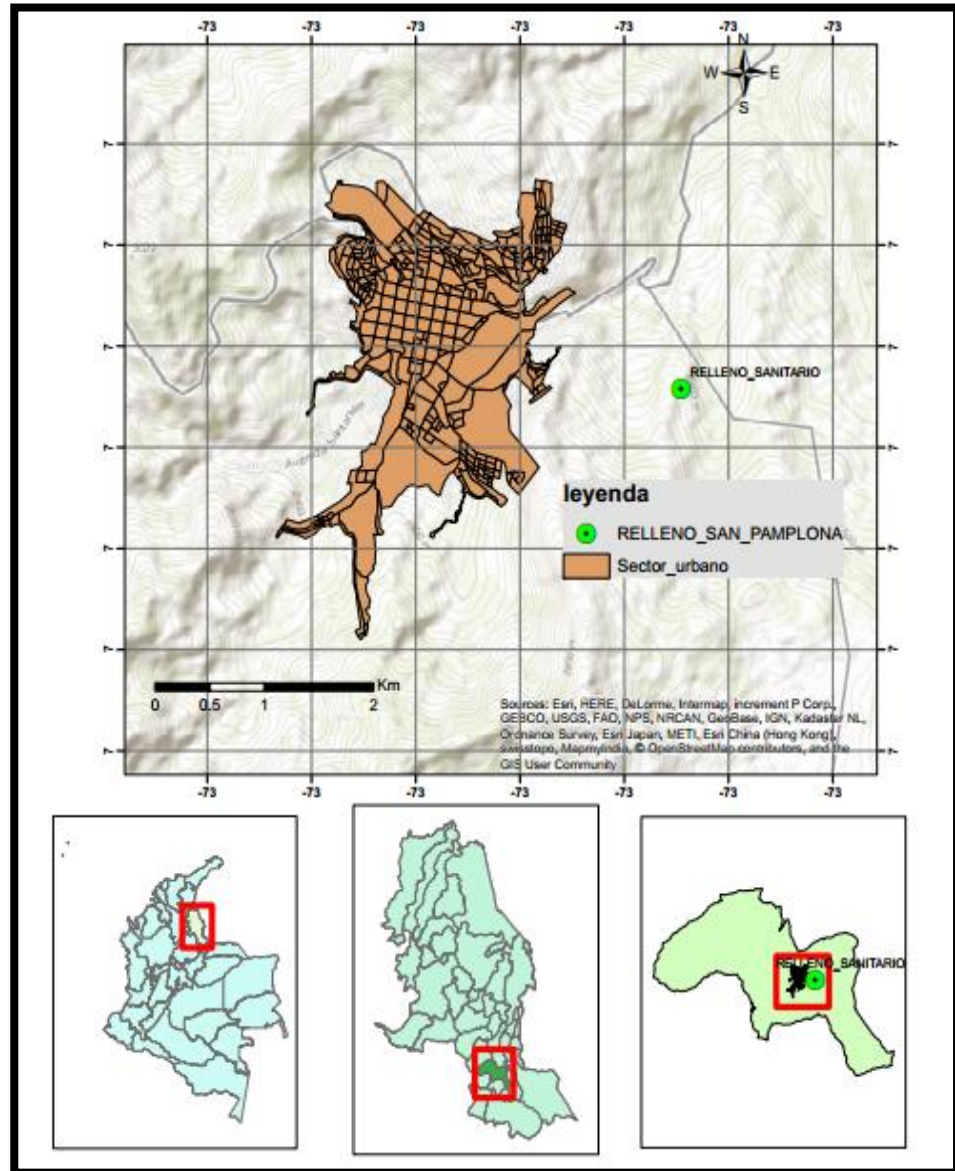


Fuente: (Alcaldía de Toledo - Norte de Santander, 2016)

El municipio en su actualidad no cuenta con un proceso de aprovechamiento de residuos sólidos y su disposición final se realiza en el Municipio de Pamplona

Norte de Santander, en el relleno “LA CORTADA”, propiedad de EMPOPAMPLONA S.A. (Ver Ilustración 7)

