UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

"GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANSARE, EL PROGRESO GUATEMALA"

TESIS DE GRADO

OSWALD DAVID LÓPEZ ARÉVALO
CARNET 11327-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

"GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANSARE, EL PROGRESO GUATEMALA"

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR
OSWALD DAVID LÓPEZ ARÉVALO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANA:	MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA
VICEDECANO:	MGTR. OSMAN CARRILLO SOTO
SECRETARIA:	MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN
DIRECTOR DE CARRERA:	ING. ENRIQUE JOSÉ DE LEÓN BRAN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JORAM MATIAS GIL LAROJ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSE ANTONIO ROSAL CHICAS

ING. GUNTHER STANLEY CARRANZA LOPEZ

ING. WALTER NEFTALY MORALES PEÑATE

Universidad Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA
No. 0285-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante OSWALD DAVID LÓPEZ ARÉVALO, Carnet 11327-12 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0274-2018 de fecha 15 de mayo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANSARE, EL PROGRESO GUATEMALA"

Previo a conferírsele el título de INGENIERO CIVIL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 28 días del mes de mayo del año 2018.

MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA
INGENIERÍA
Universidad Rafael Landívar

Guatemala, 10 de febrero de 2018

Señores
Miembros del Consejo
Facultad de Ingeniería
Universidad Rafael Landívar
Presente:

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he revisado el Trabajo de Graduación del estudiante universitario de la carrera Ingeniería Civil Oswald David López Arévalo, que se identifica con carné 1132712, titulado: **"GESTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SANSARE, EL PROGRESO, GUATEMALA"**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad de Ingeniería para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme, de manera atenta y respetuosa.

MSc. Ing. Joram Matías Gil
Cátedra UNESCO para la Sostenibilidad
de los Recursos Hídricos
Facultad de Ingeniería
Universidad Rafael Landívar
Asesor de Tesis

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por darme vida y sabiduría al permitirme seguir adelante superando los retos que diariamente me acontecen.

A mi madre Yolanda Arévalo: por su apoyo incondicional, cariño y estar a mi lado brindándome conocimiento a lo largo del proceso de mi formación profesional.

A mi padre Jorge López: por su esfuerzo, cariño y confianza para alentarme a seguir adelante a lo largo del proceso de mi formación personal.

A mi novia María José Jiménez: por su apoyo y cariño durante esta etapa importante en mi vida.

A mis amigos Byron Castillo y Pablo Mármol: por el apoyo y amistad a lo largo de los años.

A la Universidad Rafael Landívar: por ser la fuente de conocimiento de mi formación profesional. También agradecer a mis catedráticos por formar parte de este camino compartiéndome la pasión por nuestra profesión.

A mis compañeros: por ser parte de este camino lleno de experiencias inolvidables brindándome su amistad y apoyo.

A mi asesor Ing. Joram Gil: por guiarme y trasmitirme sus conocimientos a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis de grado.

A las autoridades de la Municipalidad de Sansare: por apoyarme con la información vital para la elaboración de esta tesis de grado.

RESUMEN EJECUTIVO

Para el desarrollo de la presente tesis de grado se tomará como conductor la Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para Gestión Integral de Residuos Y Desechos Sólidos, Primera Edición 2016, elaborada por el MARN, con el fin de que la información recopilada pueda ser utilizada por la Municipalidad como base dentro de la formulación de su Plan Municipal para la Gestión de Residuos y Desechos Sólidos.

En ese mismo contexto, éste explicará y añadirá información cuando sea pertinente en las diferentes etapas sin apartarse de la Guía antes mencionada, teniendo las siguientes etapas como las principales divisiones del estudio:

Etapa 1 – Uniendo Esfuerzos

Etapa 2 – Conociendo la Situación

Etapa 3 – Marcando el Camino

Etapa 4 – Búsqueda de Soluciones

Etapa 5 – Realización de Acciones

Etapa 6 – Monitoreo y Evaluación para la Mejora.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN 1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
III. OBJETIVOS 3
3.1. General 3
3.2. Específicos 3
IV. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIARIOS 4
V. ALCANCE Y LIMITACIONES 5
5.1. Alcance 5
5.2. Limitaciones 5
VI. ANTECEDENTES 6
VII. MARCO TEÓRICO 9
7.1. Marco legal 9
7.2. Manejo integral de desechos sólidos 11
7.3. Gestión integral de residuos sólidos 11
VIII. METODOLOGÍA 12
8.1. Uniendo esfuerzos Etapa 1 12
8.1.1. Diagrama de coordinación interinstitucional 14
8.2. Conociendo la situación Etapa 2 15
8.2.1. Encuesta 16
8.2.2. Descripción general de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso 17
8.2.3. Caracterización de los residuos sólidos 31
8.2.4. Descripción de la situación actual 40
8.2.5. Generalidades 40
8.2.6. Aspectos vinculados con la salud de las personas 41
8.2.7. Aspectos vinculados al medio ambiente 41
8.2.8. Manejo actual de los residuos sólidos 42
8.2.9. Diseño del estudio de caracterización de los residuos sólidos 52
8.2.10. Resultados de la encuesta 61
8.2.11. Resultados del estudio de caracterización 66
IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS 85
9.1. Interpretación de resultados de la encuesta 85

9.2. Interpretación de resultados del pre-muestreo 88
9.3. Interpretación de resultados de la producción per-cápita 89
9.4. Composición de los residuos sólidos domiciliares 91
9.5. Interpretación de resultados de la densidad 93
9.6. Interpretación de resultados del potencial de hidrogeno 94
9.7. Interpretación de resultados del porcentaje de humedad 95
9.8. Interpretación de resultados del porcentaje de cenizas 95
9.9. Interpretación de resultados de la carga contaminante 95
9.10. Marcando el camino Etapa 3 96
9.11. Búsqueda de soluciones Etapa 4 97
9.11.1. Rutas de recolección de los desechos sólidos 98
9.11.2. Propuesta método de clasificación de desechos sólidos 100
9.11.3. Propuesta de mejora de la disposición final de los desechos sólidos ……..103
9.11.4. Participación ciudadana y educación ambiental 105
9.11.5. Propuesta de mejora de galera de clasificación de residuos sólidos ……..108
9.11.6. Propuesta de mejora inmediata del área de almacenamiento de los desechos sólidos 113
9.11.7. Estimación de costos de recolección 116
9.12. Realizando acciones Etapa 5 122
9.13. Monitoreo y evaluación para la mejora Etapa 6 125
X. SUMARIO 127
XI. CONCLUSIONES 130
XII. RECOMENDACIONES 131
XIII. REFERENCIAS 135
XIV. APÉNDICE 138
14.1. Ubicación y Mapa del Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala. 138
XV. ANEXOS 139
15.1. Marco Legal Vinculado con la Política. 139
15.1.1. Legislación Ordinaria 139
15.1.2. Legislación Reglamentaria 139
15.2. Ejemplificación de Formato para monitoreo y evaluación del plan municipal para gestión integral de residuos y desechos sólidos 141

15.3. Encuesta 142
15.4. Siglas y Acrónimos 143
15.5. Glosario 144

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Escala de fundamento legal 9
Ilustración 2. Mapa de actores 14
Ilustración 3. Ubicación del Municipio de Sansare 17
Ilustración 4. Mapa topográfico de la región de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso 19
Ilustración 5. Motores económicos del Municipio de Sansare 21
Ilustración 6. Mapa cadenas productivas de yuca en el Municipio de Sansare, El Progreso 22
Ilustración 7. Movilidad educativa 23
Ilustración 8. Clasificación de los indicadores de la Municipalidad de Sansare, El Progreso 2013 25
Ilustración 9. Clasificación de los indicadores de la Municipalidad de Sansare, El Progreso 2016 26
Ilustración 10. Actividad industrial en el Municipio de Sansare 27
Ilustración 11.Morbilidad según grupos de diagnóstico 2009 Sansare, El Progreso. 41
Ilustración 12. Ubicación de la zona provisional (14°45'19.6" N, 90°06'44.6"W) a 1.6km del parque Municipal de Sansare. 44
Ilustración 13. Micro-localización del área urbana de la cabecera municipal de Sansare. 52
Ilustración 14. Sectores donde se realizó el Pre-Muestreo 55
Ilustración 15. Proceso de caracterización de los residuos sólidos en Sansare, El Progreso 57
Ilustración 16. Mascarillas 58
Ilustración 17. Guantes de látex 58
Ilustración 18. Bolsas plásticas de 8 galones 58
Ilustración 19. Bolsas de plástico de 1 galón 58
Ilustración 20. Escoba 59
Ilustración 21. Pala 59
Ilustración 22. Cubetas plásticas 59
Ilustración 23. Bascula colgante 100 LB precisión 1Lb 59
Ilustración 24. Producción por tipo para países de ingreso menor medio 74
Ilustración 25. Dimensiones del relleno sanitario municipal al 30 de octubre del 2017. 89
Ilustración 26. Composición de los desechos sólidos a nivel mundial para países con ingreso medio inferior 91
Ilustración 27. Tiempos de degradación en el suelo. 92
Ilustración 28. Escala del pH ejemplificada 94
Ilustración 29. Formulación de objetivo, metas y actividades 96

Ilustración 30. Rutas de recolección de los desechos sólidos 99
Ilustración 31. Diseño contenedor para los distintos tipos de desechos 100
Ilustración 32. Identificación de contenedores para los distintos tipos de desechos 101
Ilustración 33. Dimensiones de la galera actual de clasificación de residuos sólidos. 108
Ilustración 34. Planta propuesta de galera 109
Ilustración 35. Modelado de materiales en planta 110
Ilustración 36. Sección de muro para galera propuesta..... 110
Ilustración 37. Techo pre-fabricado galera propuesta 111
Ilustración 38. Diseño interno de la galera propuesta..... 112
Ilustración 39. Ubicación de la zanja y tipos de zanjeo..... 113
Ilustración 40. Diseño de chimenea para control de gases. 114
Ilustración 41. Pasos básicos para la elaboración de un plan de acción 124
Ilustración 42. Análisis, mejora y resultados..... 126
Ilustración 43. Talud con bermas y bancos 128
Ilustración 44. Operación, llenado y colocación de los desechos sólidos. 132
Ilustración 45. Forma de trabajo para relleno sanitario manual 132
Ilustración 46. Ubicación y mapa del Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala. 138
Ilustración 47. Formato de monitoreo I 141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de una óptima gestión integral de residuos sólidos 11
Tabla 2. División territorial del Municipio de Sansare. 18
Tabla 3. Organización comercial, Sansare, El Progreso. 20
Tabla 4. Organización comercial al 22/05/2017 Sansare, El Progreso 20
Tabla 5. Distancias de la cabecera a las comunidades principales de Municipio de Sansare. 24
Tabla 6. Porcentajes de los compuestos de los residuos sólidos 39
Tabla 7. Pesos atómicos de los elementos presentes en los residuos sólidos. 40
Tabla 8. Servicio de salud en el Municipio de Sansare. 48
Tabla 9. Riesgo 53
Tabla 10. Datos del Municipio de Sansare 56
Tabla 11. Datos para tamaño de la muestra de la encuesta 61
Tabla 12. Pesos para determinación per cápita 66
Tabla 13. Producción per Cápita 68
Tabla 14. Pesos por tipo de desecho sólido 69
Tabla 15. Promedios peso (kg) 73
Tabla 16. Estimaciones actuales del Banco Mundial 75
Tabla 17. Datos obtenidos del muestreo de densidad 76
Tabla 18. Densidades obtenidas 76
Tabla 19. Pesos de los recipientes 79
Tabla 20. Peso del recipiente más muestra 79
Tabla 21. Pesos Secos 80
Tabla 22. Peso Ceniza 82
Tabla 23. Promedios pesos del muestreo 82
Tabla 24. Porciento en peso (base seca) 82
Tabla 25. Pesos atómicos 83
Tabla 26. Peso según porcentaje 83
Tabla 27. Moles según elemento 83
Tabla 28. Formulas base Nitrógeno 84
Tabla 29. Costos de elaboración de 2 contenedores 100
Tabla 30. Presupuesto construcción de galera propuesta 111
Tabla 31. Estimación de presupuesto para la mejora del área de depósito de los desechos sólidos 115
Tabla 32. Estimación de costos de implementación de contenedores de reciclaje en áreas publicas 116
Tabla 33. Costos estimados con la política actual de recolección 117
Tabla 34. Costos estimados teniendo en cuenta la venta del material de recicle 118
Tabla 35. Costos estimados con ingreso del material reciclado y aumento de la tarifa de recolección 119

Tabla 36. Costos estimados con los ingresos del material de recicle y disminución de la tarifa del servicio de recolección 120
Tabla 37. Costos estimados con los ingresos del material de recicle aumento y disminución de la tarifa del servicio de recolección con tarifa adecuada para cubrir los costos del servicio de recolección. 121
Tabla 38. Diferencias entre el monitoreo y la evaluación 125
Tabla 39. Límites máximos permisibles para la descarga de aguas residuales en el alcantarillado público. 127

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Utilización del servicio de recolección de basura 62
Gráfica 2. Razón por la cual no se utiliza el servicio de recolección..... 62
Gráfica 3. Disposición de la basura acumulada..... 63
Gráfica 4. Clasificación del servicio actual de recolección..... 63
Gráfica 5. Se considera que existe contaminación por la acumulación de basura.64
Gráfica 6. Separando y reciclando disminuye la contaminación..... 64
Gráfica 7. Disposición para clasificar la basura 65
Gráfica 8. Porque la acumulación de basura representa un problema. 65
Gráfica 9. Producción en kg por persona día 67
Gráfica 10. Peso total promedio de los desechos sólidos generados..... 67
Gráfica 11. Promedio Pesos (kg) 74

I. INTRODUCCIÓN

Los desechos sólidos son todos aquellos que se generan a partir de las actividades cotidianas del ser humano, se convierten en desechos derivado que el ente generador no puede seguir utilizándolos para cualquier otra labor, por lo que éste los cataloga como material inaprovechable. Cada segmento de la población produce una cantidad distinta de desechos sólidos y con propiedades diferentes. Una de las categorías en la cual se debe de realizar los estudios de desechos sólidos es en los desechos domiciliares, pero también para la formulación de planes de gestión de desechos es necesario tomar en cuenta los desechos mineros, industriales y agrícolas.

Con el constante incremento de la población, la generación de los desechos sólidos también ha ido incrementando al punto que si a estos desechos no se les da una disposición final adecuada, pueden llegar a causar grandes problemas en los ecosistemas afectando la salud no solamente de animales y plantas sino también la de los seres humanos, asimismo un mal sistema de almacenamiento hace que estos desechos contaminen los diferentes cuerpos de agua superficiales o un mal tratamiento de lixiviados puede llegar a dañar los suelos y contaminar aguas subterráneas.

De igual forma uno de los problemas que pueden llegar a tener mayor preocupación es el espacio que se designara para el almacenamiento de todos los desechos sólidos que no puedan ser utilizados para otros fines, para la construcción de un relleno sanitario municipal es necesario no solo contemplar un espacio y en este colocar los desechos sólidos, sino que es necesario realizar estudios de impacto ambiental, hídricos, suelos y estudios de caracterización de residuos y desechos sólidos.

Uno de los primeros pasos para establecer los atributos y rasgos de los desechos que se generan en una localidad es a través de la caracterización de los desechos sólidos, estableciendo de esta manera sus características como lo son la producción per-cápita, densidad, porcentaje de humedad y cenizas, pH y el volumen de los distintos tipos de desechos sólidos que se generan.

La presente tesis de grado tiene como propósito establecer una base para la formulación de planes de gestión de desechos y residuos sólidos teniendo como base la Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, elaborada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala. Centrándose en la información necesaria para el conocimiento de la situación real de la localidad y propuesta de soluciones para la generación de residuos sólidos domiciliares del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe por medio de las investigaciones realizadas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales que el 66% de los residuos y desechos a nivel nacional no se recogen por medio de un servicio de recolección, sin embargo a pesar que el 44% restante si utiliza un servicio de recolección no se garantiza que la disposición final de los mismos sea la adecuada.

Como indica el Plan de Desarrollo Municipal de Sansare, El Progreso 2011 – 2025, el manejo inadecuado de las basuras generadas en el municipio representan un problema ya que se generan depósitos de basura clandestinos a las orillas de las carreteras, calles y ríos, también se realizan actos de quema de basura o se procede a enterrar las basuras generada, esto es debido a que no toda las personas residentes de la comunidad utilizan el servicio de recolección de basura.

Debido al crecimiento poblacional constante al cual el Municipio de Sansare se ve sometido, se generan disposiciones finales no adecuadas para los desechos y residuos sólidos como lo son botaderos clandestinos, los cuales llegan a perjudicar los recursos naturales del municipio, la fauna, la flora y la población.

También según los estudios realizados por el Ministerio de Salud en el Municipio de Sansare, especificados en el Plan de Desarrollo Municipal Sansare El Progreso (2010), la mayoría de enfermedades son relacionadas con el sistema osteomuscular y del sistema respiratorio, en su mayoría estas enfermedades están vinculadas a las malas condiciones sanitarias y ambientales del municipio.

Para determinar si el adecuado manejo de los desechos sólidos, un mejor servicio de recolección y un correcto almacenamiento de los desechos sólidos, mejorarán la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Sansare, es necesario plantear las siguientes interrogantes:

¿Qué tipos de desechos sólidos y en qué cantidades se producen en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala?

¿Cuáles serían las rutas de recolección más eficientes tomando en cuenta los camiones disponibles y el diseño de las calles en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala?

¿Cuál sería un método para la clasificación y disposición final de los desechos y residíos sólidos en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala?

¿Cómo se podría estructurar un plan de gestión integral de desechos sólidos en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala?

III. OBJETIVOS

3.1. General

- Formular el plan de gestión de los residuos y desechos sólidos del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

3.2. Específicos

- Caracterizar los desechos sólidos generados dentro del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

- Generar propuesta de rutas de recolección para los desechos sólidos dentro de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

- Proponer un método de clasificación y disposición final de los desechos sólidos generados por la población de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

- Proponer un plan para la gestión integral de los desechos y residuos sólidos generados, teniendo en cuenta la inclusión de la participación social e institucional dentro de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala.

IV. JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIARIOS

El desarrollo de la presente tesis de grado para la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Rafael Landívar, se justifica su elaboración debido que todo proyecto de construcción requiere de un estudio base para comprender las limitantes con las que se cuenta, las características que presenta el área donde se desarrollara y los insumos con los que se trabajaran, con la finalidad que el proyecto tenga un periodo de vida adecuado, solucione los problemas existentes en el sector, ayude en el desarrollo económico y aporte beneficios sociales a los habitantes del lugar, en este caso el Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala.

El Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala. Cuenta con amplias zonas verdes y áreas de cultivo, pero estas se ven afectadas ya que existen demasiados vertederos clandestinos y alta tasa de quema de basura, hasta el año 2016 no contaba con su propio relleno sanitario. Ahora que el municipio ya dispone de uno es necesario realizar la formulación de un plan de gestión integral de desechos y residuos sólidos esto para que la recolección, manejo y tratamiento de los desechos y residuos sólidos sea de la manera más eficiente.

Entre las problemáticas del Municipio de Sansare, se presenta una alta vulnerabilidad ante los incendios forestales, erosión del suelo, deforestación, agotamiento de fuentes de agua, desecamiento de ríos, pero también se ve afectado por la contaminación en los recursos hídricos y en el suelo por los desechos sólidos y líquidos generados por la comunidad del municipio.

Si no se trata el tema del correcto manejo de los desechos sólidos en la actualidad, al momento que el municipio se desarrolle con el tiempo será cada vez más difícil implementar un plan para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos, lo cual tendrá como consecuencias el deterioro de la calidad de vida en el municipio.

El correcto manejo de los desechos sólidos generará un impacto positivo en la comunidad, debido a que se clasificarán de mejor manera, se podrá dar una mejor disposición final y además se producirá menos contaminación al ambiente, también puede traer consigo un beneficio económico para la comunidad, ya que se puede llegar a reciclar parte de la basura para que ésta pueda ser utilizada en la fabricación de otro producto.

Esta tesis de grado será una base para distintos proyectos o investigaciones que tenga como fundamento la caracterización de los residuos y desechos sólidos, así como una guía para la gestión integral de residuos y desechos sólidos en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso.

V. ALCANCE Y LIMITACIONES

5.1. Alcance

El alcance del estudio estará limitado por el área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El progreso, Guatemala, proporcionando la información técnica sobre el volumen de generación, características y composición física de los desechos sólidos domiciliares para la propuesta de una mejor clasificación, debido a que en la actualidad únicamente se separan los plásticos y aluminios. Además de proponer una disposición final de los desechos y residuos sólidos, todo ello bajo las especificaciones de la Guía Práctica para la Formulación de Planes Municipales para Gestión Integral de Residuos Y Desechos Sólidos, elaborada por el –MARN-.

5.2. Limitaciones

- Se trabajó con la información proporcionada por el censo del INE.

- La investigación se centralizo únicamente en el área urbana de la cabecera municipal de Sansare debido a que es donde se tiene una mayor generación de residuos.

- No fue posible tomar en consideración empresas dentro del estudio, derivado que en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, la cual es el objeto de estudio únicamente existen hogares y comercios.

- Las pruebas de laboratorios requeridas en esta tesis de grado para la caracterización de los residuos y desechos sólidos fueron realizarán sin contar con certificaciones de laboratorio, derivado que eso supone una inversión.

VI. ANTECEDENTES

Los distintos municipios del departamento de El Progreso en los últimos años han registrado un crecimiento urbano y comercial, esto trae como consecuencia la demanda de más servicios municipales, como lo son la recolección de los residuos sólidos. Por lo anterior el Municipio de Sansare ha construido su propio relleno sanitario municipal para ya no enviar sus desechos al vertedero municipal del Municipio de Sanarate, sin embargo la existencia del relleno sanitario por sí solo no soluciona la problemática existente en cuanto a los problemas que surgen por el mal almacenamiento de los residuos sólidos, por lo que es necesario iniciar con una educación ambiental y un plan de gestión.

La cobertura actual del servicio de recolección y la falta de un método adecuado para la disposición final de los desechos sólidos, contribuye a que existan basureros clandestinos y que los habitantes del lugar prefieran quemar o enterrar sus desechos sólidos, generando de esta menara una mayor contaminación ambiental y aumentando el número de personas con padecimientos o enfermedades relacionadas con el inadecuado manejo de los desechos y residuos sólidos.

El tema de la caracterización, manejo y control de los desechos sólidos se ha abordado en Guatemala con diversos estudios que ayudan a enriquecer la información acerca del mismo y cuáles son las características principales del lugar de estudio.

Estudios previamente realizados en el área geográfica del Municipio de Sansare y relacionados al tema de gestión integral de residuos y desechos sólidos, se mencionan algunas investigaciones, tesis, estudios realizados y sus conclusiones:

- Recolección de desechos sólidos para el mejoramiento del Medio Ambiente en “Escuela Oficial Primaria Mixta Santiago Rivas, Sansare, El Progreso”, Dardón (2,011). Promovió la realización de talleres para promover la participación de los maestros y estudiantes en actividades de recolección y clasificación de desechos sólidos.

- Construcción infraestructura tratamiento de desechos sólidos (relleno sanitario) aldea los cerritos, Sansare, progreso, SINIP (2,017). Establece que se realizara la construcción de 1 garita de control en la entrada al relleno sanitario, movimiento de tierra para aumentar la capacidad del relleno sanitario y un sistema de dren para salida de malos olores.

- Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, Sansare, El Progreso. Gómez (2,015). Concluye que los recursos naturales del Municipio se han deteriorado principalmente en ríos y bosques, ya que presentan un alto grado de contaminación principalmente por desechos sólidos.

- Propuesta Técnica De Manejo De Desechos Sólidos En El Campus Central De La Universidad Rafael Landívar, Xicará (2,016). Concluye que los desechos que más se generan en el campus central es el papel y cartón los cuales corresponden a 248.90 kg al día, y el 80% de la generación de desechos producidos es valorizable pero el manejo actual de estos desechos no permite su recuperación.

- Gestión integral de residuos sólidos con énfasis en residuos susceptibles a valorización y disposición final para la cabecera departamental de Jalapa. Figueroa, García (2,014). Concluye que uno de los mayores problemas por el cual se tiene una mala gestión de los desechos sólidos es porque no existe un reglamento que brinde los lineamientos óptimos en cuanto al manejo de los residuos sólidos y la imposición de sanciones para todos aquellos que no respeten el reglamento.

- Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de Santa Catarina Pinula, Raudales, Gradiz (2,012). Concluye que mediante la técnica del reciclaje se puede reducir más del 10% de la carga contaminante generada por los diferentes tipos de residuos sólidos del Municipio de Santa Catarina Pinula.

- Relleno Sanitario, análisis económico del equipo usado en la ciudad de Guatemala. Ruiz (1974). Concluye que no se tienen todos los equipos e implementos adecuados para el correcto manejo de los desechos y residuos sólidos en el relleno sanitario., lo cual provoca una mala disposición final de los desechos sólidos.

- Caracterización de los desechos sólidos del mercado municipal de Antigua Guatemala. Reyes (1994). Concluye que la generación de una alta tasa de desechos orgánicos podría ser útil para la elaboración de abonos y composta.

- Análisis de la situación del manejo de desechos sólidos municipales en el área urbana del municipio de Coatepeque. Lewis, Palacios, (2005). Concluye que al no se tiene una correcta asignación de recursos económicos para una adecuada gestión y manejo de desechos y residuos sólidos. Lo cual implica una alta tasa de contaminación ambiental.

- Caracterización de residuos sólidos domiciliares del condominio villas de la meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez, Enríquez (2,009). Concluye que la implementación de una planta de tratamiento de los residuos sólidos en San Lucas Sacatepéquez puede mejorar el desarrollo social, económico y ambiental de la población. Teniendo en cuenta que la participación de la población para la separación de los residuos sólidos domiciliares es de vital importancia.

- Caracterización de los desechos sólidos del Municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario, Duarte (2,008). Concluye que para la mejora de la calidad de vida del municipio de San Antonio La Paz se debe de implementar un programa para educar y crear conciencia a la población acerca de las ventajas del reciclaje y como esto ayuda a proteger el medio ambiente donde habitan aumentando así su calidad de vida.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Marco legal

El acuerdo gubernativo 281-2015 (Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-), evidencia que la problemática sobre el tema de los residuos y desechos sólidos en Guatemala, ya que existe una gran cantidad de vertederos a cielo abierto que dañan los recursos naturales y la salud de la población.

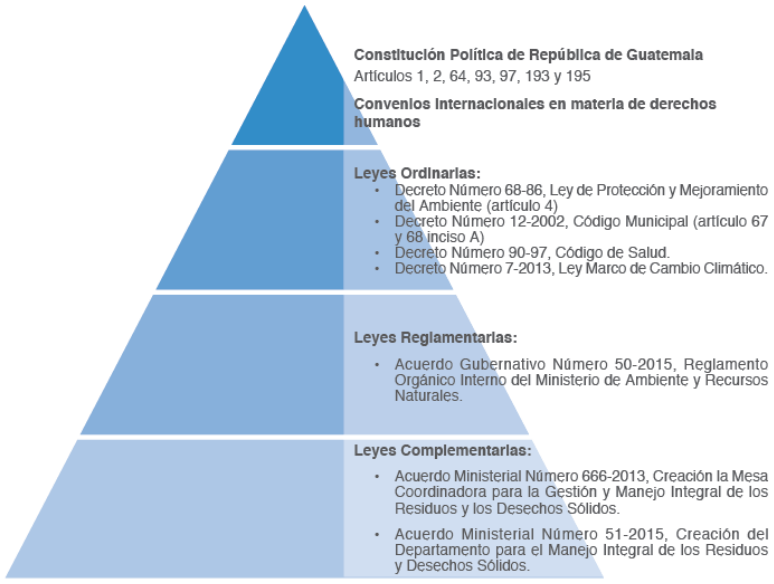
En su mayoría las gestiones integrales para los residuos y desechos se han centrado únicamente en el aspecto de la eliminación de los mismos a través de botaderos a cielo abierto, rellenos sanitarios o quema de los mismos, estos mismos producen grandes impactos negativos los cuales si no se tratan pueden provocar daños irreparables al medio ambiente y a la calidad de vida de las comunidades.

Este acuerdo gubernativo se basa en 4 programas clave los cuales son:

1. Programa de fortalecimiento institucional
2. Programa de fortalecimiento técnico y administrativo
3. Programa de inversiones
4. Programa de educación, comunicación y participación social.

En el acuerdo gubernativo 281-2015 se establece el fundamento legal, el cual indica por qué es imperativa la creación de planes de gestión de desechos y residuos sólidos, al igual que la creación de regulación de la gestión integral de los residuos y desechos. A continuación se presenta la escala del fundamento legal:

Ilustración 1. Escala de fundamento legal



Fuente: MARN (2015)

El acuerdo gubernativo 281-2015 explica los diferentes principios que regulan los aspectos relacionados con la protección, conservación y mejoramiento ambiental, los cuales se explican a continuación:

I. El derecho humano a un ambiente sano, el cual indica que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente saludable para su desarrollo y bienestar.

II. Un estado facilitador y solidario, indica que el Estado de Guatemala debe promover, apoyar y acompañar todos aquello procesos que fortalezcan la conservación y mejoramiento de los recursos naturales.

III. Desarrollo sostenible, es de gran importancia ya que implica tener sostenibilidad y mejoramiento de la calidad de vida sin alterar los diferentes ecosistemas y que no se comprometa la existencia de las futuras generaciones.

IV. También nos indica cómo se debe de promover la educación ambiental y la responsabilidad compartida, la que esclarece que no solamente depende del estado la conservación de todos los ecosistemas y recursos naturales, sino que la responsabilidad también recae sobre la población ya que ellos son los que se ven afectados en primera instancia. Promover la iniciativa de quien contamina, paga, ya que quien genere residuos y desechos sólidos le corresponde asumir los costos derivados de la gestión integral de los mismos.

V. El fortalecimiento de la capacidad institucional municipal y mancomunal, respetando lo establecido en el código municipal aspira a fortalecer las capacidades técnicas de los gobiernos locales para la administración de los servicios públicos ambientales, que incluye mejorar la capacidad de captación de ingresos propios a través de la gestión integral de residuos y desechos sólidos. Esto implica que se cuente con la información adecuada para conocer la situación actual en cada uno de los distintos poblados, para que de esta manera se puedan realizar planes para la gestión integral de los residuos y desechos sólidos.

VI. Los sistemas de información sobre residuos y desechos sólidos están orientados a crear, coordinar y consolidar un sistema de información ambiental sobre la gestión integral de residuos y desechos sólidos que permita y fomente la toma de decisiones.

VII. También se desea fortalecer la participación ciudadana, fomentando la inclusión del tema de la gestión integral de residuos y desechos sólidos, en programas del sistema educativo nacional en cuanto a conocimiento, habilidades y destrezas de acuerdo al nivel de compresión de los estudiantes, para que estos empiecen a conocer y a involucrarse en el cuidado de su medio ambiente.

7.2. Manejo integral de desechos sólidos

El manejo integral de los desechos sólidos se basa en la capacidad de control y categorización de todos los desechos sólidos producidos, los cuales pueden llegar a ser objetos, materiales, productos o sustancias que son generados a partir de las actividades diarias de una comunidad. Un manejo eficiente de los desechos sólidos dependerá de las características del lugar, como su ubicación geográfica, el tipo de suelo, la cantidad de cuerpos de agua, el nivel socioeconómico, costumbres, el clima y la capacidad de organización entre la comunidad y la municipalidad. Al tener el conocimiento de estas características se puede formular un plan para la disposición final de los desechos sólidos.

7.3. Gestión integral de residuos sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos es el correcto uso de tecnologías y programas de gestión para realizar una adecuada selección y caracterización de los residuos sólidos generados por una comunidad, con el fin de aprovechar todos aquellos materiales que pueden ser reutilizados para otros fines y de esta manera obtener un ingreso que ayude al desarrollo mismo de la comunidad, obteniendo sostenibilidad y además se protege al medio ambiente para no contaminarlo al darle una mala disposición final a los diferentes productos.

Tabla 1. Características de una óptima gestión integral de residuos sólidos

Aspecto	Descripción
Técnico	Fácil implementación; operación y mantenimiento; uso de recursos humanos y materiales de la zona; desde la producción hasta la disposición final.
Social	Fomenta los hábitos positivos de la población y desalienta los negativos; promoviendo la participación organizativa de la comunidad.
Económico	Costos de implementación, operación, mantenimiento y administración al alcance de la población que debe pagar el servicio.
Organizativo	La administración y gestión del servicio debe ser simple y dinámica; además de ser racional.
Salud	Debe contemplar un programa mayor de prevención de enfermedades infecciosas.
Ambiental	Evita impactos ambientales negativos que pueden afectar el suelo, agua y aire.

Fuente: CEPIS/OPS/OMS (1997).

VIII. METODOLOGÍA

8.1. Uniendo esfuerzos
Etapa 1

Lo principal de esta etapa es la identificación de los actores, es decir todas aquellas personas que serán afectadas o beneficiadas por la inclusión de un plan para el manejo de los residuos y desechos sólidos. Estos actores son personas que tiene interés, poder de influencia, personas motivadas y que son capaces de aportar elementos para el desarrollo del plan y actividades.

Para el caso de la Municipalidad de Sansare, es necesario que se incluya entre estos actores a la misma Municipalidad como el ente regulador, responsable y principal, además las alcaldías indígenas y mancomunidades, también es necesaria la inclusión de personas que informen a cada una de las comunidades en general toda la información respecto al plan que se formulará, para que los residentes del municipio estén enterados de los beneficios que se tienen en la implementación de dicho plan.

Se hace de vital importancia la participación comunitaria y de otros actores relevantes del municipio, para que la gestión integral de residuos y desechos sólidos sea económicamente viable, socialmente compatible, ambientalmente sostenible y técnicamente factible, lo cual exige esta unificación de los esfuerzos, recursos y visiones para que cualquier plan a desarrollar tenga éxito.

Las otras actividades que deben realizar la municipalidad y el comité coordinador son:

I. La organización del comité coordinador, es la que se enfoca en la confirmación de datos, bienvenida, sensibilización, presentación del plan, conformación del comité coordinador, regulación del comité coordinador. Además tiene que tener las siguientes funciones esenciales: Elaboración de pirámides jerárquicas, diagnósticos participativos, establecer canales de comunicación y divulgación, gestión de recursos, seguimiento, evaluación y retroalimentación de las actividades.

II. Las formulaciones de la agenda de trabajo del comité coordinador donde se podrán identificar las principales acciones a realizar, los responsables, los involucrados y los recursos disponibles.

III. Búsqueda de alianzas, es decir fomentar la participación en el proyecto todas aquellas entidades o personas individuales que

puedan proporcionar recursos o métodos de alcance para que se efectúe de mejor manera el plan que se genere.

IV. También se debe realizar la motivación de los actores mediante convocatorias, reuniones y reconocimientos, para que se puedan fomentar las destrezas y habilidades de los distintos actores.

V. Propuesta de actores que deberán ser incluidos para la creación del comité coordinador, este deberá estar conformado entre 5 a 13 integrantes, procurando siempre tener un número impar de integrantes para que las votaciones para realizar o implementar acciones ganen por mayoría de votos. A continuación se presentan los actores que deberán de pertenecer al comité organizador debido a su influencia dentro de la comunidad:

- Municipalidad de Sansare, Dirección Municipal de Planificación. (Como órgano superior)

- COCODE (Consejo Comunitario de desarrollo), deben de ser incluidos los 25 COCODES existentes los cuales representan igual número de comunidades.

- Instituciones del gobierno (MARN, MAGA, MINEDUC y MSPAS.)

- CODEMA (Consejo Departamental de Medio Ambiente)

- COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo)

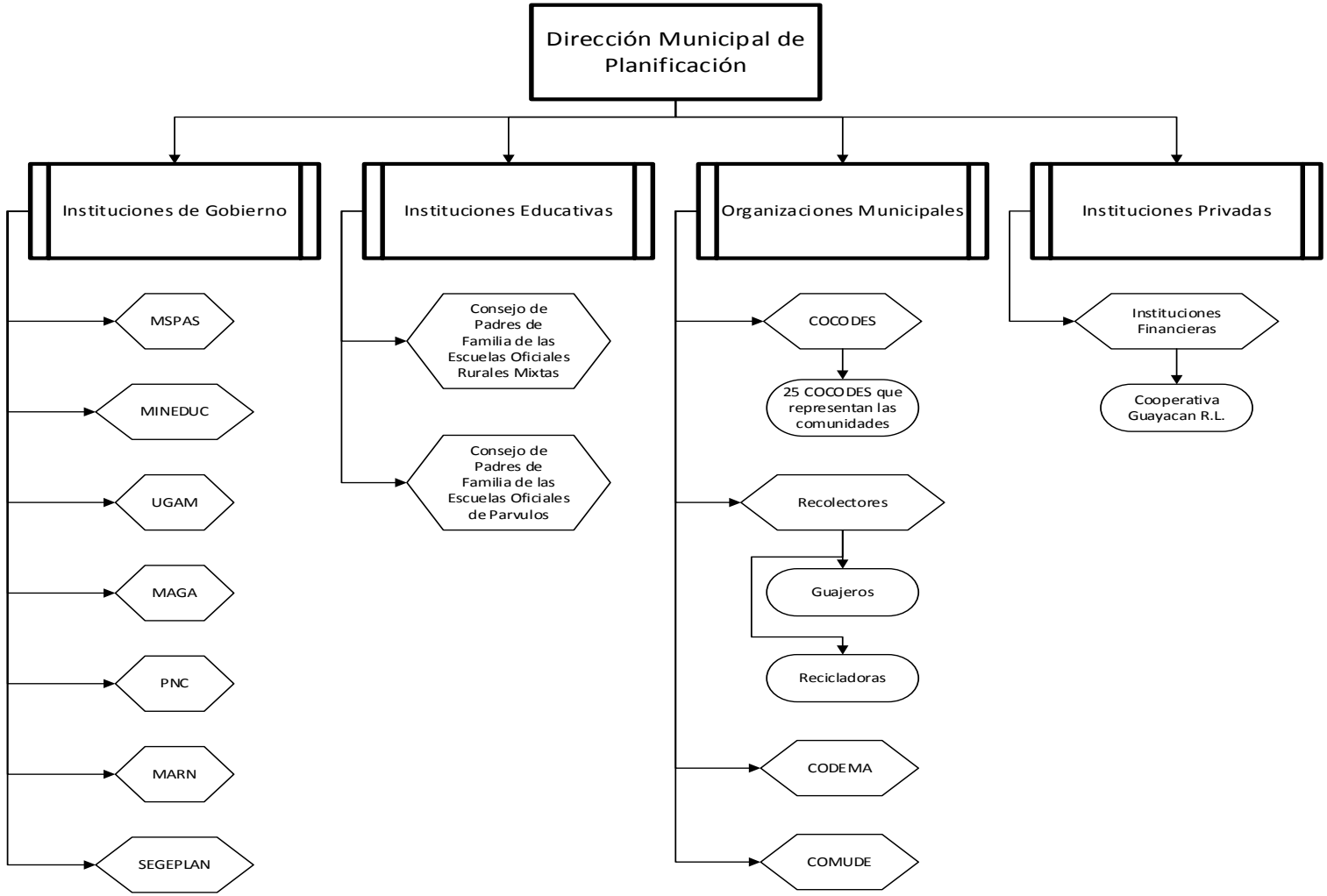
- Empresas relacionadas con la gestión (Recolectores, centros de acopio, compradores de materiales, guajeros)

- Consejo de padres de familia de la Escuela Oficial Mixta Aldea Buena Vista, Aldea San Felipe la Tabla, Caserío Trujillo, Aldea el Juez, Aldea el Jute, Aldea Estación Jalapa, Aldea la Montañita, Aldea la Trinidad, Aldea los Cerritos, Aldea Santa Bárbara, Escuela Oficial de Párvulos Barrio Pueblo Abajo, María Isabel Reyes Zapata

- Cooperativa Guayacán R.L.

