



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”

**TIBÁN JAQUE HÉCTOR MAURICIO
LEDESMA MARCALLA LUCINDA CAROLINA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: Proyecto de investigación

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**Riobamba–Ecuador
2017**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2017-04-28

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

TIBÁN JAQUE HÉCTOR MAURICIO

Titulado:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2017-04-28

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

LEDESMA MARCALLA LUCINDA CAROLINA

Titulado:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”**

Sea aceptada como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: TIBÁN JAQUE HÉCTOR MAURICIO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”

Fecha de Examinación: 2018-01-16

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR			
Ing. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
MS.C.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LEDESMA MARCALLA LUCINDA CAROLINA

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”

Fecha de Examinación: 2018-01-16

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano DIRECTOR			
Ing. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
MS.C.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, TIBÁN JAQUE HÉCTOR MAURICIO y LEDESMA MARCALLA LUCINDA CAROLINA, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado **“OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO”**, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y me someto a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Tibán Jaque Héctor Mauricio
Cédula de Identidad: 180447682-6

Ledesma Marcalla Lucinda Carolina
Cédula de Identidad: 060413358-7

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Tibán Jaque Héctor Mauricio y Ledesma Marcalla Lucinda Carolina, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Tibán Jaque Héctor Mauricio

Cédula de Identidad: 180447682-6

Ledesma Marcalla Lucinda Carolina

Cédula de Identidad: 060413356-8

DEDICATORIA

En este presente trabajo quiero expresar mi agradecimiento a Dios por la vida, salud que me ha dado para disfrutar de los triunfos y la fortaleza para superar las dificultades que me ha permitido haber terminado una meta muy importante en mi vida.

A mis padres, Héctor Enrique Tibán Lluga y María Elena Jaque Paucar y mi hermano por todo el apoyo incondicional que incansablemente con su sabiduría me han enseñado valores muy importantes a lo largo de mi vida estudiantil. A mi familia en general, que directa e indirectamente con sus consejos me han impulsado.

Tibán Jaque Héctor Mauricio

Dedico nuestro trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres Cesar Efraín Ledesma Jaramillo y Flor Georgina Marcalla Sinche, por ser los pilares en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar el sacrificio que han hecho día a día, a mis hermanos que son mi ejemplo a seguir y me apoyan para lograr más éxitos en mi vida

Ledesma Marcalla Lucinda Carolina

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño comprensión y confianza para ver culminada una etapa más de mi formación

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Al Ing. Ángel Guamán L e Ing. Julio Moyano, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se lograron elaborar el presente documento.

Tibán Jaque Héctor Mauricio

A Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño, comprensión y confianza para ver culminada una etapa más de mi formación profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarme la oportunidad de conseguir mi meta, ser un profesional.

Al Ing. Ángel Guamán L e Ing. Julio Moyano, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró elaborar el presente documento.

Ledesma Marcalla Lucinda Carolina

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	
1.1 Antecedentes	2
1.1.1 <i>Clasificación de la basura.</i>	2
1.1.2 <i>Generalidades de los desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.</i>	5
1.2 Problematización	7
1.3 Justificación	7
1.4 Alcance	8
1.5 Objetivos	9
1.5.1 <i>Objetivo general.</i>	9
1.5.2 <i>Objetivos específicos:</i>	9
1.6 Marco teorico	9
1.6.1 <i>Definición de logística.</i>	9
1.6.2 <i>Logística en el manejo de recursos para la recolección de desechos sólidos</i> 10	
1.6.3 <i>Variables a considerar en la logística de recolección de desechos sólidos.</i>	10
1.6.4 <i>Equipos de recolección y transporte.</i>	13
1.6.5 <i>Métodos de recolección.</i>	14
1.6.6 <i>Frecuencia de recolección.</i>	20
2. DISEÑO METODOLÓGICO	
2.1 Diseño metodológico	21
2.1.1 <i>Tipo de investigación.</i>	21
2.1.2 <i>Fuentes de información.</i>	21
2.1.3 <i>Métodos de recolección de datos.</i>	21
2.1.4 <i>Tabulación y análisis del servicio de recolección.</i>	22
2.1.5 <i>Situación actual del servicio de recolección.</i>	24
2.2 Diagnóstico	44
2.2.1 <i>Matriz involucrados.</i>	44
2.2.2 <i>Definición del problema.</i>	45
2.2.3 <i>Formulación del problema.</i>	45
2.2.4 <i>Árbol de problemas.</i>	45
2.2.5 <i>Árbol de objetivos.</i>	50
2.2.6 <i>Matriz de marco lógico.</i>	51
2.3 Diseño de la solución.	53
2.3.1 <i>Subsistema de planificación.</i>	53
2.3.2 <i>Subsistema de mantenimiento preventivo.</i>	80
2.3.3 <i>Subsistema de recurso humano.</i>	87
2.3.4 <i>Diagnostico económico social.</i>	108
2.3.5 <i>Costos del servicio.</i>	110

2.3.6	<i>Estrategias y políticas de implementación.</i>	112
2.3.7	<i>Estrategias y políticas de implementación.</i>	112
2.3.8	<i>Determinación de la duración óptima para la implantación del proyecto.</i>	114
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
3.1	Conclusiones.....	116
3.2	Recomendaciones	117