Ilustración 7. Ubicación relleno sanitario municipio de Pamplona



Fuente: Autor

8. MARCOL LEGAL

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció en 1998 la Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual está orientada a promover procesos de minimización, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final controlada de los residuos sólidos. En el mismo sentido articuló el Manejo Integral de los Residuo Sólidos con la prestación del servicio público de aseo, a través del decreto 1713 de 2002, que obliga a los municipios a elaborar, implementar y a mantener actualizado el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS. Posteriormente se adoptó la metodología para la adopción de los planes mediante la resolución 1045 de 2003 como una herramienta de planificación para contribuir a disminuir los impactos que generan los residuos sólidos, ya que tienen gran incidencia en la protección del ambiente y en la salud pública.¹⁴¹

A continuación en la tabla 1, se relacionan las normas más representativas.

Tabla 3. Normas representativas para la gestión de residuos sólidos urbanos

Norma	Expide	Descripción
Ley 9 de 1979	Congreso de la republica	Esta Ley expide el Código Sanitario Nacional y de Protección Medio Ambiente. Dicta medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, alude a la responsabilidad que tienen los generadores de residuos durante la recolección, transporte y disposición final, así mismo, ante los perjuicios ocasionados sobre la salud pública y el ambiente. Establece normas para la protección y seguridad de las personas contra los riesgos que se derivan de la manipulación, fabricación, almacenamiento, uso, transporte, comercio y disposición de plaguicidas; como también de la importación o fabricación de muestras para fines investigativos y de experimentación; también decreta el manejo y control de elementos

¹⁴¹ Villada., L. A. (s.f.). MODELO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLE EN COMPLEJOS RESIDENCIALES Y TURÍSTICOS. Obtenido de http://www.resol.com.br/textos/luiz_anibal-acodal-compostaje.pdf

Norma	Expide	Descripción
Decreto 1713 de 2002	Congreso de la republica	quirúrgicos provenientes de actividades de salud y de residuos de origen doméstico ¹⁴² . El cual obliga a los municipios a elaborar, implementar y a mantener actualizado el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS–. ¹⁴³
Resolución 1045 de 2003	El Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	La cual adopta la metodología para la adopción de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS- como una herramienta de planificación para contribuir a disminuir los impactos que generan los residuos sólidos, ya que tienen gran incidencia en la protección del ambiente y en la salud pública ¹⁴⁴ .
CONPES 3530	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece los lineamientos de política para el sector de aseo, los cuales permitirán a todos los actores involucrados encaminar sus acciones para fortalecer la prestación de este servicio, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ¹⁴⁵ .
Decreto 2981 de 2013	Congreso de la republica	(El cual deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto 605 de 1996). Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y ajusta las actividades del servicio público de aseo en la recolección, el transporte, el barrido, limpieza de vías y

¹⁴² INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR REGIONAL LA GUAINIA. (2013). *PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL LA GUAINIA*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/macroprocesos/apoyo/soporte/administrativa/3/PP48%20MPA1%20P5%20Programa%20de%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20Guain%C3%ADa%20v1.pdf>

¹⁴³ Luis Anibal Sepúlveda Villada, J. A. (2013). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>

¹⁴⁴ *Ibíd.*, p. 4

¹⁴⁵ Consejo Nacional de Política Económica y Social. (23 de Junio de 2008). *Minambiente*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2008/conpes_3530_2008.pdf

		áreas públicas, corte de césped, transferencia, tratamiento, aprovechamiento, disposición final y lavados de áreas públicas ¹⁴⁶ .
Norma	Expide	Descripción
Decreto 838 de 2005	Congreso de la republica	Establece los procedimientos para la planeación, construcción y operación de los sistemas de disposición final de residuos, con tecnología de relleno sanitario, como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estableció la relación con el ordenamiento territorial para definir las áreas factibles para la ubicación de rellenos sanitarios, los criterios, metodología y restricciones específicos para identificar y evaluar dichas áreas ¹⁴⁷ .
Ley 142 de 1994	Congreso de la republica	Por la cual se establece la regulación de los servicios públicos domiciliarios y sus modificatorias en especial la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001 ¹⁴⁸ .
Resolución 754 de 2014	El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en adelante PGIRS, la cual junto con sus anexos forman parte integral de esta resolución. ¹⁴⁹
Guía Técnica Colombiana 24 para la	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	El 20 de Mayo de año 2009 el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), formula la Guía Técnica Colombiana 24 para la Gestión