8.1.1. Diagrama de coordinación interinstitucional

Ilustración 2. Mapa de actores



Fuente: Elaboración propia (2018)

8.2. Conociendo la situación
Etapa 2

Esta etapa se concentra en la elaboración del diagnóstico, recopilación y análisis de información, la estructura en general del documento que se elaborara tendrá que tomar en cuenta los problemas relacionados a la gestión integral de residuos y desechos sólidos que afectan a la comunidad del Municipio de Sansare.

En la elaboración del diagnóstico que es la identificación de la situación ambiental actual respecto a los residuos y desechos sólidos del Municipio de Sansare, aplicada a un plan de gestión integral de los residuos y desechos sólidos es indispensable que se tenga en cuenta el análisis de los impactos ambientales y la salud de las personas, valorizando la situación actual, tomando en cuenta los análisis de riesgos considerando siempre los impactos que se generan por el actual manejo de los residuos y desechos sólidos.

También se debe de tomar en cuenta el ámbito socio-cultural que es aquel que analiza a detalle los hábitos y costumbres de la población en la región y como éstos pueden llegar a tomar parte en la implementación de un plan de manejo de residuos y desechos sólidos, tomando siempre en cuenta que ellos deben conocer cómo serán beneficiados y como esto no les afectará culturalmente.

El ámbito legal es indispensable para conocer todas las posibilidades, ilimitaciones y responsabilidades que establece la ley para la realización de proyectos.

El ámbito económico e institucional permitirá conocer la sostenibilidad económica del proyecto y la capacidad operacional de todas las entidades que estarán relacionas y como éstas deben comprometerse con los planes que se generen.

En esta sección de recopilación y análisis de información para la formulación de un plan de manejo municipal de desechos y residuos sólidos, se incluirá la información recabada mediante el trabajo de campo.

En la recopilación y análisis de información obtenida para la elaboración del diagnóstico, se darán a conocer todas las características del lugar donde se efectuó el estudio, los resultados encontrados producto de los análisis y ensayos efectuaos durante el trabajo de campo.

A continuación se presenta el método utilizado para recabar la información respecto a la opinión de la comunidad del manejo actual de los residuos y desechos sólidos en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso:

8.2.1. Encuesta

Una encuesta no solamente es utilizada para adquirir o verificar información del tema que se está investigando, también es una forma de comunicar cual es el objetivo o que es lo que se busca en la investigación que se está realizando.

Para que los datos de una encuesta sean representativos o no muestren resultados erróneos hay que tener en cuenta la población total y hacia qué grupo social es dirigida la misma. De esta manera se puede calcular la muestra a la cual se le aplicará la encuesta.

La encuesta en este caso será mediante el método de entrevista personal, para garantizar que el encuestado comprenda adecuadamente cada pregunta y puedan ser despejadas las dudas en el caso que existieran.

Para que de una encuesta se obtengan resultados fiables, es necesaria la implantación de un cálculo matemático.

Según el autor Suárez (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica, los datos necesarios a tener en cuenta para el cálculo de la muestra a la cual se aplicara la encuesta son los siguientes:

- Tamaño de la muestra (n)
- El tamaño de la población o universo (N)
- Nivel de confianza, es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del encuestador (Z)
- Desviación estándar de la población, se utiliza un valor constante de 0.5 (α)
- Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0.01) y 10% (0.10), valor que queda a criterio del encuestador (e)

Con los anteriores datos podemos utilizar la siguiente fórmula para encontrar el tamaño de la muestra (n)

Ecuación 1. Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N\alpha^2 Z^2}{(N-1)\, e^2 + \alpha^2 Z^2}$$

Fuente: SUÁREZ (2011),

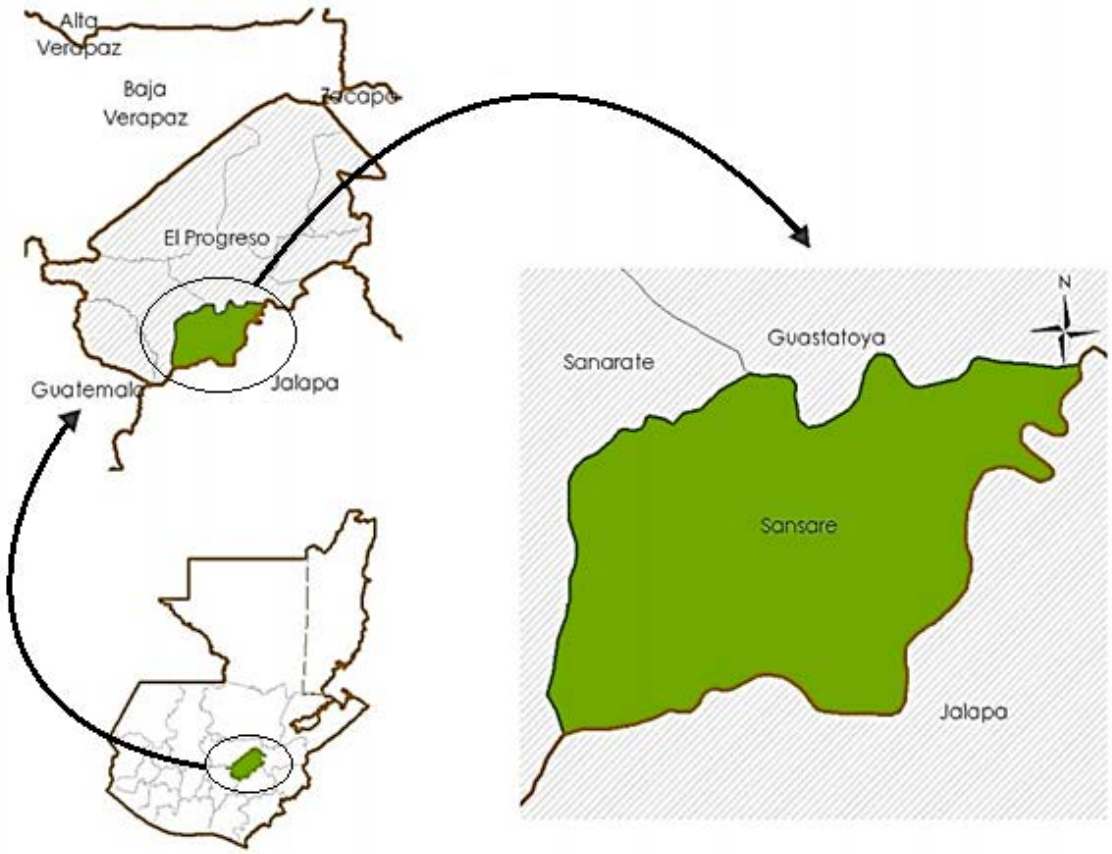
La encuesta utilizada en la presente tesis de grado al momento de determinar la muestra dentro de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, puede ser vista en el anexo 18.3.

8.2.2. Descripción general de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso

8.2.2.1. Ubicación

El Municipio de Sansare es parte del Departamento de El Progreso, Guatemala, en la región Centro – Oriente, la cabecera municipal se sitúa a 14°44”52’ latitud norte y 90°06”57’ longitud oeste del meridiano de Greewich, con una altura sobre el nivel del mar de 790 metros. Este municipio se ubica al Noreste de la ciudad capital de Guatemala, a una distancia de 70 kilómetros y a una distancia de la cabecera departamental de Guastatoya de 37 kilómetros.

Ilustración 3. Ubicación del Municipio de Sansare



Fuente: SEGEPLAN (2013).

8.2.2.2. División administrativa

Tabla 2. División territorial del Municipio de Sansare.

División Territorial del Municipio de Sansare, El progreso, Guatemala.		
No. Orden	Nombre del Poblado	Categoría
1	Rio Grande Arriba	Aldea
2	Rio Grande Abajo	Aldea
3	Buena Vista	Aldea
4	Santa Bárbara	Aldea
5	Los Cedros	Caserío
6	El Pino	Caserío
7	El Jute	Caserío
8	El Juez	Aldea
9	Los Aritos	Caserío
10	Las Cabezas	Aldea
11	El Puente	Caserío
12	La Trinidad	Aldea
13	Colonia San Vicente de Paul	Colonia
14	Colonia Fuente de vida	Colonia
15	Cabecera Municipal "Sansare"	
16	Poza Verde	Aldea
17	La Montaña	Aldea
18	El Aguaje	Aldea
19	Santa Inés Quebrada Grande	Aldea
20	San Felipe La Tabla	Aldea
21	Los Cerritos	Aldea
22	Estación Jalapa	Caserío
23	Colonia Nueva Esperanza	Colonia
24	Trujillo	Caserío
25	Tres Puentes	Caserío
26	Finca Cruz	Caserío

Fuente: SEGEPLAN/DPT (2013).

Los lugares que se consideran de mayor importancia debido a que alrededor de ellos se genera la actividad productiva, económica y de servicios con los que cuenta el territorio son: La Cabecera Municipal y Aldea Los Cerritos.

8.2.2.3. Demografía

El Municipio de Sansare para el año 2012 contaba con una población total de 11,767 habitantes, Compuesta por 50.8% por mujeres y 49.20% por hombres. El 50.14% de la población del municipio está comprendido entre las edades de 0 a 19 años, el 27.88% está comprendido entre las edades del 20 a 35 años y el 21.98% está comprendido por personas de 36 años en adelante.[1]

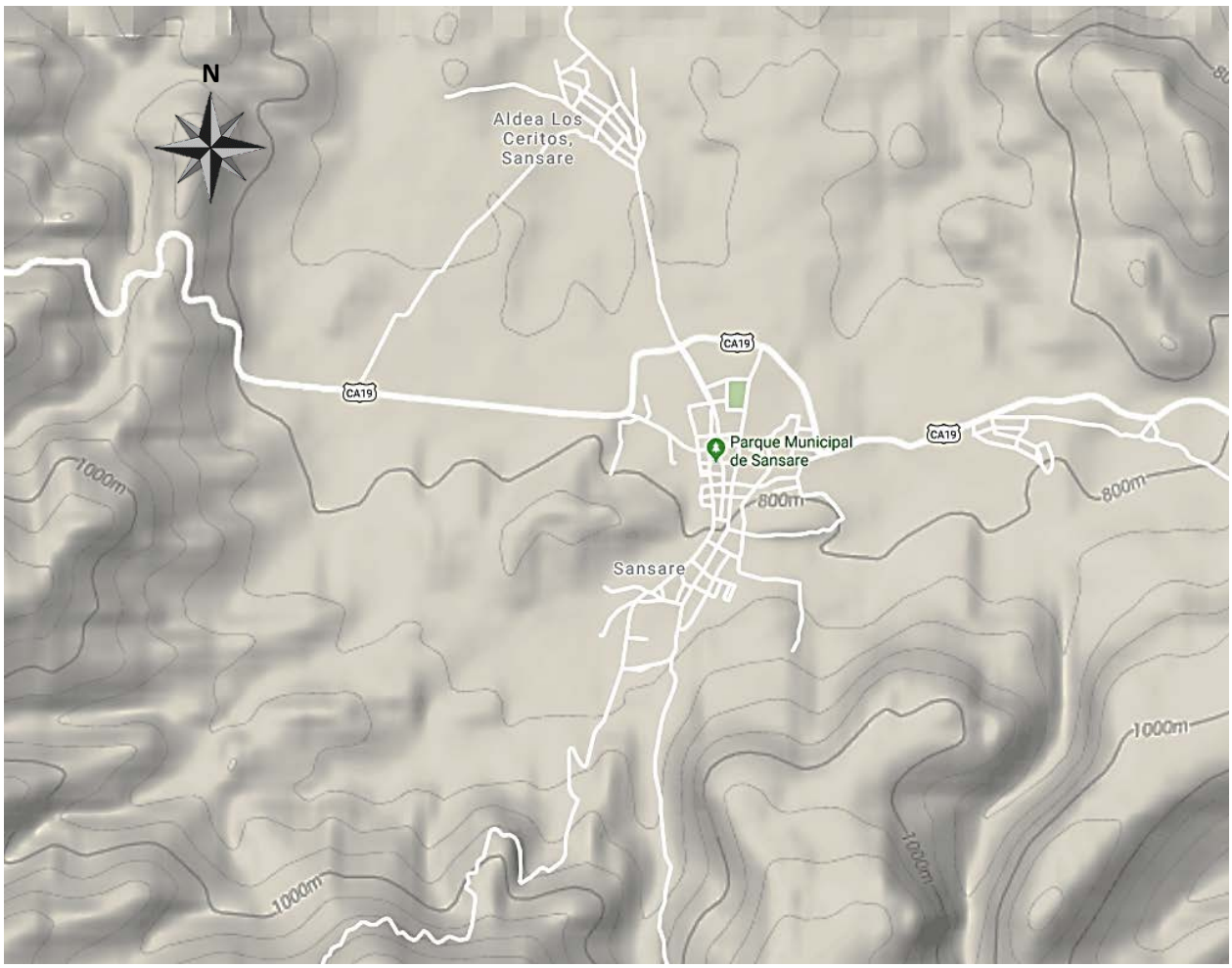
[1] Caracterización Departamental El Progreso 2012, INE 2013

8.2.2.4. Topografía natural

La topografía que caracteriza al Municipio de Sansare es muy quebrada, fuerte y con pendientes muy inclinadas, también cuenta con suelos muy poco profundos, lo que provoca que el área este categorizada como área de tierras no cultivables, aptas solamente para fines de uso o de explotación forestal. Esta región también cuenta con problemas de erosión y drenaje. El plan de desarrollo del municipio indica que la mecanización no es posible y es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos.

A continuación se presenta un mapa topográfico de la región de la cabecera municipal de Sansare:

Ilustración 4. Mapa topográfico de la región de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso



Fuente: CNES/ Airbus Datos del mapa Google (2018).

8.2.2.5. Actividad comercial

La actividad principal de comercialización en el Municipio de Sansare es la compra y venta de cultivos, teniendo como su punto máximo el día miércoles, esto se atribuye a que localmente es el día de mercado donde diversas ventas se posicionan en la plaza central donde convergen los diferentes sectores.

La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de negocios de actividad comercial los cuales se encuentran en el Municipio de Sansare, El Progreso, los comercios de mayor proliferación son las tiendas y molinos de nixtamal de los cuales se obtiene la harina y masa para la elaboración de tortillas, tamales, etc.

Tabla 3. Organización comercial, Sansare, El Progreso.

TIPO DE NEGOCIO	CON LICENCIA SANITARIA	CON LICENCIA SANITARIA VENCIDA	TOTAL
Tiendas	113	68	181
Panaderías	4	1	5
Comedores	1	1	2
Cafeterías	1	0	1
Hoteles y restaurantes	1	0	1
Molino de Nixtamal	14	18	32
Farmacias	7	0	7
Carnicerías	0	4	4
Tortillerías	0	4	4
Cantinas	5	0	5
Bares	1	0	1

Fuente: MSPAS (2010).

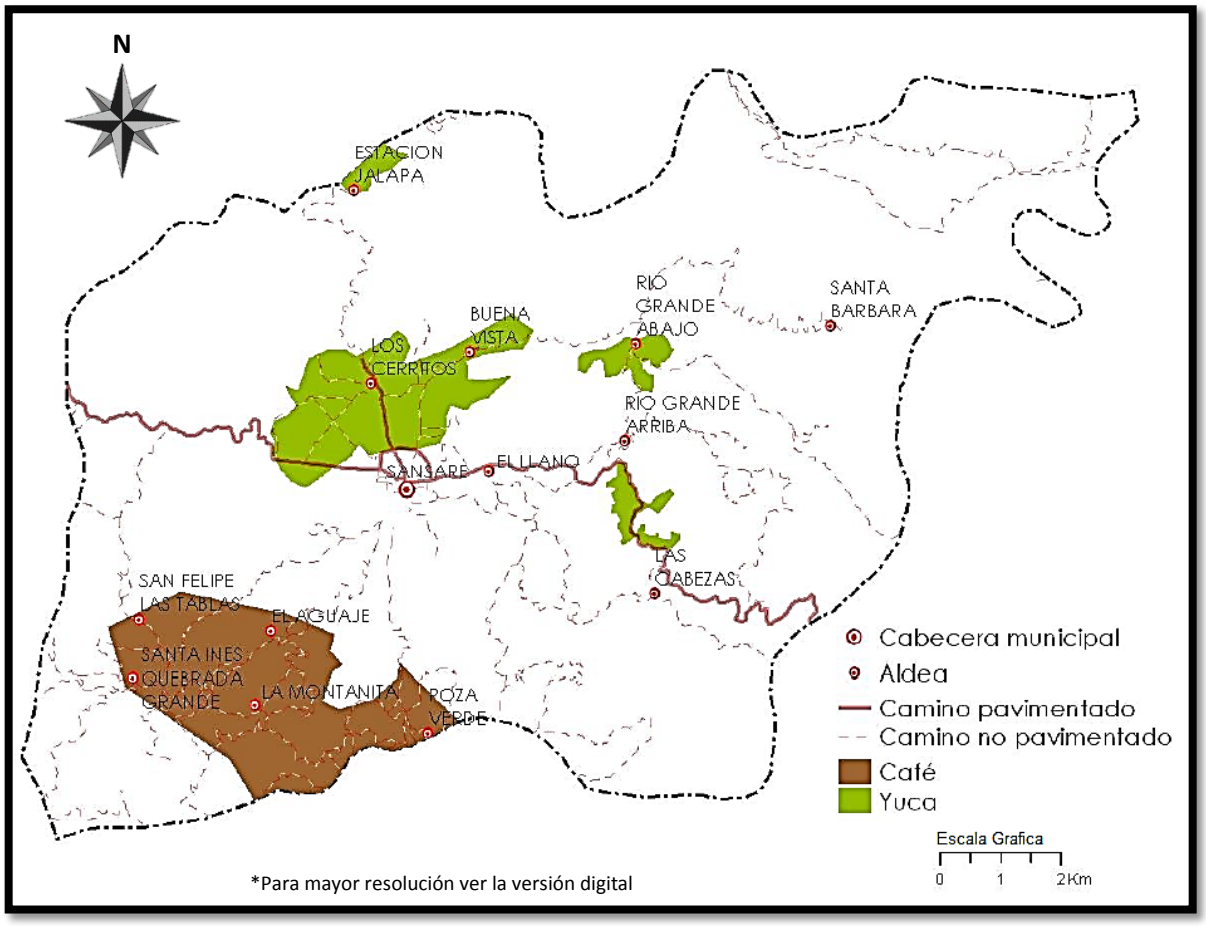
El 22 de mayo del 2017 se realizó un conteo de la organización comercial con mayor importancia en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso. En el cual se contabilizaron 43 comercios solamente en el área urbana. Los cuales están divididos de la siguiente manera:

Tabla 4. Organización comercial al 22/05/2017 Sansare, El Progreso

Tipo de Comercio	Cantidad
Tienda de Abarrotes	17
Comedores	11
Tortillerías	5
Ferreterías	4
Panaderías	3
Bares	3

Fuente: Elaboración propia (2017).

Ilustración 5. Motores económicos del Municipio de Sansare

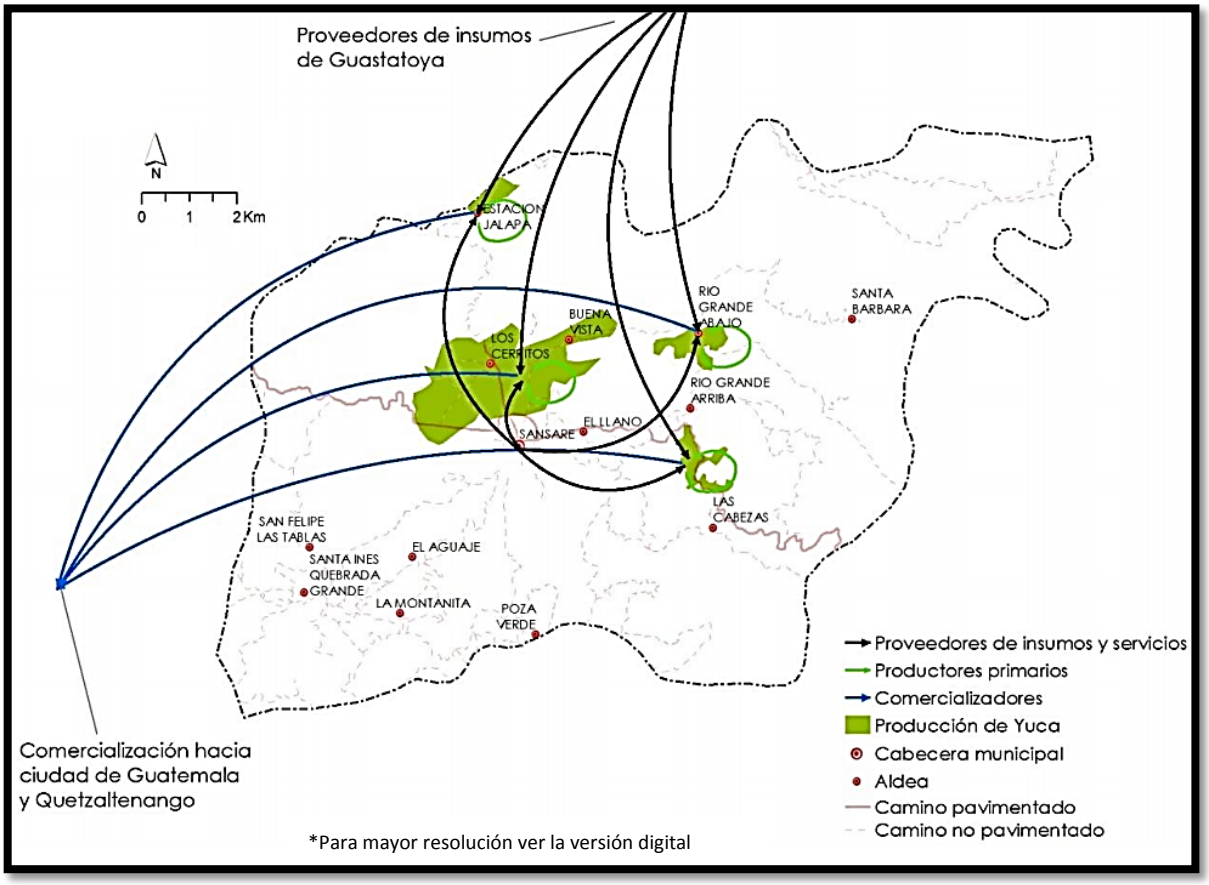


Fuente: SEGEPLAN (2013).

Como se puede apreciar en la ilustración anterior la compra y venta de cultivos se ve impulsada mayormente por el café y la yuca, lo que significa el principal movimiento económico para el municipio.

A continuación se presenta el mapa de las cadenas productivas de la yuca, demostrando de esta manera por qué es uno de los motores económicos para el Municipio de Sansare, y por qué los procesos de producción deben de ser tomados en cuenta para el desarrollo de un plan de gestión municipal de desechos y residuos sólidos.

Ilustración 6. Mapa cadenas productivas de yuca en el Municipio de Sansare, El Progreso



Fuente: SEGEPLAN (2013).

8.2.2.6. Condiciones de Vida y Dimensión Social

La tasa de natalidad para el Municipio de Sansare es de 23.7%.
La tasa de criminalidad para el Municipio de Sansare es de 11.9%.
La tasa de homicidios para el Municipio de Sansare es de 17%.

El 54.14% de la población del Municipio de Sansare se encuentra en situación de pobreza, mientas que el 10.07% en extrema pobreza. La situación de pobreza en el municipio se evidencia mayormente en el área rural en las comunidades más alejadas de la cabecera municipal.

Respecto a la morbilidad las principales causas en el municipio se relacionan con enfermedades del sistema osteomuscular y del sistema respiratorio, las cuales son atribuidas a las condiciones sanitarias y ambientales del municipio, así como a las condiciones de pobreza en las que viven las personas.[2]

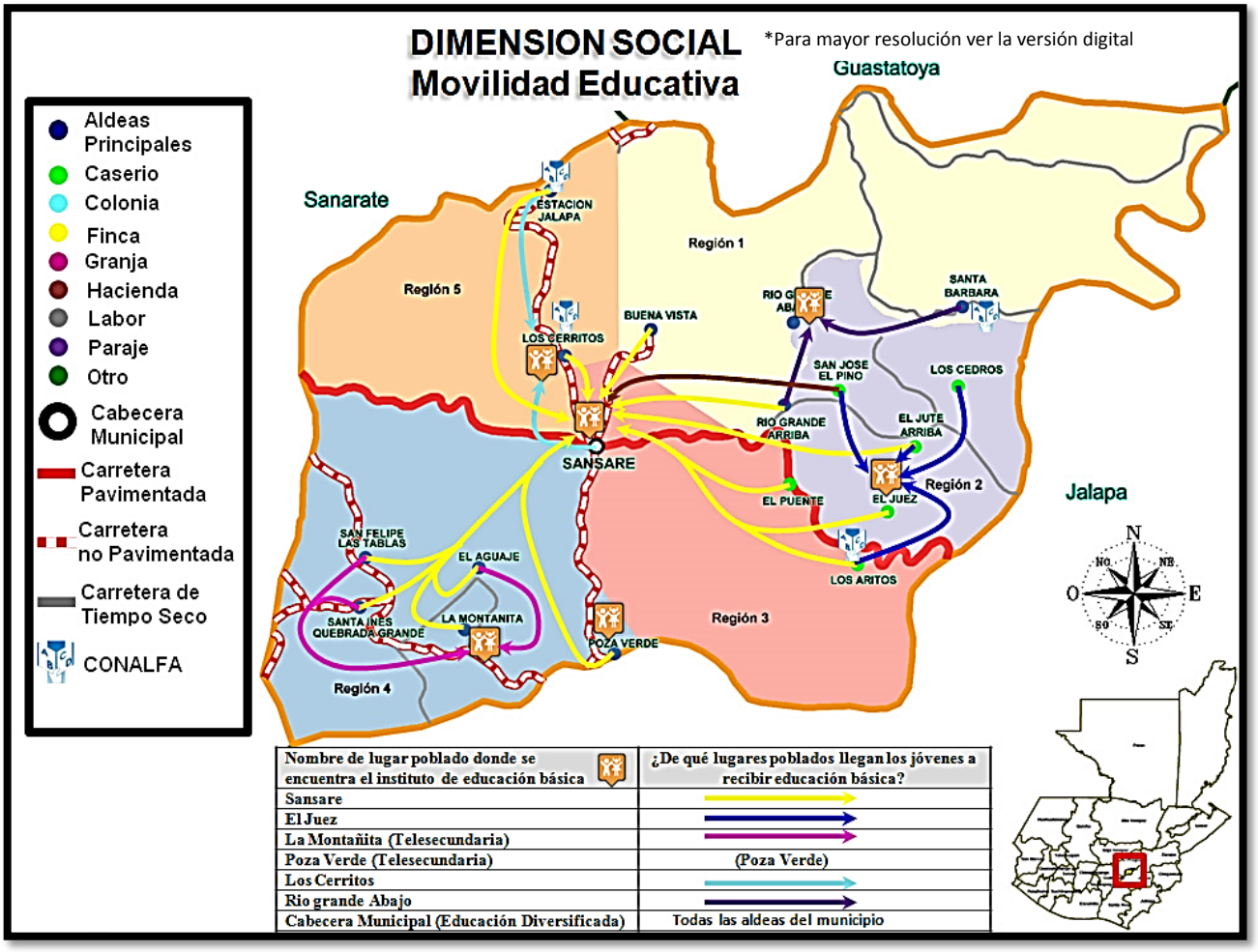
[2] MSPAS, 2009

8.2.2.7. Desarrollo humano

Siendo el desarrollo humano aquel que comprende las posibilidades de tener acceso a diferentes actividades donde los habitantes de una comunidad puedan lograr sus metas, y desarrollar diferentes habilidades para tener una mejor educación, situación laboral, actividades recreativas y culturales.

La municipalidad de Sansare, según lo mencionado en el plan de desarrollo municipal, Sansare tiene un índice de avance educativo medio alto, a nivel departamental es el 4to. Municipio con solamente una diferencia del 2.9% con la cabecera departamental la cual es Guastatoya la cual cuenta con más y mejores condiciones educativas. La tasa de deserción de Municipio de Sansare se ve más elevada en el nivel básico, que es donde los jóvenes tienden a convertirse en mano de obra remunerada, el trabajo tiende a cubrir su tiempo y debido a la remuneración abandonan la escuela para de esa manera apoyar a sus padres económicamente. Actualmente el Municipio de Sansare cuenta con 6 establecimientos de nivel básico y 1 establecimiento del nivel diversificado, ubicados en la cabecera municipal.

Ilustración 7. Movilidad educativa



Fuente: SEGEPLAN (2013).

En lo que respecta a la infraestructura y comunicaciones, el Municipio de Sansare cuenta con acceso de carretera asfaltada. En el kilómetro 53 carretera CA-9 al Atlántico, entronca la ruta nacional numero 4 la cual a una distancia de 14 km lleva al municipio de Sanarate y también comunica con el departamento de Jalapa, teniendo de esta manera comunicación vial con diferentes poblados.

Tabla 5. Distancias de la cabecera a las comunidades principales de Municipio de Sansare.

Distancias en Kilómetros de cabecera a comunidades Sansare, El Progreso	
Comunidades	**Distancia (Km)**
Poza Verde	6
El Aguaje	3
La Montaña	7
Santa Inés Quebrada Grande	11
San Felipe La Tabla	10
Estación Jalapa	9
Buena Vista	2
Rio Grande Abajo	6
Santa Bárbara	13
Rio Grande Arriba	4
El Pino	9
Los Cedros	14
El jute	12
El Juez	10
Las Cabezas	8
Los Aritos	11

Fuente: Dirección Municipal de Planificación (2010).

8.2.2.8. Clasificación municipal

La clasificación municipal es elaborada por SEGEPLAN, en ella se toman en cuenta los siguientes indicadores: Administrativo, Financiero, Servicios Públicos Municipales, Gestión Estratégica, Gobernabilidad Democrática.

Ilustración 8. Clasificación de los indicadores de la Municipalidad de Sansare, El Progreso 2013

Fuente: SEGEPLAN (2017).

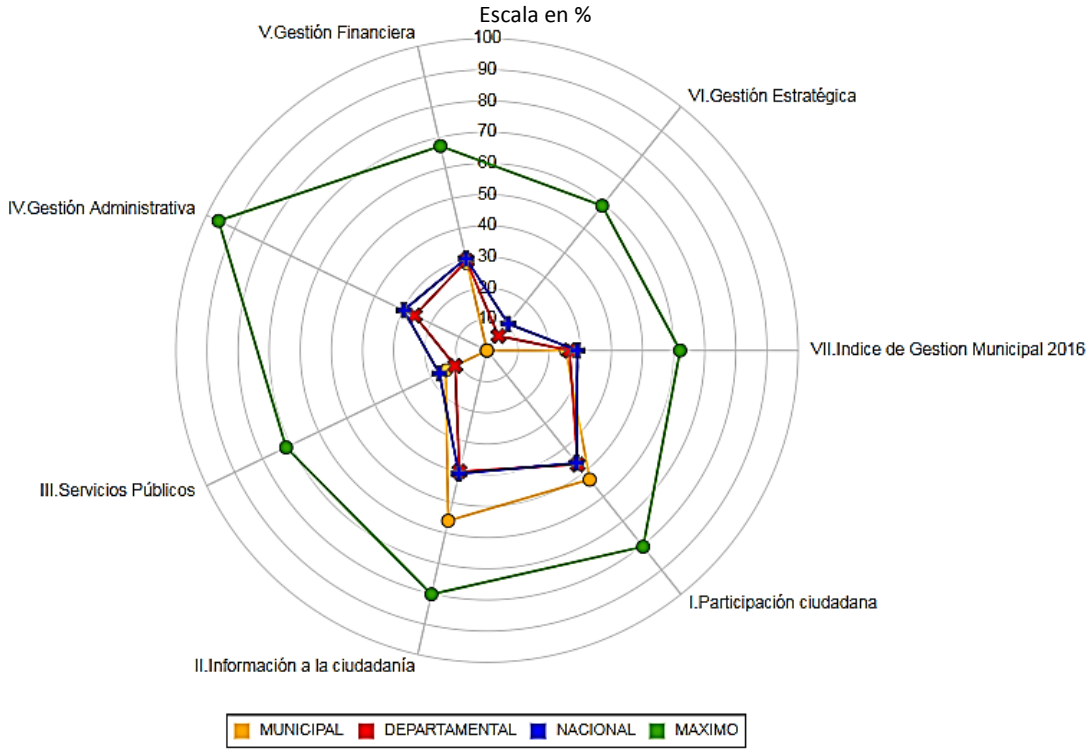
En la gráfica anterior se puede observar que los indicadores del Municipio de Sansare son superiores a los indicadores promedio del departamento del Progreso, teniendo únicamente como puntos débiles la gestión estratégica y la información ciudadana, no obstante estos indicadores están muy por debajo de valor nacional más alto obtenido durante el 2012 atribuyéndose posiblemente a la falta de recursos asignados a la Municipalidad de Sansare, El Progreso.

Ubicando de esta manera al Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala en el puesto 207 a nivel nacional, con un índice de gestión de 0.3184 y una categoría Media en el año de elaboración de esta clasificación.

El 1 de diciembre del 2017 se realizó la presentación del ranking municipal 2016 donde se mostraron los siguientes resultados para el Municipio de Sansare:

Ilustración 9. Clasificación de los indicadores de la Municipalidad de Sansare, El Progreso 2016

	Índice	Municipal	Departamental	Nacional	Máximo
1	VII.Indice de Gestion Municipal 2016	25.3782%	26.5506%	29.0749%	62.099%
2	I.Participación ciudadana	52.9798%	46.7915%	46.1052%	80.5024%
3	II.Información a la ciudadanía	56.0306%	39.8329%	40.5362%	80.2081%
4	III.Servicios Públicos	14.6965%	11.3584%	16.9866%	71.6703%
5	IV.Gestión Administrativa	0%	25.7867%	29.668%	95.7723%
6	V.Gestión Financiera	28.5623%	29.5543%	30.2277%	67.2331%
7	VI.Gestión Estratégica	0%	5.98%	10.9256%	59.3773%



Fuente: SEGEPLAN (2018).

Como se puede observar en la ilustración anterior el índice de gestión municipal 2016 bajo a un 0.2538 de un índice de gestión municipal de 0.3184 alcanzado en el 2013, esto posiciona actualmente a la Municipalidad de Sansare en el puesto 217 bajando de esta manera 10 puestos en el Ranking Municipal.

Dando a conocer que el municipio se encuentra en una calidad media baja en el índice de gestión municipal y gestión financiera, una calidad baja en gestión estratégica, administrativa y servicios públicos. Y una calidad media en participación ciudadana e información ciudadana.

Para el desarrollo de un plan para la gestión integran de desechos y residuos sólidos es necesario fortalecer el índice de servicios públicos y gestión financiera como pilares para una buena formulación de planes, sin descuidar los demás índices ya que como conjunto forman las bases fundamentales para el desarrollo óptimo del Municipio de Sansare.

8.2.2.9. Producción industrial

Como se menciona en el plan de desarrollo municipal de Sansare, el 63.69% de la población se enfoca en actividades agrícolas, el 16.31% en actividades comerciales y de servicios, un 10% en actividades de industria.