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-2. Cantidad de familias del cantón salcedo.	22
Tabla 2-2. Puestos de trabajo del departamento de gestión ambiental y residuos sólidos del área administrativa.	25
Tabla 3-2. Puestos de trabajo del departamento de gestión ambiental y residuos sólidos del área operativa.	25
Tabla 4-2. Maquinaria pesada usada para la recolección de residuos sólidos.	27
Tabla 5-2. Observaciones preliminares de la recolección de desechos sólidos.	32
Tabla 6-2. Cantidad de desechos sólidos recolectados del cantón Salcedo abril y mayo.	37
Tabla 7-2. Cantidad de desechos sólidos recolectados del cantón Salcedo junio.....	37
Tabla 8-2. Cantidad de la recolección diaria de San Miguel de Salcedo abril y mayo .	38
Tabla 9-2. Cantidad de la recolección diaria de San Miguel de Salcedo junio	39
Tabla 10-2. Valores de la recolección de desechos sólidos del año 2016.	40
Tabla 11-2. Proyección de desechos sólidos para el Gobierno Autónomo Descentralizado Salcedo de la parte urbana.	43
Tabla 12-2. Matriz de involucrados	44
Tabla 13-2. Matriz de marco lógico.....	51
Tabla 14-2. Frecuencia de recolección	56
Tabla 15-2. Frecuencia de recolección	56
Tabla 16-2. Dimensiones de las zonas de recolección del San Miguel de Salcedo.....	69
Tabla 17-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 1.	71
Tabla 18-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 2.	72
Tabla 19-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 3.	74
Tabla 20-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 4.	75
Tabla 21-2. Comparación de los recorridos actual y propuesto.....	77
Tabla 22-2. Recursos para la ejecución del sub sistema de mantenimiento.	86
Tabla 23-2. EPP a utilizar por los recolectores.....	97
Tabla 24-2. EPP a utilizar por el área de mantenimiento.	98
Tabla 25-2. Valor de recolección de los recorridos actuales de San Miguel de Salcedo.	108
Tabla 26-2. Valor de recolección de los recorridos propuestos para San Miguel de Salcedo.....	108
Tabla 27-2. Inversión fija.....	109
Tabla 28-2. Determinación de la inversión fija.	110
Tabla 29-2. Asignación de tiempos a las actividades.	112
Tabla 30-2. Cronograma de actividades del plan de implantación.	115

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-1. Mapa del Cantón Salcedo	6
Figura 2-1. Mapa de límites de la zona urbana de San Miguel de Salcedo.	6
Figura 3-1. Método de parada fija	15
Figura 3-1. Método de Acera.....	15
Figura 5-1. Método de Llevar y Traer.	16
Figura 6-1. Método de contenedores.	17
Figura 7-1. Problema del agente viajero	19
Figura 1-2. Métodos de recolección de datos.	21
Figura 2-2. Organigrama organizacional del departamento de gestión ambiental.	26
Figura 3-2. Camión recolector de 5 ton. de capacidad.	27
Figura 4-2. Camión recolector de 5 ton. de capacidad.	28
Figura 5-2. Diagrama de recorrido de recolección de residuos sólidos.....	30
Figura 6-2. Diagrama de proceso de recolección.	36
Figura 7-2. Método de la caja negra.	45
Figura 8-2. Descripción de los efectos de árbol de problemas	47
Figura 9-2. Descripción de las causas del árbol de problemas.	48
Figura 10-2. Causas del árbol de objetivos.....	50
Figura 11-2. Esquemización de la determinación del área efectiva.	59
Figura 12-2. Diseño del recorrido de recolección	63
Figura 13-2. Diagrama del área	64
Figura 14-2. Procedimiento de diagramación.....	66
Figura 15-2. Elaboración del diseño de recolección de desechos sólidos con aproximación preliminar.....	67
Figura 16-2. Propuesta de mejora del recorrido.	68
Figura 17-2. Propuesta de recorridos de recolección de las zonas 1 y 2.	70
Figura 18-2. Propuesta de recorridos de recolección de las zonas 3 y 4.	73
Figura 19-2. Recorrido actual del San Miguel de Salcedo.	76
Figura 20-2. Recorrido propuesto de la zona 2 de San Miguel de Salcedo.....	76
Figura 21-2. Esquema sistemático de mantenimiento preventivo	82
Figura 22-2. Esquema sistemático del recurso humano.	87
Figura 23-2. Esquema del sistema de higiene y seguridad industrial.....	87
Figura 24-2. Propuesta del organigrama organizacional.	107
Figura 25-2. Diagrama PERT del plan de implantación del proyecto.....	113

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1 - 2: Tendencia de generación de desechos sólidos de San miguel de salcedo para el año 2016.....	41
Grafico 2 - 2: Proyección de desechos sólidos en el GAD Salcedo del sector urbano.	43

LISTA DE ABREVIACIONES

GADM	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal.
OPS	Organización Panamericana de Salud.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
TSP	Travelling Salesman Problem

LISTA DE ANEXOS

- A** Cuestionario
- B** Tabulación de los resultados
- C** Formato utilizado para la toma de tiempos
- D** Zonas de recolección plasmada en el mapa del cantón salcedo y sus respectivos límites
- E** Formatos de control
- F** Determinación de datos.
- G** Rutas actuales de San Miguel de Salcedo
- H** Reglamento de seguridad e higiene industrial departamento de gestión ambiental
- I** Indicadores Guías para conservar el equilibrio del sistema

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de investigación es optimizar la logística de recolección de desechos sólidos en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Salcedo para mejorar el nivel del servicio a la población. Para cumplir tal objetivo, se aplica la siguiente metodología: Primero, mediante una investigación bibliográfica se definió los conceptos sobre logística. Segundo; mediante encuestas, observación directa, referencias y consultas bibliográficas se determinó cuál es el método de planificación de rutas y los métodos de recolección de desechos sólidos del GADMS, esto con el fin de conocer los recursos que son involucrados en el servicio. Tercero, mediante la aplicación de técnicas de métodos y tiempos se determinó el tiempo patrón de recolección de desechos sólidos. Finalmente, mediante el uso de métodos de Investigación de Operaciones se diseñó la metodología para optimizar la logística de recolección de desechos sólidos del GADMS. Los resultados obtenidos en la investigación son: la generación de desechos sólidos es de 7.72 ton/ día; las familias utilizan el método de acera lo cual afecta a que los animales o personas puedan provocar que se dispersen los desechos, el porcentaje de desechos sólidos que se alcanza a cubrir es del 66.6%, el kilometraje recorrido por el camión recolector es de 11 Km. En conclusión, mediante la optimización se redujo a 6.44 Km el kilometraje recorrido por 6.44 Km, se incrementó el porcentaje de desechos sólidos que se alcanza a cubrir a un 100% y el costo de consumo del combustible del carro recolector se disminuyó en un 53.33%. Finalmente se recomienda implementar la propuesta del sistema de logística en la recolección de desechos sólidos y capacitar al personal involucrado.