¹⁴⁶ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (20 de Diciembre de 2013). *Minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/2981%20-%202013.pdf>

¹⁴⁷ Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). *Minvivienda*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambienta%20y%20Social%202014.pdf>

¹⁴⁸ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (Junio de 2014). *Superservicios*. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4977/47233>

¹⁴⁹ El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (25 de 11 de 2014). RESOLUCIÓN 754 DE 2014. Bogotá. Recuperado el 12 de noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=64163>

separación en la fuente.	(ICONTEC)	Ambiental, la cual representa puntualmente la guía base para la separación en la fuente de residuos sólidos, en la que se explica paso a paso la manera correcta para ejecutar estos programas en las regiones del país. ¹⁵⁰
Guía Técnica Colombiana 35 - Para la recolección selectiva de residuos sólidos.	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)	Establece métodos de recolección selectiva, necesaria para mantener la calidad de los materiales aprovechables. Estos materiales deben estar presentados y almacenados para que no genere impactos negativos al ambiente y el ser humano. Cada método se emplea de acuerdo a las condiciones de la región, municipio y de los programas de los manejos de residuos sólidos. ¹⁵¹

Fuente: Autor.

¹⁵⁰ ICONTEC. (20 de Mayo de 2009). Gestión Ambiental, Residuos Sólidos, Guía para la separación en la fuente. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%2009.pdf>

¹⁵¹ ICONTEC. (2003). Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos GTC 35. Obtenido de <http://tatismarg.blogspot.com.co/2013/04/resumen-gtc.html>

9. METODOLOGÍA

9.1 REALIZAR UN DIAGNÓSTICO PREVIO AL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE ASEO URBANO IMPLEMENTADO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO.

Con el fin de planear actividades de separación en la fuente se realizará un diagnóstico previo al sistema de aseo implementado en el municipio, este diagnóstico contará con la identificación de la legislación ambiental vigente, tanto nacional como local, lo permitirá conocer los requisitos legales relacionados con los tipos de residuos generados, el manejo que se le deberá dar, su aprovechamiento, entrega y disposición final, asimismo se realizará un análisis crítico determinando ventajas y desventajas, debilidades y fortalezas y otras características que sean relevantes para entender la dinámica del sistema de aseo y los residuos sólidos municipales.

9.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO

La caracterización de los residuos sólidos se realiza para un determinado número de viviendas o usuarios (del servicio de aseo), que deberán ser una muestra representativa del universo de los generadores. Generalmente la metodología aplicada en los estudios de caracterización es la diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai, para los países de América Latina y del Caribe (Cantanhede et al. 2009). Además, este método sencillo para el análisis de residuos sólidos es recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS.

En este caso se realizará un estudio de caracterización de residuos sólidos para determinar la composición física de los residuos generados en el municipio de Toledo Norte de Santander, la cual consta de los siguientes pasos:

9.2.1 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se delimitarán áreas con características similares; la zona urbana se podrá diferenciar de acuerdo con sus unidades de procedencia tales como: residencial, comercial, industrial, barrido de calles y áreas públicas.

9.2.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL

Esta información será consultada en el plan de desarrollo y/o PGIRS del Municipio; o también, en las bases de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

En este caso se tomará como población referencia los usuarios o viviendas que se encuentran registrados en la unidad de servicios públicos de la alcaldía municipal,

esta información será brindada por la oficina de planeación de la empresa, área encargada de llevar el control de los usuarios a los cuales se les presta servicio.

9.2.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS

Cantidad de muestras por zonas representativas se determinará según la fórmula diseñada por Sakurai¹⁵².

Fórmula 1. Calculo del número de muestras

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

Dónde:

n: Tamaño de la muestra, es necesario aumentar un 10% por pérdida de muestras.

N: Tamaño de la población, (número total de viviendas).

σ^2 : Varianza de la población.

$Z_{1-\alpha/2}$: Coeficiente de confianza (1,96 con un grado de confianza del 95%).