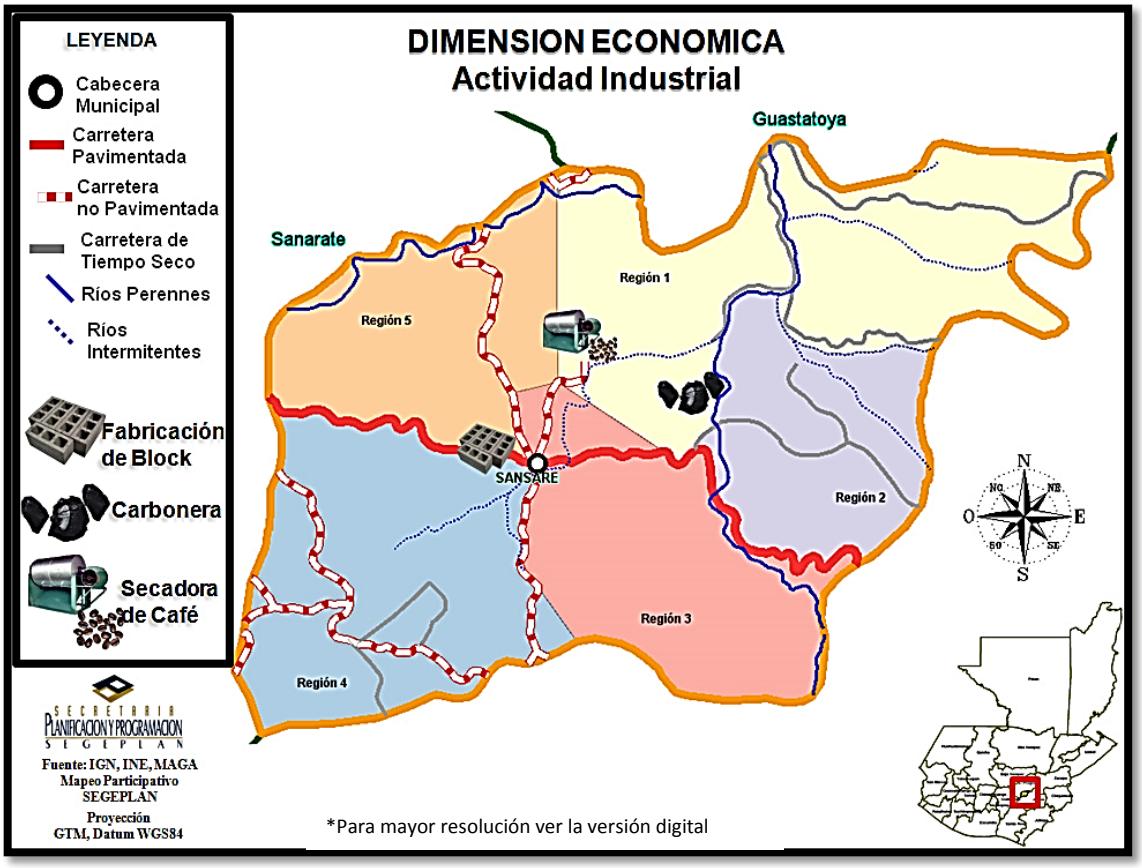
Los mayores usos para la tierra y su explotación son agrícola y pecuario los cuales abarcan un poco más del 55% del uso que se le da para la producción de insumos. Los principales motores económicos en agricultura son; el café, la yuca, maíz, frijol, tomate. Y en comercio son; tiendas, comedores, carnicerías.

La producción agrícola que más se genera y comercializa en este municipio es la yuquilla o almidón granulado, conformando estas etapas, el pelado, molido, colado, secado y envasado.

El pelado de la yuquilla es el proceso que genera más desecho ya que en este se elimina la capa expuesta de la misma para poder pasar al proceso de molido.

A continuación se presenta un mapa de las actividades económicas industriales que se pueden encontrar en la región:

Ilustración 10. Actividad industrial en el Municipio de Sansare



Fuente: SEGEPLAN (2009).

8.2.2.10. Basureros a cielo abierto

Por definición este es un lugar donde es depositada la basura sin existencia de planeación ni obras de control, con equipamiento deficiente o nulo para la clasificación de los residuos sólidos. En el Municipio de Sansare existen pocas localidades como estas ya que con el sistema de recolección se han minimizado los basureros clandestinos, siendo estos más propensos a generarse en las áreas más alejadas de la cabecera municipal.

8.2.2.11. Basura comercial doméstica

La basura comercial domestica incluye todos los residuos y desechos generados por las viviendas y los comercio como las tiendas, carnicerías, restaurantes, etc. Este tipo de residuos son los que más se generan en la cabecera municipal y en el área rural, ya que en esta área no se llevan a cabo las diferentes actividades agrícolas e industriales.

8.2.2.12. Plan de manejo de desechos sólidos

Según se menciona en el Plan de Desarrollo Municipal de Sansare elaborado por SEGEPLAN (2010), el municipio para el año 2025 prevé contar con un sistema de manejo de desechos sólidos y aguas residuales, los cuales serán creados para evitar o disminuir la contaminación ambiental, de manera especial para mantener la calidad de los recursos hídricos y del aire.

En la actualidad el relleno sanitario se encuentra ubicado en la aldea Los Cerritos en las cercanías de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, este relleno sanitario según la Municipalidad de Sansare cuenta con un diseño para un correcto almacenamiento de la basura, en su diseño se toma en cuenta un área designada para la clasificación de basura, separando así los desechos de los residuos que pueden reciclarse para un mejor control del relleno. El relleno sanitario del Municipio de Sansare cuenta únicamente con el levantado de una malla perimetral, un pequeño caminamiento por el cual los camiones descienden, una galera para la clasificación y el lugar destinado para depositar la basura.

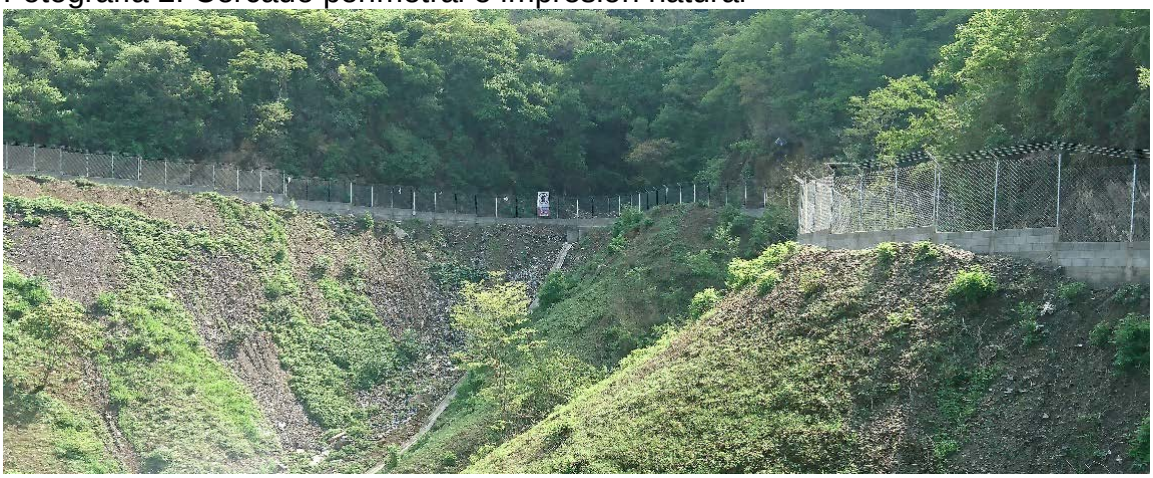
Según datos proporcionados por la Dirección de Desarrollo Municipal de Sansare, El Progreso, este relleno es utilizado por los poblados de Sansare en un 65% y el 35% restante por los poblados de Buena Vista, Los Cerritos y San Vicente de Paul.

A continuación se presentan fotografías del relleno sanitario del Municipio de Sansare, tomada el 15/05/2017:

Fotografía 1. Entrada al relleno sanitario (portón y muro)

Fuente. Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare.

Fotografía 2. Cercado perimetral e impresión natural



Fuente. Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare.

Fotografía 3. Galera de clasificación

Fuente. Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare.

Fotografía 4. Sector para depositar la basura

Fuente. Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare.

8.2.3. Caracterización de los residuos sólidos

8.2.3.1. Metodología de caracterización de residuos y desechos sólidos

Existen diferentes metodologías para la realización de una caracterización de residuos y desechos sólidos. Para esta caracterización de residuos y desechos sólidos se toman como referencia los lineamientos establecidos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), este es un método sencillo para el análisis de residuos sólidos, elaborado por el Dr. Sakurai Kunitoshi.

La metodología empleada tiene los siguientes rasgos:

1. Tamaño de la muestra (n)
    a. Es necesario determinar la desviación estándar (PPC) (V)
    b. Contar con el total de viviendas del área de estudio (N)
    c. Establecer un error permisible (E)
    d. Establecer un grado de confiabilidad

2. Producción per cápita
    a. La (PPC) no indicara cuantas muestras son necesarias.
    b. Se recolectan el número de muestras y se pesan mediante una báscula colgante
    c. La recolección de las muestras se realizan durante 7 días
    d. Al pesar cada muestra se debe colocar la cantidad de habitantes por hogar
    e. Se debe realizar la prueba con los mismos hogares para realizar un promedio
    f. Se debe realizar un promedio simple de todas las viviendas para obtener el PPC promedio.

3. Composición física
    a. Se clasificaran los residuos en los diferentes tipos de residuos a investigar (cartón y papel, metal, orgánico y plástico).
    b. Cada recipiente contenedor tendrá solo un tipo de residuos
    c. Se pesara cada tipo de residuo
    d. Se realizara este procedimiento hasta obtener las muestras necesarias según el tamaño de la muestra.

8.2.3.2. Determinación del tamaño de la muestra

Para la realización de una correcta caracterización de los residuos sólidos es necesario que la muestra sea representativa del universo de la población, es por eso que la determinación de la muestra es uno de los procesos más importantes. Una muestra con gran tamaño puede llevar a necesitar recursos innecesarios y de esta manera generar más gastos, por lo contrario, una muestra demasiado pequeña puede llegar a no ser representativa y dar resultados erróneos. Para la obtención del tamaño de la muestra se utilizara el método Dr. Sakurai la cual emplea la siguiente formula:

Ecuación 2. Determinación tamaño de la muestra

$$n = \frac{V^2}{\left(\frac{E}{1.96}\right)^2 + \frac{V^2}{N}}$$

Fuente: Norma Mexicana NMX-AA-61 (1985).

n: tamaño de la muestra
V: Desviación estándar, este valor es igual a la producción per cápita (PPC)
E: error permisible, este valor puede estar entre los rangos 1% al 15% de la PPC según la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985.
N: total de viviendas donde se realiza el estudio

La selección del valor del error permisible dependerá del grado de confiabilidad que se tenga respecto a la calidad de las muestras que se trabajaran.

8.2.3.2.1. Pre-muestreo

El método de pre-muestreo se realiza en base a la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, la cual hace referencia a la protección al ambiente, contaminación del suelo, residuos sólidos municipales, y determinación de la generación.

Para encontrar la PPC necesaria para utilizar la fórmula del Dr. Sakurai la cual está indicada en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, en esta es fundamental establecer la cantidad de muestras necesarias para que la PPC sea tomada como correcta.

De acuerdo con la norma antes mencionada, la determinación de la generación per-cápita de los residuos sólidos domésticos es un procedimiento que debe de realizarse en el campo. Este parámetro se obtiene con base a la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-dia, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio, el cual implica no utilizar siempre las mismas muestras en campo, con una duración de siete días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población a analizar.

En el caso de esta caracterización ya que solo se centra en el área urbana de la cabecera municipal de Sansare, es necesario hacer un solo pre-muestreo. El pre-muestreo necesita que se selecciones un riesgo “O”, este riesgo a seleccionar dependerá de los siguientes factores:

- Conocimiento de la localidad
- Calidad técnica del personal participante
- Facilidad para realizar el muestreo
- Características de la localidad a muestrear
- Exactitud de la báscula por emplear

8.2.3.3. Técnicas del muestreo

Las cantidades y composición de los residuos sólidos que son encontrados en los sitios de disposición final, presentan una diferencia a los encontrados en su lugar de origen, ya que estos se ven alterados por las diferentes acciones al realizar la recolección. Esto es debido a que durante todo el trayecto de recolección y colocación los residuos son separados, mezclados y examinados para poder recuperar materiales que pueden utilizarse nuevamente en otro tipo de actividades.

La técnica de muestreo dependerá del proceso que se desea analizar, en el caso de la caracterización de los residuos la cual depende de establecer en que cantidades se generan los distintos tipos de residuos y quienes son los que generan estos mismos, es necesario realizar las pruebas en el lugar donde se generan, ya que esto asegura la integridad de la muestra.

Por otro lado cuando el estudio se centra en la capacidad de almacenamiento de un recinto, volúmenes generados o almacenados, capacidad de camiones recolectores de los rellenos sanitarios, es necesario que el muestreo se realizarse en el lugar de disposición final.

En este estudio se realizara el análisis de la generación de los residuos sólidos; que tipo de residuos se generan, que componentes tienen, sus cualidades al ser generados, las cantidades en que estos se genera. Debido a esto la muestra significativa debe ser obtenida en el lugar de origen.

8.2.3.4. Análisis físico de los residuos sólidos

El análisis físico de los residuos sólidos hace referencia a la capacidad de determinar las características tales como la densidad, peso, volumen, etc., es decir todas aquellas peculiaridades o atributos físicos de los residuos que se generan, los cuales son descriptivos para las muestras que se analizan, estas características son obtenidas mediante cálculos matemáticos y pruebas de campo.

8.2.3.5. Producción per cápita de residuos sólidos (PPC)

Para la estimación de la producción per cápita de los residuos sólidos se efectúa el pesaje de cada una de las muestras necesarias indicadas por el Pre-Muestreo, durante los días establecidos de igual manera por el Pre-Muestreo, anotando el valor en una lista con el número de habitantes correspondiente a cada vivienda. Este proceso se realiza en cada una de las muestras.

Se obtiene el promedio de la PPC por vivienda de la siguiente manera:

$$PPC(Kg/(per\ x\ dia)) = \frac{peso\ dia\ 1 + peso\ dia\ 2 + \cdots + peso\ dia\ n}{No.\ de\ dias\ x\ No.\ de\ personas\ por\ vivienda}$$

El resultado anterior permite obtener la producción per-cápita por persona por día, para cada una de las diferentes viviendas donde se realiza el pre-muestreo. El valor promedio de la PPC para el total de las viviendas muestreadas se obtiene de la siguiente manera.

$$PPC(Kg/(per\ x\ dia)) = \frac{\sum PPC\ Promedio\ de\ las\ viviendas}{No.\ Total\ de\ viviendas}$$

8.2.3.6. Prueba de densidad

La determinación de la densidad de los residuos sólidos se hace una vez con una muestra de los residuos que se generan en el origen y la otra en el lugar de disposición final, mediante el siguiente procedimiento:

- Preparar un recipiente para contener los residuos sólidos, en este caso una cubeta y una báscula colgante para efectuar el pesaje.

- Pesar el recipiente vacío y tomar sus dimensiones para calcular su volumen

- Colocar en el recipiente la muestra de los residuos sólidos, tratando de no ejercer presión. Luego se deja caer al piso desde una altura de 10 cm con el objetivo de llenar los espacios que se pudiesen haber quedado vacíos, repitiendo esta actividad 3 veces. Se prosigue de la misma forma hasta llenar completamente el recipiente.

- Pesar el recipiente con la muestra de residuos y por diferencia de pesos se determina el peso de los residuos.

- Se determina la densidad dividiendo el peso de los residuos sólidos entre el volumen del recipiente.

$$D = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

Donde:

D = Densidad de los residuos sólidos (kg/m^3)

P1 = Peso del recipiente (Kilogramos)

P2 = Peso del recipiente contendiendo la muestra de residuos sólidos.

V= Volumen del recipiente (m^3)

8.2.3.7. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

La prueba de composición física permite determinar cuál es el porcentaje de los diferentes componentes presentes en los residuos sólidos. Esta es determinada por el siguiente procedimiento según la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985:

- Obteniendo el tamaño de la muestra de la fórmula del Dr. Sakuari, se procede a realizar durante los días de recolección los pesajes de las distintas muestras hasta completar la cantidad de muestras necesarias.

- Se toman 12 residencias distintas por día de muestreo, distribuidas por toda el área rural de la cabecera municipal de Sansare.

- Durante 12 días se realiza la recolección de sus basuras.

- La recolección de las muestras de basura deben realizarse antes de que el camión recolector pase, es decir entre 5:30 am a 6:30 am, ya que éste inicia su ruta a las 7am.

- Luego de obtener las muestras se prepara un lugar para poder manipular los residuos de cada una de las muestras.

- Las muestras recolectadas se proceden a separar en los distintos tipos a analizar (orgánico, papel y cartón, plástico y metales), en recipientes vacíos.

- Se realizan los pesos de cada uno de los tipos por muestra obtenida, cabe indicar que el procedimiento se realiza 12 veces para obtener los datos de todas las muestras.

- Se determina la composición porcentual de los residuos sólidos dividendo el peso de cada una de las categorías, entre el peso total de la muestra.

- Los trabajos de determinación de la composición física, deben efectuarse de la manera más rápida posible, ya que durante el proceso los residuos pierden humedad. Por lo cual entre más rápido se realiza el trabajo se tiene una mejor exactitud en los resultados.

8.2.3.8. Determinación del potencial de hidrogeno (pH) de la muestra

La determinación del pH se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- Se toman 4 muestras aleatorias que puedan almacenarse en una bolsa 1 galón, la muestra debe de ser de residuos tipo orgánico durante el procedimiento de caracterización física.

- Se procede a triturar las muestras orgánicas de manera que estas queden homogenizadas de su contenido, se puede utilizar un molinillo (utensilio de cocina).

- Se colocan en un recipiente cada una de las muestras de manera que el mismo no quede completamente lleno.

- Se procede a realizar presión sobre la muestra de manera a que ésta libere líquido.

- Se procede a colocar papel tornasol o pH utilizado en un laboratorio químico sobre cada una de las muestras y de esta manera determinar el pH mediante el color que presente el papel, comparándolo con la escala de colores mostrada en el contenedor del papel pH.

8.2.3.9. Determinación del porcentaje de humedad

Se utiliza el método de secado al horno, ya que es el más exacto, como se indicó anteriormente esta prueba puede ser realizada sin una certificación de laboratorio, sin embargo si se desea certificar el mismo tiene un costo y es necesario realizar nuevamente el muestreo. Este método se realiza de la siguiente manera:

- Se preparan capsulas que contendrán las muestras, limpiándolas de todo residuos de anteriores experimentos.

- Se prepara el horno de laboratorio, encendiéndolo y colocando una temperatura de 120° C, para que éste se empiece a calentar y esté listo al momento de introducir las muestras.

- Se procede a identificar cada uno de los recipientes en los que se colocaran las muestras.

- A continuación se pesa cada uno de los recipientes.

- Luego se procede a colocar en cada uno de los recipientes muestras orgánicas trituradas, hay que recordar que estas muestras deben estar libres de residuos metálicos, plásticos, vidrios, etc.

- Al introducir la muestra de los residuos se debe tener cuidado de no comprimir el material.

- Con el recipiente lleno a ¾ de su capacidad se procede a pesar cada uno de los recipientes.

- Ya con todos estos datos anotados, se introducen las muestras en el horno de laboratorio durante 24 horas continuas, con el fin de eliminar toda la humedad de la muestra.

- Al pasar las 24 horas se saca una muestra del horno y se pesa, se introduce nuevamente la muestra por 5 minutos al horno y se vuelve a pesar si esta no obtuvo una diferencia de peso se procede a sacar todas las muestras y pesarlas.

- Se calcula el porcentaje de humedad de los residuos de la siguiente manera.

$$\%Humedad = \frac{(P_1 - P_0) - (P_2 - P_0)}{(P_1 - P_0)} \, x \, 100$$

Donde:

P0 = Peso del recipiente

P1= Peso de la muestra original

P2= Peso de la muestra seca

8.2.3.10. Determinación del porcentaje de cenizas

Como se indicó anteriormente esta prueba puede ser realizada sin una certificación de laboratorio, sin embargo si se desea certificar la misma tiene un costo y es necesario realizar nuevamente el muestreo. Para determinar el porcentaje de cenizas de los residuos sólidos se efectúan los siguientes pasos:

- Las capsulas metálicas de laboratorio que contienen las muestras para determinar el % de humedad se vuelven a introducir en el horno.

- El horno se coloca a 230°C durante 3 horas permanecen dentro las muestras.

- Luego se transcurrido este tiempo se visualiza que las muestras estén completamente calcinadas.

- Se sacan las muestras del horno y se vuelven a pesar cada una de ellas.

- Se calcula el porcentaje de cenizas de los residuos sólidos de la siguiente manera:

$$\%Ceniza = \frac{(P_3 - P_0)}{(P_2 - P_0)}\ x\ 100$$

Donde:

P0 = Peso del recipiente

P2= Peso de la muestra seca

P3= Peso de las cenizas

8.2.3.11. Determinación de la carga contaminante de los residuos sólidos

Cada residuo sólido, sin importar su origen o forma, tiene una composición química específica, esta composición química es la que nos indicara su grado de contaminación, es decir la carga contaminante. La carga contaminante de los residuos sólidos dependerá de su forma de disposición y la exposición que esta ha tenido al medio que lo rodea.

Tabla 6. Porcentajes de los compuestos de los residuos sólidos

Componente	Por ciento en peso (base seca)				
	Carbón	Hidrogeno	Oxigeno	Nitrógeno	Azufre
Papel y cartón	44	5.9	44.6	0.3	0.2
Plásticos	60	7.2	22.8	0	0
Metales	4.5	0.6	4.3	0.1	0
Orgánicos	48	6.4	37.6	2.6	0.4

Fuente: TCHOBANOGLOUS (1994).

La carga contaminante se estima mediante cálculos matemáticos de la siguiente manera:

- Se verifica si esta es una muestra seca o húmeda.

- Se determina el peso de la muestra (seca y/o húmeda)

- Se separa la muestra según su componente (orgánico, papel y cartón, plástico o metal)

- Determinar el peso de cada componente, (Según el porcentaje existente en cada segmento de los residuos sólidos). Preferiblemente en seco.

- Calcular la carga contamínate de cada elemento según su peso atómico (trasladando de kilogramos a moles) y sumarla:

    - Moles = peso (kilogramo elemento * 1000) / peso atómico
    - Simplificar la ecuación utilizando como base el nitrógeno (N) o el azufre (S), dividiendo o multiplicando los valores obtenidos para que sean igual a 1 (N o S)

    - Pesos atómicos de los elementos presentes en los residuos sólidos

A continuación, se presentan los pesos atómicos de los elementos para ser utilizados en el cálculo de la carga contamínate

Tabla 7. Pesos atómicos de los elementos presentes en los residuos sólidos.

Componente	Peso atómico (g/mol)
Carbono	12.00
Hidrogeno	1.01
Oxigeno	16.00
Nitrógeno	14.00
Azufre	32.00

Fuente: Tabla periódica de los elementos

8.2.4. Descripción de la situación actual

En la República de Guatemala con el reciente Acuerdo Gubernativo 281-2015, se busca implementar y fortalecer la gestión integral de los residuos y desechos sólidos con los actores y sectores involucrados a través de la participación social para propiciar un desarrollo sostenible en Guatemala, con el propósito de garantizar la preservación del ambiente y la salud humana, de manera que éste proteja el derecho a la vida mediante la reducción de los niveles de contaminación y conservación de los recursos naturales, normando a través del apoyo de un marco jurídico la gestión integral de los residuos y desechos sólidos.

8.2.5. Generalidades

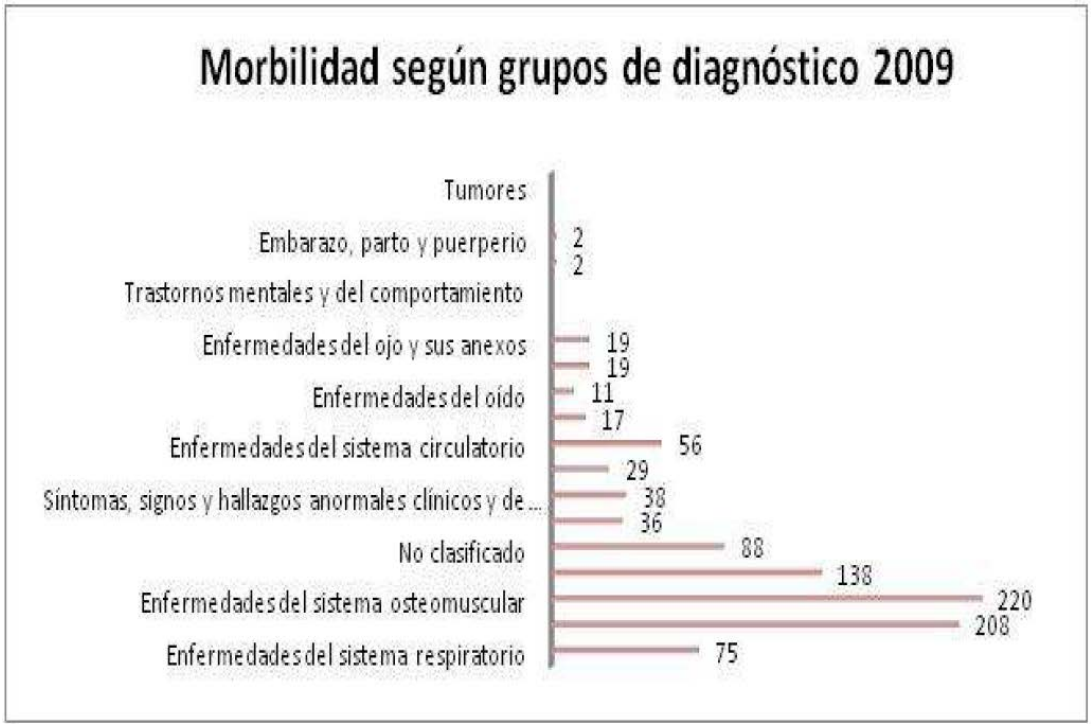
El Plan de Desarrollo Municipal de Sansare, índica que tomando en base las proyecciones del INE del censo 2010 para el año 2025 en el Municipio de Sansare, habrá aproximadamente 3,522 hogares que demandaran el servicio de agua potable y ríos libres de contaminación, para garantizar lo anterior es necesario que el municipio cuente con un plan de manejo de los residuos sólidos, instalaciones adecuadas para su clasificación y disposición final, a fin de que estos residuos sólidos no contaminen el suelo, además de concientizar a la población del municipio para que no provoque más daño el ambiente donde vive.

8.2.6. Aspectos vinculados con la salud de las personas

8.2.6.1. Morbilidad en el Municipio de Sansare, El Progreso

Según se especifica en el plan de desarrollo municipal de Sansare, las causas de morbilidad en el municipio están ligadas a enfermedades que son causadas por las condiciones sanitarias y ambientales del municipio, afectando el sistema osteomuscular y el sistema respiratorio.

Ilustración 11.Morbilidad según grupos de diagnóstico 2009 Sansare, El Progreso.



Fuente: MSPAS (2009),

8.2.7. Aspectos vinculados al medio ambiente

8.2.7.1. Problemática generada en el medio ambiente por la mala disposición de los residuos sólidos

Uno de los problemas con más impacto en esta región es que no toda la población hace uso de los servicios de recolección de basura, algunos prefieren quemar su basura y de esta manera contaminan aún más el ambiente, mientras otro grupo elige botar los desechos sólidos en lugares públicos o en las carreteras provocando que se proliferen los basureros clandestinos, produciendo una mayor contaminación ambiental.

8.2.8. Manejo actual de los residuos sólidos

8.2.8.1. Manejo de los residuos sólidos a nivel municipal

Antes del año 2016, la recolección de los desechos sólidos era gestionada por la municipalidad de Sansare, El progreso. Pero los camiones recolectores la llevaban al relleno sanitario de Sanarate, El Progreso. Esto implicaba que la tarea de recolección conllevaba más tiempo, y los días de recolección en ocasiones se veían afectados por la falta de regularidad.

Durante el periodo de preparación de la zona del nuevo relleno sanitario, se decidió depositar todos los residuos sólidos en un terreno aledaño a un campo de futbol del municipio y frente a una estación de emergencias del mismo municipio, durante este periodo se almacenaron los residuos y se generó una gran cantidad de contaminación en este lugar, ya que al no ser un lugar apto para el depósito de los desechos para reducir su volumen se procedía a quemar los mismos.

Fotografía 5. Quema de basura en el lugar de depósito provisional I

Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos, 19/06/2017

Fotografía 6. Quema de basura en el lugar de depósito provisional II

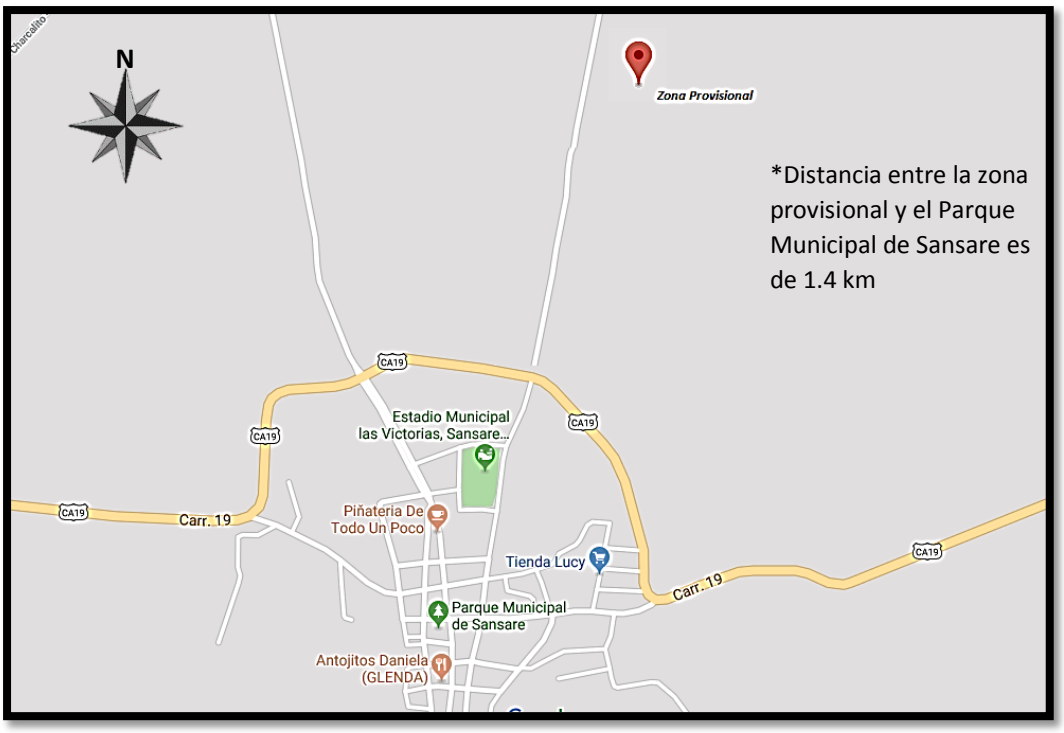
Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos, 19/06/2017

Hasta mayo del 2017, se finalizó la preparación de la zona del nuevo relleno sanitario y se llevó toda esta basura a este nuevo relleno sanitario, pero se dejaron restos de los desechos.

Fotografía 7. Desechos sólidos aun encontrados en el terreno aledaño al campo de futbol

Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos, 19/06/2017

Ilustración 12. Ubicación de la zona provisional (14°45’19.6” N, 90°06’44.6”W) a 1.6km del parque Municipal de Sansare.



Fuente: Google, Imágenes ©2017 CNES/ Airbus Datos del mapa ©2017 Google, Consultado en red el 10/09/17.

8.2.8.2. Almacenamiento de residuos sólidos en el hogar

El almacenamiento de los desechos sólidos dentro de los hogares del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso se realiza mediante bolsas plásticas y costales, esto pudo determinar mediante observación.

Fotografía 8. Métodos de almacenaje de desechos sólidos

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 24/04/17

8.2.8.3. Recolección de residuos sólidos y trasporte municipal

La recolección de los residuos sólidos actualmente es realizada por dos camiones cerrados de 2 ton y 3 ton propiedad de la municipalidad de Sansare, El Progreso. Estos inician la recolección a las 7 am.

Fotografía 9. Camión de recolección I

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 27/03/2017

Fotografía 10. Camión de recolección II

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 27/03/2017

Cada camión de recolección tiene una ruta establecida, además por el tamaño de algunas calles solamente uno de los dos puede acceder a los hogares, de no ser así los ayudantes del camión realizan la recolección a pie.

8.2.8.4. Barrido de calles y áreas públicas

La municipalidad de Sansare, El Progreso tiene a su disposición cuadrillas para el barrido de las calles y áreas públicas, estos salen diariamente de lunes a sábado y cuando existen festividades determinadas, para mantener la limpieza de las áreas públicas del municipio.

Fotografía 11. Recolección de desechos luego de un evento.

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 12/05/2017

Fotografía 12.Cuadrillas de recolección

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 13/03/2017

Estas cuadrillas con anterioridad no contaban con uniforme de la municipalidad de Sansare, El Progreso. En la actualidad estos ya se encuentran debidamente identificados, acción que contribuye a que la población reconozca el esfuerzo que hace la municipalidad por mantener las áreas públicas limpias.

8.2.8.5. Frecuencia de recolección

La frecuencia de recolección de los camiones es de 3 veces por semana, siendo los siguientes días en los que se recolecta; lunes, miércoles y viernes.

La recolección que se realiza el día miércoles es mayor, debido que es el día de mercado; en este caso los desechos son reunidos por las cuadrillas de limpieza.

8.2.8.6. Cobertura del área de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso sobre el manejo de los desechos sólidos

8.2.8.6.1. Disposición final

Actualmente la disposición final de los desechos sólidos recolectados en el Municipio de Sansare, es llevarlos al relleno sanitario municipal. Durante el trayecto al relleno sanitario los operarios del camión recolector separan los plásticos y aluminios colocándolos en sacos, cuando llegan al relleno sanitario el camión vierte los desechos en el lugar designado para colocar la basura y los sacos llenos de plásticos y aluminios son colocados en una galera para luego ser vendidos a otros recolectores que los llevan a recicladoras.

8.2.8.6.2. Manejo de los residuos sólidos hospitalarios

En el Municipio de Sansare, existe 1 centro de salud y 4 centros auxiliares (Los Cerritos, San Felipe, Rio Grande Abajo y Caserío El Jute), de los cuales 1 no se encuentra en funcionamiento. Todos los residuos son llevamos al centro de salud central en el cual se clasifican como desechos comunes y desechos hospitalarios.

Tabla 8. Servicio de salud en el Municipio de Sansare.

Servicio de Salud, Sansare, El Progreso		
Unidades de Salud	**Lugar Ubicación**	**Comunidades a las cuales les da cobertura**
Centro de Salud	Sansare	A todas las comunidades del municipio
Puesto de Salud	Los Cerritos	Buena vista
Puesto de Salud	San Felipe La Tabla	Santa Inés, Quebrada Grande
Puesto de Salud	Rio Grande Abajo	Santa Bárbara y Rio Grande Arriba
Puesto de Salud	El Jute	Los Cedros, El Pino, El Juez

Fuente: SEGEPLAN, (2009).

Fotografía 13. Centro de Salud, Sansare

Fuente Elaboración propia Centro de salud del Municipio de Sansare (2017).

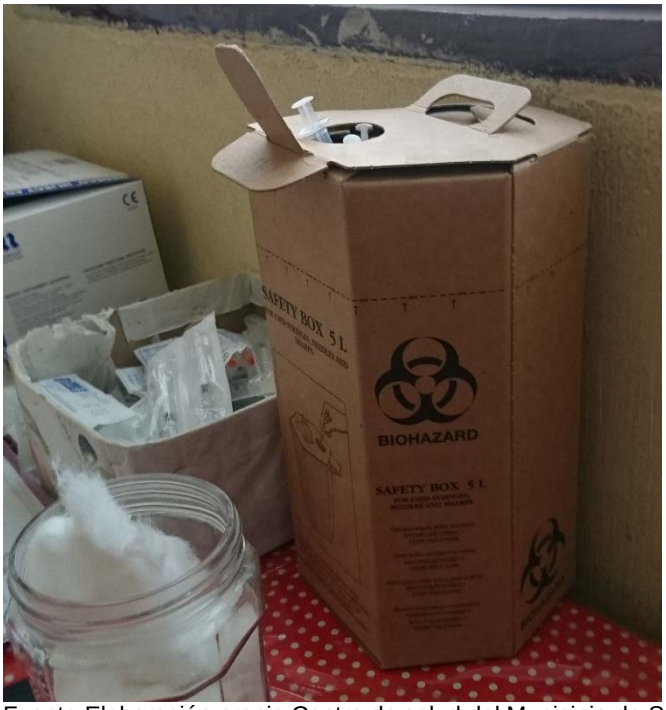
La empresa que recolecta todos los residuos hospitalarios es Ecotermo, ellos acuden 1 vez al mes, por lo que reúnen una gran cantidad de residuos, estos son llevados a Guastatoya para su almacenamiento, para luego entregarlos a Ecotermo y que ellos le den la disposición final a los desechos hospitalarios.

Fotografía 14. Separación de residuos

Fuente Elaboración propia Centro de salud del Municipio de Sansare 24/04/17

Como se puede visualizar en la anterior imagen los mismos colaboradores del centro de salud separan los desechos que se generan, algodón, envases, plásticos y gazas.

Fotografía 15. Jeringas depositadas en contenedor marcado como “Riesgo Biológico”



Fuente Elaboración propia Centro de salud del Municipio de Sansare 24/04/17

La cantidad generada en promedio al mes de desechos hospitalarios es de 1 quintal, lo que mayormente se genera es lo relacionado a las vacunas debido que éstas se colocan por día de 25 a 30 unidades.

Los desechos ordinarios son recolectados por los camiones recolectores municipales los lunes y miércoles, para ser llevados al relleno sanitario donde se les dará su disposición final.

Fotografía 16. Almacenamiento de desechos ordinarios

Fuente Elaboración propia Centro de salud del Municipio de Sansare. 24/04/17

Toda la basura es separada y los desechos hospitalarios nunca son enviados al relleno sanitario.

Fotografía 17. Encargados de las programaciones y almacenamiento correcto de los desechos hospitalarios.

Fuente Elaboración propia Centro de salud del Municipio de Sansare 24/04/17

8.2.8.6.3. Mercado municipal

El merado municipal está ubicado en la cabecera municipal, es una edificación de un nivel, abre todos los días de la semana ya que está compuesto también por locales, no existen mercados en el área rural, los habitantes de las aldeas normalmente se dirigen a la cabecera municipal el día de mercado (miércoles) que es cuando se colocan variedad de puestos alrededor de la plaza central para la venta de producto agrícolas y de esta manera los habitantes pueden abastecerse. La municipalidad debido al conocimiento de esta actividad, contempla el aumento de generación de desechos. Por lo cual en la tarde de los días miércoles un camión esta designado para recoger todos los desechos sólidos y llevarlos al relleno sanitario.

8.2.8.6.4. Reciclaje

El aprovechamiento de los residuos sólidos que se generan es realizado por los guajeros del lugar ya que ellos separan la basura y recuperan los materiales que pueden ser vendidos para su reutilización como los son plásticos, cartón y aluminio.

Fotografía 18. Trasporte de Plásticos recolectados

Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos 10/04/17

Los guajeros indican que pueden recolectar entre 0.5qq a 1.5qq de plásticos cada 15 días, las diferentes recolecciones las reúnen en el Municipio de Sanarate para luego llevarlas para la venta a la Capital. Estas actividades representan un riesgo para la salud de los guajeros ya que entran en contacto directo con la basura sin utilizar un equipo adecuado de protección (guantes, lentes, mangas, etc.).