PALABRAS CLAVE: <OPTIMIZACIÓN>, < DESECHOS SOLIDOS>, <METODOS Y TIEMPOS>, <INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES>, <PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO (TSP)>

ABSTRACT.

The objective of this research project is to optimize the logistics of solid waste collection in Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal of Salcedo Canton to improve the level of service to the population. To get this objective, the following methodology is applied: First, through a bibliographic research the concepts on logistics were defined. Second, through surveys, direct observation, references and bibliographic consultations, the method of routes planning and solid waste collection methods of GADMs were determined. The aim is to decide the resources that are involved in the service. Third, through the application of methods and times techniques, the time pattern of solid waste collection was determined. Finally, through the use of operation research methods, the methodology to optimize the logistics of solid waste collection of GADMs was designed. The results obtained in the investigation are: solid waste generation is 7.72 ton/day; families use the sidewalk method which may cause people or animals disperse the waste. The percentage of solid waste that is collected is 66.6%, the mileage covered by the garbage truck is 11 m. In conclusion, through the optimization, the 6.44 Km mileage covered was reduced by 6.44 Km, there was an increase in the percentage of solid waste reaches to cover a 100%, and the collecting car fuel consumption cost decreased by 53.33. Finally, it is recommended to implement the proposal of logistics system in the solid waste collection and train the personnel involved.

Keywords: <OPTIMIZATION OF LOGISTICS>, <SOLID WASTE>, <METHODS AND TIMES>, <OPERATIONS RESEARCH TRAVEL AGENT PROBLEM (TSP) >

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

El transporte de desechos sólidos en el país tiene gran importancia ya que es el eje fundamental para la salubridad de la humanidad. (ambiente, 2017)

Inicialmente el cantón cuenta con la contenerización en Enero del 2016 con la adquisición de 64 eco tachos plásticos: 32 contenedores negros y 32 contenedores verdes de 1100 litros, los contenedores de color negro son de basura inorgánica y los verdes de basura orgánica los cuales están ubicados aleatoriamente.

Con la problemática que la ciudad afronta con respecto a la eficiencia en la recolección de desechos, se vio la necesidad de plantear un nuevo esquema enfocado en la optimización de recursos y tiempo, con una nueva metodología que sea capaz de garantizar la dotación de servicios de aseo y recolección de residuos sólidos, aplicando procesos técnicos que promuevan la cultura ambiental.

Con la contenerización se evita frecuencias para que se saque a una hora adecuada los desechos, que no se produzca una aglomeración de la misma, no se vea basura por todo lado, etc. Al no contar con la contenerización esto amerita que necesitan más personal para realizar la limpieza de la ciudad.

Con la contenerización se evita todos los factores que se produce en la ciudad con la recolección en las madrugadas y en las noches evitando las horas de mayor congestión para evitar el tráfico vehicular, optimizando el transporte y así pueda llegar más rápido a su destino (relleno sanitario). (Programa Nacional para la Gestión Integral, 2017)

En enero del 2017 el GADMCS adquirió 40 contenedores de metal de 1200 litros, sin ninguna ubicación alguna, para lo cual se necesita un estudio y la toma de datos de los lugares más productores de basura para su nueva ubicación.

En el relleno sanitario ingresa 5 toneladas diarias excepto los días jueves y domingo que es feria y produce 6 toneladas, según registros documentados del relleno sanitario, San Miguel de Salcedo cuenta con 12488 habitantes según el último resultado de INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos).

1.1 Antecedentes

Las inquietudes más sencillas de la población de San Miguel de Salcedo requieren atención y una solución para la protección de la salud pública y medio ambiente, tradicionalmente los GADM tienen la responsabilidad de la limpieza de las áreas públicas y de la recolección de residuos sólidos generados en los domicilios etc. al menor costo posible.

1.1.1 Clasificación de la basura. La basura es todo aquello considerado como desecho y necesita eliminarse, la basura se produce por las actividades humanas a la que se considera con un valor igual a cero, depende del origen y composición de esta.

Normalmente se los traslada a lugares como tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios y otros lugares de los cuales un mínimo porcentaje de los desechos pueden ser tratados y poder evitar problemas sanitarios o ambientales.

La clasificación de la basura es la siguiente.

Por su composición:

- **Residuo orgánico:** todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc. (planética.org, 2011)
- **Residuo inorgánico:** todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc. (planética.org, 2011)
- **Residuos peligrosos:** todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc. (planética.org, 2011)
- **La materia orgánica:** Más de la mitad de la basura son restos de comida. Esta materia constituye una fuente importante de abonos de alta calidad. Esto es

importante puesto que además de eliminar más de la mitad de los residuos supone un importante aporte de nutrientes y fertilidad para los cultivos evitando el uso de abonos químicos que producen contaminación de las aguas. (planética.org, 2011)

Materia inorgánica:

- **El vidrio:** Es uno de los materiales que habitualmente se reciclan .Los tres tipos encontrados en los residuos urbanos proceden de vidrio de recipientes de comida y bebidas, vidrio plano (por ejemplo de ventana).el vidrio se pueden recuperar, bien sea por uso de envases retornables o bien a partir de la recogida selectiva del vidrio para después reciclarlo. Así se ahorra materia prima y energía para elaboración, además de evitar el perjuicio que supone la acumulación del vidrio que no se recicla. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 pág. 490)
- **El papel:** No es basura. El reciclaje del papel es necesario ya que economiza grandes cantidades de energía, evita la contaminación del agua, evita el consumo de árboles y hace innecesarias las plantaciones de coníferas y eucaliptos. El uso de papel reciclado sin blanquear también reduciría las descargas de cloro, colorantes y aditivos en ríos, que causan mortalidad entre los peces y desequilibrio en los ecosistemas acuáticos. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 pág. 491)
- **La chatarra:** Constituye el 3% de la basura doméstica y procede fundamentalmente de las latas de refrescos y conservas. Supone un perjuicio medioambiental por su largo tiempo de degradación. Además el reciclado de las latas abarata los costes de elaboración. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 pág. 495)
- **Los envoltorios y envases:** Aproximadamente es un 20% de lo que se compra se tira de inmediato por ser parte de los envases y embalajes. El sobre-empaquetamiento ocasiona aumento de los residuos y encarecimiento de los productos. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 pág. 497)
- **Los plásticos:** Constituyen el 9% de la basura. Tienen una vida muy larga y son un gran problema medioambiental ya que la mayoría no se degradan. Esta basura

plástica es consumida por gran cantidad de fauna en vertederos y en medio acuático ocasionando muerte a peces, aves y animales, además del deterioro que supone. El futuro es el reciclado de este residuo. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 págs. 492-493)