E: Error permisible en la estimación de la producción per cápita.

9.2.4 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA

La distribución total de la muestra se realizará según la zonificación de áreas y con una asignación aproximada en número de muestras.

9.2.5 DETERMINAR EL PUNTO DE MUESTREO

Cada muestra se asignará a una manzana y a un generador específico.

9.2.6 TOMA DE MUESTRAS

Una vez recolectados los residuos clasificados de cada área, estos serán pesados (excluyendo el peso del recipiente que los contenga) y registrados durante los días

¹⁵² Sakurai, D. K. (10 de 12 de 2000). *Hojas de divulgación técnica CEPIS*. Obtenido de METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS:
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html#1707>

que dure el muestreo.

9.2.7 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN

“Una vez definido el tamaño de muestra (número de viviendas a muestrear), se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

- Seleccionar de manera aleatoria las viviendas a muestrear, con ayuda del plano catastral de la localidad o el padrón de usuarios del servicio.
- Definir de manera coordinada con los funcionarios municipales, el lugar donde se llevará a cabo el trabajo de caracterización.
- Definir los objetivos y la metodología de trabajo a desarrollar, indicando a los participantes que el muestreo se llevará a cabo en ocho días.
- Seleccionar al personal que tendrá a cargo el trabajo de caracterización y gestionar ante la autoridad del gobierno municipal, sus credenciales correspondientes.
- Derivar comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas, con la finalidad de hacer conocer el trabajo a desarrollar y su importancia, además del personal que estará involucrado en ese trabajo.
- Capacitar al personal que tendrá a cargo el trabajo de caracterización, considerando aspectos como su presentación ante los propietarios de las viviendas seleccionadas; el tipo de información a recabar; el trabajo a ejecutar con los residuos recolectados; entre otros que se detallan a continuación:
 - Registrar el nombre de la persona responsable, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada.
 - Entregar las bolsas vacías a los propietarios de cada vivienda seleccionada, pedirles que depositen en ellas los residuos generados en la vivienda, y que procuren no cambiar las costumbres o rutina diaria.
 - Recoger las bolsas con residuos al día siguiente y entregar otras bolsas vacías a cambio. Procurar que esta actividad se efectúe aproximadamente a la misma hora en que se entregaron las bolsas el día anterior.
 - Marcar las bolsas para su identificación; colocarles etiquetas donde se especifique el número de vivienda, el número de habitantes por vivienda, la dirección y la fecha.

- Llevar las bolsas con residuos recolectadas al lugar donde se hará la caracterización de dichos residuos y continuar con el procedimiento detallado en el siguiente punto”.¹⁵³

9.3 DETERMINAR LAS RUTAS Y FRECUENCIAS DE RECOLECCIÓN SELECTIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO.

Se determinarán las rutas para la recolección de los residuos sólidos separados en la fuente, teniendo en cuenta horarios y frecuencia de recolección en el área urbana, garantizando la recolección total, considerando que el tiempo de permanencia de los residuos en el sitio de generación sea el mínimo posible, y evitan al máximo el derrame de estos.

9.4 IMPLEMENTAR CAMPAÑAS DE EDUCACIÓN EN BASE A LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FUENTE PARA OPTIMIZAR SU APROVECHAMIENTO.

Se realizarán campañas en instituciones oficiales y comerciales (colegios, policía nacional, entes gubernamentales y comercio); orientadas a inculcar hábitos al adecuado manejo y separación de los residuos sólidos y su debido aprovechamiento con los beneficios que genera al medio ambiente y al municipio; utilizando folletos informativos como material didáctico para la comunidad, perifoneo informativo, eventos culturales que promuevan campañas de limpieza y reciclaje y talleres de formación que propicien el aprovechamiento de residuos inorgánicos para su reciclaje y/o reutilización.

9.5 ESTABLECER CONVENIOS CON ENTIDADES PÚBLICAS Y/O PRIVADAS PARA FORTALECER EL PROCESO DE RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO.