8.2.9. Diseño del estudio de caracterización de los residuos sólidos

8.2.9.1. Delimitación del área de estudio

El área en la que se realizó el presente estudio incluyó el área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala. Teniendo en cuenta los distintos comercios y hogares que se encuentran en esta región.

Ilustración 13. Micro-localización del área urbana de la cabecera municipal de Sansare.

Fuente: Municipalidad de Sansare (2016).

8.2.9.2. Pre-muestreo

El pre-muestreo es una de las etapas primordiales para la realización del estudio de caracterización de los residuos sólidos debido a que ésta tiene como objetivo determinar la producción per-cápita de residuos sólidos del sector a analizar.

Siguiendo los parámetros de la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, es necesario utilizar los siguientes instrumentos y equipo:

- Bascula con capacidad mínima de 10kg, sin capacidad máxima.
- Tablas de inventario
- Bolsas de polietileno
- Guates
- Mascarilla

El primer parámetro es obtenido con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-dia, a partir de la información obtenida de un muestre estadístico aleatorio en campo con duración de siete días,

Este parámetro debe realizarse en cada uno de los distintos sectores que se analizarán, en el caso de este estudio, se realizó únicamente 1 vez, ya que se centra en el área urbana de la cabecera municipal del Municipio de Sansare, El Progreso.

Selección del Riesgo para realización del pre-muestreo:

Tabla 9. Riesgo

Riesgo (O)	Tamaño de la premuestra
0.05	115
0.1	80
0.2	50
0.3	20

Fuente: Norma Mexicana NMX-AA-61 (1985).

Tomando en cuenta para la selección del riesgo; el conocimiento del área proporcionado por el personal de la Municipalidad de Sansare, la calidad técnica del personal participante, la facilidad para realizar el muestreo, las características de la localidad a muestrear y la exactitud de la báscula a emplear. Se selecciona un riesgo de 0.3, ya que representa un bajo riesgo que las muestras sean alteras y se tiene clara la capacidad técnica del personal que realizara el muestreo, dando como resultado un tamaño de la pre-muestra de 20 viviendas.

El pre-muestreo se efectuó los días lunes, miércoles y viernes, empezando el día 06/03/2017 y culminando el día lunes 20/03/2017, para este pre-muestreo se procedió a identificar las viviendas donde se realizaría la actividad, la socialización del pre-muestreo, recolección y transporte de muestras.

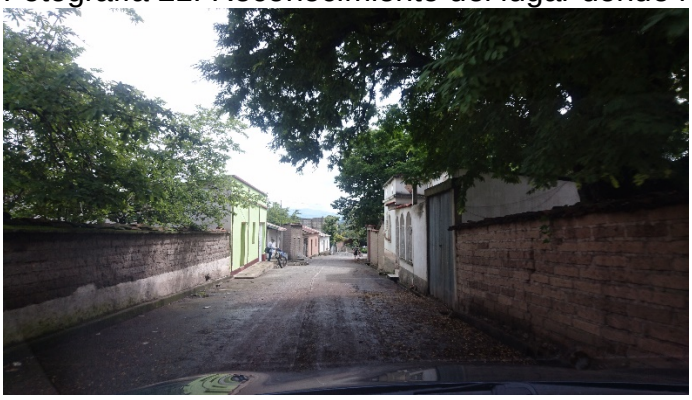
Fotografía 19. Reconocimiento del lugar donde realizar el pre-muestreo 1

Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 27/02/17

Fotografía 20. Reconocimiento del lugar donde realizar el pre-muestreo 2

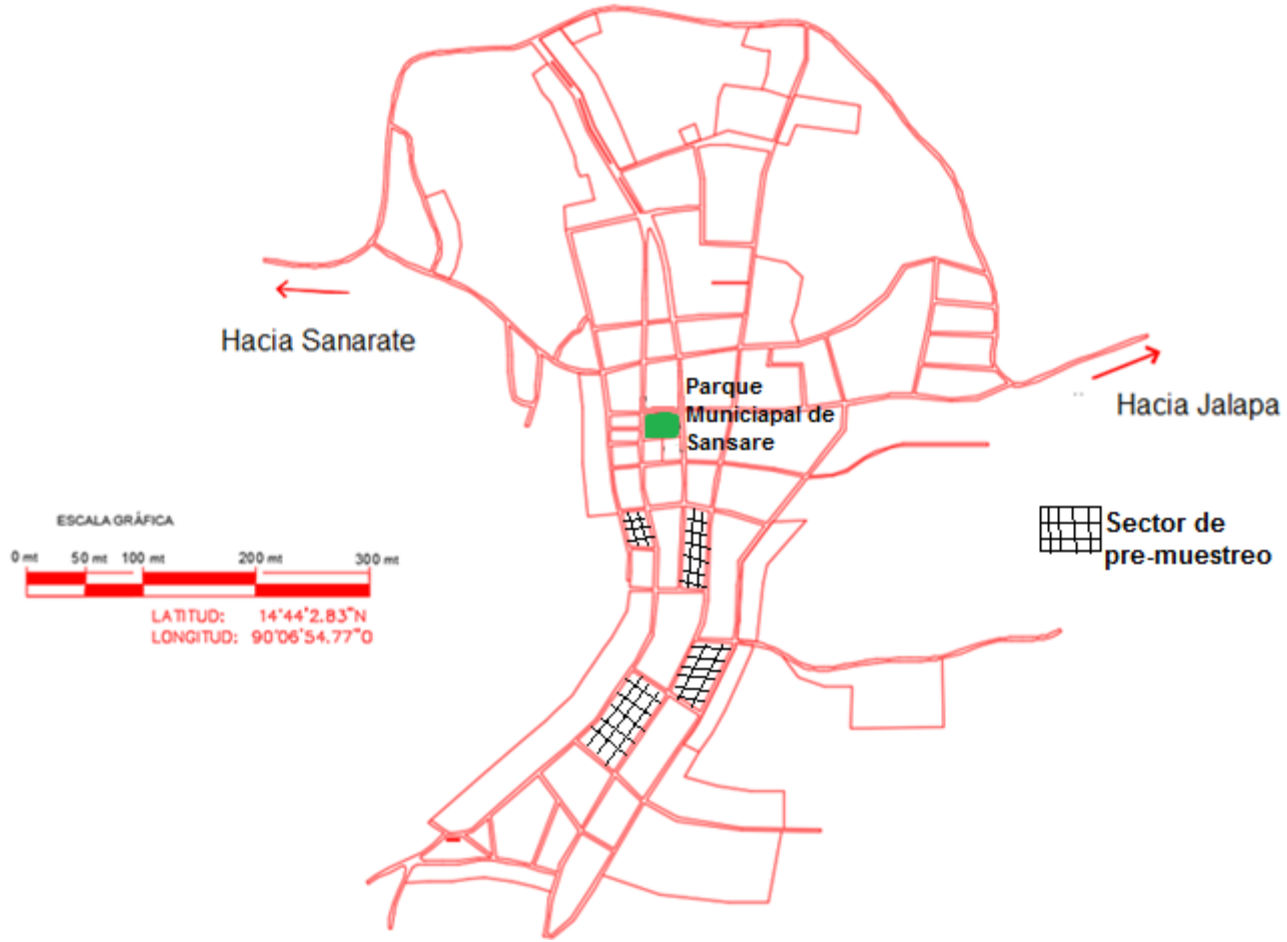
Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 27/02/17

Fotografía 21. Reconocimiento del lugar donde realizar el pre-muestreo 3



Fuente: Elaboración propia viviendas aledañas al parque Municipal de Sansare. 27/02/17

Ilustración 14. Sectores donde se realizó el Pre-Muestreo



Fuente: Elaboración propia, modificado de Municipalidad de Sansare, Unidad de Desarrollo Municipal (2016).

Este mapa muestra los sectores donde se realizó la toma del pre-muestreo en los 20 hogares.

8.2.9.3. Determinación del tamaño real de la muestra de la caracterización

Para determinar el tamaño de la muestra para la caracterización mediante el método del Dr. Sakurai, es necesario conocer los siguientes datos:

- V, Indica la desviación estándar, este valor es igual a la producción per cápita (PPC), dicho valor es encontrando mediante el pre-muestreo realizado en el sector de estudio.

- E, Es el error permisible, este valor puede estar entre los rangos de 1% al 15% de la PPC, en este estudio se utilizó el valor del 15% (el más alto grado de confianza) debido a la confiabilidad de los datos a utilizar y la capacidad técnica de los involucrados.

- N, Este valor indica el número total de viviendas en el sector de estudio, en este caso las viviendas que pertenecen al área rural de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso.

Donde se utiliza la ecuación 2 la cual es la siguiente:

$$n = \frac{V^2}{\left(\frac{E}{1.96}\right)^2 + \frac{V^2}{N}}$$

Los datos correspondientes a utilizar obtenidos de Israel Medina Gómez, (volumen 13), (2015), Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, Municipio de Sansare, Departamento de El Progreso, son los siguientes:

Tabla 10. Datos del Municipio de Sansare

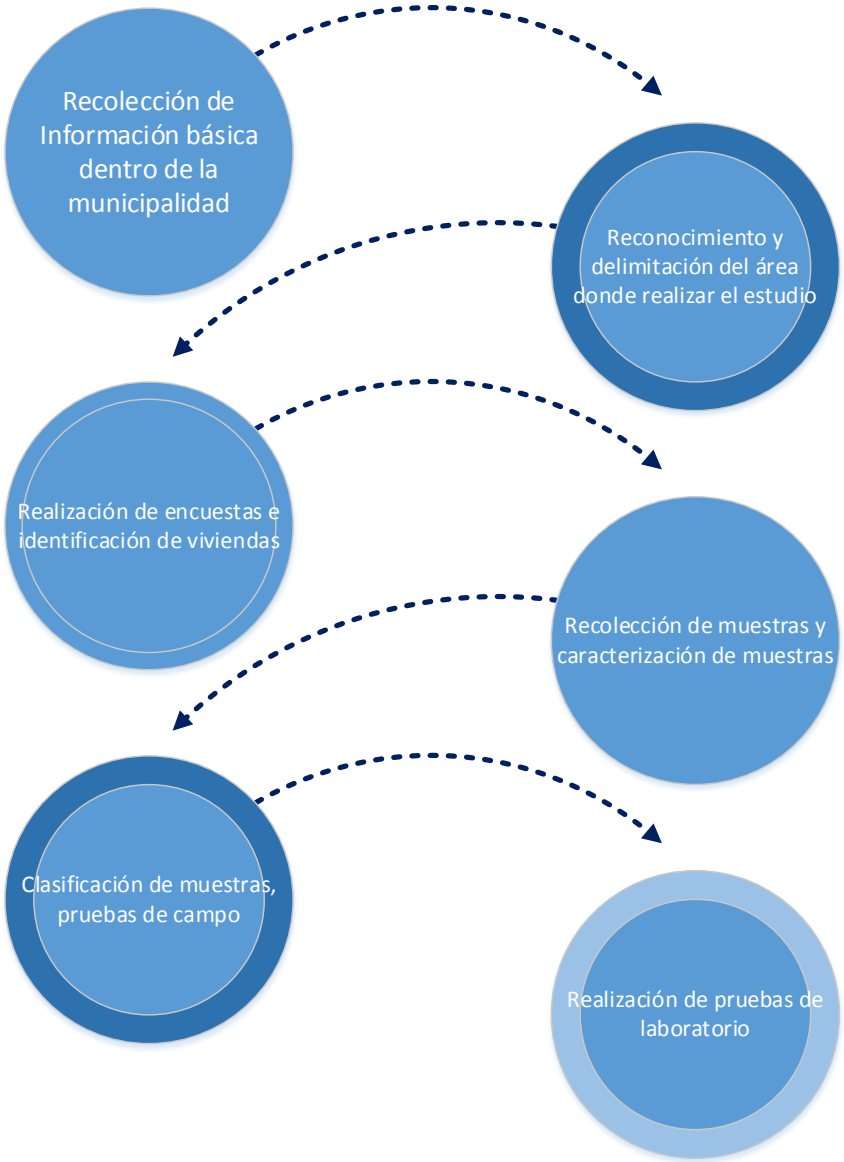
Datos				
V:	660	**g/per-dia**	0.66	**Kg/per-dia**
E:	99	**g/per-dia**	15%	
N:	857	**hogares**	857	**hogares**
Poblacion	3421	**hab**	3421	**hab**
Hab/hogar	4	Promedio		

Fuente: Gómez (2015),

8.2.9.4. Caracterización de los residuos sólidos en Sansare, El Progreso

Para la realización de la caracterización se realizaron las siguientes actividades:

Ilustración 15. Proceso de caracterización de los residuos sólidos en Sansare, El Progreso



Fuente: Elaboración propia (2016).

En la ilustración anterior se muestra el proceso a seguir iniciando con la recolección de la información proporcionada por la municipalidad de Sansare, El Progreso hasta la realización de la pruebas de laboratorio para obtener los indicadores de la caracterización de residuos sólidos del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso.

8.2.9.5. Equipo utilizado en la caracterización de los residuos sólidos

Para la realización de este estudio fueron necesarios los siguientes implementos:

- Equipo de Protección

Ilustración 16. Mascarillas	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; http://equipgasecuador.com/imagenes/MASCARILLA-MEDICA.jpg,	
Ilustración 17. Guantes de látex	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de;http://denteeth.cl/wp-content/uploads/2016/06/guantes-latex.jpg,	

- Equipo de almacenamiento

Ilustración 18. Bolsas plásticas de 8 galones	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; http://www.seviqimsa.com/media/bakery/images/item110/bolsa-negra-basura.jpg,	
Ilustración 19. Bolsas de plástico de 1 galón	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; :http://www.ideasyahorro.com/wp-content/uploads/2015/03/bolsas-de-plastico.jpg,	

- Equipo de pruebas físicas

Ilustración 20. Escoba	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; https://ferreteriavidri.com/images/items/large/23286.jpg,	
Ilustración 21. Pala	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; http://www.ludepa.ec/wp-content/uploads/2016/08/pala-de-punta.jpg,	
Ilustración 22. Cubetas plásticas	
Fuente Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; https://www.logismarket.com.mx/ip/solinmx-cubeta-de-plastico-de-19-litros-cubeta-de-plastico-de-19-litros-con-tapon-flex-946980-FGR.jpg,	
Ilustración 23. Bascula colgante 100 LB precisión 1Lb	
Fuente: Consultado en red el 25 de septiembre del 2017 de; https://www.novex.com.gt/image/61763/full-size/,	

8.2.9.6. Periodo de muestreo

Previo a los muestreos, en los días anteriores se realizó el reconocimiento del área para poder localizar las diferentes rutas y lugares para realizar la toma de las muestras, se conversó con los miembros de la municipalidad encargados de la realización de los proyectos para el desarrollo del Municipio de Sansare. De esta manera se constató los días en los cuales se realizaba la recolección de basura, los horarios, los puntos de acceso de los camiones y los lugares de disposición final. De igual manera se dio a conocer al personal indicando sobre cuál sería el proceso de trabajo que se realizaría dentro del municipio, la información que se necesitaría que fuera proporcionada y solicitar el apoyo para la realización de los distintos trabajos de campo.

El periodo de realización de las muestra fue de 7 días, los días en que se realizó dicha actividad fueron los días lunes, miércoles y viernes, esto fue debido a que son los días donde se realiza la recolección de los residuos sólidos por parte de los camiones, iniciando el lunes 06 de marzo del 2017 y finalizando el lunes 20 de marzo del 2017, en este periodo se realizó el pre-muestreo el cual indica la PPC del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso. Durante este proceso se tomaron los diferentes pesos de cada una de las muestras y se tomó nota de los habitantes en cada uno de los hogares. Los muestreos se realizaron frente a cada una de las viviendas antes del paso del camión recolector, se realizó de esta manera para evitar la acumulación de basura o atrasos en el proceso de recolección, además de no generar molestia entre los habitantes aprovechando que ellos debían sacar su basura para la recolección.

Luego se inició el proceso para la clasificación de las muestras, este proceso se realizó tomando cada semana 12 muestras aleatorias dentro del área urbana de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso. De las muestras tomadas se procedió a dividir las mismas en orgánico, papel y cartón, plástico y metales, En algunos casos se solicitó a los habitantes que dividieran sus muestras. Este proceso se inició el lunes 27 de marzo del 2017 y finalizo el lunes 22 de junio del 2017. Se realizaron en toral 12 tomas de muestras a lo largo de este periodo.

La cantidad de muestras para el pre-muestreo y para las muestras de clasificación de residuos sólidos fueron establecidas por los distintos métodos estadísticos mencionados en este estudio, para que dichas muestras fueran representativas según el entorno a estudiar.

Durante el periodo de recolección de las muestras, para la clasificación se recopilaron distintas muestras del material orgánico, esto con el fin de realizar las pruebas de porcentaje de humedad, pH, porcentaje de cenizas. Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Suelos de la Universidad Rafael Landívar.

8.2.10. Resultados de la encuesta

Tomando en cuenta lo siguiente para calcular el tamaño de la muestra se obtiene:

$$n = \frac{N\alpha^2 Z^2}{(N-1)\, e^2 + \alpha^2 Z^2}$$

n =	Tamaño de la muestra					
N =	Tamaño de la población					
α =	Desviación estándar de la población, se utiliza valor constante de 0.5					
Z =	valor obtenido mediante niveles de confianza					
z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.58
Nivel	75%	80%	85%	90%	95%	99%

e = Limite aceptable de error muestra entre 1% y 10%

Tabla 11. Datos para tamaño de la muestra de la encuesta

Datos a utilizar		
N =	857	hogares
α =	0.5	
Z =	1.96	
e =	10%	

Fuente: Elaboración propia (2017).

El tamaño de la muestra para realizar la encuesta es de:

$$n = \frac{857(0.5)^2\,(1.96)^2}{(857-1)\,(0.1)^2 + (0.5)^2\,(1.96)^2} = 87\ hogares$$

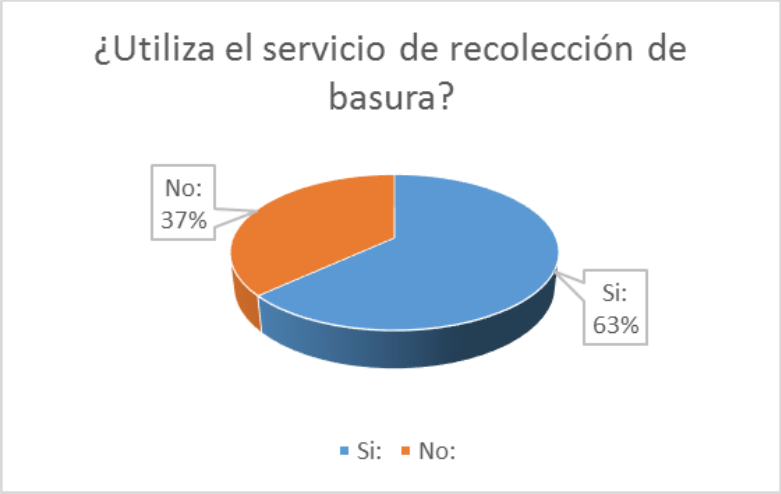
Debido a que la muestra representa al área urbana de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso, Guatemala, esta muestra se divide entre hogares y comercios del área en cuestión.

Obteniendo los siguientes resultados:

1 ¿Utiliza el servicio de recolección de basura?

Si:	55
No:	32

Gráfica 1. Utilización del servicio de recolección de basura

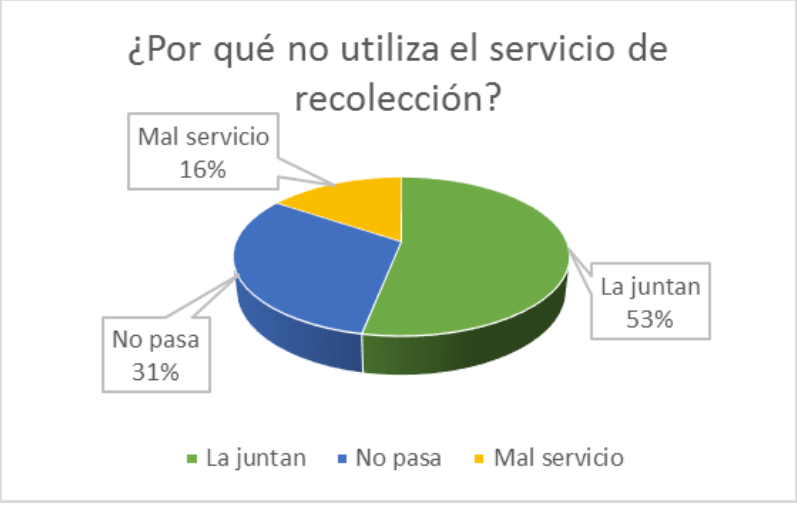


Fuente: Elaboración propia (2017).

2 ¿Por qué no utiliza el servicio de recolección?

La juntan	17
No pasa	10
Mal servicio	5

Gráfica 2. Razón por la cual no se utiliza el servicio de recolección

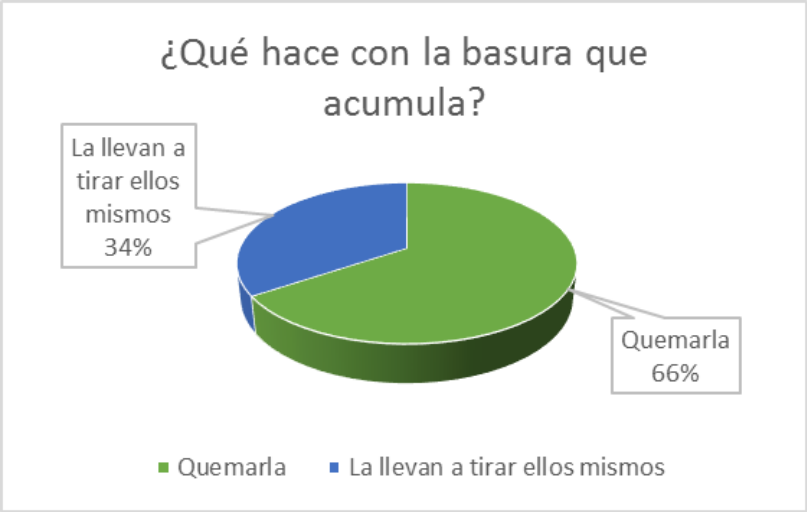


Fuente: Elaboración propia (2017).

3 ¿Qué hace con la basura que acumula?

Quemarla	21
La llevan a tirar ellos mismos	11

Gráfica 3. Disposición de la basura acumulada

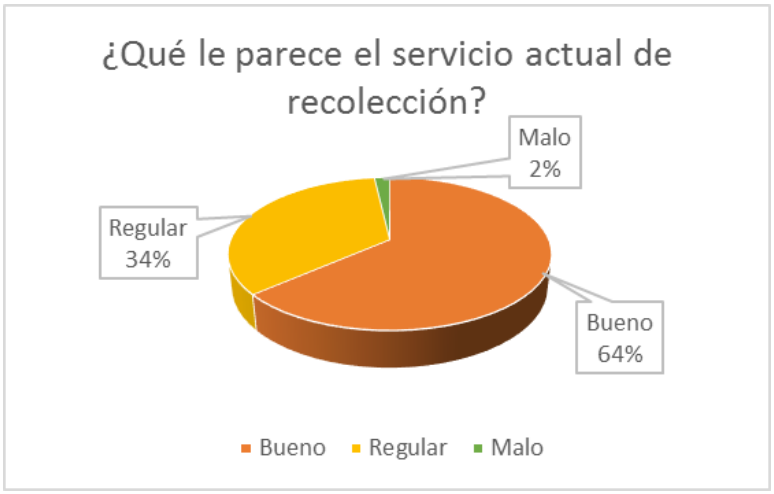


Fuente: Elaboración propia (2017).

4 ¿Qué le parece el servicio actual de recolección?

Bueno	35
Regular	19
Malo	1

Gráfica 4. Clasificación del servicio actual de recolección

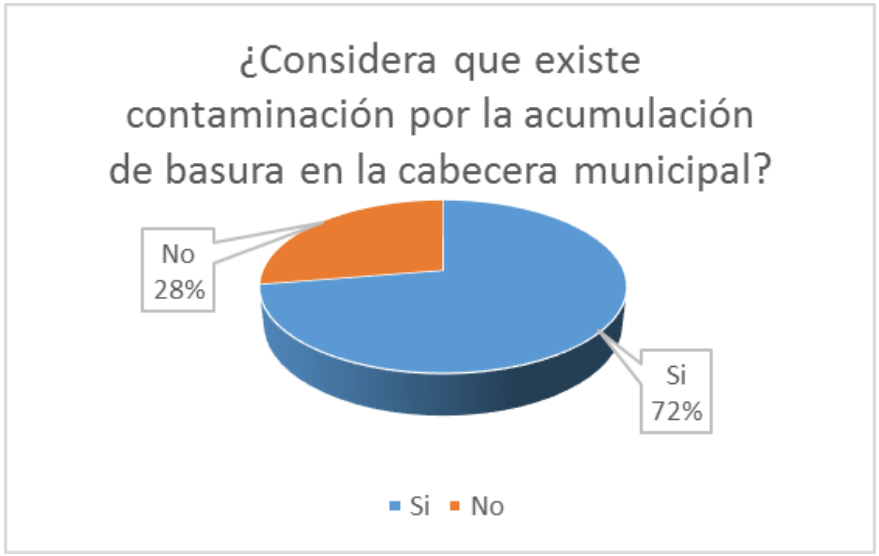


Fuente: Elaboración propia (2017).

5 ¿Considera que existe contaminación por la acumulación de basura en la cabecera municipal?

Si	63
No	24

Gráfica 5. Se considera que existe contaminación por la acumulación de basura.

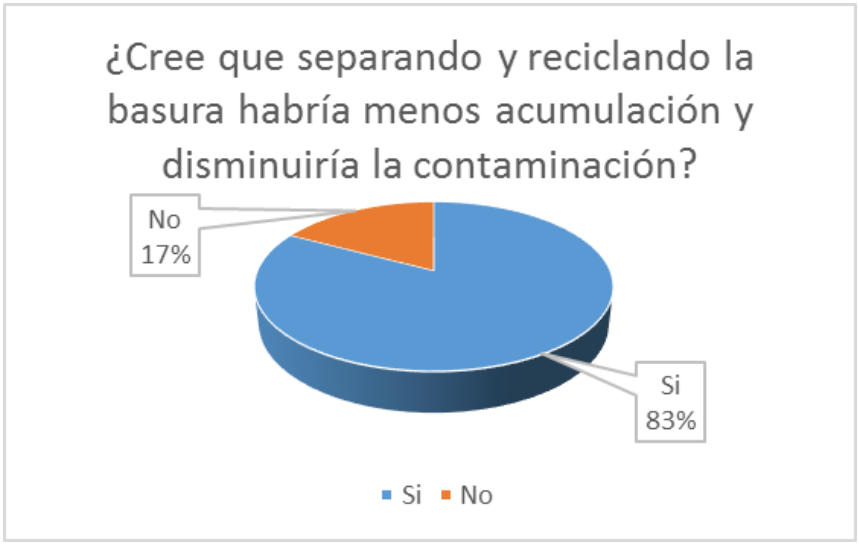


Fuente: Elaboración propia (2017).

6 ¿Cree que separando y reciclando la basura habría menos acumulación y disminuiría la contaminación?

Si	72
No	15

Gráfica 6. Separando y reciclando disminuye la contaminación

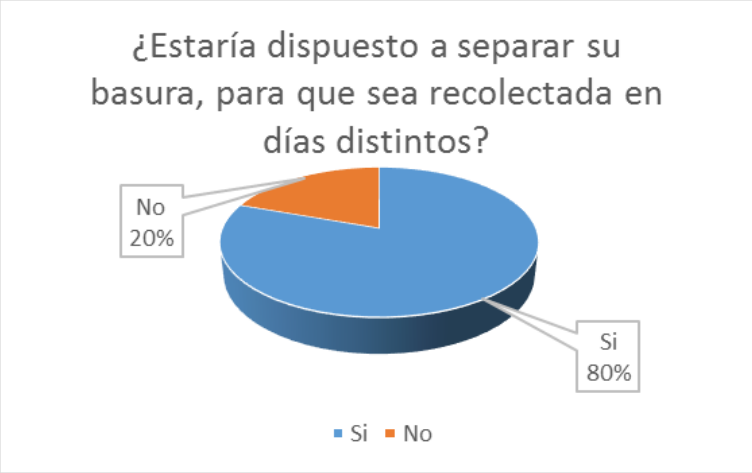


Fuente: Elaboración propia (2017).

7 ¿Estaría dispuesto a separar su basura, para que sea recolectada en días distintos?

Si	70
No	17

Gráfica 7. Disposición para clasificar la basura



Fuente: Elaboración propia (2017).

8 ¿Por qué la acumulación de basura me afecta?

Genera inundaciones	25
Atrae plagas	71
Mal olor	67
Contaminación visual	32

Gráfica 8. Porque la acumulación de basura representa un problema.

Fuente: Elaboración propia (2017).

8.2.11. Resultados del estudio de caracterización

8.2.11.1. Pre-muestreo

Teniendo en cuenta el riesgo (O) con un valor de 0.3, obtenemos que el tamaño de la muestra para el pre-muestreo es de 20 viviendas. Esto fue debido al conocimiento y facilidad de obtención de la comunidad, además de la facilidad para efectuar el muestreo y la alta calidad técnica del personal.

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12. Pesos para determinación per cápita

Pesos (kg) Para determinacion per capita								
	Lunes	Miercoles	Viernes	Lunes	Miercoles	Viernes	Lunes	
	06/03/2017	08/03/2017	10/03/2017	13/03/2017	15/03/017	17/03/2017	20/03/2017	
Muestra	Pesos (Kg)							Habitantes
1	1.4	0.6	4.1	3	1.8	3.7	1.5	4
2	4.7	3.5	4.5	3.4	2.5	5.2	3.1	5
3	5.8	3.9	0.6	6.5	3.4	0.9	6.1	6
4	5.1	5.9	6.4	6.1	6.5	6.2	5.5	7
5	3.7	3.2	4.7	3.8	3.4	4	3.8	6
6	5.8	4.5	5.8	5.1	4.1	3.3	5.9	6
7	0.4	0.2	0.8	0.6	0.4	0.6	0.6	2
8	4.6	5.4	5	3.2	4.8	3.7	5.9	8
9	6.2	4.5	6.4	6.9	6.1	4.2	4.2	7
10	5.4	4.7	3.8	4.4	5.2	5.9	6	6
11	4.6	1.9	2.4	4.5	2.4	1.3	3.9	5
12	4.4	0.8	0.6	5.1	0.7	0.8	4.8	4
13	0.8	0.4	2.2	0.6	1.4	0.9	0.7	3
14	3.5	4.7	5.2	4.5	4.6	4.8	4.2	6
15	1.2	1.5	2.4	1.5	1.9	0.8	2.8	4
16	3.9	3.3	3.5	4.2	4.5	3.9	3.7	4
17	4.4	5.2	4.9	4.2	1.8	3.9	4	5
18	4.2	3.5	5.4	4.6	3.9	3.7	2.5	6
19	4.2	7	5.8	4.9	4.5	5.6	5.9	7
20	3.4	0.7	1.5	4.3	1.7	2.2	3.9	5

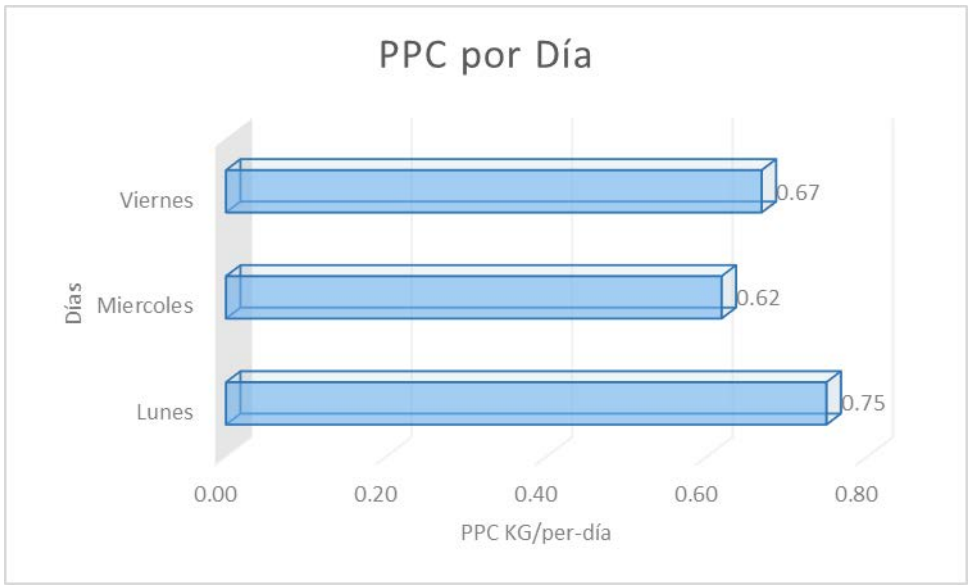
Fuente: Elaboración propia (2017).

Los datos anteriores nos indican los pesos en kg de las muestras obtenidas durante los 7 días de la realización del pre-muestreo con el objetivo de obtener la PPC, las 20 muestras se tomaron de los mismos hogares para poder tener una constante en la cantidad de habitantes en cada vivienda y así de esta manera obtener un promedio de la producción de desechos sólidos.

Si obtenemos la producción en kg por persona día, en cada uno de los días en que se realizaron los muestreos, podremos notar que se generan más desechos sólidos los días lunes, esto puede atribuirse a que durante el fin de semana la familias completas se encuentran en sus hogares y se acumula la basura que se genera durante 3 días.

A continuación se presentan los datos de la producción en kg por persona día:

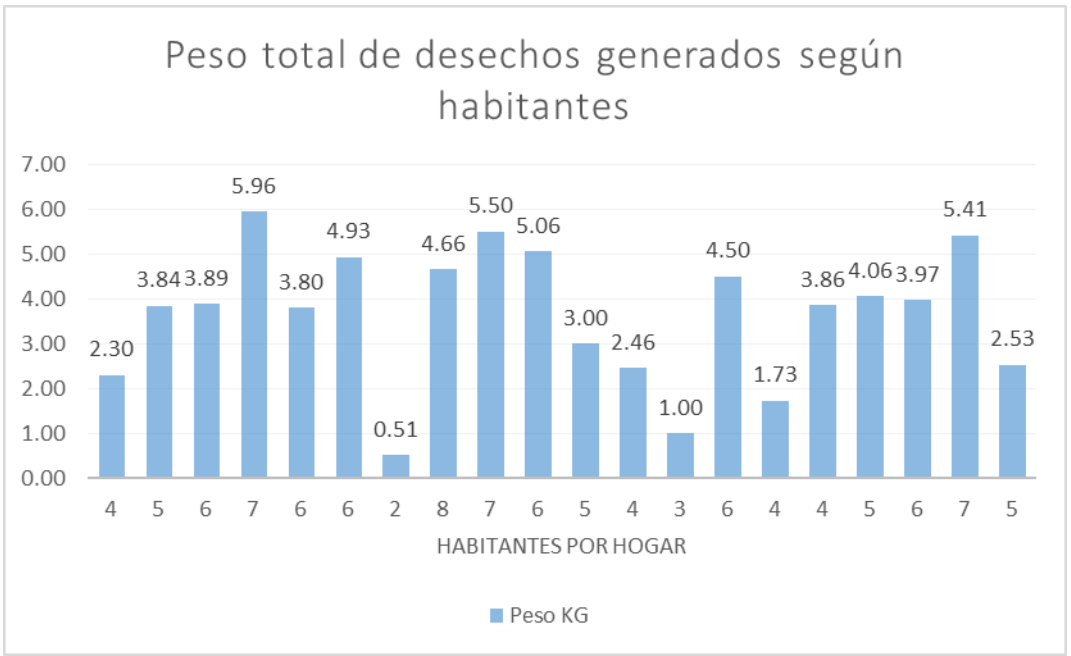
Gráfica 9. Producción en kg por persona día



Fuente: Elaboración propia (2017).

El peso total promedio de los desechos sólidos generados según la cantidad de habitantes por día se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 10. Peso total promedio de los desechos sólidos generados



Fuente: Elaboración propia (2017).

8.2.11.2. Producción per cápita

Para obtener la producción en kg por persona día, del pre-muestreo completo se realiza lo siguiente:

$$PPC\ \frac{Kg}{per-dia} = \frac{\frac{\sum Desechos\ generados\ Kg}{7\ dias}}{Cantidad\ de\ personas}$$

Obteniendo:

Tabla 13. Producción per Cápita

Muestra	PPC kg/per-dia
1	0.58
2	0.77
3	0.65
4	0.85
5	0.63
6	0.82
7	0.26
8	0.58
9	0.79
10	0.84
11	0.60
12	0.61
13	0.33
14	0.75
15	0.43
16	0.96
17	0.81
18	0.66
19	0.77
20	0.51

Fuente: Elaboración propia (2017).

Luego se realiza un promedio de los resultados obtenidos de las 20 muestras, dando como resultado:

PPC	**0.66**	**kg/per-dia**

Lo anterior indica que en el área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, en promedio la generación de residuos es de 0.66 kilogramos por persona al día.

Según los datos del Banco Mundial, Guatemala tiene una población urbana de 5, 237,139 habitantes, los cuales generan en promedio 2 kg/ per-día, lo que indica que se genera 10,466 toneladas de basura al día, esto solamente en el área urbana.

La producción per-cápita en la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, representa un 33% de la producción promedio indicada en el área urbana por el Banco Mundial, lo que puede atribuirse al nivel de desarrollo de la localidad, ya que al no tener una gran población, esta no requiere de un área comercial grande, por lo cual se ve una disminución en la generación de residuos sólidos.

Debido a que el municipio año con año aumenta su población y su desarrollo urbano, esta tasa de PPC irá creciendo hasta alcanzar o posiblemente superar la tasa promedio de generación de desechos sólidos por habitante.