- **Productos peligrosos:** Los productos de limpieza, pinturas, medicinas y pilas son altamente tóxicos. Estos productos necesitan una campaña de recogida específica que no haga que vayan a parar a vertederos incontrolados donde pueden provocar catástrofes medioambientales contaminando aguas y suelos. Las pilas son uno de los productos tóxicos más peligrosos por su contenido en mercurio y cadmio. Cuando las pilas se han agotado y se acumulan en vertederos o se incineran, el mercurio se deja escapar, y va tarde o temprano al agua. El mercurio es absorbido por el plancton y las algas, de éstas a los peces y de éstos al hombre. Una pila botón puede contaminar 600.000 l. de agua. Los medicamentos tienen componentes tóxicos que también se pueden filtrar en los vertederos y pasar al agua contaminándola. (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008)

Según su origen:

- **Residuo domiciliario:** basura proveniente de los hogares y/o comunidades.
- **Residuo industrial:** su origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima.
- **Residuo hospitalario:** desechos que son catalogados por lo general como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- **Residuo comercial:** provenientes de ferias, oficinas, tiendas, etc., y cuya composición es orgánica, tales como restos de frutas, verduras, cartones, papeles, etc.
- **Residuo urbano:** correspondiente a las poblaciones, como desechos de parques y jardines, mobiliario urbano inservible, etc.
- **Basura espacial:** satélites y demás artefactos de origen humano que estando en órbita terrestre ya han agotado su vida útil. (planética.org, 2011)

1.1.2 *Generalidades de los desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.* Tiene su asiento en el corazón de la patria y presenta una visión dilatada de su valle y que merced a la obra desplegada por el Ilustre Municipio y de sus hijos sanmigueleños, ha conseguido una acelerada superación. Cantón con una importante producción agrícola y ganadera, su comercio es importante, es muy conocido por la preparación de los helados de fruta y pinol; se encuentra ubicado en el suroriente de Cotopaxi.

Según (SALCEDO, 2017) dice:

Población: 58216 hab. (Fuente INEC 2010)

Área: 462.4 Km² Altura: 2 650 m.s.n.m.

Clima: El clima es templado y frío con una temperatura media anual entre 12°C. y 18°C y una precipitación anual de 500 a 1 000mm.

Actividad: La principal fuente de ingresos económicos de los habitantes de San Miguel de Salcedo, es el comercio, la actividad agrícola y ganadera, con sus principales productos: papas, maíz, cebolla, arvejas, habas, brócoli, flores, la producción de leche y sus derivados.

División política

El cantón Salcedo está conformado por las siguientes parroquias:

Parroquia Urbana: San Miguel con una población de 12488 habitantes

Parroquias Rurales: Antonio José Holguín, Cusubamba, Mulalillo, Mulliquindil, Panzaleo.

Limites

Al Norte.- Los cantones de Pujilí y Latacunga (Belisario Quevedo).

Al Sur.- Los cantones de Ambato y Píllaro (Provincia de Tungurahua).

Al Este.- La Cordillera de los Andes (Provincia del Napo)

Al Oeste.- El cantón Pujilí .Parroquia de Angamarca, (Provincia de Cotopaxi). (2014)

Espacios

Parques = 1

Zonas verdes =1

Plazas = 4

Mercados

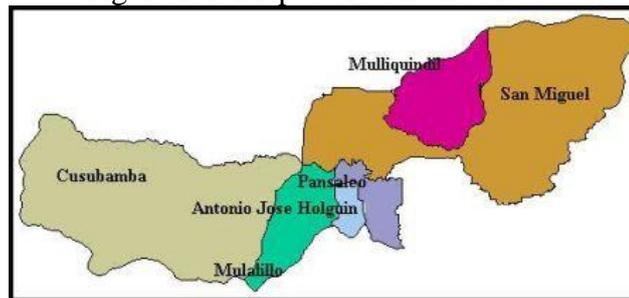
Constan de 3 mercados

Mercado América

Mercado mayorista

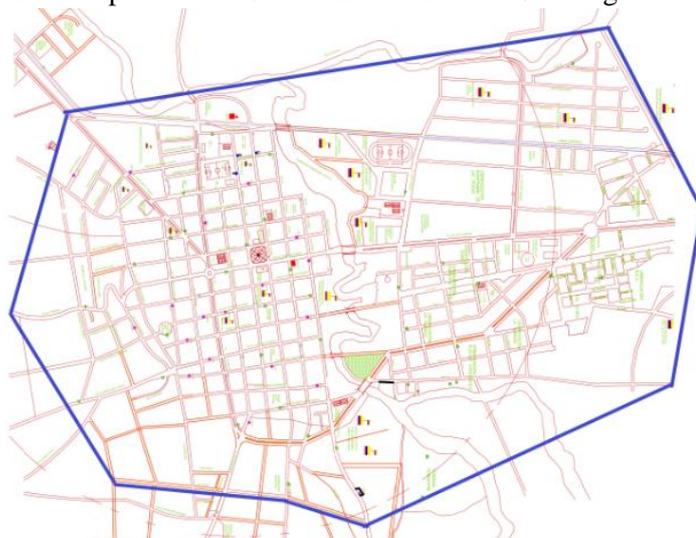
Mercado central

Figura 1-1. Mapa del Cantón Salcedo



Fuente: GoogleMaps. Ubicación del Cantón Salcedo – Cotopaxi.

Figura 2-1. Mapa de límites de la zona urbana de San Miguel de Salcedo.



Fuente: Autores.

1.2 Problematización

El GADMS no cuenta con un estudio de una buena distribución logística de recolección de desechos sólidos de los eco tachos, para que sean aprovechados a su totalidad, los recursos del proceso de recolección de desechos sólidos.