Se plantearán reuniones estratégicas con el comité de relaciones públicas y PGIRS, en compañía del alcalde, el representante de relaciones públicas y comunicación externa, el Gerente de la Unidad de Servicios Públicos y el representante de la Corporación Autónoma Regional del Municipio, para establecer las alternativas en pro a convenios municipales y/o departamentales para fortalecer el proceso de reciclaje en el Municipio.

¹⁵³ CEPIS. (SF). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>

10. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

A continuación, el cuadro 1 muestra el cronograma de implementación del programa de separación en la fuente de residuos sólidos en el municipio de Toledo Norte de Santander, el cual podrá presentar modificaciones, puesto que pueden varias aspectos relevantes como la zona de implementación y cantidad de personas a capacitar lo que conllevaría a la alteración del tiempo de durabilidad de cada actividad.

Cuadro 1. Cronograma de actividades para la implementación del programa de separación en la fuente de residuos sólidos para el Municipio de Toledo

ACTIVIDADES	TIEMPO EN MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EDUCACIÓN AMBIENTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUS SOLIDOS	X											
SEPARACIÓN EN LA FUENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REUTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DISEÑO DE LAS RUTAS DE RECOLECCIÓN						X	X					
CONVENIOS CON ENTIDADES				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Auto

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Toledo - Norte de Santander. (Enero de 2016). Obtenido de http://toledo-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml
- CEPIS. (SF). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>
- Chacín, C. P. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de Reciclaje. *Revista de Investigación vol.32 no.63 Caracas*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100010
- Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nor-Oriental (CORPONOR). (2011). SINTESIS AMBIENTAL DEL NORTE DE SANTANDER. Obtenido de <http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-09/PLAN%20DE%20ACCION%20AJUSTADO%202007%202011/2%20SINTESIS%20AMBIENTAL.pdf>
- George Tchobanogluos, H. T. (s.f.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos-Volumen II*. McGraw-Hill. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016
- ICONTEC. (2003). Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos GTC 35. Obtenido de <http://tatismarg.blogspot.com.co/2013/04/resumen-gtc.html>
- ICONTEC. (20 de Mayo de 2009). Gestión Ambiental, Residuos Sólidos, Guía para la separación en la fuente. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>
- Johanna Margarita Briganti Fernández, A. d. (2003). lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T Y C. Cartagena. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005612/Proyecto/InformeFinalProyectoSeparacionenlaFuente.pdf>
- MALDONADO, J. M. (2002). Proyectos de Gestión Integral de Resduos sólidos. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20Solidos%20girs.pdf>
- Ministerio de Ambiente - Perú. (2012). Programa nacional de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. Lima. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/programa-nacional-de-segregacion-en-la-fuente-y-recoleccion-selectiva-de-residuos-solidos/>
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (06 de Junio de 2003). *Minambiente*. Obtenido de

http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Decretos/dec_1505_060603.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (30 de Diciembre de 2005). *Ideam*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCIÓN+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTIÓN+INTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2012). REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS - TITULO F SISTEMA DE ASEO URBANO. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (12 de Diciembre de 2013). Decreto 2981. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%20%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (20 de Diciembre de 2013). *Minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/2981%20-%202013.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). *Minvivienda*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio. (Abril de 11 de 2016). Decreto 596. Bogotá. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/Decreto%20596.%20Esquema%20de%20aprovechamiento%20del%20servicio%20p%C3%ABlico%20de%20aseo.pdf>

Olivia Castrillón Quintana, S. M. (s.f.). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de Investigación*, 7.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2013-2014). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. OEFA. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926

Pérez, J. N. (s.f.). MACRO Y MICRO RUTEO DE RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES. Sincelejo. Obtenido de <http://repositorio.unisucra.edu.co/bitstream/001/299/2/628.442M357.pdf>

Pilar Román, M. M. (2013). MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGICULTOR. Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Regimen legal de Bogotá D.C. (06 de 08 de 2002). DECRETO 1713 . Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

Sakurai, D. K. (10 de 12 de 2000). *Hojas de divulgación técnica CEPIS*. Obtenido de METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html#1707>

Villada., L. A. (s.f.). MODELO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLE EN COMPLEJOS RESIDENCIALES Y TURÍSTICOS. Obtenido de http://www.resol.com.br/textos/luiz_anibal-acodal-compostaje.pdf