8.2.11.3. Composición de los Residuos Sólidos Domiciliares

Utilizando la fórmula del Dr. Sakurai para determinar la cantidad de la muestra obtenemos lo siguiente:

$$n = \frac{660^2}{\left(\frac{99}{1.96}\right)^2 + \frac{660^2}{857}} = 142\ Hogares$$

La cantidad necesaria para que los datos obtenidos sean representativos, lleva a la toma de muestras de 142 hogares, en esta ocasión lo que se analizara es el peso de cada tipo de desecho que se genera, no importando la cantidad de habitantes por hogar. Por lo que se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14. Pesos por tipo de desecho sólido

	Pesos por tipo de desecho sólido				
	Muestra	Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
		Pesos (kg)			
Lunes 27/03	1	2.8	1	0.6	1.8
	2	3	0.5	0.4	1
	3	1.5	0.9	0.7	0
	4	1.2	0.7	0.4	0.9
	5	3.5	1.1	0.6	1.4
	6	5.4	1.6	0.7	1.1
	7	2.1	1	0.9	0
	8	3.4	1.1	1	1.9
	9	2.2	0.9	0.8	0
	10	1.9	1.3	0.6	0.6
	11	2.7	0.8	0.5	1.4
	12	3.9	0.7	0.9	1.4

Continuación Tabla 14

	Pesos por tipo de desecho sólido				
	Muestra	Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
		Pesos (kg)			
Lunes 3/04	13	1.4	1	1	0.2
	14	1.2	0.8	0.8	0
	15	2.1	0.7	0.6	0.5
	16	1.9	1	0.5	1.6
	17	2.4	0.9	0.9	1.2
	18	1.8	0.5	0.8	0.5
	19	1.6	1.2	0.4	0.6
	20	2.6	0.6	0.9	1.1
	21	1.8	0.9	1.1	0.9
	22	2.7	0.5	0.7	1.4
	23	2.9	1.3	0.6	0
	24	1.9	0.8	0.7	0.8
Lunes 10/04	25	2.1	1.4	0.9	0.7
	26	3.1	1.1	0.8	0.2
	27	1.8	0.9	1	1.1
	28	1.2	0.7	0.8	0
	29	1.6	1.3	1.1	1.4
	30	1.7	0.8	0.9	0.9
	31	1.9	0.9	0.7	1
	32	2.9	1.1	0.6	1.1
	33	2.6	0.9	0.5	0.9
	34	1.7	1.3	0.8	0
	35	2.4	1	0.9	0.8
	36	2.5	1.2	0.7	0.6
Lunes 17/04	37	1.8	1	1	0.2
	38	1.5	0.8	1.4	2
	39	1.9	1.2	1.2	1
	40	2.1	0.5	1.4	0
	41	0.9	1	0.8	0
	42	1.7	1.9	0.9	0.4
	43	2	1.3	0.5	0.5
	44	1	1	0.4	0
	45	1.1	0.4	0.6	0.8
	46	1.5	1.2	0.6	1
	47	1.6	0.8	1	0.9
	48	1	1.4	0.4	0.4

Continuación Tabla 14

	Pesos por tipo de desecho sólido				
	Muestra	Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
		Pesos (kg)			
Lunes 24/04	49	1.2	0.6	0.6	0.2
	50	1.7	1.3	0.8	0
	51	2.4	1	0.9	0.8
	52	2.5	1.2	0.7	0.6
	53	1.8	1	1	0.2
	54	1.5	0.8	1.4	2
	55	1.9	1.2	1.2	1
	56	2.1	0.5	1.4	0
	57	1.8	1	1	0.5
	58	2	0.9	1.2	1.4
	59	0.9	0.6	0.6	0
	60	1.1	0.4	0.8	1.5
MIercoles 03/05	61	0.5	0.2	0.3	0.1
	62	1.2	0.9	1.2	0.2
	63	2.1	1.4	1.4	0.5
	64	1.2	1	0.8	0.4
	65	1.4	0.7	1	0.6
	66	1	0.8	1.2	0.7
	67	0.7	0.4	0.6	0.2
	68	1.1	0.9	0.5	0.8
	69	1.4	1	0.7	0.5
	70	1.2	1	1.1	0.9
	71	1.9	0.8	1.1	0.6
	72	1.5	0.7	1	0.8
Viernes 05/05	73	0.2	0.6	0.6	0.2
	74	2	1.3	0.5	0.5
	75	1	1	0.4	0
	76	1.1	0.4	0.6	0.8
	77	1.5	1.2	0.6	1
	78	1.6	0.8	1	0.9
	79	1	1.4	0.4	0.4
	80	1.2	0.6	0.6	0.2
	81	1.7	1.3	0.8	0
	82	2.4	1	0.9	0.8
	83	3.1	0.7	0.9	1.4
	84	1.4	1	1	0.2

Continuación Tabla 14

	Pesos por tipo de desecho sólido				
	Muestra	Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
		Pesos (kg)			
Lunes 08/05	85	1.2	0.8	0.8	0
	86	3.4	1.1	1	1.9
	87	2.2	0.9	0.8	0
	88	1.9	1.3	0.6	0.6
	89	2.7	0.8	0.5	1.4
	90	1.8	1.1	0.4	0.7
	91	0.9	1.5	0.7	1
	92	2.1	0.8	0.6	0.2
	93	1.4	1.1	0.6	0.7
	94	1.7	0.8	0.4	0.8
	95	0.9	1.1	0.9	0.7
	96	1.1	1.5	1	1.1
Viernes 12/05	97	1.6	1	0.6	0
	98	2.4	1	0.9	0.8
	99	2.5	1.2	0.7	0.6
	100	1.8	1	1	0.2
	101	1.5	0.8	1.4	0.4
	102	1.1	0.6	0.6	0.2
	103	1	0.8	1	0.4
	104	1.5	1.4	1.1	0.5
	105	1.4	0.4	0.9	0.1
	106	1.6	0.9	0.4	0.6
	107	1.4	1.1	0.6	0
	108	1.3	0.9	0.5	0.7
Lunes 15/05	109	0.8	1.2	1	0.3
	110	1.9	1.2	1.2	1
	111	2.1	0.5	1.4	0
	112	0.9	1	0.8	0
	113	0.7	0.7	0.9	0.6
	114	1.4	1.4	1	1.9
	115	1.6	0.9	0.8	0.3
	116	0.9	1.1	0.4	0.4
	117	1.6	0.8	1	0.9
	118	1	1	0.6	0.5
	119	1.9	0.8	1	0.1
	120	2.1	1.3	1	0.6

Continuación Tabla 14

	Pesos por tipo de desecho sólido				
	Muestra	Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
		Pesos (kg)			
Viernes 19/06	121	1.6	1.1	0.9	0.4
	122	1.7	1.3	0.8	0
	123	2.4	1	0.9	0.8
	124	2.1	0.7	0.9	1.4
	125	1.2	0.6	0.6	0.2
	126	1.5	1.4	1.1	0.1
	127	1.8	0.6	0.8	0.2
	128	1.6	1	0.7	0.5
	129	1.5	1.2	0.6	0.4
	130	2.1	0.9	1.3	0.6
	131	1	0.8	0.8	0.4
	132	1.7	1.3	0.9	0.2
Lunes 22/06	133	1.4	0.6	0.8	0
	134	0.7	0.4	0.6	0.2
	135	1.1	1.1	0.6	0.6
	136	0.9	1.5	1.4	0.5
	137	1.3	1.6	0.7	0.4
	138	0.8	1	1	0.4
	139	1.4	1.2	0.2	0.5
	140	1.2	1.4	1.1	0.9
	141	0.9	0.8	0.4	0.8
	142	1	0.4	0.6	0.4

Fuente: Elaboración propia (2017).

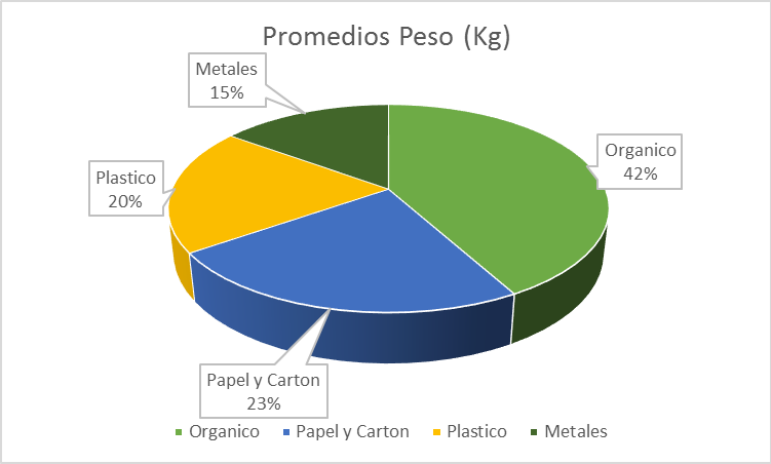
De los anteriores resultados, se realiza un promedio de los pesos de cada tipo de desecho sólido obteniendo lo siguiente:

Tabla 15. Promedios peso (kg)

Promedios Peso (Kg)			
Orgánico	Papel y Cartón	Plástico	Metales
1.72	0.96	0.81	0.61

Fuente: Elaboración propia (2017).

Gráfica 11. Promedio Pesos (kg)

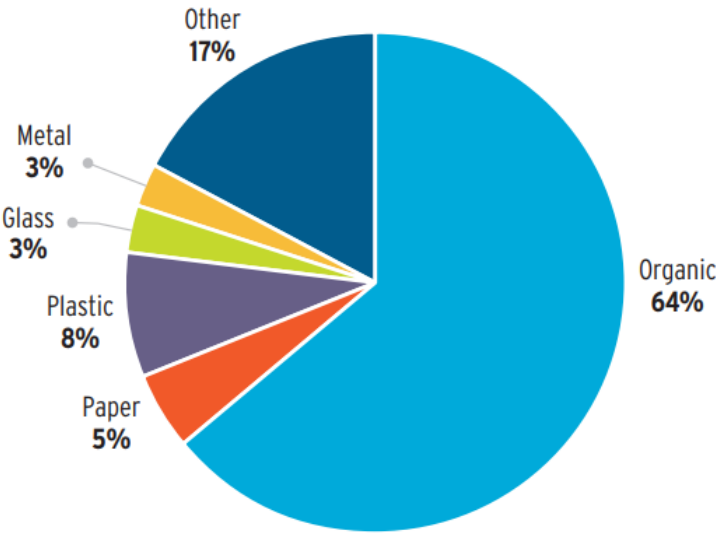


Fuente: Elaboración propia (2017).

Como se puede observar en la anterior gráfica, los desechos orgánicos son los que mayormente se generan, representando el 42% del peso total de la muestra, luego de los desechos orgánicos, el desecho conformado por papel y cartón representa el 23% del peso total de la muestra. Los desechos plásticos representan el 20% del peso total de la muestra y un 15% es representado por los desechos metálicos.

Según los datos proporcionados por el Banco Mundial para países con ingreso medio inferior. La cual es la categoría donde se encuentra el país de Guatemala son los siguientes:

Ilustración 24. Producción por tipo para países de ingreso menor medio



Fuente: Consultado en red el 02 octubre del 2017 en: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap5.pdf.

Tabla 16. Estimaciones actuales del Banco Mundial

CURRENT ESTIMATES*						
Income Level	Organic (%)	Paper (%)	Plastic (%)	Glass (%)	Metal (%)	Other (%)
Low Income	64	5	8	3	3	17
Lower Middle Income	59	9	12	3	2	15
Upper Middle Income	54	14	11	5	3	13
High Income	28	31	11	7	6	17

Fuente: Consultado en red el 02 octubre del 2017 de; http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap5.pdf.

Estos resultados indican que en esta categoría los residuos orgánicos son los que más se producen en las distintas viviendas del área urbana. Por el contrario los desechos que con menor frecuencia y cantidad se generan son los metálicos.

8.2.11.4. Densidad

Para la recolección de las muestras para la determinación de la densidad se utilizó una cubeta plástica. La cual primero se llenó sin compactar los desechos sólidos y luego compactándolos para poder obtener ambas densidades.

Fotografía 22. Cubeta llena sin compactar los residuos.

Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos 19/06/2017

Fotografía 23. Realizado el pesaje de los residuos sólidos para determinación de la densidad.

Fuente: Elaboración Propia CA19 km 70 hacia estación de Bomberos 19/06/2017

En la siguiente tabla se presentan los pesos obtenidos al no compactar y al compactar los residuos sólidos, además se presentan las dimensiones de la cubeta utilizada.

Tabla 17. Datos obtenidos del muestreo de densidad

Datos obtenidos de la toma de muestras		
Peso de la cubeta	0.8	kg
Peso sin compactar	7.4	kg
Peso compactado	8.2	kg
Alto Cubeta	36.5	cm
Diámetro Cubeta	29.4	cm
Volumen Cubeta	0.025	m^3

Fuente: Elaboración propia (2017).

Con los datos anteriores se obtienen los siguientes resultados de densidad, utilizado la siguiente formula:

$$Densidad_{\text{sin } compactar} = \frac{Peso\ sin\ Compactar - Peso\ de\ la\ cubeta}{volumen\ de\ la\ cubeta}$$

$$Densidad_{Compactada} = \frac{Peso\ Compactado - Peso\ de\ la\ cubeta}{volumen\ de\ la\ cubeta}$$

Tabla 18. Densidades obtenidas

Densidad sin compactar	266.36	Kg/m^3
Densidad compactada	298.64	Kg/m^3

Fuente: Elaboración propia (2017).

8.2.11.5. Potencial de hidrogeno

Se recolectan 4 muestras de desechos orgánicos mezclados de varias muestras obtenidas en los pesajes.

Fotografía 24. Muestra triturada de residuos sólidos orgánicos

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 15/06/2017

Se colocan las muestras en recipientes separados para realizar la prueba de pH.

Fotografía 25. Muestras colocadas en recipientes

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 15/06/2017

Se coloca el papel pH sobre cada muestra y se espera 1 minuto

Fotografía 26. Comprobación de muestras para determinación pH I

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 15/06/17

Fotografía 27. Comprobación de muestras para determinación pH II

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 15/06/2017

Como se puede observar en la imagen anterior las 4 muestras presentan un pH de 5.

Todas las acciones anteriormente descritas fueron realizadas directamente por el estudiante en base a los conocimientos adquiridos durante la carrera.

8.2.11.6. Porcentaje de humedad

Las muestras utilizadas para la determinación del pH se utilizaron para determinar el porcentaje de humedad ya que estas no fueron alteradas o modificadas de ninguna manera, únicamente se procedió a remover el papel pH de cada una de las muestras.

Fotografía 28. Realización del pesaje de cada muestra antes de introducirla al horno.

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala. 15/06/2017

Los pesos de las muestras obtenidos son los siguientes:

Tabla 19. Pesos de los recipientes

Pesos Recipiente		
2As	14.5	g
4As	14.3	g
3As	14.4	g
A^2	14.6	g

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Peso del recipiente más muestra

Peso Lleno		
2As	47.3	g
4As	52.5	g
3As	56.8	g
A^2	53.2	g

Fuente: Elaboración propia

Se procedio a introducir las muestras al horno a una temperatura de 120°

Fotografía 29. Muestras en el horno.

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 16/06/17

Luego de dejar las muestras durante 24 horas, estas se remueven del horno y se procede nuevamente a pesar las muestras, con los pesos del recipiente, peso de la muestra original y peso de la muestra seca se utiliza la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de humedad:

$$\%Humedad = \frac{(P_1 - P_0) - (P_2 - P_0)}{(P_1 - P_0)} \, x \, 100$$

Donde:
P0 = Peso del recipiente
P1= Peso de la muestra original
P2= Peso de la muestra seca

Tabla 21. Pesos Secos

Peso Seco		
2As	28.1	g
4As	32.5	g
3As	33.2	g
A^2	30.8	g

	% Humedad
	58.54%
	52.36%
	55.66%
	58.03%
Promedio	56.15%

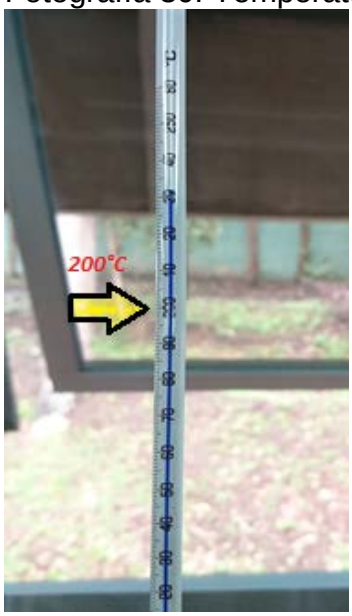
Fuente: Elaboración propia (2017).

Todas las acciones anteriormente descritas fueron realizadas directamente por el estudiante en base a los conocimientos adquiridos durante la carrera.

8.2.11.7. Porcentaje de cenizas

Para la realización de esta prueba se sometieron las muestras ya secas nuevamente al horno a una temperatura de 230°C

Fotografía 30. Temperatura del horno



Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 16/06/17

Fotografía 31. Muestras para la determinación del porcentaje de cenizas.

Fuente: Elaboración propia laboratorio suelos, TEC URL, zona 16 ciudad de Guatemala 16/06/17

Todas las acciones anteriormente descritas fueron realizadas directamente por el estudiante en base a los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Luego de dejar las muestras durante 2 horas a 230°C, estas se remueven del horno y se procede nuevamente a pesar las muestras, con los pesos del recipiente, peso de la muestra seco y peso de las cenizas se utiliza la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de ceniza:

$$\%Ceniza = \frac{(P_3 - P_0)}{(P_2 - P_0)} \, x \, 100$$

Donde:
P0 = Peso del recipiente
P2= Peso de la muestra seca
P3= Peso de las cenizas

Tabla 22. Peso Ceniza

Peso Ceniza		
2As	16.8	g
4As	17.6	g
3As	18.1	g
A^2	17.3	g

	% Ceniza
	16.91%
	18.13%
	19.68%
	16.67%
Promedio	17.85%

Fuente: Elaboración propia (2017).

8.2.11.8. Carga contaminante

Sabiendo que la siguiente información:

Tabla 23. Promedios pesos del muestreo

Promedios Peso (Kg)			
Orgánico	**Papel y Cartón**	**Plástico**	**Metales**
1.72	0.96	0.81	0.61

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 24. Porciento en peso (base seca)

Componente	Por ciento en peso (base seca)				
	Carbón	**Hidrógeno**	**Oxígeno**	**Nitrógeno**	**Azufre**
Papel y cartón	44	5.9	44.6	0.3	0.2
Plásticos	60	7.2	22.8	0	0
Metales	4.5	0.6	4.3	0.1	0
Orgánicos	48	6.4	37.6	2.6	0.4

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 25. Pesos atómicos

Componente	Peso atómico (g/mol)
Carbono	12.00
Hidrogeno	1.01
Oxigeno	16.00
Nitrógeno	14.00
Azufre	32.00

Fuente: Benavides (1981).

Realizando el siguiente calculo:

$$Promedio\ Peso\ (kg)\ x\ \frac{Por\ ciento\ en\ peso\ (base\ seca)}{100\%} = Peso\ segun\ porcentaje\ (base\ seca)kg$$

Obtenemos que:

Tabla 26. Peso según porcentaje

Componente	Peso según porcentaje (base seca) Kg				
	Carbón	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre
Papel y cartón	0.4220	0.0566	0.4278	0.0029	0.0019
Plásticos	0.4842	0.0581	0.1840	0.0000	0.0000
Metales	0.0276	0.0037	0.0264	0.0006	0.0000
Orgánicos	0.8248	0.1100	0.6461	0.0447	0.0069

Fuente: Elaboración propia (2017).

Realizando el siguiente calculo:

$$Peso\ segun\ porcentaje\ (base\ seca)kg\ x\ \frac{1000g}{1\ kg}\ x\ \frac{1}{Peso\ atomico\ \frac{g}{mol}} = Moles\ según\ cada\ elemento$$

Obtenemos que

Tabla 27. Moles según elemento

Componente	Moles según cada elemento				
	Carbón	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre
Papel y cartón	35.1690	56.0298	26.7364	0.2055	0.0599
Plásticos	40.3521	57.5317	11.5004	0.0000	0.0000
Metales	2.3028	3.6480	1.6504	0.0439	0.0000
Orgánicos	68.7324	108.8830	40.3803	3.1911	0.2148

Fuente: Elaboración propia (2017).

Para obtener las formulas según base N, se dividen los moles de cada elemento dentro de los moles de nitrógeno en cada componente, de esta manera los moles de Nitrógeno se hacen 1.

Tabla 28. Formulas base Nitrógeno

Formulas según origen base (N)									
Papel y cartón	**C**	171.11	**H**	272.61	**O**	130.08	**N S**	0.29	
Plásticos	**C**	40.35	**H**	57.53	**O**	11.50			
Metales	**C**	52.50	**H**	83.17	**O**	37.63	**N S**	0.00	
Orgánicos	**C**	21.54	**H**	34.12	**O**	12.65	**N S**	0.07	

Fuente: Elaboración propia (2017).

Nota: El C, N y S no varían si la muestra esta seca o húmeda pues no son parte de la composición del agua (H_2O)

IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS

9.1. Interpretación de resultados de la encuesta

En la primera pregunta de la encuesta se hace mención a si utiliza o no el servicio de recolección de basura, 55 personas de las encuestadas indicaron que si lo utilizaban, de las cuales 35 personas dijeron que el servicio lo catalogan como bueno, 19 personas como regular y 1 persona como malo, entre los comentarios de las personas encuestadas atribuían esta categorización al hecho de que a veces no pasaban.

Con anterioridad esto sucedía comúnmente debido a que el camión recolector tenía un área mayor que abarcar y por diferentes circunstancias en ocasiones no lograba pasar a todos los comercios y hogares, según la Municipalidad de Sansare esto se ha disminuido gracias al nuevo relleno sanitario municipal que está más cercano y se cuentan con 2 camiones de recolección.

La causa a las que se le puede atribuir el que eventualmente no se realice la recolección es debido a desperfectos mecánicos del camión o a que los mismos habitantes no sacan la basura antes de que el camión recolector pase por las diferentes calles.

Por otro lado, 32 personas contestaron que no utilizaban el servicio de recolección de basura, 21 de ellas indicaron que esto era debido a que preferían quemarla y otras 11 personas indicaron que preferían ir a tirarla ellos mismos.

Según el Compendio Estadístico Ambiental de Guatemala, 2015, INE. Indica que para el año 2014, el departamento de El Progreso 21.6% de la población del área urbana quema la basura y 15.9% tiran la basura en cualquier parte.

Según nuestros resultados el 24.1% de la población del área urbana de la cabecera municipal de Sanare queman la basura y el 12.4% la tiran ellos mismos. Esto puede indicar que del año 2014 al 2017 se han mantenido los malos hábitos de disposición final para la basura.

Puede atribuirse a que no se han realizado las correctas campañas de concientización hacia la población del lugar, para mostrarles como la mala disposición final de los desechos puede afectar su salud, causándoles enfermedades respiratorias, además de la contaminación de sus suelos.

Sin embargo al preguntarle a los encuestados si consideraban que existía la contaminación por la acumulación de basura en la cabecera municipal, 63 personas indicaron que sí y 24 personas indicaron que no. Esto indica que el 72% los encuestados están conscientes de la problemática que afecta a toda la región. Los comentarios de porque creían que se generaba esta contaminación indicaron que es debido a que la gente de otros lugares la tira en cualquier lugar,

esto puede ser provocado por que los habitantes de las diferentes aldeas o caserillos que se encuentran en el área rural del municipio, no cuenten con servicio de recolección de basura o consideran que al llegar a la cabecera alguien se hará cargo de recogerla y llevarla al lugar adecuado. Además esto se ve incrementando el día miércoles que es día de mercado al tener una mayor afluencia de personas de distintos puntos que genera una mayor contaminación en el lugar.

Con la realización de esta encuesta también se les pregunto a los habitantes de la cabecera del Municipio de Sansare, si ellos creían que separando y reciclando la basura habrá menos acumulación y disminuiría la contaminación, a lo cual se obtuvo que el 83% de ellos indicaban que si sería una forma de evitar seguir contaminando los alrededores del Municipio.

La pregunta más importante de la encuesta es: Si los pobladores estarían dispuestos a separar su basura desde el momento que esta se genera, ya que con el resultado de esta pregunta se puede evaluar el nivel de la participación ciudadana que estaría de acuerdo en involucrarse en planes de gestión integral de desechos y residuos sólidos. En la cual se obtuvo que el 80% de los encuestados es decir 70 personas estarían dispuestas a separar sus residuos domiciliares.

Con estos resultados podemos constatar que la población del área urbana está dispuesta a contribuir para que su región no se vea afectada por la contaminación de su medio ambiente, esta intención podría potenciarse con disminuir el cobro del servicio de recolección de desechos si ellos entregan su basura ya clasificada, de esta forma llamar más la atención de los pobladores para que en su mayoría participen y de esta manera la municipalidad no tenga que separar la basura ya sea en los camiones de recolección o al momento de llegar al relleno sanitario como se hace actualmente.

Una de las preguntas que ayuda a comprender si la población es consciente de la situación actual de su entorno, es por qué piensan los habitantes del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, que la acumulación de basura les puede afectar. A lo cual respondieron con múltiples opiniones, 25 personas indicaron que generan inundaciones, estas mismas indicaban que a través de las noticias o por las personas que viajaban a la capital o pasaban por la capital para llegar a su destino final se percataban que esto tapaba las alcantarillas, haciendo que el flujo de agua se retuviera en las calles provocando inundaciones.

Según el Diagnostico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, Municipio de Sansare, El progreso, indica que para el año 2014 no se reportaban inundaciones en el municipio por acumulación de basura en los drenajes únicamente por saturación de suelos por intensas lluvias, desbordamientos de ríos y una mala distribución y capacidad de drenajes.

Actualmente por el tamaño de la población no se producen estos casos en el municipio, además que las cuadrillas de limpieza gestionadas por la municipalidad realizan la limpieza de las mismas, ya que en su mayoría son sistemas de drenajes abiertos los cuales pueden ser limpiados con facilidad.

Treinta y dos personas de las encuestadas indicaron que generaba contaminación visual, es decir les provocaba molestia el ver las calles donde transitan sucias, pero también indican que esto pasaba más que todo por las tardes o al inicio de la mañana ya que es cuando las cuadrillas de limpieza ya no se encuentran por las calles y el movimiento de la población ha generado residuos. Los más afectados son los comercios como comedores ya que estos necesitan dar una impresión de limpieza para atraer la clientela, indican que deben de barrer regularmente.

Sesenta y siete personas indicaron que los afectaba por el mal olor que se genera por la acumulación de basura, esto sucede en los distintos puntos donde se generan basureros clandestinos, en su mayoría se encuentran a orillas de la carretera que se dirige a Sanarate o a Jalapa, además las personas que visitan la cabecera municipal indican que lleva su basura y la deja frente a las casas para que el servicio de recolección que paga el hogar en cuestión se la lleve, pero en muchos casos esta basura no es recolectada, ya sea porque el hogar no paga el servicio o no es un punto donde se recoja la misma. Esto hace que la basura se quede por días y empiece a descomponerse. También este caso sucede con la acumulación de desechos orgánicos que se generan el día del mercado.

El principal motivo por el cual la población indica que la acumulación de basura los afecta es que atrae plagas, setenta y una personas indican que la acumulación de basura atrae a roedores como son las ratas o cucarachas. Los comercios especializados en comida indican que ellos colocan la basura dentro de botes para evitar la acumulación de insectos por temas de salubridad, pero si no contaran con el servicio de recolección y limpieza sus negocios cerrarían. En los hogares lo que más les afecta es que la acumulación de basura, atrae a diferentes animales que por las noches busca comida, esto sucede cuanto más alejado de la cabecera municipal se encuentre.

En las cercanías del relleno sanitario municipal se observa que gran cantidad de animales se reúnen en búsqueda de comida, esto puede llegar a afectar a los trabajadores del lugar ya que pueden contraer enfermedades de la piel por contacto directo o ser mordidos por algún animal.

Siendo estas las causas de mayor impacto que se generan por la acumulación de basura, se observa que la población del área urbana de la cabecera municipal de Sansare busca su bienestar y promover el desarrollo de su comunidad, además tratan de no cometer los mismos errores que la ciudad capital.

9.2. Interpretación de resultados del pre-muestreo

En la producción per-cápita se muestra que el lunes es el día en el cual se tiene una mayor producción, esto puede ser atribuido a que durante el fin de semana no se realiza ninguna recolección y las familias se encuentran en sus hogares, lo cual hace que se genere una mayor cantidad de desechos, en los lugares comerciales como restaurantes también se genera una mayor cantidad de desechos debido a que se incrementa la afluencia.

El día miércoles se tiene una menor producción per-cápita atribuyendo este resultado a que se ha recolectado los desechos sólidos el día lunes y la permanencia en cada hogar disminuye. Generando menos desechos. Este comportamiento disminuye de 0.75KG/per-día del día lunes a 0.62kg/per-día del día miércoles, el hecho que en su mayoría las personas residen cerca de donde trabajan hace que al cocinar se mantengan produciendo desechos en sus hogares, ya que por la cercanía estos al momento de almorzar regresan a sus hogares. Caso distinto al de la ciudad capital, que por tema de distancias y tiempo no se puede retornar hasta finalizar el día.

En lo que corresponde al peso total de desechos generados según habitantes en promedio producen en kg lo siguiente:

- 7 habitantes producen en promedio 5.62 kg de desechos cada día
- 6 habitantes producen en promedio 4.36 kg de desechos cada día.
- 5 habitantes producen en promedio 3.36 kg de desechos cada día.
- 4 habitantes producen en promedio 2.59 kg de desechos cada día.
- 3 habitantes producen en promedio 1 kg de desechos cada día.
- 2 habitantes producen en promedio 0.51 kg de desechos cada día.

Lo que nos indica que en promedio cada persona en un hogar contribuye de 0.25kg a 1kg de desechos, la contribución puede variar dependiendo de los hábitos alimenticios de las familias o del tiempo en que permanecen en los hogares, ya que si estos se encuentran en su mayor parte del día fuera, los desechos posiblemente se generan en otras ubicaciones.

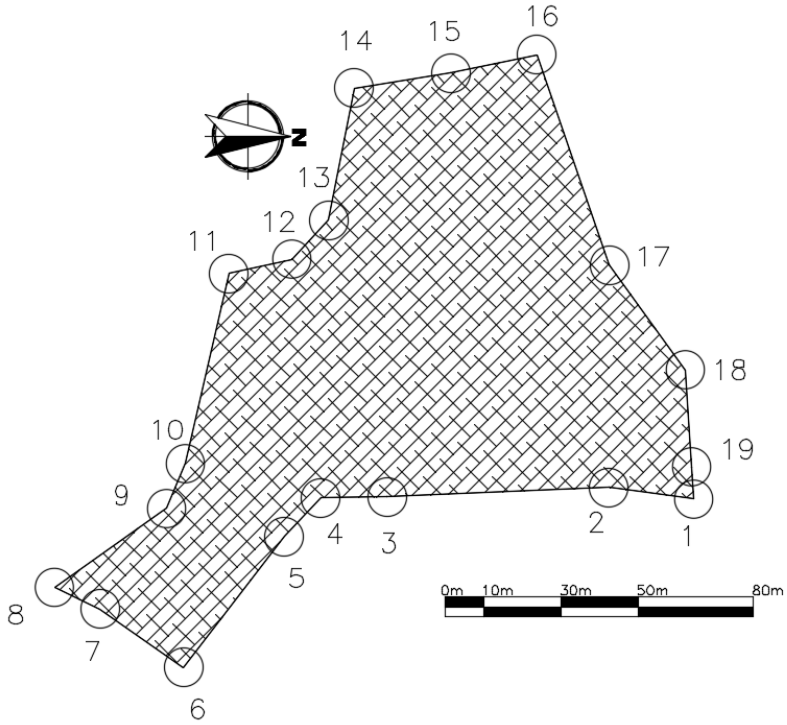
9.3. Interpretación de resultados de la producción per-cápita

La producción per-cápita promedio obtenida de las 20 muestras realizadas es de 0.66 kg/per-día. Esto nos indica que con 3,421 habitantes en el Municipio de Sansare, en el área urbana, se producen al día 2.3 toneladas de desechos en promedio, en un mes se generaran 69 toneladas de desechos.

Como indica la caracterización departamental de El Progreso 2013, INE. El departamento tiene una tasa de crecimiento promedio de 1.73% al año, por lo que se prevé que para el año 2025 fecha que se tiene como finalización del plan de desarrollo municipal, la población urbana habrá crecido aproximadamente a 7,334 habitantes. Los cuales generarán en promedio 4.8 toneladas de desechos al día, es decir un poco más del doble de desechos que se general actualmente.

Estas cifras son necesarias tomarlas en consideración para la elaboración de un acertado plan de gestión de residuos sólidos para el municipio, ya que si no se tiene una gestión adecuada, el relleno sanitario municipal alcanzará su límite de almacenamiento mucho antes de lo debido, lo que da paso a planes de mitigación de la contaminación que se produce y una inversión para la apertura de un nuevo relleno sanitario.

Ilustración 25. Dimensiones del relleno sanitario municipal al 30 de octubre del 2017.



LIBRETA TOPOGRAFICA			
P.O.	P.F.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
1	2	172d23'11"	22.26
2	3	182d24'47"	57.73
3	4	180d57'55"	17.24
4	5	226d21'47"	13.86
5	6	232d26'4"	42.83
6	7	145d14'28"	26.53
7	8	154d19'32"	13.05
8	9	35d16'6"	35.63
9	10	67d12'55"	12.59
10	11	77d1'27"	50.65
11	12	12d34'13"	16.72
12	13	46d29'26"	13.99
13	14	79d9'27"	34.99
14	15	8d39'49"	25.50
15	16	12d11'26"	22.80
16	17	289d7'0"	57.87
17	18	305d57'12"	33.58
18	19	305d57'12"	25.23
19	1	273d43'8"	8.35

Fuente: Elaboración propia basado en los datos de la libreta topográfica de la unidad de desarrollo municipal (2017).

El relleno sanitario actualmente cuenta con:

- Área: 11,843.51 m^2
- Perímetro: 531.4m

Del área establecida a partir de las dimensiones del terreno se estima que solamente se utiliza de un 30% a 40% del área total disponible. Esto puede ser atribuido a las características físicas del terreno.

Fotografía 32. Relleno sanitario municipal.

Fuente. Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare. (2017).

El área señalizada con una línea en la imagen es la parte que se utiliza para depositar los desechos recolectados por los camiones, antes de verterlos en este lugar se ha realizado una separación de los residuos que pueden ser reutilizados nuevamente como el cartón, plásticos y aluminio, los cuales son guardados bajo la galera que se encuentra frente al lugar de depósito.

Para la elaboración del plan de gestión integral de residuos y desechos sólidos hay que tomar en cuenta el volumen de desechos que se generan en el municipio ya que esto incide directamente en el tiempo que transcurrirá antes de alcanzar la máxima capacidad de almacenamiento del relleno sanitario.

Tomando en cuenta la densidad sin compactar podemos obtener mediante un cálculo simple el volumen de desechos sólidos que se generan actualmente al mes:

$$Volumen\ al\ mes = \frac{69\ ton}{0.26636\ ton/m^3} = 259.05 m^3\ al\ mes$$

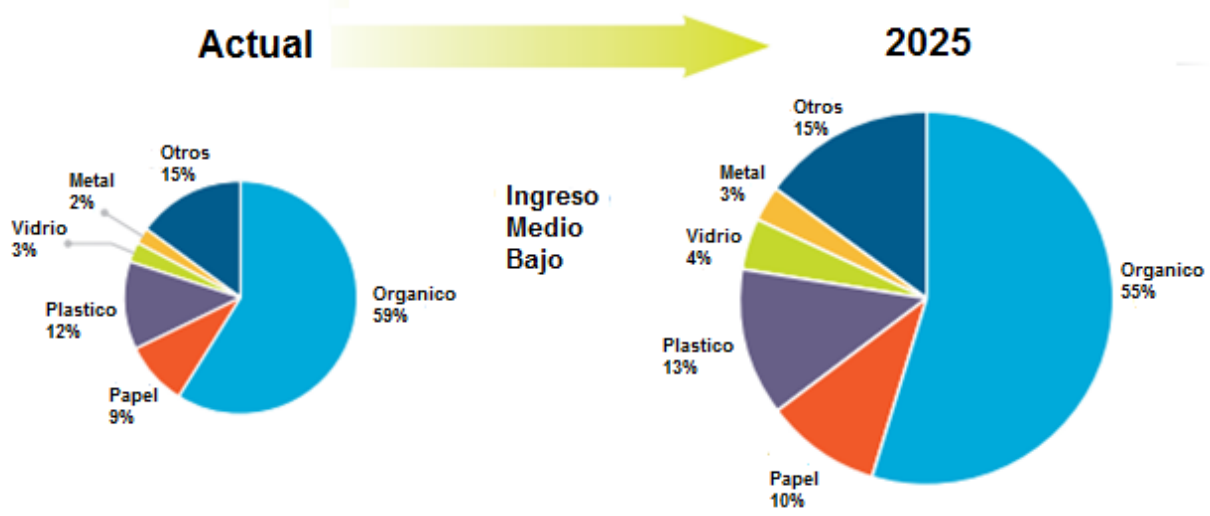
Lo que equivale a llenar aproximadamente 22 camiones de volteo de 12m^3.

9.4. Composición de los residuos sólidos domiciliares

Los resultados obtenidos de la caracterización de los residuos sólidos muestran que los residuos orgánicos representan un 42%, el papel y cartón representan un 23%, los plásticos un 20% y los metales un 15%.

Con los resultados obtenidos de la producción per-cápita se estima que se producen 69 toneladas de desechos al mes, esto nos indicaría que 28 toneladas de desechos son orgánicos, 15 toneladas son papel y cartón, 13 toneladas son plásticos y 10 toneladas son metales. Estos pesos pueden variar ya que en este estudio no se tomaron encuentra otro tipo de desechos como lo son vidrio, poliestireno, madera, etc.

Ilustración 26. Composición de los desechos sólidos a nivel mundial para países con ingreso medio inferior



Fuente: Consultado en red el 02 octubre del 2017 de: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/Chap5.pdf.