El proceso de contenerización inicio en enero del 2016 con 64 eco tachos ubicados aleatoriamente cada dos cuadras, sabiendo que el cantón cuenta con 58216 habitantes, por datos proporcionados por la organización panamericana de salud (OPS), la organización mundial de la salud (OMS) y la asociación interamericana de ingeniería sanitaria y ambiental (AIDIS) mencionan que una persona genera un promedio de 0.63 kilos de basura al día dándonos 36.676 toneladas diarias de residuos sólidos los cuales deben ser recolectados, el historial del relleno sanitario da que entran 22 toneladas diarias, 10 toneladas de reciclaje papel, cartón, plástico y 4.676 toneladas que no pueden ser controladas ya que son votadas en terrenos vacíos, quemados, enterrados, etc.

Ya que se cuenta con 64 eco tachos los cuales se encuentran distribuidos y 40 nuevos se quiere con un estudio la reubicación y distribución de los 104 que es la totalidad con el fin de que la comunidad de San Miguel de Salcedo tenga un mejor servicio de recolección a su vez que esto sirva a la municipalidad a reducir gastos.

El Ilustre Municipio de Salcedo desarrolla capacitaciones: de puerta a puerta, en las calles, escuelas, colegios, empresas privadas y del estado para el uso de los eco tachos en el cantón.

1.3 Justificación

En los últimos años El GADMS ha trabajado con el fin de encontrar soluciones a diversos problemas de carácter público, dentro de ellos se contempla solventar o reducir los impactos reflejados por la generación de desechos sólidos en los diferentes sectores.

La logística de recolección actual de desechos sólidos genera un leve grado de contaminación en elementos como el agua, aire y suelos. Al hacer una indagación en el campo de las técnicas de Ingeniería Industrial, se puede determinar que estas pueden resolver problemas relacionados con logística, siempre y cuando se logre adaptar la

técnica a la realidad actual. La indagación de técnicas específicas traerá como consecuencia la distribución de forma adecuada de los recursos utilizados y una mejora en el servicio de recolección de desechos sólidos, reduciendo así los costos involucrados y mejorando la eficacia del proceso de recolección.

El GADMS también trabaja haciendo campañas para que los servicios de recolección de desechos sólidos puedan ser utilizados de la mejor manera posible esto ayudara a mejorar el proceso de recolección.

1.4 Alcance

La orientación del proyecto se realizará en el GADM del cantón Salcedo; para el cual se diseñará la metodología que permitirá la optimización de la logística de recolección de los desechos sólidos mediante el estudio de métodos de ingeniería industrial.

En el diseño de la metodología se facilitaran las indicaciones técnicas necesarias para que la parte interesada (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Salcedo) puedan desarrollar la aplicación. El análisis para el diseño de la solución iniciara desde el lugar donde se encuentran los recursos del servicio (mano de obra, entidades administrativas y equipo) pasando por la fuente que genera los desechos sólidos y terminando en el lugar donde son depositados.

El diseño será el resultado del desglose y análisis de todos los recursos utilizados en una logística de recolección, como: especificaciones, capacidad y estado del equipo, mantenimiento preventivo del equipo, mano de obra requerida, presupuesto asignado al servicio, así como también el estudio de los métodos y rutas de recolección. Se incluirán únicamente en el estudio los desechos sólidos generados por los centros urbanos (desechos domiciliarios), no se incluirán los desechos de hospitales e industrias debido a que poseen un tipo especial de recolección.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general.*

Optimización de la logística de recolección de desechos sólidos en el GADMS que permita el mejoramiento del nivel del servicio a la población.

1.5.2 *Objetivos específicos:*

- Realizar una indagación bibliográfica, con el fin de definir los conceptos empleados de logística.
- Determinar cuál es el método de planificación de rutas y los métodos de recolección de desechos sólidos, con el fin de conocer los recursos que son involucrados en el servicio.
- Realizar un estudio de los métodos actuales de recolección, con el fin de determinar un tiempo patrón de recolección.
- Realizar una redistribución de los eco tachos acorde a la necesidad de las familias de San Miguel De Salcedo
- Diseñar una metodología con el fin de cubrir la demanda de recolección de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.
- Identificar qué beneficios tiene la aplicación del método para la optimización de logística de recolección de desechos sólidos.

1.6 Marco teorico

1.6.1 *Definición de logística.* Logística es el proceso de administrar estratégicamente la adquisición, traslado y almacenamiento de materiales, partes y productos terminados de los proveedores a través de la organización, de tal manera que las utilidades actuales y futuras se incrementan al máximo mediante la entrega de pedidos que es efectiva en costo. (Portal Rueda, 2011 pág. 4)

1.6.2 *Logística en el manejo de recursos para la recolección de desechos sólidos.* Según (Rodríguez, y otros, 1996) manifiesta que acorde a las actividades, con la coordinación de los recursos utilizados (vehículos, operarios) y la demanda existente (cantidad de desechos sólidos), la logística ayuda a tener un mejor servicio a un menor costo posible.

La logística de recolección de desechos sólidos aplica métodos para la planificación de rutas que permitan mejorar la recolección de desechos sólidos, en términos generales consta en que los desechos sólidos sean transportados desde la fuente en la que se genera hasta transportarlos a su disposición final (relleno sanitario).

1.6.3 *Variables a considerar en la logística de recolección de desechos sólidos.*

Normas generales para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas

El servicio consiste en la labor de barrido realizada mediante el uso de fuerza humana que abarca el barrido de cada cuadra hasta que sus andenes y áreas públicas queden libres de papeles, hojas, arenilla acumulada en los bordes del andén y de cualquier otro objeto o material susceptible de ser barrido manualmente. (republica, 2006).

- Los residuos resultantes de la labor de barrido manual deben ser colocados en fundas plásticas, las cuales al colmarse su capacidad serán cerradas atando la parte superior y se depositarán en la vía pública para su posterior recolección. Se incluye en este servicio la recolección en fundas depositadas por los transeúntes en las cestas públicas, colocadas en las áreas públicas de tráfico peatonal.
- El barrido, lavado y limpieza de los parques y demás áreas públicas debe realizarse de acuerdo con las frecuencias y horarios establecidos por la entidad de aseo, de tal manera que no afecten el flujo adecuado de vehículos y peatones.
- Se deberá emplear el método de barrido mecánico en aquellas calles pavimentadas, que por su longitud, amplitud, volumen de los residuos, tráfico y riesgo de operación manual amerite el uso de este tipo de maquinaria.

- El área a barrer comprende todas las calles pavimentadas, incluyendo los separadores viales, zonas verdes públicas y áreas públicas de tráfico peatonal y vehicular, con excepción de portales y aceras de propiedad particular.
- Para detalles específicos relacionados con el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, se deberán utilizar las Normas de Diseño para la Elaboración de Proyectos de Sistemas de Aseo Urbano que emitirá el Ministerio del Ambiente.

Normas generales para la recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos

- Los usuarios deben sacar a la vía sus recipientes o fundas con los desechos sólidos, sólo en el momento en que pase el vehículo recolector, salvo el caso de que se posea cestas metálicas donde colocar las fundas. Las cestas deben estar ubicadas a una altura suficiente, de tal manera que se impida el acceso a ellas de los niños y de animales domésticos. (republica, 2006 pág. 15).
- La recolección y transporte de desechos sólidos no peligrosos debe ser efectuada por los operarios designados por la entidad de aseo, de acuerdo con las rutas y las frecuencias establecidas para tal fin.
- Las entidades encargadas del servicio de aseo, deben establecer la frecuencia óptima para la recolección y transporte, por sectores, de tal forma que los desechos sólidos no se alteren o propicien condiciones adversas a la salud tanto en domicilios como en los sitios de recolección. Además el horario y las rutas de recolección y transporte de los desechos sólidos contenidos en los recipientes de almacenamiento, deben ser establecidos por las entidades encargadas del servicio, basándose en los estudios técnicos correspondientes.
- Debe entenderse como operaciones ejecutadas en las fases del sistema de recolección y transporte de desechos especiales las siguientes:
 - La carga de los desechos sólidos sobre el vehículo destinado para este fin, efectuada al interior del establecimiento o en la vía pública. Esta operación se entenderá tanto si se la hace mediante el vaciado del contenedor o si se procede a su carga directa.

- El transporte propiamente de los desechos sólidos hasta su destino final.
- Si es el caso, las operaciones de trasvase de los desechos sólidos en la estación de transferencia.

- El personal encargado de la recolección y transporte de desechos sólidos debe cumplir con sus jornadas de trabajo, utilizando la vestimenta y equipos adecuados para proteger su salud. Todo el personal que labore en el servicio de recolección y transporte debe tener uniforme completo para el ejercicio de su trabajo. El uniforme debe estar conformado por un overol o un pantalón y su respectiva camisa de color fosforescente o llamativo o con franjas de seguridad que permitan su identificación y visibilidad en horas de baja luminosidad. Para el personal que conforma la cuadrilla además del uniforme debe tener un equipo de protección personal, que ofrezca seguridad, de tal manera que no se produzcan heridas, el mismo que garantizará atenuación de golpes en la cabeza, canillas y puntas de pies, protección contra olores, ruido y lluvia si es necesario. Deberá contemplarse el tipo, número de unidades y períodos de reemplazo.

- En el evento de que los desechos sólidos sean esparcidos durante el proceso de recolección, los encargados del servicio de recolección deben proceder inmediatamente a recogerlos.

- Cuando por ausencia o deficiencia de los cerramientos de lotes de terreno, se acumulen desechos sólidos en los mismos, la recolección y transporte hasta el sitio de disposición final estará a cargo del propietario del lote. En caso de que la entidad encargada del servicio de aseo proceda a la recolección, este servicio debe considerarse como especial y se lo hará con cargo al dueño del terreno.

- Los vehículos destinados para la recolección y transporte de desechos sólidos deben reunir las condiciones propias para esta actividad y las establecidas en esta Norma y su modelo debe cumplir con las especificaciones que garanticen la correcta prestación del servicio de aseo público.

- Los vehículos y equipos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos, que no reúnan las condiciones necesarias para la eficiente prestación del

servicio, deben ser reemplazados o adaptados suficientemente dentro del plazo que establezca el municipio a la entidad prestadora del servicio de acuerdo con el respectivo municipio y según el cronograma que debe elaborar éste.

- Los municipios, los contratistas o los concesionarios del servicio de recolección y transporte de desechos sólidos deben disponer de un local, garaje-taller-bodega, suficientemente amplio y equipado de modo que pueda ofrecer la mayor seguridad y el mejor mantenimiento de la flota de vehículos.
- La operación y mantenimiento de los vehículos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos debe estar a cargo de las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, obligación de la que no quedarán eximidas bajo ninguna circunstancia.
- Los equipos, accesorios y otros implementos de que estén dotados los vehículos destinados a la recolección y transporte de desechos sólidos, deben estar en correctas condiciones para la prestación oportuna del servicio.
- El lavado de los vehículos y equipos debe efectuarse al término de la jornada diaria de trabajo, para mantenerlos en condiciones que no atenten contra la salud de las personas y el medio ambiente.
- El transporte de los desechos sólidos no peligrosos, deberá cumplir con las normativas de tránsito pertinentes.
- Para detalles específicos relacionados con el servicio de recolección y transporte de desechos sólidos, se deberán utilizar las Normas de Diseño para la Elaboración de Proyectos de Sistemas de Aseo Urbano que emitirá el Ministerio del Ambiente.

1.6.4 *Equipos de recolección y transporte.* Los equipos de recolección se los considera de acuerdo a las características físicas se emplean vehículos de una gran capacidad, los vehículos de volteo son los que tienen cierta tendencia rural debido al costo, pero este no es adecuado por el motivo que carece de sello hermético en el fondo y con su transporte por los líquidos que pueden desalojar los desechos estos se derraman y ocasionan molestias a las comunidades.

Existen vehículos con recolectores de carga lateral trasera y frontal los cuales se usan para la carga mecánica de contenedores, los cuales pueden clasificarse de la siguiente manera.