En la ilustración 26. Se presenta una estimación para el año 2025 que nos muestra que se reducirán los desechos orgánicos y aumentará la generación de los demás desechos, con esto podemos ver que es necesario establecer y diseñar un método efectivo para la clasificación de los desechos sólidos generados en la comunidad para que de esta manera no se sature el relleno sanitario y se pueda sacar provecho de los residuos que pueden ser reciclados

Tomando en cuenta los datos proporcionados por el banco mundial, nos indica que este estudio tiene en cuenta el 82% de los desechos y residuos sólidos que se generan en el área urbana de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso. Debido que el 18% restante del total de la producción de desechos sólidos pertenecen a vidrio y otros que no pueden ser categorizados dentro de los desechos orgánicos, papel y cartón, plásticos y metales.

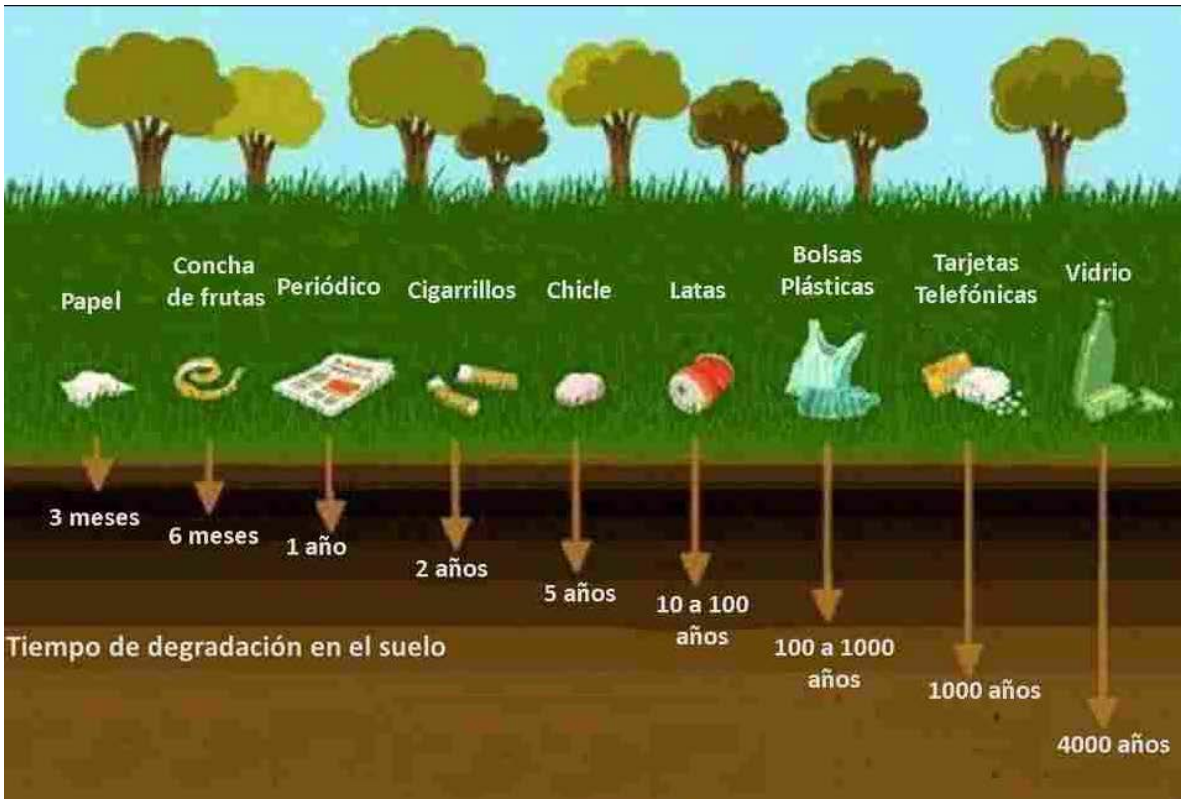
Lo anterior indica que de las 2.3 toneladas de desechos que se estima se producen en promedio al día por los 3,421 habitantes, existe un agregado de 0.5 toneladas de materiales como el vidrio, duroport, cerámica, electrónicos, etc. que de igual manera se producen al día y no se tiene un método establecido para su categorización.

Las 0.5 toneladas de material no catalogado representa al mes 15 toneladas de desechos que su disposición final será el almacenamiento en el relleno sanitario, estos están conformados por materiales no orgánicos; significa que su tiempo de degradación en el relleno sanitario será prolongado, de tal manera que no se puede contar con una compactación o desintegración en un periodo a corto plazo.

Para la minimización de este tipo de materiales la mejor propuesta seria ya no utilizarlos, pero esto requiere que existan materiales que los sustituyan, sin embargo la necesidad por la cual fueron creados prevalece y no es posible dejar de utilizarlos.

A continuación se muestra una imagen con los tiempos de degradación en diferentes materiales en el suelo.

Ilustración 27. Tiempos de degradación en el suelo.



Fuente: Consultado en red el 19 de mayo del 2018 de: http://2.bp.blogspot.com/-9_4CtG4DYQ0/UH8TOWYILOI/AAAAAAAAPaE/HDRK5CLAc1c/s1600/degradacion-basura1.jpg

9.5. Interpretación de resultados de la densidad

En la realización de esta prueba se obtuvo que la densidad sin compactar es de 266.36 kg/m^3 y la densidad compactada es de 298.64 kg/m^3.

Con la capacidad de los camiones recolectores se estima lo siguiente:

- 1er. Camión capacidad de 3 toneladas
- 2do. Camión capacidad de 2 toneladas

El primer camión es capaz de llevar la siguiente cantidad residuos sólidos:

$$3\ ton\ x\ \frac{1000kg}{1ton} = 3000kg\ x \frac{1}{266.36\frac{kg}{m^3}} = 11.26\ m^3\ de\ desechos\ \text{sin}\ compactar$$

$$3\ ton\ x\ \frac{1000kg}{1ton} = 3000kg\ x \frac{1}{298.64\frac{kg}{m^3}} = 10.05\ m^3\ de\ desechos\ compactados$$

El segundo camión es capaz de llevar la siguiente cantidad residuos sólidos:

$$2\ ton\ x\ \frac{1000kg}{1ton} = 2000kg\ x \frac{1}{266.36\frac{kg}{m^3}} = 7.51\ m^3\ de\ desechos\ \text{sin}\ compactar$$

$$2\ ton\ x\ \frac{1000kg}{1ton} = 2000kg\ x \frac{1}{298.64\frac{kg}{m^3}} = 6.69\ m^3\ de\ desechos\ compactados$$

Por los 3,421 habitantes de la zona urbana se producen 2.3 toneladas de desechos, lo que nos indica que se producen 8.63m^3 al día, pudiéndose observar que funcionando ambos camiones se dan abasto para la recolección de la basura.

Para la recolección de los desechos sólidos en la cabecera municipal se recomienda usar camiones de 2 toneladas, debido a que por su menor tamaño estos pueden circular de mejor manera entre las calles estrechas del municipio.

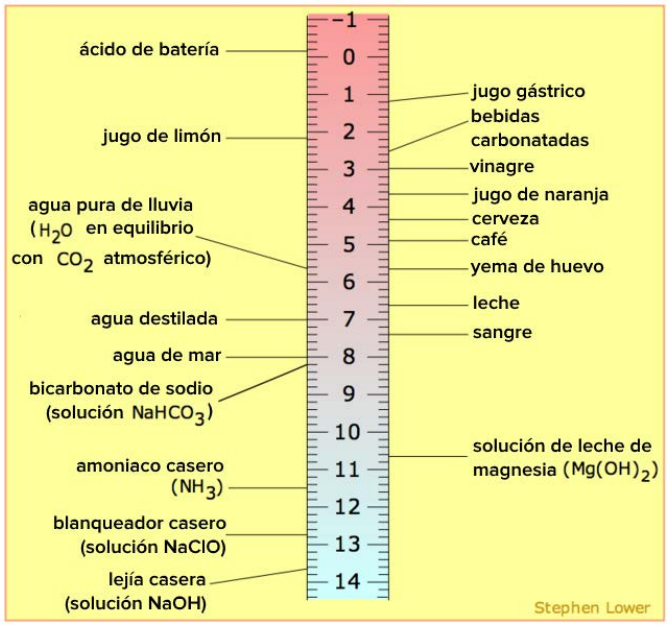
Actualmente se tienen 4,800m^2 aproximadamente de terreno en el relleno sanitario municipal, si se acumula a una altura promedio de 6m, se tienen disponibles aproximadamente 30,000m^3 de almacenamiento de desechos

sólidos, lo que nos da como resultado 8,000 ton de desechos para almacenar, a la producción actual el relleno sanitario alcanzará un 40% de su capacidad en 11 años.

9.6. Interpretación de resultados del potencial de hidrogeno

El resultado obtenido para el pH es de 5 lo cual indica que es ligeramente ácido, pero no dañina con el contacto directo con la piel.

Ilustración 28. Escala del pH ejemplificada



Fuente: Consultado en red el 18 de octubre de 2017 de: https://es.khanacademy.org/science/chemistry/acids-and-bases-topic/acids-and-bases/a/ph-poh-and-the-ph-scale

El pH ideal para el compost debería de ser lo más cercano a 7 ya que en este punto neutro es donde los microorganismos responsables de la descomposición de los restos trabajan de mejor manera sino el compost se desaceleraría o se detendría. El compost al estar formado también por hojas secas, hojas verdes ricos en nitrógeno le dan un balance ideal para la realización del compost.

9.7. Interpretación de resultados del porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad encontrado en promedio es del 56.15%, la máxima aportación de humedad la proporcionan los restos orgánicos, esta características deben de tenerse en cuenta para procesos como la compresión de residuos, la cantidad de producción de lixiviados, transporte, tratamientos de incineración y recuperación energética.

9.8. Interpretación de resultados del porcentaje de cenizas

El resultado promedio del porcentaje de cenizas nos indica que es de 17.85%, este resultado debe de tenerse en cuenta al considerar procedimientos de incineración para eliminación de desechos sólidos los cuales aumentan los costos de tratamiento y elevan los impactos ambientales a considerarse.

9.9. Interpretación de resultados de la carga contaminante

Una carga contaminante alta se atribuye a una mala gestión integral de residuos sólidos y a una falta educación sanitaria, la carga contaminante debe de tomarse en cuenta para asegurar diseños adecuados en los sistemas de tratamiento. La carga contaminante que excede la capacidad de asimilación de un cuerpo de agua hace que este pierda sus adecuadas condiciones para su uso convirtiéndose en un cuerpo de agua contaminado. Si no se disminuye la carga contaminante en los residuos sólidos, los sub-tratamientos o tratamientos de aguas tienen un mayor costo, afectando de esta manera los presupuestos asignados a cada municipalidad.

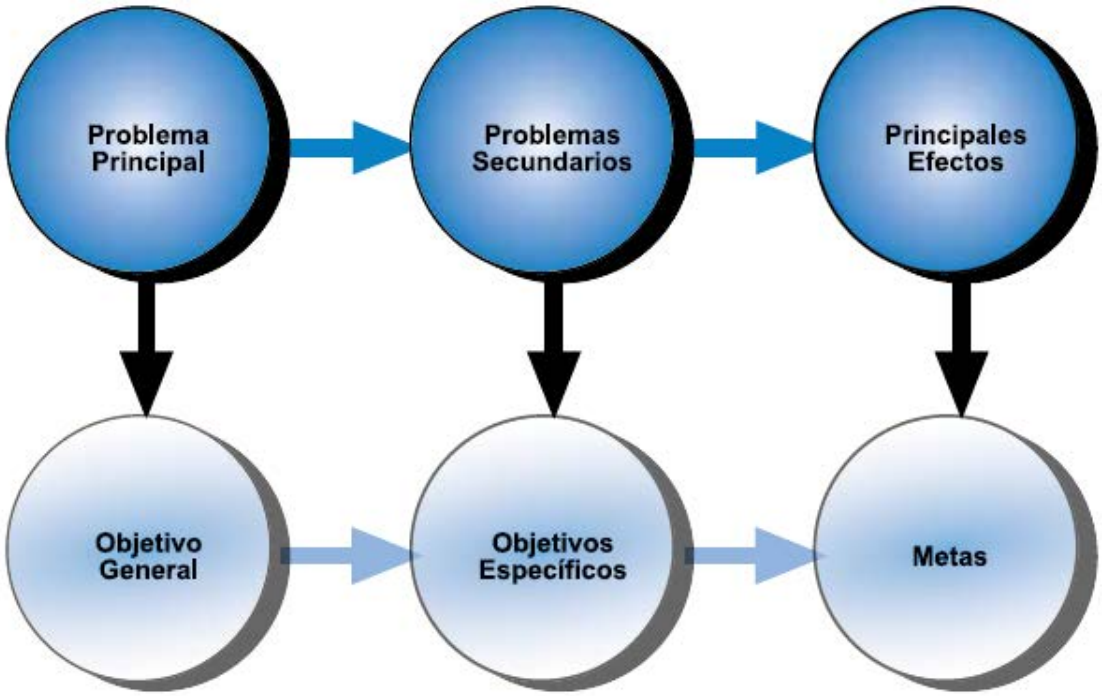
9.10. Marcando el camino
Etapa 3

En esta sección ya se deben de haber identificado los problemas y se deben de determinar las acciones necesarias y trazar una estrategia, para así de esta menara poder proponer soluciones a los distintos problemas, en este apartado se requiere que el comité coordinador valide y apoye las decisiones que se tomaran, dando a conocer siempre los intereses y necesidades de la comunidad. El comité también debe ser el gestor, promotor e impulsor de las acciones determinadas en el plan.

Igualmente en esta sección se deben de establecer la visión, misión, objetivos y metas ya que es necesarios para establecer lo que se desea alcanzar y a través de qué actividades se lograran. Todo esto dependerá del plan que se proponga a desarrollar, dependerá también en que circunstancia se desea enfocar.

A continuación se presenta un diagrama de relación para la formulación de objetivo, metas y actividades:

Ilustración 29. Formulación de objetivo, metas y actividades



Fuente: MARN (2016).

9.11. Búsqueda de soluciones Etapa 4

Las soluciones tienen como propósito proponer acciones para que se pueda cumplir con las metas y los objetivos identificados, se pueden llegar a tener varias soluciones para un mismo problema, siempre tomando en cuenta la manera en que se afecta la calidad de vida, la generación de oportunidades y las capacidades de la población.

Para la propuesta de una adecuada solución se deben considerar; la viabilidad física y ambiental, que es aquella que indica cuales son las características físicas del lugar donde se propondrá realizar una acción, como lo pueden ser las dimensiones de un terreno, las distancias a los colectores o cuerpos de agua, temperatura del área, etc.

También se tiene que tener en cuenta la viabilidad socio-cultural, que las acciones son realizadas por la comunidad y si estas entran en conflicto con sus intereses culturales estos no apoyaran la realización de ninguna acción, debido a esto es necesario siempre introducir mecanismos de sensibilización a la sociedad involucrada o afectada.

Otro factor que se debe considerar es la viabilidad legal, que es fomentar la creación o reforzar el marco jurídico respecto a los residuos y desechos sólidos para que se puedan establecer soluciones que sean apoyadas legalmente. Por otro lado también es necesario tomar en consideración la viabilidad económica, ya que sin tener claro con qué recursos se disponen una solución puede llegar a ser factible o no por el consumo que esta tenga de los recursos financieros ya sean otorgados por parte de la municipalidad, entidades privadas o de los pobladores.

Por último se debe de tomar en cuenta la viabilidad institucional y técnica, las cuales permiten identificar que entidades tienen interés en brindar apoyo para el desarrollo o el cumplimiento de las acciones para la solución a los problemas encontrados, además de la capacidad de tecnológicas factibles y propias de la localidad para un correcto desarrollo de los planes propuestos.

A continuación se presentan propuestas para la solución de algunos de los problemas encontrados en el estudio realizado:

9.11.1. Rutas de recolección de los desechos sólidos

Para realizar el trazo para la propuesta de las rutas de recolección asignada a cada tipo de camión se realizó un recorrido por las calles de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso, en el área urbana.

Se tomó en cuenta las dimensiones de los camiones para que puedan maniobrar de una manera más sencilla entre las calles de las calles de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso.

Al camión de 3 toneladas se le dificulta más la maniobrabilidad entre las calles angostas ya que sus medidas son de 6.5 metros de largo desde el inicio de la cabina hasta el final furgón y 2.2 metros de ancho.

El camión de 2 toneladas tiene unas medidas de 4.8 metros de largo desde el inicio de la cabina hasta el final del furgón y 2.4 metros de ancho. Al tener estas dimensiones su maniobrabilidad mejora para el ingreso a calles y callejones angostos.

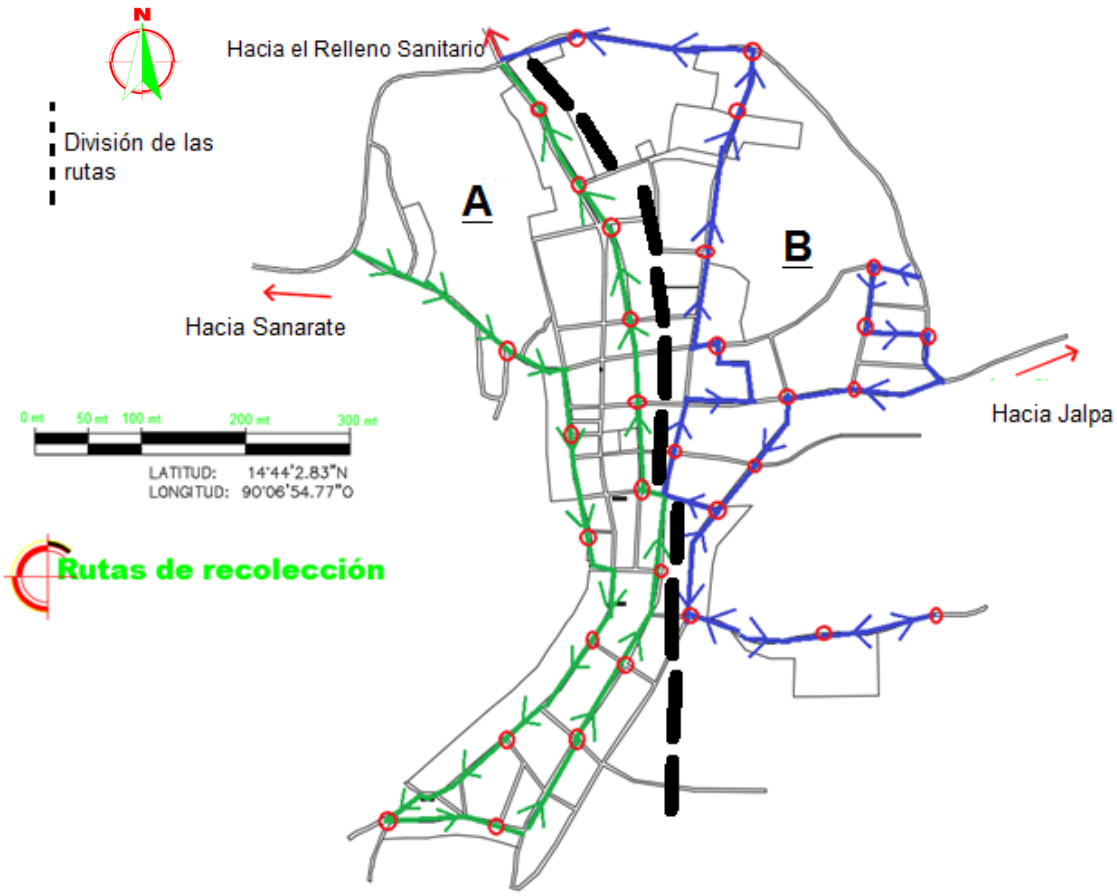
Teniendo en cuenta lo anterior y al realizar el recorrido por la calles, se propone que el camión de 3 toneladas realice la recolección de los desechos y residuos sólidos en el área Oeste del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso. Esta propuesta se basa en que el lado oeste del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso cuenta con dos calle principales, donde iniciaría su recorrido que es al entrar por la carretera CA19 en dirección a Jalapa.

Para el tramo de la parte este del área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso se propone designar la recolección de los desechos y residuos sólidos al camión de 2 toneladas ya que se requieren varios giros en calles angostas y callejones.

En las áreas cercanas al parque Municipal de Sansare, las calles y callejones son de doble vía, al sur del parque Municipal de Sansare las calles y callejones se tornan de 1 vía, lo cual dificulta el acceso de los camiones para realizar la recolección de los residuos y desechos sólidos.

A continuación se presenta un mapa con las rutas propuestas para cada uno de los camiones con los que cuenta actualmente la municipalidad para realizar la recolección de los residuos y desechos sólidos:

Ilustración 30. Rutas de recolección de los desechos sólidos



Fuente: Elaboración propia sobre el mapa de micro-localización proporcionado por la unidad de desarrollo municipal. (2017).

Ruta lado A (izquierdo del mapa): Camión de 3 toneladas
Ruta lado B (Derecho del mapa): Camión de 2 toneladas
Círculo rojo: Paradas

- 16 paradas ruta A
- 16 paradas ruta B

En cada parada que realiza el camión los ayudantes recolectan los desechos de las calles aledañas.

Las pendientes de las calles no representan un inconveniente para los camiones ya que el área urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso no cuenta con pendientes pronunciadas.

El tiempo de espera en cada parada dependerá de la velocidad de recolección de los ayudantes del camión se estima un tiempo de 15 – 20 min por parada.

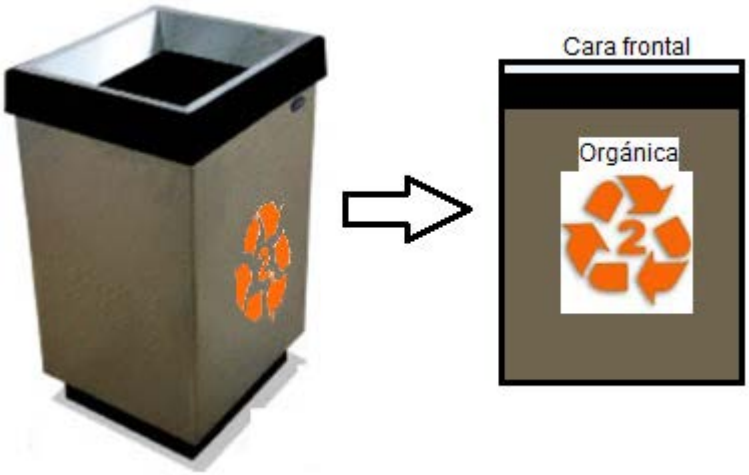
Cada camión cuenta de 3 a 5 ayudantes.

9.11.2. Propuesta método de clasificación de desechos sólidos

Como propuesta de solución al problema de que actualmente los desechos que llegan al relleno sanitario no están clasificados, se sugiere colocar en los lugares públicos de la Cabecera Municipal con frecuencia alta de visita como lo sería la iglesia católica de la localidad, el parque municipal de Sansare y el estadio municipal de Sansare. Los distintos contenedores deberán de estar correctamente identificados para cada tipo de desecho, los contenedores se propone que sean fabricados de láminas roldadas en frio de 1/8 de espesor y galvanizadas para que puedan resistir la intemperie y no se oxiden ni corroan.

A continuación se presenta el diseño del contenedor, este contenedor tendrá las mismas especificaciones para cada uno de los diferentes tipos de desechos y residuos sólidos, las imágenes de identificación de desechos se pueden visualizar en la ilustración 31.

Ilustración 31. Diseño contenedor para los distintos tipos de desechos



Fuente: Consultado en red el 10 de marzo del 2018 de: http://decoracionydetalle.com.mx/productos/basura/images/3.jpg.

Las dimensiones de cada contenedor serán de 20 pulgadas de alto x 12 pulgadas de ancho en cada cara, el fondo se realizara con 4 tramos de 5 pulgadas x 12 pulgadas.

El costo de fabricación de cada contenedor seria el siguiente:

Tabla 29. Costos de elaboración de 2 contenedores

Descripción	Costo
Lamina HG 4x8ft 1/8" espesor	Q300.00
Corte y Soldadura por 2 contenedores	Q130.00
Pintura (incluye aplicación) 2 contenedores	Q80.00
Total	**Q510.00**

Fuente: Cotización realizada el 12/03/18 en Ferretería EPA S.A.

La identificación de los contenedores puede ser de la siguiente manera:

Ilustración 32. Identificación de contenedores para los distintos tipos de desechos

Fuente: Consultado en red el 10 de marzo del 2018 de: http://www.inforeciclaje.com/colores-del-reciclaje.php.

También se propone sensibilizar para que en los hogares inicien a clasificar sus desechos desde que éstos se generan, para que al momento que el camión recolector pase en cada una de las viviendas estos desechos ya estén clasificados. El método para motivar esta clasificación podría ser disminuir el cobro del servicio de recolección de basura si el usuario ya la entrega clasificada. El 80% de las personas encuestadas afirmo estar de acuerdo en clasificar ellos mismos su basura. Los costos se incrementaran en consecuencia a la falta de cobro del servicio de recolección, la Municipalidad de Sansare deberá de invertir en la realización de una investigación financiera la cual indique el aumento del costo en el servicio de recolección y la ganancia que se obtiene de la venta del material reciclado, para que se pueda analizar si es factible incentivar a la comunidad de la cabecera Municipal de Sansare, El Progreso al disminuir el cobro del servicio de recolección si ellos mismos realizan la separación en los distintos tipos de residuos sólidos.

Otra manera que puede proponerse sería que los camiones recolectores pasen todos los días de la semana, pero estos recolecten únicamente ciertos tipos de desechos al día, para este tipo de solución se tendría que tener en cuenta la acumulación de los otros desechos, ya que los resultados indican que de la generación de desechos por día el 42% son desechos orgánicos. De igual manera que en la propuesta anterior se tiene un alza en el costo del servicio de

recolección de los residuos y desechos sólidos debido a que los camiones pasan más días a la semana recolectando los residuos y desechos sólidos, la Municipalidad de Sansare deberá de invertir en un estudio financiero el cual indique el aumento del costo en el servicio de recolección la ganancia que se obtiene de la venta del material reciclado para saber si factible implementar este método.

La clasificación de los desechos desde el ente generador es la mejor opción teniendo en cuenta el factor económico ya que si una entidad o la municipalidad se hace cargo de este procedimiento genera un costo elevado al efectuar esa labor.

Con el procedimiento indicado, la municipalidad obtiene y almacena en el área destinada para el efecto los materiales reciclables, para posteriormente venderlos a las recicladoras. Con los ingresos obtenidos el estudio financiero indicara si la venta del material óptimo para reciclaje cubriría los costos de la recolección, lo cual podría complementar haciendo alianzas con instituciones que trabajan en beneficio del medio ambiente.

La mala práctica de la separación del reciclaje hace que los contenedores para los distintos tipos de desechos sólidos lleven material no correspondiente a cada contenedor, por lo cual se aconseja de ser implementando cualquiera de estos métodos que el propio personal de los camiones recolectores hagan la verificación de que los desechos colocados en un contenedor son los adecuados y de no ser así proceder a ubicarlos de manera correcta para que no se produzca una mezcla de los distintos tipos de desechos sólidos. Todo este procedimiento debe de realizarse dentro del camión mientras recorren la ruta de recolección como actualmente realizan la separación de los plásticos y aluminios.

9.11.3. Propuesta de mejora de la disposición final de los desechos sólidos

La disposición final de los desechos sólidos debe de centrarse en la realización de reciclaje, pero esto está atado a la clasificación adecuada de los desechos sólidos. Al momento de realizarse la clasificación de los desechos sólidos, aparecen los residuos sólidos que son aquellos que pueden llegar a ser reutilizados para otros fines.

Utilizar el relleno sanitario municipal como método de disposición final debería ser únicamente para desechos sólidos orgánicos o aquellos desechos que no se les pueda dar otro uso como el duroport. Mediante la clasificación de los desechos obtendremos los desechos orgánicos, vidrio, plástico y envases metálicos, papel y cartón y desechos en general.

Existen varias empresas las cuales pueden procesar los distintos tipos de residuos que se generan, éstas ofrecen su servicio de recolección para áreas dentro de la capital en su mayoría, debido a esto se debe pensar como trasladar el producto a estas empresas, con los resultados obtenidos en la caracterización de los desechos sólidos domiciliares a la semana se producen aproximadamente; 2.4ton de metales, 3.22ton de plásticos y 3.7ton de papel y cartón, para estos resultados se supondrá una eficiencia de clasificación del 70% también tomando en cuenta que algunos productos no pueden ser reciclados; tendríamos como resultado que a la semana se estima que se pueden recolectar; 1.68ton de metales, 2.25 ton de plástico y 2.59ton de papel y cartón.

Estas cantidades demuestran que se puede recuperar parte de la inversión para promover la clasificación desde el ente generador, el valor dependerá de cada empresa y del producto al momento de ser llevado a estas instalaciones.

El trasporte de los materiales puede ser mediante un camión de 5ton cada semana o cada 15 días para llevar este producto a las instalaciones de las empresas respectivas para que estas puedan darle una mejor disposición final a estos tipos de productos.

Se debe tener en cuenta que debe de existir una constante capacitación para efectuar este tipo de acciones ya que sin estos lineamientos no es posible realizar esta operación de manera adecuada.

Mediante la mejora a la disposición final de basuras en el relleno sanitario del Municipio de Sansare, El Progreso, se tendrán 3 gestiones las cuales al implementarse se presentaran las siguientes características:

- La gestión social, esta gestión traerá consigo el mejoramiento del manejo y operatividad que actualmente tiene el relleno sanitario y también traerá como consecuencia la generación de empleo ya que se deber de realizar la contratación de personal para el constante control de los procesos que se realizan en el relleno sanitario, las capacitaciones y difusiones de los planes de manejo ambientales deben de realizarse en un corto plazo para que toda la comunidad conozcan las acciones que se están realizando en el relleno sanitario.

- La gestión integral de los residuos sólidos traerá consigo el aumento de la vida útil del relleno sanitario ya que no se almacenara en este el 100% de los desechos sólidos, también aumentara la calidad de vida y la protección de los recursos naturales alrededor del relleno sanitario, esto se atribuye que al se deberán de realizar estudios para realizar las obras de control de lixiviados, protección de suelos e infiltraciones. Y se podrán realizar estudios para la disposición final de los desechos sólidos.

- La gestión ambiental y calidad de vida traerá consigo la minimización de las inconformidades y riesgos sobre la salud de los trabajadores del relleno sanitario y para la población del Municipio de Sansare, ya que con un correcto manejo de los residuos y desechos sólidos se disminuye la presencia de insectos y plagas que se generan por la acumulación de basura en lugares no adecuados.

  También se tendrá un mejoramiento en el cumplimento de las leyes de protección ambientas y manejo de desechos y residuos sólidos, ya que se contaran con planes de manejo integral de monitoreo y seguimiento, ya que constantemente se realizaran los análisis de aguas residuales, análisis de lixiviados, emisión de aire y gases y análisis de suelos.

Todas las gestiones anteriores pueden partir de la implementación de un plan de mejora para la disposición final de desechos y residuos sólidos, la cual se centra en darle una disposición final en el relleno sanitario solamente aquellos desechos que no pueden ser reutilizados.

Actualmente al ser reciente la construcción del relleno sanitario se aconseja realizar todos los estudios de control de lixiviados y protección de suelos ya que con el tiempo se incrementara el volumen de desechos depositados en el lugar y se tendrá una complejidad mayor el modificar la infraestructura del relleno sanitario del Municipio de Sansare, El Progreso.

9.11.4. Participación ciudadana y educación ambiental

La participación ciudadana es esencial para poder llevar acabo cualquier plan o acciones ya que sin el apoyo de la población no es factible realizar ningún desarrollo, esto es debido a que ellos son los que realizarán las tareas más significativas como lo es en este caso la clasificaciones de los desechos y residuos sólidos.

La participación ciudadana en general se ve afectada debido que la población está poco capacitada y además se tiene cierto nivel de desconfianza de la sociedad civil hacia sus autoridades.

Para mejorar la participación ciudadana es necesario el fortalecimiento institucional en las municipalidades identificando nuevos modelos participativos para operar, mantener y administrar servicios públicos, involucramiento de la sociedad civil informándolos, planificando, ejecutando medidas y proyectos de saneamiento básico.

La participación ciudadana debe de ser tomada como uno de los órganos principales para la toma de decisiones, dando lugar de esta manera a mas campañas de información, hacerles saber que no pagan por la basura sino que por un servicio que mejora la calidad de vida, pero para esto los habitantes deben comprender cómo es que se llevara a cabo cada una de las acciones y de qué forma están ellos comprometidos o afectados en cada una de las distintas situaciones que se generan al momento de llevar a cabo un plan de gestión integral de desechos y residuos sólidos.

Todo proyecto para ser funcional debe tener como prioridad crear el sentimiento de pertenencia para la población ya que sin este sentimiento de pertenencia, comúnmente la población no cuida o no contribuye lo necesario para que cualquier proyecto pueda desarrollarse, cada uno de los que se ven afectados por cualquier plan que se esté llevando acabo debe saber que sin su colaboración la comunidad entera podría llegar a ser afectada en su desarrollo y en su calidad de vida.

Para dar un soporte legar a la participación ciudadana la Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural indica lo siguiente:

Capítulo I

Naturaleza, principios y objetivos

Artículo 1. Naturaleza. El Sistema de Consejos de Desarrollo es el medio principal de participación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena, en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación

democrática del desarrollo, tomando en cuenta principios de unidad nacional, multiétnica, pluricultural y multilingüe de la nación guatemalteca.

Artículo 2. Principios. Los principios generales del Sistema de Consejos de Desarrollo son:

a) El respeto a las culturas de los pueblos que conviven en Guatemala.

b) El fomento a la armonía en las relaciones interculturales.

c) La optimización de la eficacia y eficiencia en todos los niveles de la administración pública.

d) La constante atención porque se asigne a cada uno de los niveles de la administración pública las funciones que por su complejidad y características pueda realizar mejor que cualquier otro nivel. La promoción de procesos de democracia participativa, en condiciones de equidad e igualdad de oportunidades de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena, sin discriminación alguna.

e) La conservación y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano, con base en las cosmovisiones de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena.

f) La equidad de género, entendida como la no discriminación de la mujer y participación efectiva, tanto del hombre como de la mujer.

Artículo 3. Objetivo. El objetivo del Sistema de Consejos de Desarrollo es organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada. (p.2)

Decreto Numero 11-2002, El Congreso de la República de Guatemala.

Respetando la base legal para el involucramiento de la participación ciudadana se debe de crear los siguientes planes:

- Plan de capacitación institucional sobre cultura de servicio público y participación ciudadana que involucre los lineamientos, reglas y mecanismos para implementar esta política. Esta se debe de basar en capacitaciones o talleres que realicen las entidades privadas o públicas del municipio para que todos los colaboradores empiecen a comprender los beneficios del involucramiento en actividades que ayudan a mejorar la calidad de vida en el municipio de Sansare, El Progreso.

- Plan de diseño para identificación de las actividades que sean pertinentes y de interés para cada una de las partes interesadas, es decir si es un

estudiante, identificar las actividades en las cuales él podría apoyar, si es un empleado de alguna institución pública o privada como podría involucrarse en las actividades y por ultimo aquellos que se encuentren en sus hogares como estos podrían a llegar a participar en la actividades que involucran en la mejora de su calidad de vida.

- Desarrollar un plan de entrevistas a través de espacios en radio y televisión local para la difusión de las actividades que se proponen y que además se tenga contemplada la interacción de los pobladores, para que se genere en un interese en escuchar las opiniones de los mismos habitantes y no solamente de las entidades que proponen las actividades de inclusión para la participación ciudadana.

- Fomentar planes de voluntariados abiertos y participativos en las distintas instituciones de educación del Municipio de Sansare, El progreso, ya que los jóvenes llegan a tener influencia sobre las acciones de sus padres.

- Implementar un plan para promover programas de capacitación que no solamente ayuden a la comunidad sino que también desarrollen las habilidades de cada integrante de la comunidad.

- Se debe de implementar un plan para que la comunidad sea aquella que inspeccione, vigile y controle todas las actividades y gestiones que se realicen para una mejor disposición final de los desechos y residuos sólidos.

- Implementar un plan para el desarrollo de la capacidad de gestión y operatividad de todo el capital humano, es decir que la misma comunidad esté al tanto de las inversiones y compras de los implementos para una mejor caracterización de los residuos y desechos sólidos.

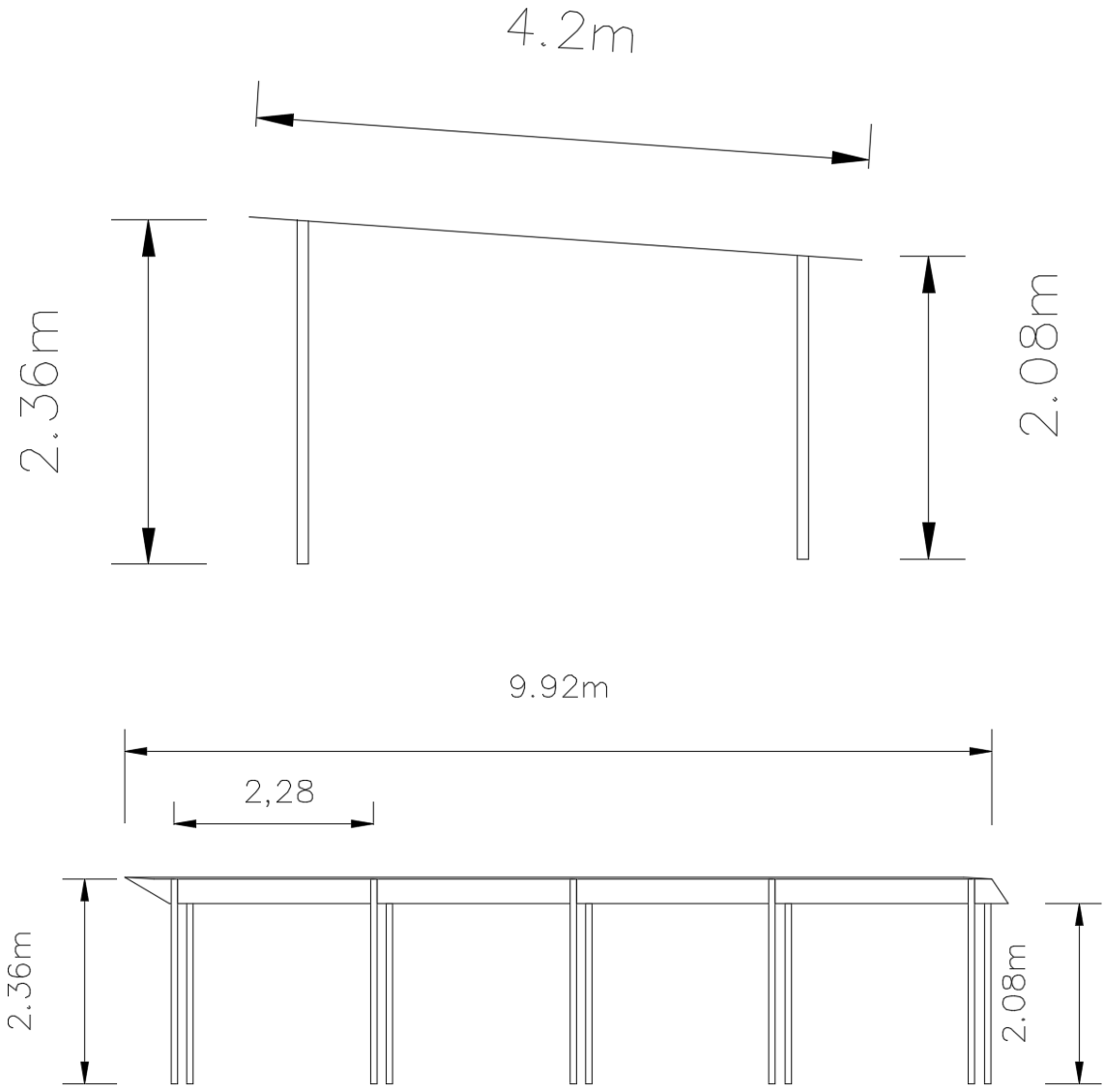
Para alcanzar el óptimo rendimiento de cada uno de estos planes es necesario realizar audiencias públicas, donde todos los miembros de la comunidad, organizaciones sociales, no gubernamentales y autoridades, tendrán la oportunidad de consultar, escuchar opiniones, debatir y llegar acuerdos respecto a la evaluación, formulación y ejecución de los distintos planes que se aconseja implementar.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se puede llegar a formalizar la participación ciudadana dentro de una comunidad, siempre siendo en este caso la Municipalidad de Sansare como el ente supervisor y organizador de todas las actividades, para que se tenga un mejor control de la planeación y ejecución.