- **Equipos recolectores de alta tecnificación.**- son aquellos vehículos que por diseño original pueden realizar la carga y descarga de contenedores.
- **Equipos para la recolección de desechos sólidos.**- son aquellos vehículos en que su recolección tienen placa empujadora de basura cuando no son vehículos compactadores.
- **Equipos no convencionales** para la recolección de residuos sólidos.- no presentan las características de los vehículos especializados y de alta tecnificación.

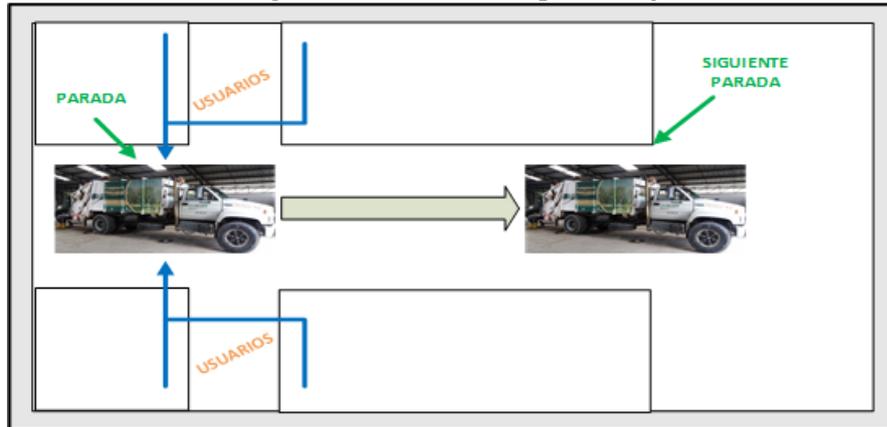
1.6.5 *Métodos de recolección.* El diseño de rutas de recolección involucra un sin número de aspectos, ya que en esta actividad deben de ser consideradas, tanto las características naturales y demográficas de la localidad como: topografía, vialidades, concentración de la población, habitantes, comercios, hospitales, escuelas, cantidad de residuos, etc., como de las características y condiciones del personal y equipo con que se cuenta.

En la prestación de servicios del GADCS, los métodos de recolección se pueden clasificarse con: mecanizados, semi-mecanizados y manuales.

Los métodos mecanizados y semi-mecanizados son aquellos que utilizan sistemas mecánicos para la recolección, se relaciona principalmente con la utilización de contenedores, son utilizados en localidades altamente urbanizadas; sin embargo los métodos manuales son recomendados en localidades pequeñas la el sector rural y semi rural. (Pillajo , y otros, 2013)

1.6.5.1 *Esquina o de parada fija.* Es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio.

Figura 3-1. Método de parada fija

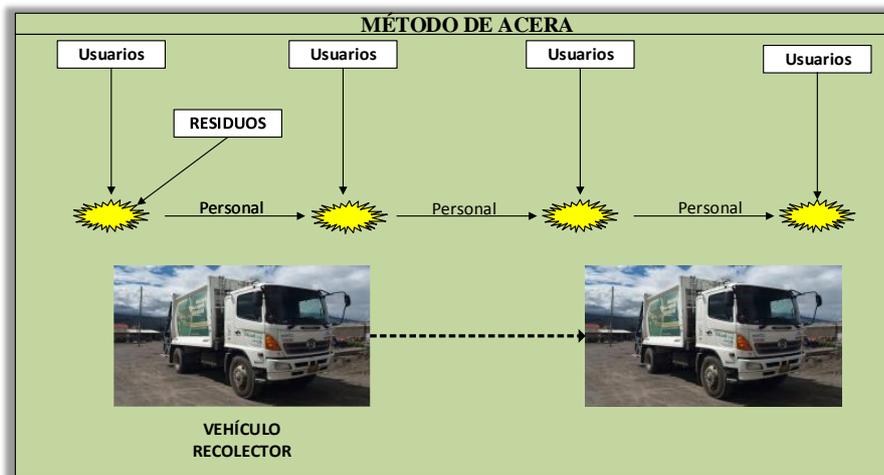


Fuente: Autores

Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo.

1.6.5.2 Método de Acera. En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios

Figura 4-1. Método de Acera



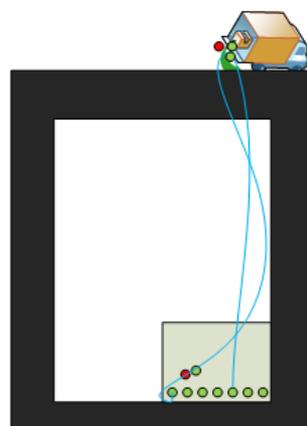
Fuente: Autores

Para que se cumpla debidamente lo antes descrito se requiere, además de amplio civismo por parte de los usuarios del sistema, que el vehículo recolector transite a bajas velocidades en ambos sentidos de la calle; por consiguiente, es lógico pensar que este método tiene más posibilidades de ser implantado ordenadamente en aquellas localidades que cuentan con calles de doble sentido y, de preferencia, con camellones.

Este método, además de ser más costoso que el de esquina, presenta el inconveniente de que animales domésticos y no domésticos (perros, gatos y ratas entre otros), pueden verse atraídos por recipientes con basura sobre la acera, pudiendo en un momento dado, dispersar sobre la misma al buscar su alimento y, dando por resultado que la recolección se lleve a cabo en forma más lenta. Para evitar o atenuar este inconveniente, suele recomendarse el uso de bolsas de polietileno herméticamente cerradas, así como el empleo de canastillas elevadas en las aceras donde se colocan los recipientes con los residuos; sin embargo, esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

1.6.5.3 Método intradomiciliario o de llevar y traer. (Demanda semicontinua semimecanizada con baja o nula participación del usuario). Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas habitación por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez de haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo. Naturalmente, este método de recolección suele resultar más costoso que el de acera y, aún más que el de esquina. (Mondragon, 2014)

Figura 5-1. Método de Llevar y Traer.



Fuente. Autores.

1.6.5.4 Contenedores. El método de contenedores, es semejante al de esquina en cuanto a que el vehículo recolector debe detenerse en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. Este método es el más adecuado para realizar la recolección en centros de gran generación o de difícil acceso; como pueden ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, tiendas de autoservicio y zonas marginadas, entre otras.