9.11.5. Propuesta de mejora de galera de clasificación de residuos sólidos

Actualmente la galera de clasificación y almacenamiento de residuos sólidos está construida mediante lámina galvanizada como techo y parales de 3”x3” como la estructura principal que sostiene la lámina. A continuación se muestra un esquema con las medidas de la actual galera:

Ilustración 33. Dimensiones de la galera actual de clasificación de residuos sólidos.

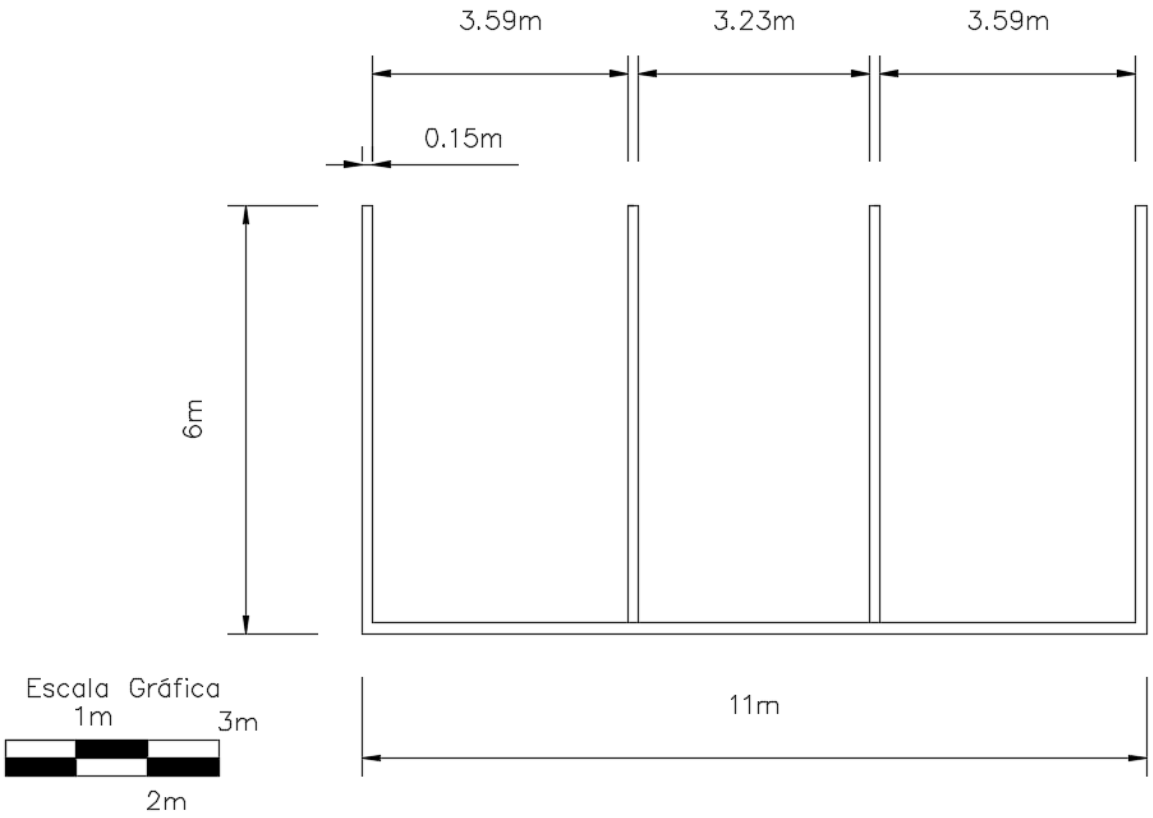


Fuente: Elaboración propia (2018).

Debido a la simplicidad de la actual galera se propone realizar cambios en la misma para tener una mejor catalogación y almacenamiento de los distintos residuos sólidos, asimismo que brinde mejores condiciones para que los guajeros se resguarden de las condiciones climáticas al momento de realizar las labores de separación de los residuos sólidos.

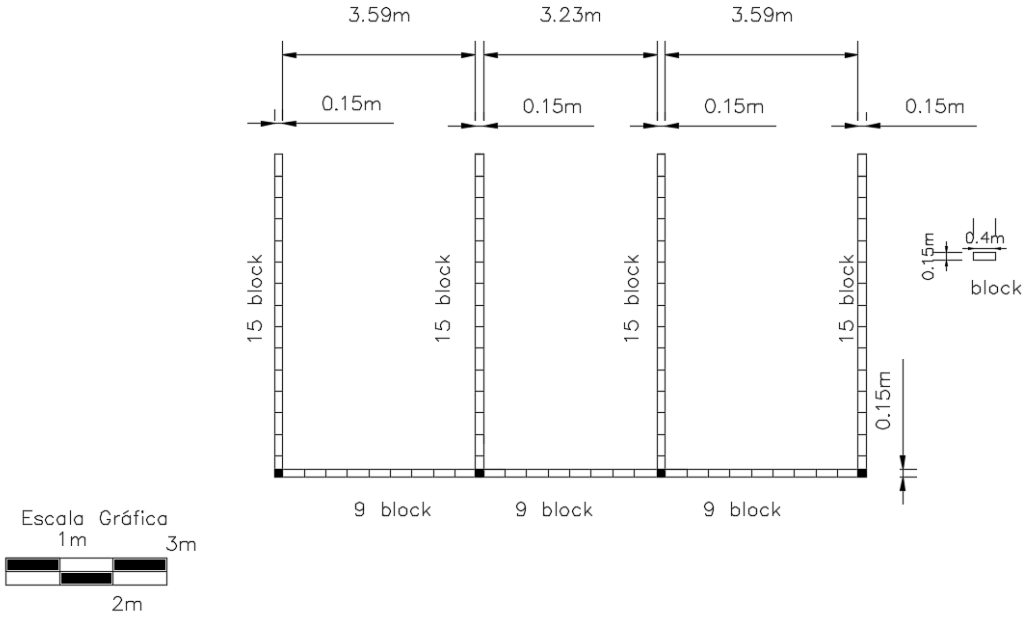
El área donde se ubica actualmente la galera tiene 11.2 metros de frente y 6.3 metros de profundidad, sin realizar cambios en los taludes perimetrales ni disminuyendo el área de maniobras de los camiones para el depósito de los desechos sólidos, se propone lo siguiente:

Ilustración 34. Planta propuesta de galera



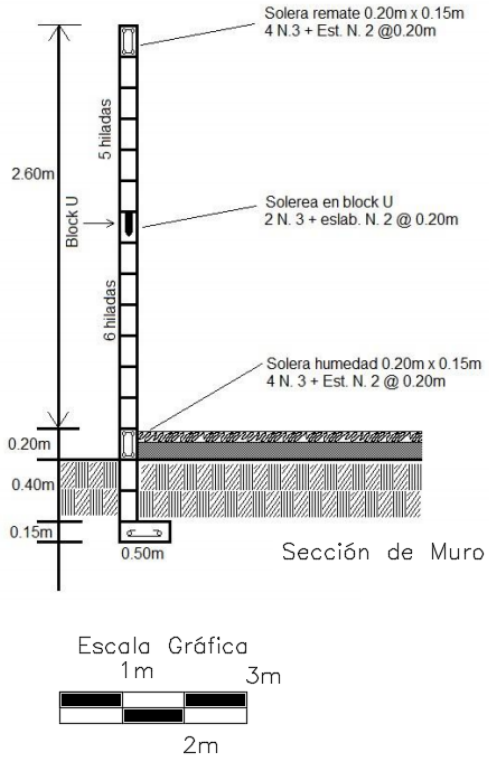
Fuente: Elaboración propia (2018).

Ilustración 35. Modelado de materiales en planta



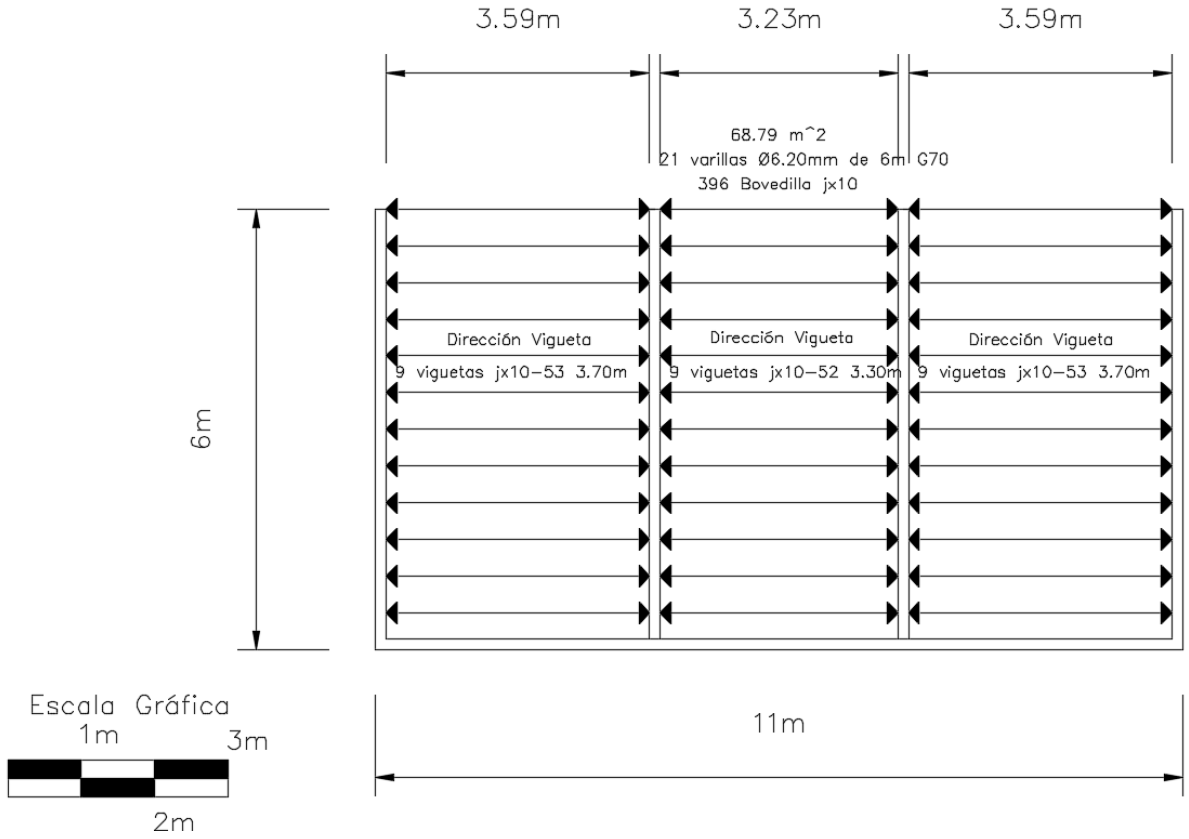
Fuente: Elaboración propia (2018).

Ilustración 36. Sección de muro para galera propuesta



Fuente: Elaboración propia (2018).

Ilustración 37. Techo pre-fabricado galera propuesta



Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 30. Presupuesto construcción de galera propuesta

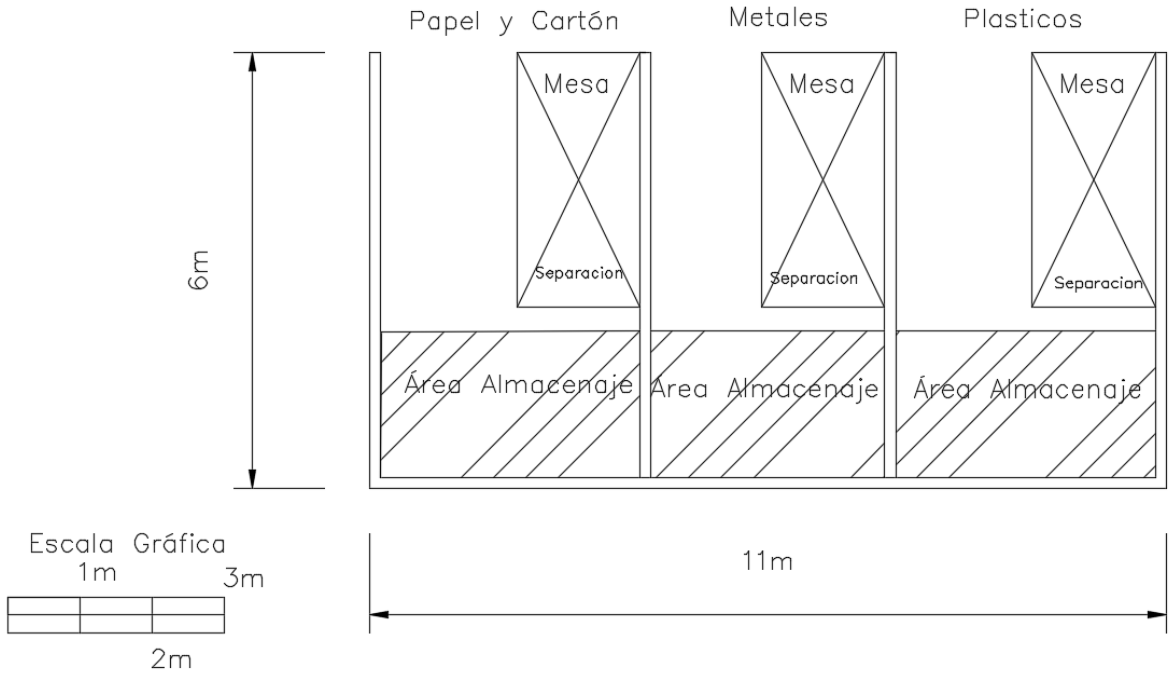
Presupuesto de Construcción de la Galera Propuesta			
Material	**Cantidad**	**Precio Unitario**	**Total**
Block 25gk/cm^2	591	Q 3.45	Q 2,038.95
Block Solera	261	Q 3.55	Q 926.55
Varilla 3/8 com	80	Q 16.95	Q 1,356.00
Varilla 1/4 com	200	Q 6.35	Q 1,270.00
Levanta muro saco 40kg	17	Q 42.50	Q 722.50
Concreto premezclado 3/8 saco 50kg	305	Q 34.50	Q 10,522.50
Losa prefabricada m^2	68.79	Q 83.01	Q 5,710.26
Flete a Sansare	1	Q 1,900.00	Q 1,900.00
Total Materiales			**Q 24,446.76**
Mano de Obra x m2	149.29	Q 81.50	Q 12,167.14
Total			**Q 36,613.89**

Fuente: Cotización realizada el 10/04/18 en Ferretería EPA S.A.

Para la propuesta de la construcción de la galera se toma como factor importante la durabilidad, el techo de la misma se propone realizarlo mediante vigueta y bovedilla para el ahorro de mano de obra en el armado y fundición, otra ventaja de utilizar este método pre-fabricado es que el sol no calentara el techo de tal manera que el interior de la galera alcance altas temperaturas en las cuales los guajeros se les dificulta realizar su trabajo de manera efectiva como es el caso al colocar una lámina galvanizada.

La estructura perimetral de la galera se realizara mediante el levantado de block para que esta tenga paredes resistentes y permita un adecuado seccionamiento entre los distintos residuos sólidos que se categorizaran y almacenaran en la galera.

Ilustración 38. Diseño interno de la galera propuesta



Fuente: Elaboración propia (2018).

El diseño propuesto para el interior de la galera indica que se debería colocar una mesa de 1.7m ancho máximo por 3m largo para la realización de la separación de los residuos sólidos y utilizar la parte del fondo para el almacenamiento de los mismos mientras se envían estos a las recicladoras para su venta, teniendo en cuenta que el envío se deberá hacer semanalmente para no saturar el área de almacenaje de la galera en cada uno de los residuos sólidos que se categorizaran. Es oportuno aclarar que al momento de implementarse este nuevo modelo, los guajeros deben pasar a formar parte del personal municipal, por lo que la Municipalidad debe asumir el tema salarial.

9.11.6. Propuesta de mejora inmediata del área de almacenamiento de los desechos sólidos

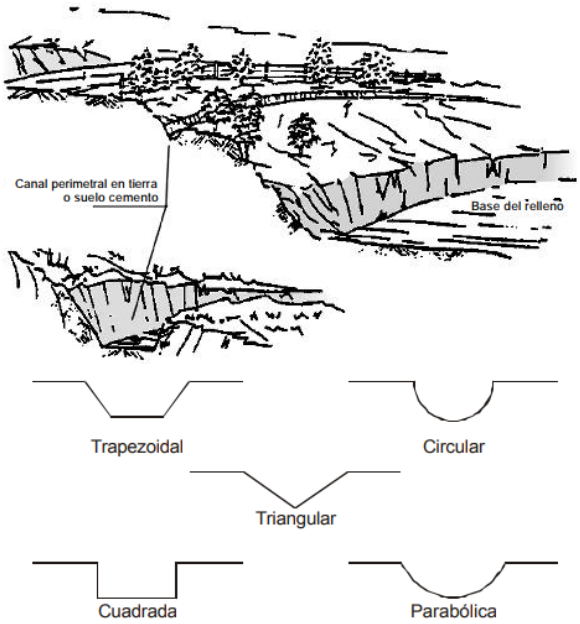
Actualmente el área donde se colocan finalmente los desechos sólidos de la cabecera municipal no puede ser categorizada como un relleno sanitario, debido a su falta de infraestructura para el control de lixiviados, control de gases, protección de suelos y recursos hídricos. Esta área puede ser categorizada como un botadero controlado ya que si dispone de un lugar específico para depositar los desechos sólidos y una circunvalación del sector designado.

Por lo cual se propone lo siguiente para tener un mejor control inmediato del área actualmente utilizada para el almacenamiento de los desechos sólidos.

Según como se muestra en la fotografía 32 este cuenta con taludes, se recomienda que se verifique por parte del departamento de obras de la Municipalidad de Sansare que estos taludes no sobrepasen pendientes mayores a 35° esto debido a que los camiones se colocan al inicio de los mismos para la descarga de los desechos sólidos, y una pendiente muy pronunciada puede provocar el deslizamiento del terreno causando de esta manera un accidente en el cual el camión podría caer a la parte baja de la zona.

Para el manejo y control del agua de lluvia es necearía la realización de un zanjeado perimetral el cual permita el escurrimiento de estas aguas, de esta manera es posible prevenir que las aguas pluviales de las laderas aledañas entren directamente al área de depósito de los desechos sólidos.

Ilustración 39. Ubicación de la zanja y tipos de zanjeo.

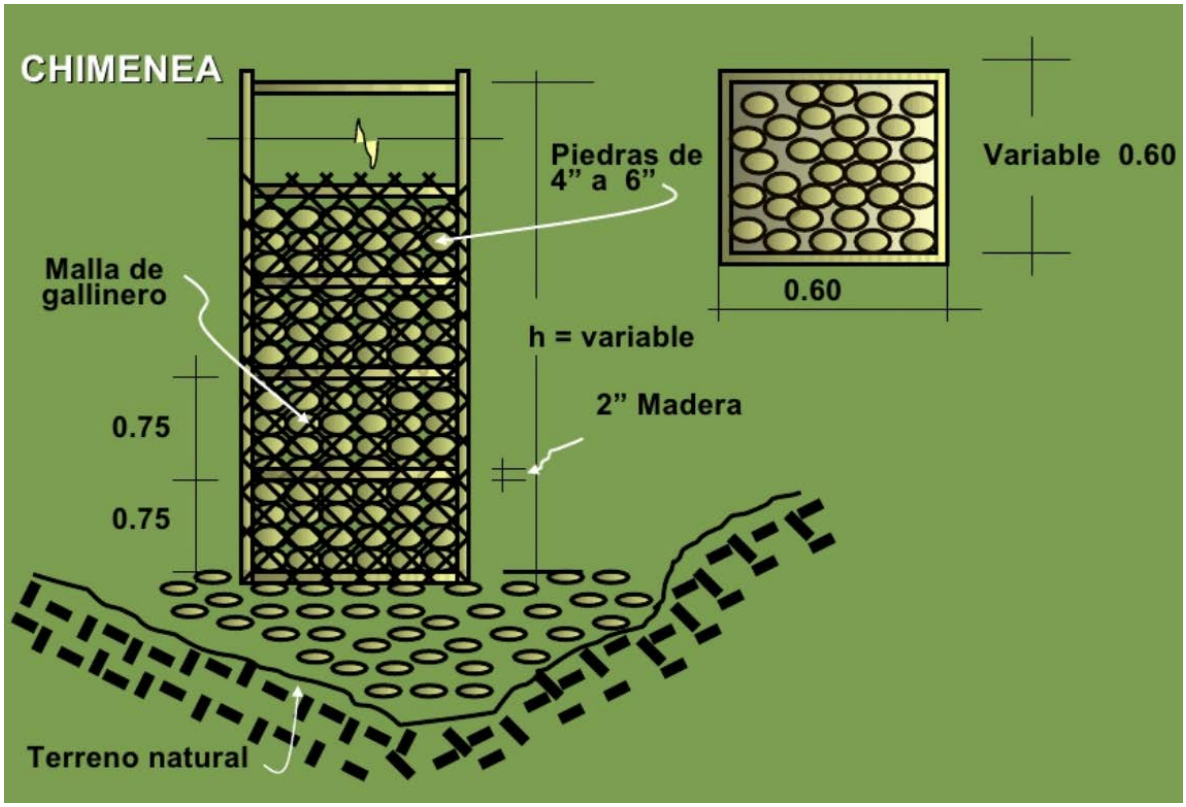


Fuente: Consultado en red el 18 de mayo del 2018 de:
http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/unidades/unidad5.pdf

El zanjeado indicado, es un elemento fundamental de su infraestructura, para mejorar las condiciones de operación. Adicionalmente es necesario construir un canal en tierra o suelo-cemento de forma trapezoidal y dimensionarlo teniendo en cuenta las condiciones de precipitación local, el área tributaria, las características del suelo, la vegetación y la pendiente del terreno. Al momento de dimensionarlo es necesario también tener en cuenta que no se debe de tener una velocidad mayor a 0.5m/s para que se eviten las erosiones en el mismo, el canal puede ser de tierra sin ningún recubrimiento o de lodo-cemento lo cual implica que no es necesaria una gran inversión para la protección del área.

El control de gases es esencial debido a que la acumulación de los mismos pueden llegar a colapsar el área de depósito de los residuos sólidos, debido a lo anterior se recomienda la construcción de chimeneas para el control de gases, estas pueden situadas entre 8 a 10 metros de distancia entre ellas con las siguientes características:

Ilustración 40. Diseño de chimenea para control de gases.



Fuente: Consultado en red el 18 de mayo del 2018 de: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EIA Caso Proyecto de Relleno Sanitario, P.34 https://es.slideshare.net/toyoco3000/e-i-a-relleno-sanitario-230315.

El control de lixiviados del área de almacenamiento de los desechos sólidos es también de suma importancia por lo que se sugiere que un profesional en ingeniería sanitaria realice el estudio, dimensionamiento y propuesta para la implementación de este proyecto.

Se sugiere de igual manera el alquiler de una retroexcavadora para que la misma cada 3 meses entre al área designada para el almacenamiento de los desechos sólidos a fin de acomodar de una manera uniforme la basura y a su vez con el mismo peso de la retroexcavadora y con apoyo de la cuchara frontal se compacten los desechos sólidos.

Tomando en cuenta lo anterior se presenta una estimación de presupuesto para la implementación de esta propuesta.

Tabla 31. Estimación de presupuesto para la mejora del área de depósito de los desechos sólidos

Estimación de presupuesto para la mejora del área de deposito de los desechos solidos				
Descripción	**Estimación de excavación m^3**	**Precio x m^3 Estimado**	**Total**	
Modificación de taludes	35	Q 241.00	Q 8,435.00	Maquinaria
Zanjeo	12	Q 65.00	Q 780.00	Obrero
Chimenea	2.5	Q 65.00	Q 162.50	Obrero
Descripción	**Cantidad de material**	**Precios**	**Total**	
Malla de gallinero 1"x1"x36" rollo 5 chimeneas	5	Q 540.00	Q 2,700.00	
Madera pino rustico 2x3x10" unidad	22	Q 14.95	Q 328.90	
Piedra 5" 1m^3	2.5	Q 299.00	Q 747.50	
Mano de obra colocación y armado de chimenea x día	5	Q 104.00	Q 520.00	
Trasporte del material	1	Q 900.00	Q 900.00	
Estimación Total			**Q 14,573.90**	

Fuente: Elaboración propia (2018).

9.11.7. Estimación de costos de recolección

A continuación se presentan una serie de tablas en las cuales se estiman los costos principales para la implementación de los contenedores para reciclaje, venta de materiales reciclados y además cual podría ser la tarifa de recolección en los distintos escenarios.

Tabla 32. Estimación de costos de implementación de contenedores de reciclaje en áreas publicas

Costos de implementación de los contenedores de reciclaje			
Contenedores Parque Municipal			
Descripción	**Cantidad**	**Costo (2u)**	**Total**
Desechos en general	2	Q 510.00	Q 510.00
Desechos orgánicos	4	Q 510.00	Q 1,020.00
Envases de vidrio	4	Q 510.00	Q 1,020.00
Plásticos y Metales	4	Q 510.00	Q 1,020.00
Papel y Cartón	2	Q 510.00	Q 510.00
Contenedores Estadio Municipal			
Descripción	**Cantidad**	**Costo (2u)**	**Total**
Desechos en general	2	Q 510.00	Q 510.00
Desechos orgánicos	2	Q 510.00	Q 510.00
Envases de vidrio	2	Q 510.00	Q 510.00
Plásticos y Metales	1	Q 510.00	Q 255.00
Papel y Cartón	1	Q 510.00	Q 255.00
Contenedores Mercado Municipal			
Descripción	**Cantidad**	**Costo (2u)**	**Total**
Desechos en general	2	Q 510.00	Q 510.00
Desechos orgánicos	2	Q 510.00	Q 510.00
Envases de vidrio	2	Q 510.00	Q 510.00
Plásticos y Metales	2	Q 510.00	Q 510.00
Papel y Cartón	2	Q 510.00	Q 510.00
Contenedores Templo Parroquial			
Descripción	**Cantidad**	**Costo (2u)**	**Total**
Desechos en general	1	Q 510.00	Q 255.00
Papel y Cartón	1	Q 510.00	Q 255.00
Colocación a cargo de la Dirección de Obras de la Municipalidad			
Total de Inversión			**Q 9,180.00**

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como primer escenario se presentan los costos actuales en la recolección de los desechos y residuos sólidos, sin realizar la venta del material reciclado ni la disminución de los cobro por la prestación del servicio de recolección.

Tabla 33. Costos estimados con la política actual de recolección

Costos estimados con la política actual	
Población de Estudio	857
Porcentaje que utiliza el servicio de recolección	63%
Cobro actual por recolección de basura x hogar al mes	Q15
Recorrido diario x camión km	7
Recorrido anual x camión km	1134
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 3 ton	Q 29,000.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 2 ton	Q 23,000.00
Depreciación y mantenimiento anual total	Q 52,000.00
Diésel anual ambos camiones	Q 54,432.00
Sueldo anual ambos camiones	Q 71,816.88
Total de costo por recolección	Q (230,248.88)
Total Cobro anual	Q97,183.80
Diferencia a absorber por la Municipalidad de Sansare	**(Q133,065.08)**

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la tabla anterior se estimaron los costos únicamente dentro de área urbana que fue donde se realizó el estudio, estos datos podrían variar al incluir la recolección en el área rural, aldeas y caserillos aledaños a la cabecera municipal.

El cálculo incluye la depreciación, mantenimiento de los camiones, diésel y el sueldo de los pilotos de ambos camiones, los mismos son estimados y están sujetos a un análisis financiero más específico.

En este escenario, que es como funciona actualmente, el costo total es absorbido por la Municipalidad de Sansare, siendo un monto estimado de Q133,065.08

En el siguiente escenario se presentan los costos tomando en cuenta la venta del material de recicle sin la disminución del cobro al servicio de recolección:

Tabla 34. Costos estimados teniendo en cuenta la venta del material de recicle

Costos estimados con los ingresos del material reciclado	
Población de Estudio	857
Porcentaje que utiliza el servicio de recolección	63%
Cobro actual por recolección de basura x hogar al mes	Q15
Recorrido diario x camión km	7
Recorrido anual x camión km	1134
Estimación de toneladas de material para recicle al día	0.94
Promedio de venta x tonelada de material para recicle	Q 700.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 3 ton	Q 29,000.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 2 ton	Q 23,000.00
Depreciación y mantenimiento anual total	Q 52,000.00
Diésel anual ambos camiones	Q 54,432.00
Sueldo anual ambos camiones	Q 71,816.88
Total de costo por recolección	Q (230,248.88)
Total Cobro anual	Q97,183.80
Venta reciclaje	Q 19,740.00
Diferencia a absorber por la Municipalidad de Sansare	**(Q113,325.08)**

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se puede observar en la tabla anterior, el costo a absorber por parte de la Municipalidad de Sansare se reduce debido a que se toma en cuenta el ingreso obtenido por la venta del material de recicle, siendo esta una diferencia de Q19,740.00.

En este escenario no se tiene en cuenta que la cantidad de personas que utilizan el servicio aumente debido a que no existe un incentivo por el cual utilizarlo ni se ha realizado ninguna campaña de concientización sobre los beneficios de adquirir el servicio de recolección de desechos brindado por parte de la Municipalidad de Sansare.

A continuación se presenta la misma tabla con el valor necesario del cobro del servicio de recolección para que se cubran los costos de recolección:

Tabla 35. Costos estimados con ingreso del material reciclado y aumento de la tarifa de recolección

Costos estimados con los ingresos del material reciclado	
Población de Estudio	857
Porcentaje que utiliza el servicio de recolección	63%
Cobro actual por recolección de basura x hogar al mes	Q30
Recorrido diario x camión km	7
Recorrido anual x camión km	1134
Estimación de toneladas de material para recicle al día	0.94
Promedio de venta x tonelada de material para recicle	Q 700.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 3 ton	Q 29,000.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 2 ton	Q 23,000.00
Depreciación y mantenimiento anual total	Q 52,000.00
Diésel anual ambos camiones	Q 54,432.00
Sueldo anual ambos camiones	Q 71,816.88
Total de costo por recolección	Q(230,248.88)
Total Cobro anual	Q210,564.90
Venta reciclaje	Q 19,740.00
Diferencia a absorber por la Municipalidad de Sansare	**Q56.02**

Fuente: Elaboración propia (2018).

Por último se presenta el escenario donde se realiza la venta del material de recicle y se realiza una disminución en el cobro del servicio de recolección para incentivar a la población en la utilización del mismo.

Tabla 36. Costos estimados con los ingresos del material de recicle y disminución de la tarifa del servicio de recolección

Costos estimados con los ingresos del material reciclado y disminución de la tarifa		
Población de Estudio		857
Porcentaje que utiliza el servicio de recolección		95%
Cobro actual por recolección de basura x hogar al mes		Q10
Recorrido diario x camión km		7
Recorrido anual x camión km		1134
Estimación de toneladas de material para recicle al día		0.94
Promedio de venta x tonelada de material para recicle	Q	700.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 3 ton	Q	29,000.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 2 ton	Q	23,000.00
Depreciación y mantenimiento anual total	Q	52,000.00
Diésel anual ambos camiones	Q	54,432.00
Sueldo anual ambos camiones	Q	71,816.88
Total de costo por recolección	Q	(230,248.88)
Total Cobro anual		Q97,698.00
Venta reciclaje	Q	19,740.00
Diferencia a absorber por la Municipalidad de Sansare		**(Q112,810.88)**

Fuente: Elaboración propia (2018).

Como se puede ver en la anterior tabla ahora existe un diferencia de Q20,254.20 respecto al costo absorbido por la Municipalidad de Sansare en la situación actual.

A pesar de que se observa que la disminución es mínima en este escenario, mediante las campañas de concientización y el incentivo se ha logrado que el 95% de los hogares utilicen el servicio de recolección, de esta manera se está disminuyendo la contaminación ambiental por la quema de basura u otras disipaciones finales inadecuadas.

Además con este tipo de acciones se pueden establecer alianzas con organizaciones no gubernamentales en el tema de medio ambiente, las cuales podrían apoyar en el financiamiento de los costos que debe absorber la municipalidad.

A continuación se presenta la misma tabla con el valor necesario del cobro del servicio de recolección para que se cubran los costos de recolección:

Tabla 37. Costos estimados con los ingresos del material de recicle aumento y disminución de la tarifa del servicio de recolección con tarifa adecuada para cubrir los costos del servicio de recolección.

Costos estimados con los ingresos del material reciclado y disminución de la tarifa		
Población de Estudio		857
Porcentaje que utiliza el servicio de recolección		95%
Cobro actual por recolección de basura x hogar al mes		Q20
Recorrido diario x camión km		7
Recorrido anual x camión km		1134
Estimación de toneladas de material para recicle al día		0.94
Promedio de venta x tonelada de material para recicle	Q	700.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 3 ton	Q	29,000.00
Depreciación y mantenimiento anual del camión de 2 ton	Q	23,000.00
Depreciación y mantenimiento anual total	Q	52,000.00
Diésel anual ambos camiones	Q	54,432.00
Sueldo anual ambos camiones	Q	71,816.88
Total de costo por recolección	Q	(230,248.88)
Total Cobro anual		Q210,539.19
Venta reciclaje	Q	19,740.00
Diferencia a absorber por la Municipalidad de Sansare		**Q30.31**

Fuente: Elaboración propia (2018).

9.12. Realizando acciones
Etapa 5

Las actividades deben medirse basándose en la planificación realizada a corto, mediano y largo plazo, considerando corto plazo menor a dos años, mediano plazo de tres a cinco años y largo plazo de seis a ocho años. Se debe tomar en consideración que a medida que se extiendan los plazos de inversión, el tiempo de recuperación será mayor.

La estructuración de un plan de acción sebe de ser sencilla y básica para que permita una fácil comprensión entre todos los actores.

Se sugiere que los planes de acción estén basados en cada una de las etapas planteadas en la presente guía, la cuales se reiteran a continuación:

1. Etapa 1. Identifica a cada uno de los actores que se verán involucrados en la formulación de planes municipales para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, es necesario incluir en el plan de acción los individuos que serán responsables del cumplimiento de los objetivos designados. Como se ha indicado con anterioridad el ente principal es la Dirección Municipal de Planificación, este debe liderar a las instituciones de gobierno, instituciones educativas, COCODES, recolectores, instituciones financieras, CODEMA y COMUDE, velando porque se lleven a cabo todas las actividades que se les designen y asistan a las diferentes reuniones de planificación.

2. Etapa 2. Identifica la situación actual del Municipio de Sansare, en el plan de acción deben contemplarse los recursos financieros con los que se cuenta actualmente y determinar la manera de tener acceso a nuevos recursos, para poder combatir los problemas identificados. Estos recursos financieros deben de ser establecidos considerando la cantidad de habitantes del Municipio, tomando como base el estudio realizado en esta etapa que muestra la producción per-cápita promedio por cada habitante, de esta manera se identifica la cantidad de desechos que deben de ser tratados, gestionados o manejados según sea la clasificación orgánico, metales, plástico o papel y cartón. También se debe de tomar en cuenta para la planificación de recursos a utilizar el mejoramiento de la infraestructura del municipio para dar facilidad a la implementación de los diferentes planes establecidos por el comité coordinador.

3. Etapa 3. Determina las acciones necesarias a tomar para el trazo de una estrategia en la búsqueda de la solución a la problemática, se debe de tomar en cuenta que los planes deben de ser consensuados

y aprobados por el comité coordinador, concejo municipal y otras organizaciones involucradas. Debido a que en esta etapa se determina la visión y la misión, permite comprobar que las acciones efectivamente se están realizando, con lo cual se establece el seguimiento para la ejecución de los planes propuestos por el comité organizador; así mismo los objetivos contenidos en dichos planes, pudiéndose verificar los beneficios que se están presentando para el municipio. Se debe de tener claro cuáles son los problemas que se combatirán con la implementación del plan municipal de gestión integral de residuos y desechos sólidos y los efectos que se desencadenarán por la implementación de este plan.

4. Etapa 4. Propuesta de posibles soluciones para solventar los problemas encontrados, la planificación debe tener en cuenta estas soluciones propuestas para trazar la estrategia correcta y así poder realizar la calendarización de las diferentes actividades, los requerimientos para la ejecución de cada tarea, de tal manera que el plan formulado soporte cualquier eventualidad sin perjudicar el cumplimiento de las estrategias y metas trazadas. Basados en las propuestas de solución para los distintos problemas encontrados en el estudio realizado, se debe establecer si el plan de implementación de una nueva ruta de recolección de los desechos sólidos debe ser una actividad a corto o mediano plazo y justificarse la decisión que se tome, dejando claro el proceso para la implementación de esta solución.

   Para la propuesta de clasificación de desechos sólidos se debe de establecer que entidad será la encargada de realizar la actividad de colocación de los distintos contenedores para los desechos generados por la población y visitantes del municipio, también es necesarios definir qué entidad será la responsable de establecer el procedimiento para la recolección de los residuos y desechos sólidos según sea su tipo, siendo esta misma la que vele porque los habitantes estén capacitados de manera correcta para realizar las distintas actividades de clasificación y contactar a las distintas empresas recicladoras a las cuales se venderán los diferentes materiales clasificados.

   Se deben establecer los indicadores de avance para los desechos sólidos que tengan como disposición final el almacenamiento en el relleno sanitario, estos indicadores deben de cuantificar la cantidad de los desechos que ingresan al relleno sanitario municipal, ya que de esta manera se puede verificar en una evaluación futura si la implementación de estos planes ha sido la correcta y ha provocado

una disminución en la cantidad de materiales que ingresan al relleno sanitario, otro indicador que debe ser establecido es el ingreso obtenido por la venta de residuos sólidos clasificados.

Todas las acciones deben realizarse teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales de la ejecución del plan municipal para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, es lograr la participación ciudadana ya que sin el apoyo de la comunidad no es factible la realización de ningún proyecto, adicionalmente debe realizarse un sondeo de manera periódica a la población, con el fin de verificar si se están percibiendo las mejoras en el municipio respecto a la gestión de los residuos y desechos sólidos, lo cual puede garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Además para la realización de este plan de acción se deben de tener en cuenta los siguientes pasos:

Ilustración 41. Pasos básicos para la elaboración de un plan de acción

Fuente: Guía para formulación de planes de manejo municipal de desechos sólidos (2016).

En la creación de este plan se debe de tener en cuenta el análisis de los recursos financieros y que se debe tener la aprobación de todos los involucrados. Una buena práctica es la elaboración de los flujos de inversión y recuperación que se tendrán a lo largo de la implementación del plan para la gestión integral de desechos y residuos sólidos en el municipio.

9.13. Monitoreo y evaluación para la mejora Etapa 6

La etapa del monitoreo y evaluación de la mejora es una de las más importantes ya que nos indica si el proyecto proporciona beneficios para la comunidad o por el contrario genera pérdidas financieras sin ningún propósito y hay que mejorarlo.

Para la evaluación es necesario que se tenga presente si es necesario realizar algún ajuste al plan presentado originalmente, si se debe realizar algún ajuste al presupuesto. Toda la información obtenida tiene que ser recopilada de manera ordenada y puntual para que sea posible visualizar de mejor manera los avances que se han obtenido.

Este análisis de los resultados permitirá también comparar lo que se ha realizado contra lo que se ha planeado. Así de esta manera se puede proceder a la reasignación de responsabilidades o recursos para que los resultados sean los que se desean para el proyecto.

Tabla 38. Diferencias entre el monitoreo y la evaluación

	Monitoreo	Evaluación
Función	Información para la gestión del proyecto	Valoración mas profunda enfocada en el aprendizaje y la rendición de
Enfoque	Revisión del Progreso del proyecto	enfoque en los resultados, objetivos e impacto mas amplio y a largo plazo
Insumos	Levantamiento de datos y/o información	Información provienen de la recolección de datos para el
Tiempo	Continuo, durante toda la implementación del proyecto	En momento específicos del ciclo del proyecto
Responsable	Equipo responsable del proyecto	Evaluadores internos o externos al proyecto
Presentación	Presentación directa con base en formatos estandarizados	Presentación menos estandarizada y enfocada en menos temas, pero
Difusión	Entre el equipo del proyecto y los usuarios	Mas amplia: partes involucradas, opinión publica, etc.

Fuente: Elaboración propia con base en información de Gsparini et al, 2004 y Monitoreo y evaluación de Proyectos, Jaqueline Milburn. (2010).

El monitoreo en su primer etapa de planeación para su ejecución deberá tener en cuenta las políticas y procesos que deben de guiar el monitoreo, además de que tipo de información será necesaria para realizar esta acción. Así mismo se tendrá que tener en cuenta quienes serán los responsables de brindar esta información y el presupuesto que requiere llevar acabo las actividades de monitoreo.

La evaluación deberá tomar los siguientes criterios para su realización; pertinencias, identificando y seleccionando los grupos beneficiarios, participación de las partes interesadas, grado de flexibilidad del proyecto, impacto en los efectos del proyecto siendo estos negativos o positivos.

La evaluación también deberá tener en cuenta si se realizará de manera interna o de manera externa.

Ventajas evaluación interna

- Evaluador conoce la manera de operar de la organización.
- Genera menos preocupación y rechazo.
- Conclusiones y recomendaciones más adaptadas a la realidad.

Desventajas evaluación interna

- Es más difícil de mantener una opinión objetiva.
- Posibilidad de que el evaluador no sea lo suficientemente capacitado para la realización de la evaluación.

Ventajas evaluación externa

- Evaluación más objetiva y libre de influencias.
- Especialistas en el campo.

Desventajas evaluación externa

- El evaluador puede estar descontextualizado.
- Requiere de una mayor inversión.

Ver anexo 18.2 para ejemplificación de formato para el monitoreo y evaluación del Plan Municipal para Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.

Ilustración 42. Análisis, mejora y resultados

Fuente: Consultado en red el 19 de octubre del 2017
de:https://nildapype.academia.iteso.mx/planificacion-y-monitoreo-de-la-evaluacion/

X. SUMARIO

1. La densidad de los desechos sólidos sin compactar es de 266.36 kg/m^3, esta densidad es la que se debe de utilizar para los cálculos que involucren la movilización y la recolección de los desechos sólidos ya que la municipalidad de Sansare no cuenta con camiones compactadores, por ser aun un municipio en villas de desarrollo no se recomienda la compra de camiones compactadores ya que recolección aun es factible mediante camiones no compactadores.

2. El pH de los desechos orgánicos es aproximadamente de 5 esto indica que estos desechos son ligeramente ácidos y están en proceso de descomposición. En el acuerdo gubernativo No. 236-2006 en los artículos 28 y 30 se establecen los límites máximos permisibles para la descarga de aguas residuales al alcantarillado público. A continuación se muestran los dichos parámetros los cuales también han sido establecidos en el artículo 8 de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Tabla 39. Límites máximos permisibles para la descarga de aguas residuales en el alcantarillado público.

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	200
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	40
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógreno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$< 1x10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	500

Fuente: Acuerdo gubernativo no. 236-2006 (2006).

Al momento de realizar el proyecto para el control de lixiviados es necesario tomar en cuenta cumplir con estos parámetros, entre los cuales se indica que el pH debe de encontrarse en un rango 6 a 9. Acatando estos parámetros se disminuye la contaminación de los cuerpos de agua a los que desemboque el alcantarillado y la contaminación de suelos.

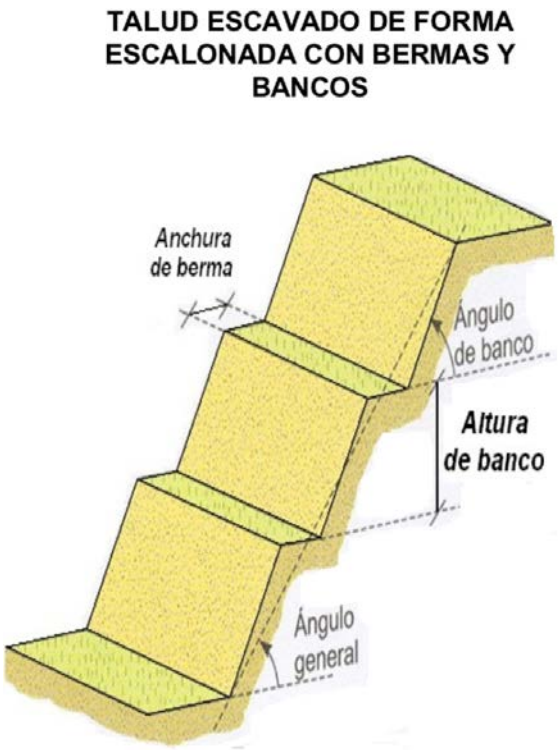
3. El porcentaje de humedad de los desechos sólidos orgánicos es de 56.15% en promedio, este es un factor que se debe de tomar en cuenta para cualquier plan de tratamiento de lixiviados. Y el porcentaje de cenizas es del 17.85% el cual debe de ser tomado en cuenta para disposiciones finales como la incineración.

4. La carga contaminante de los desechos orgánicos domiciliares es de $C_{21.54}H_{34.12}O_{12.65}NS_{0.07}$. Esta carga contaminante debe de ser tomada en consideración para la evaluación si estos desechos pueden ser utilizados como compostaje.

5. Por la topografía del lugar el relleno sanitario municipal cuenta con demasiadas quebradas por lo cual se genera una pérdida de espacio para el almacenamiento de los desechos sólidos. Mas sin embargo estas quebradas son depresiones topográficas secas, es decir no son cauces naturales para el agua de lluvia o recurso hídrico, estas pueden ser modificadas a manera de crear taludes de forma escalonada los cuales cuenten con bermas, en estas bermas se puede realizar el zanjeado para evitar la escorrentía directa al área de depósito de los desechos sólidos.

   A continuación se muestra un diagrama con las características de los taludes y una fotografía de la ubicación de donde realizar estos taludes.

   Ilustración 43. Talud con bermas y bancos



Fuente: Irveen, Taludes (2010).

Fotografía 33. Quebradas perimetrales al relleno sanitario

Fuente: Elaboración propia, relleno sanitario del Municipio de Sansare. (2017).

6. Para la elaboración de las rutas de recolección se utilizó sectorización, densidad de población y producción per cápita, teniendo en cuenta las características de los camiones recolectores y las frecuencias de recolección de los mismos.

7. El relleno sanitario municipal actualmente no cuenta con tratamiento de lixiviados, recientemente en octubre de 2017, por parte de la municipalidad se inició el proceso de construcción del mismo, pero esto debió realizarse antes de empezar a depositar los desechos sobre el terreno.

8. El municipio no cuenta con un reglamento que brinde los lineamientos en cuanto al manejo de los residuos sólidos, limitando de esta forma mejoras en el servicio y la imposición de sanciones a las personas que están haciendo una disposición inadecuada.

XI. CONCLUSIONES

1. Según los datos obtenidos el área donde se depositan actualmente los desechos sólidos podemos categorizarla como un botadero controlado y no como un relleno sanitario debido a su falta de infraestructura para el control de gases, control de lixiviados, protección de suelos y recursos hídricos. En promedio al día se generan aproximadamente 2.3 toneladas de desechos sólidos de los cuales se estima que el 65% es orgánico y el 35% de los residuos son inorgánicos.

2. La producción per-cápita es de 0.66 kg/persona-día de residuos orgánicos e inorgánicos, este valor únicamente corresponde al área urbana de la cabecera municipal de Sansare, de lo cual se conoce que únicamente el 63% de la población utiliza el servicio de recolección de desechos sólidos. Conociendo lo anterior se sabe que se ha cobrado durante los años 2015 al 2018 por vivienda de Q15.00/mes por la recolección de los desechos sólidos lo cual no es suficiente para poder cubrir los costos de la prestación del servicio, el cobro por prestación del servicio de recolección de desechos sólidos debería de ser por vivienda de Q36.00/mes durante el 2018 para poder cubrir los costos que se generan actualmente.

3. En la actualidad en el área urbana de la cabecera Municipal de Sansare, únicamente el 63% de los residentes utilizan el servicio de recolección de basura, por lo que aproximadamente 1,471 personas prefieren quemar, enterrar o depositar en lugares no adecuados sus desechos. Debido a que no se puede continuar teniendo un porcentaje tan bajo en la utilización del servicio de recolección es necesaria la implementación inmediata de planes de información a la comunidad para que conozcan como la utilización de este servicio de recolección mejora la calidad de vida de su región.

4. 2,737 hogares aproximadamente del área urbana de la cabecera Municipal de Sansare estarían dispuestos a clasificar sus desechos sólidos, si se realiza la clasificación de los desechos sólidos y reciclaje de los residuos sólidos permanentemente, sería necesario únicamente depositar en el relleno sanitario municipal aproximadamente 1.36 toneladas de desechos sólidos al día, aumentando de esta manera el tiempo de vida del relleno sanitario municipal en 25 años más contemplando el volumen de desechos que puede contener el con sus características físicas actuales. Las restantes 0.94 toneladas al día de residuos sólidos podrán ser vendidas a recicladoras.

5. Por la falta de zanjas para el desvió de las aguas pluviales de las laderas aledañas la escorrentía llega directamente al área de depósito de los desechos sólidos y la falta de control de lixiviados hace que estos contaminen el suelo directamente con sustancias nocivas, las cuales con el tiempo pueden llegar al Rio Grande contaminándolo y perjudicando así la salud de los pobladores.

XII. RECOMENDACIONES

1. Implementar la venta del reciclaje sin aumentar el porcentaje de usuarios que utilicen el servicio de recolección se recomienda que el cobro por el servicio por vivienda sea de Q30.00/mes durante el año 2018. Y al implementarse la venta del reciclaje y aumentar el porcentaje de usuarios que utilizan el servicio se recomienda que el cobro por el servicio por vivienda sea de Q20.00/mes durante el año 2018.

2. Concientizar dentro de la población sobre los problemas de la basura y el deterioro ambiental que estas producen como es la contaminación de sus suelos los cuales utilizan para cultivar y la contaminación del Rio Grande el cual es fuente de abastecimiento para la población y de las aguas subterráneas además promover el conocimiento de métodos adecuados para el manejo de los desechos sólidos.

3. Realizar la separación de los residuos sólidos y recomendado la venta del papel y cartón ya que según datos proporcionados por la empresa INTERFISA ubicada en el kilómetro 14 carretera al Atlántico el precio de compra por tonelada del mismo es entre Q850.00 a Q925.00 por tonelada.

4. Construir las chimeneas en el vertedero para que los gases que se producen no queden atrapados y estos provoquen el colapso del área donde se almacenan los desechos sólidos, estas chimeneas deben de ser construidas en el menor plazo posible, esto es debido a que el área continua acumulando desechos sólidos lo cual va dificultando la trabajabilidad sobre el mismo.

5. Zanjar para la protección del área de depósito de los desechos sólidos de la escorrentía y la contratación de un ingeniero sanitario para la evaluación y propuesta de proyecto para la protección del suelo de los lixiviados que se generan.

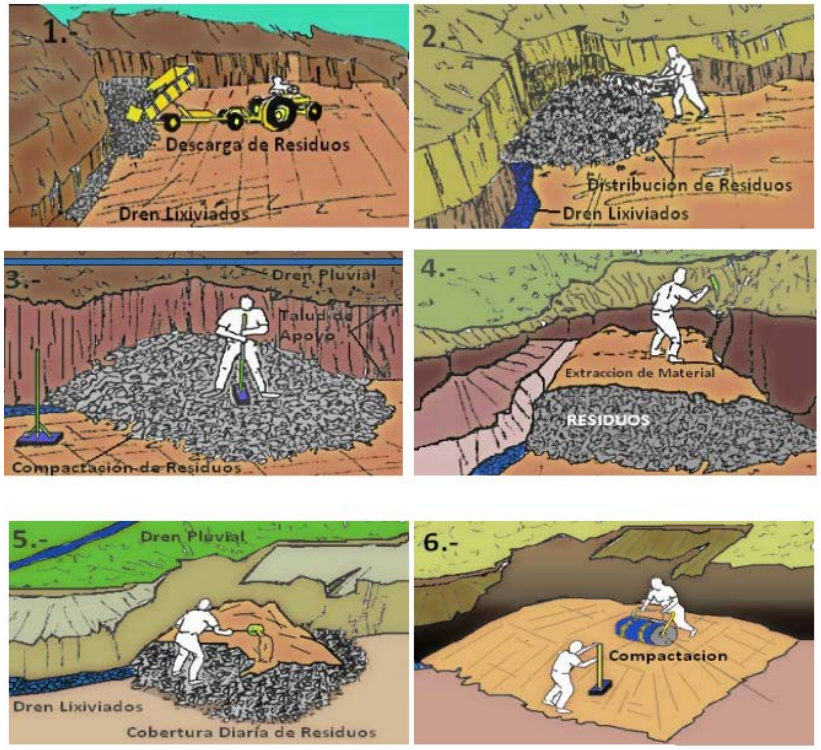
6. Colocar cada 3 meses se coloque una capa de tierra de 10 a 15 cm aproximadamente sobre los desechos sólidos y esta sea compactada ya sea manualmente o con maquinaria, esto es para evitar el ingreso de roedores, insectos y otros animales, esta acción debe realizarse únicamente si ya se ha realizado el estudio y ejecución del proyecto para la protección del área contra la generación de lixiviados o colocación de la capa impermeable.

   Los métodos para realizar esta labor de la colocación de la capa de tierra y llenado del área designada para la colocación de los desechos sólidos se ilustra en la siguiente imagen:

Ilustración 44. Operación, llenado y colocación de los desechos sólidos.

Fuente: Roben Eva, Loja, Ecuador, (2002).

Ilustración 45. Forma de trabajo para relleno sanitario manual



Fuente: Roben Eva, Loja, Ecuador, (2002).

Como se puede apreciar en las ilustraciones anteriores el procedimiento luego de que el camión deposite la basura en el vertedero en el área frente a la galera, se procede a colocar la basura en el extremo opuesto tratando de formar secciones, estas pequeñas secciones deben de irse compactando, se repite este procedimiento hasta que la sección alcance un espesor de 30 cm de desechos sólidos, luego de eso se procede a cubrirla con la capa de tierra y la misma se compacta, este procedimiento se debe de realizar hasta llenar completamente el área designada para el depósito de los desechos sólidos. El material de cobertura proviene del mismo lugar del relleno, ya que en los trabajos de zanjeo y realización de taludes se genera este material.

7. Indicar en la propuesta método de clasificación de desechos sólidos, que se debe de iniciar con la colocación de contenedores para la clasificación de los diferentes desechos sólidos en las áreas públicas más concurridas siendo un ejemplo el Parque Municipal de Sansare, lo que daría como resultado el inicio de una nueva cultura de reciclaje.

8. Implementar el reciclaje para minimizar la cantidad de desechos sólidos que se almacenan en el relleno sanitario, que se disminuya el costo de servicio de recolección para todos aquellos que realicen la separación de sus desechos y residuos sólidos antes de entregarlos al camión recolector. Tomando en consideración que la municipalidad obtendrá los beneficios económicos de la venta del material reciclable lo cual financiaría el costo de la recolección con el apoyo de instituciones aliadas, esta situación debe de ser verificada en un estudio financiero para asegurar su viabilidad.

9. De acuerdo al área destinada actualmente para el vertedero, no es necesaria la designación de más terreno, dada la cantidad de desechos sólidos que se depositarían diariamente, siendo esta un promedio de 1.36 toneladas al día, si se realiza el reciclaje de los residuos sólidos.

10. Teniendo en consideración la propuesta de rutas de recolección planteadas, no es necesaria la adquisición de más camiones recolectores, ya que debido a las características de los actuales camiones de 2 y 3 ton estos tienen la capacidad necesaria para cubrir el área objeto de estudio.

11. Actualmente, derivado de la cantidad de desechos sólidos que en este momento se manejan, así como el tamaño de la población del Municipio de Sansare existente y tomando en cuenta la capacidad técnica de la municipalidad a través de sus diferente departamentos incluida la Dirección Municipal de Planificación, no existe la necesidad de crear una empresa municipal que se encargue específicamente de la gestión de desechos sólidos.

12. La municipalidad de Sansare deberá convertirse en un ente que administre completamente la disposición final de los desechos sólidos de la cabecera departamental para tener un mejor control y un mejor manejo de los desechos sólidos que se depositan en el vertedor municipal, esto puede lograrse a través de la creación de diferentes planes de inclusión de la comunidad y que la Municipalidad de Sansare sea el ente mediador.

13. Establecer un reglamento en el tema de manejo de los desechos y residuos sólidos que establezcan normas y lineamientos respecto a los mismos para que una falta a estos conlleve a una multa o sanción. Este reglamento debe de ser creado por la Dirección Municipal de Planificación ya que es el ente regulador del comité para el control de los planes de gestión integral de

residuos y desechos sólidos, que se efectúen en el Municipio de Sansare, El Progreso.

14. Realizar campañas de concientización social para que los propios habitantes del municipio empiecen a conocer los problemas que derivan del mal manejo de los desechos y residuos sólidos, estas campañas se pueden realizar a través de la radio local.

15. Los resultados del porcentaje de cenizas de los desechos orgánicos indican que el método de incineración es un método factible a realizarse, pero no se recomienda la utilización de este método debido a los altos costo de inversión, esto es por la complejidad de la maquinaria que se utiliza y el alto nivel de capacitación que requieren los operativos, además sin un buen control llega a genera un mayor daño al medio ambiente.

16. Realizar estudios hídricos en el sector para identificar si algún cuerpo de agua ya sea superficial o subterráneo se ve afectado por el relleno sanitario municipal, esto se puede realizar con la contratación de un profesional o experto el cual deberá tomar muestras y analizarlas en un laboratorio certificado.

17. En la elaboración del nuevo plan de control de lixiviados se deberá verificar que se tuvo en cuenta el control de agua de escorrentía, de lo contario, realizar estudios para la elaboración de obras civiles que protejan al medio ambiente de la contaminación que pueda ocurrir por el contacto de este líquido.

18. Realizar un estudio de suelos en el área del relleno sanitario municipal para verificar que métodos de estabilización de taludes es el correcto a utilizar en esa zona, para aumentar el espacio disponible para el almacenamiento de desechos sólidos.

19. Realizar todas las mejoras antes de continuar depositando los desechos y residuos sólidos en el relleno sanitario municipal, ya que con el tiempo será más difícil realizar las mismas, por temas de maniobrabilidad y condiciones atmosféricas del lugar.

20. El Banco Mundial, clasifica al país de Guatemala como un país de ingreso medio inferior, esto indica que el país se encuentra entre la pobreza y la prosperidad, pero llegar a la prosperidad conlleva un desarrollo, por lo que es necesario la realización de planes de gestión integral para los residuos y desechos sólidos que se generan en el municipio.

XIII. REFERENCIAS

- Acuerdo Gubernativo 281-2015. De la República de Guatemala, (2015), *Política Nacional para Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. Guatemala, Guatemala.

- Cantanhede. A. et. al, (2006), *Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1. 1-14.

- Centro Esdras. (2015). *Listas de Empresas de Reciclaje*. Consultado el día 5 de noviembre de 2017 de: http://centroesdras.org/wp-content/uploads/2015/10/6-Lista-empresas-de-reciclaje_revisado.pdf

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaría y Ciencias del Ambiente (2017). *Indicadores ambientales.* Consultado el día 5 de junio de 2017 de: http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacep/e/servi.html

- Compostadores. (2014). *El pH en el compost*. Consultado el día 5 de noviembre de 2017 de: http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-cosecha-el-compost-casero/155-el-ph-en-el-compost.html

- Domínguez, F., V. M., et al. (1996), *Manejo Integral de los Desechos Sólidos en San Lucas Sacatepéquez.* Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala*,* Guatemala.

- Figueroa, G., García, L. (2014), *Gestión integral de residuos sólidos con énfasis en residuos susceptibles a valorización y disposición final, para la cabecera departamental de Jalapa*. Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- García, A. (2014). *Administración de Riesgo. Municipio de Sansare, Departamento de El Progreso*. Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Inforeciclaje. (2012). Reciclaje. *Colores del reciclaje*. Consultado el día 5 de noviembre de 2017 de: http://www.inforeciclaje.com/colores-del-reciclaje.php

- Instituto Nacional de Estadística, (2003). *Características de la población y de los locales de habitación censados, censos nacionales XI de población y VI de habitación*, Guatemala, 271 p.

- Instituto Nacional de la Estadística. (2015). *Caracterización departamental. El Progreso 2013*. Consultado el día 23 de octubre de 2017 de: https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/07/20/t1y5iSV0C6s3pqWlp7ri81xgblTAJ2oO.pdf

- Instituto Nacional de la Estadística. (2016). *Compendio Estadístico Ambiental 2015*. Consultado el día 5 de noviembre de 2017 de: https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/12/12/akJPkytmTlGr1QQoommBxUNXhZ9Qhwph.pdf

- Lewis, Gilroy, et al, (2007), *Análisis de la situación del manejo de los desechos sólidos municipales en el área urbana del municipio de Coatepeque*, (Ed. 6) San Marcos, Guatemala, 250 p.

- Lozano, G., Ojeda, S., Armijo C., Favela H., Aguilar W. y Cruz S. (2009). *La gestión sostenible de los residuos.* Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ingeniería. Baja California, México.

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2017). *Políticas, leyes y normas respecto a la protección de los recursos naturales.* Consultado el día 5 de junio de 2017 de: *http://www.marn.gob.gt/paginas/Biblioteca_MAR.*

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2016), *Guía Práctica para la formulación de Planes Municipales para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos*. (Ed. 1), Guatemala.

- Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, (2008), *Manual de elaboración de planes municipales de gestión integral de residuos sólidos*, San José, Costa Rica, 203 p.

- Organización Panamericana de la Salud. Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental. (2000), *Método sencillo del análisis de residuos Sólidos. Dr. Kunitoshi Sakurai*. Consultado el día 11 de mayo de 2017 de: http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html

- Ponce, M., L. J., et al., (1991), *Estudio de recolección y disposición de los desechos sólidos del municipio de Sumpango, Sacatepéquez.* Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- Portal profesional del Medio Ambiente. (2007). *Características físicas de los residuos sólidos urbanos*. Consultado el día 11 de septiembre de 2017 de: http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.26.31.06r.html

- Raudales, R., Gradiz, M. (2012*), Modelo de gestión integral de residuos sólidos en el área urbana del municipio de santa Catarina pínula.* Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

- SEGEPLAN (2017). *Ranking Municipal 2017 y 2012.* Consultado el día 14 de noviembre de 2017 de: http://ide.segeplan.gob.gt/sinittablero/

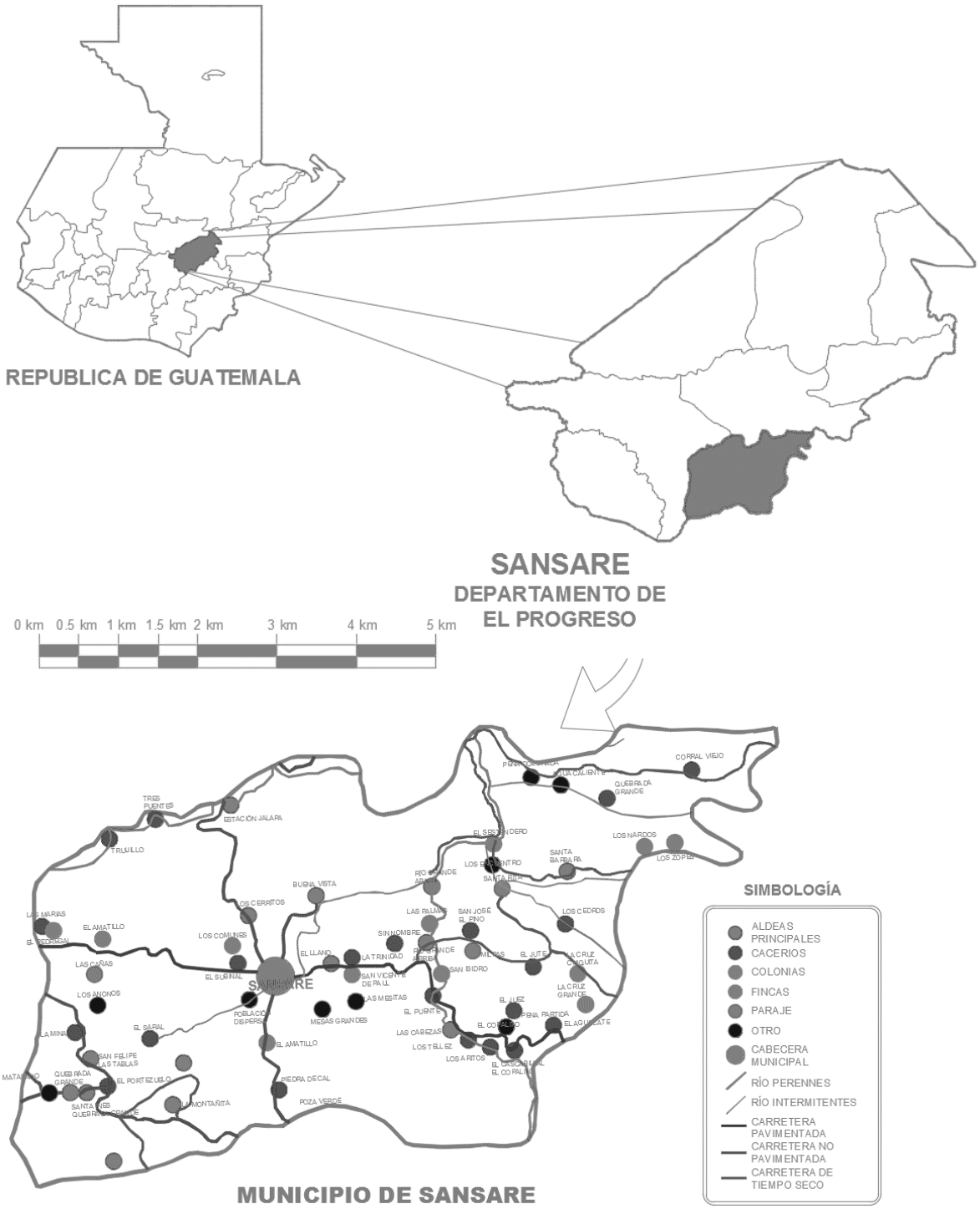
- SEGEPLAN, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Sansare, (2010), *Plan de desarrollo Sansare El Progreso*, Guatemala, Guatemala.

- Vasques, R., A., et al. (1994), *Caracterización de los Desechos Sólidos del Mercado Municipal de Antigua Guatemala*. Tesis inédita, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

XIV. APÉNDICE

14.1. Ubicación y Mapa del Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala.

Ilustración 46. Ubicación y mapa del Municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala.



Fuente: Municipalidad de Sansare (2016).

XV. ANEXOS

15.1. Marco Legal Vinculado con la Política.

- Constitución Política de la República de Guatemala.

15.1.1. Legislación Ordinaria

1. Decreto Numero 90-97. Código de Salud.

2. Decreto Numero 68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

3. Decreto Número 48- 97. Ley de Minería.

4. Decreto Número 38-2010. Ley de Educación Ambiental.

5. Decreto Número 36-98. Ley de Sanidad Vegetal y Animal.

6. Decreto Número 12-2002. Código Municipal.

7. Decreto Número 120-96. Ley de Vivienda y Asentamientos Humanos.

8. Decreto Número 116-96. Ley de Fomento a la Difusión de la Conciencia Ambiental.

9. Decreto Número 114 -97. Ley del Organismo Ejecutivo.
10. Decreto Número 11-2002. Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural.

11. Decreto No. 1004. Prohibición de Descargar Aguas Servidas, Sustancias Vegetales o Químicas y Desechos en Ríos, Riachuelos y Lagos.

12. Decreto Ley Número 11- 86. Ley para el Control, Uso y Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes.

13. Decreto Ley 109- 83. Ley de Hidrocarburos.

15.1.2. Legislación Reglamentaria

1. Acuerdo Gubernativo Número 278- 2008, Acuerda emitir las disposiciones para regular las exportaciones de desechos (chatarra) de metal.

2. Acuerdo Gubernativo Número 63-2007, Aprobar la Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales.

3. Acuerdo Gubernativo Número 333-2011, Emitir la Disposición para Regular las Exportaciones de Desechos, Desperdicios y Recortes de Plástico de Politereftalato de Etileno (PET).

4. Acuerdo Gubernativo Número 791-2003, Normativa sobre la Política Marco de Gestión Ambiental.

5. Acuerdo Gubernativo Número 329-2009, Política Nacional de Cambio Climático.

6. Acuerdo Gubernativo Número 258-2010, Política Nacional de Producción Más Limpia.

7. Acuerdo Gubernativo Número 332 – 2004, Prohibir la Quema Indiscriminada de Llantas en el Territorio Nacional.

8. Acuerdo Gubernativo Número 60-2015, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

9. Acuerdo Gubernativo Número 559-98, Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos.

10. Acuerdo Gubernativo Número 745-99, Reglamento de la Ley de Sanidad Vegetal y Animal.

11. Acuerdo Gubernativo Número 236- 2006, Reglamento de las descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

12. Acuerdo Gubernativo Número 50-2015, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

13. Acuerdo Gubernativo Número 509 -2001, Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios.

15.2. Ejemplificación de Formato para monitoreo y evaluación del plan municipal para gestión integral de residuos y desechos sólidos

Ilustración 47. Formato de monitoreo I

	ESTADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS PROGRAMAS QUE CONFORMAN EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
PROGRAMA:				VERSION / FECHA:	
CUMPLIMIENTO DE METAS (INDICADORES DE ÉXITO)					
1. METAS		2. PARAMETRO DE CONTROL MEDIDO		3. VALOR DE REFERENCIA O CARACTERISTICA DE CALIDAD	
No.	DESCRIPCION	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION	VALOR

CUMPLIMIENTO DE LAS ACCIONES DEL PMA						
5. ACCIONES DE MANEJO CORRECCION O COMPENSACION		6. ACCIONES DE VERIFICACION PERIODICA		7. ACCIONES DE VERIFICACION SEGÚN AVANCE		8. OBSERVACIONES
No.	DESCRIPCION	PERIODICIDAD DE LA VERIFICACION	% DE CUMPLIMIENTO	% DE AVANCE PROGRAMADO	% DE AVANCE A LA FECHA	
9. PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA (%						
OBSERVACIONES GENERALES				PROFESIONAL RESPONSABLE NOMBRE: FIRMA:		

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente Colombia (2002).

15.3. Encuesta

Universidad Rafael Landívar

Facultad de Ingeniería

ENCUESTA

Encuesta a la población urbana de la cabecera municipal de Sansare, El Progreso sobre manejo de los desechos sólidos.

1. ¿Utiliza servicio de recolección de basura?

   SI: ____ NO: _____

2. ¿Por qué no utiliza el servicio de recolección?

3. ¿Qué hace con la basura que acumula?

4. ¿Qué le parece el servicio actual?

   Bueno: ____ Regular: _____ Malo:____

5. ¿Considera usted que existe contaminación por la acumulación de basura en la cabecera municipal?

   SI: ____ NO: _____

6. ¿Cree que separando y reciclando la basura habría menos acumulación y disminuiría la contaminacion?

   SI: ____ NO: _____

7. ¿Estaría dispuesto a separar su basura, para que sea recolectada en días distintos?

   SI: ____ NO: _____

8. ¿Por qué la acumulación de basura me afecta?

15.4. Siglas y Acrónimos

COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
CODEDE	Consejo Departamental de Desarrollo
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
COREDUR	Consejo Regional de Desarrollo Urbano Rural
DMP	Dirección Municipal de Planificación
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional de Estadística
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINEDUC	Ministerio de Educación
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PNC	Policía Nacional Civil
SEGEPLAN	Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia
UGAM	Unidad de Gestión Ambiental Municipal

15.5. Glosario

- Basurero: sitio de acumulación de basura donde solamente ésta es arrojada sin ningún control o gestión sobre la misma.

- Caracterización de desechos sólidos: clasificación y cuantificación de los desechos sólidos generados por un ente según su origen.

- Clasificación de los residuos sólidos por su origen: esta clasificación se refiere si el residuo fue generado por un ente comercial, industrial, agrícola o residencial.

- Contaminación atmosférica: presencia de gases o partículas en el ambiente que generan molestias o peligro para los seres vivos.

- Contaminación de los recursos hídricos: es la referencia de cómo se ven afectados los cuerpos de agua por la generación de basura.

- Contaminación del recurso paisajístico: modificación de una localidad la cual afecta la apreciación o plusvalía del lugar.

- Contaminación del suelo: es la alteración de la superficie con sustancias que perjudican la vida o modifican la composición del mismo, provocando un peligro para la salud de los ecosistemas.

- Desecho Sólido: es todo aquel material sobrante generado por el ser humano en sus actividades diarias que no se encuentra en estado líquido ni gaseoso, pero puede tener o no un cierto porcentaje de humedad, además de ser catalogado como un material que no puede ser reutilizado.

- Disposición final: método o acción a realizar para que los desechos sólidos se almacenen en condiciones seguras de tal forma que se eviten daños al ambiente.

- Gestión de desechos sólidos: disciplina asociada al control de almacenamiento, recogida y procesamiento de los desechos sólidos para una mejor disposición final.

- Impacto de los residuos sólidos en la salud pública: esto hace referencia de como los residuos afectan la salud de la comunidad, ya sea por generación de bacterias o contaminación de los cuerpos de agua, suelos y el aire.

- Impactos de los residuos sólidos en el medio ambiente: se hace referencia a como los residuos generados por los diferentes entes dañan o modifican el medio en donde son depositados, ubicados o almacenados.

- Participación Social: capacidad de la sociedad civil para actuar o intermediar en acciones positivas que afectan a su medio.

- Relleno Sanitario: lugar que es destinado para la disposición final de los desechos sólidos, en el cual se llevan a cabo varias medidas técnicas para mitigar el impacto ambiental que se genera.

- Residuo Sólido: es todo aquel material sobrante generado por el ser humano en sus actividades diarias que no se encuentra en estado líquido ni gaseoso, pero puede tener o no un cierto porcentaje de humedad, además de ser catalogado como un material que puede ser reutilizado.

- Ruta de recolección: sistema por el cual se recogen o se retiran los desechos sólidos generados por un ente y son llevados a un relleno sanitario o vertedero.

- Vertedero: es aquel lugar designado para el almacenaje de la basura producida por una comunidad, el cual puede ser oficial o clandestino y carece de una infraestructura adecuada para el almacenamiento y la disposición final de desechos sólidos.