La localización de los contenedores, deberá disponerse de tal manera que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que, además, pueda realizar maniobras sin problemas.

No debe pensarse, no obstante, que en todos los casos los métodos de recolección mencionados se cumplen tal y como fueron descritos, puesto que de una u otra manera siempre existe alguna variante en cuanto al equipo, participación del usuario y número de empleados que prestan servicio (por señalar tan sólo algunas de ellas), que los diferencian de los antes mencionados.

Figura 6-1. Método de contenedores.



Fuente: Autores.

1.6.5.5 Problema del agente viajero. Según (Salazar López, 2016), el problema del agente viajero TSP (Travelling Salesman Problem) tiene como objetivo encontrar un objetivo completo que se conecten todos los nodos y costos entre los nodos de una red, dar una vuelta por una vez y volviendo al punto de partida, minimizando la distancia de la ruta.

El problema del agente viajero la variable depende la distancias entre dos nodos sean simétricos o no, es decir que las distancias sean iguales A y B con la distancia de B y A tomando en cuenta que en la práctica es muy poco probable.

Según (Fuentes Penna, 2013) las variables que han sido empleadas por la mayoría de los investigadores que dan solución a TSP son:

- Tiempo de recorrido entre ciudades: horas, minutos, días, semana, etc.
- Distancia de recorrido entre ciudades: metros, kilómetros, millas, milímetros, etc.
- Costo de traslado: dinero, desgaste de las piezas, gasto de energía, etc.

Las variables que se pueden adoptar dependen de cada problema, por ejemplo:

- Circuitos electrónicos: cantidad de soldadura utilizada, menor espacio entre los puntos de soldadura de los circuitos, tiempo de fabricación, distribución de los circuitos, entre otras.
- Control de semáforos: Numero de semáforos (nodos), cantidad de autos que pasan por el punto, tiempo de traslado entre semáforos, otras variables.
- Previsión del tránsito terrestre: puntos en la ciudad, cantidad de vehículos, tiempo de traslado, tipos de vehículos, horas pico, correlación entre variables, regresión lineal.
- Estaciones de trabajo: Secuencia de actividades, lugar de más herramientas (nodos), tipo de herramientas, tiempo de uso, etc.
- Entrega de productos: Peso de las entregas, número de entregas, nodos (domicilios) a visitar, recorridos, tiempos de traslado, tipo de vehículo, etc.
- Edificación: Puntos de edificaciones (construcciones), distancia entre las construcciones y los insumos, vehículos (grúas, camiones de volteo, etc.), cantidad de combustible que emplean, etc.

- Entre otras variables.

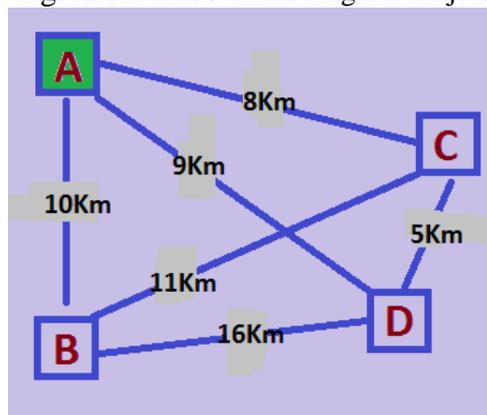
Según (Taha, 2004) el método del agente viajero está diseñado para establecer el viaje más corto en un caso con n ciudades en el que cada ciudad se visita exactamente una vez. En esencia el problema es un modelo de asignación con restricciones adicionales que garantice la exclusión de sub viajes en la solución óptima.

Si d_{ij} es la distancia de la ciudad

I la ciudad

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } z &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ para } i = j & (1) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= 1, i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= 1, j = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &= (0, 1) \end{aligned}$$

Figura 7-1. Problema del agente viajero



Fuente: Autores.

Tabla 1-1.

De	A			
	A	B	C	D
A	0	10	8	9
B	10	0	11	16
C	8	11	0	5
D	9	16	5	0

Fuente: Autores.

$$\text{TSP} = \text{A-C-D-B-A} \quad (2)$$

$$\text{TSP} = 39$$

1.6.6 *Frecuencia de recolección.* La prestación de servicios es considerada una de las etapas más costosas para la recolección de desechos sólidos, entre los factores que influyen en este sistema es la frecuencias de recolección en el cual se deberá ver el volumen de acumulación de basura que no sea excesivo, y que el tiempo que pasa desde la generación de basura hasta su recolección no exceda

1.6.6.1 *Recolección diaria.* Es el primordial sistema que se busca realizar, los camiones para la recolección de residuos sólidos deben recorrer las rutas en su totalidad diariamente menos los días domingos por ende la recolección que se realiza los días lunes es de los días sábado y domingo. Este tipo de sistema es el que ofrece un mejor servicio a la población pero involucra un mayor costo.

1.6.6.2 *Recolección cada tercer día.* El camión recolector pasa un día y otro no menos los domingos esto equivale a tres veces por semana.

Este sistema de recolección tiene las siguientes ventajas.

- Los camiones recolectores se llenan más rápido y tienen un recorrido más corto por lo que el costo sería menor que la recolección diaria.
- El costo por mantenimiento de los camiones recolectores son menores.

La desventaja es la siguiente:

- Crea incomodidad a la comunidad debido a que puede generar malos olores.

1.6.6.1 *Recolección dos veces por semana.* El camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos o tres días pero esto afecta a la sociedad ya que al no estar conformes implica a la creación de tiraderos clandestinos.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Diseño metodológico

2.1.1 Tipo de investigación. Se utilizó la investigación exploratoria debido a que es ventajoso por que procura darnos una visión general de los fenómenos relativamente desconocidos, ayuda a conocer la posibilidad de poder continuar con la investigación, por lo habitual establecen tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables e implantan el tono de investigaciones posteriores más rigurosas, necesita de paciencia por parte de los investigadores, y por los diferentes factores a evaluar se hace necesario porque permite orientar y reforzar la información.

2.1.2 Fuentes de información. Para el estudio se acudió a dos fuentes de investigación; primarias y secundarias, como libros normas, revistas, estadísticas del gobierno y datos de la empresa afín con el tema en estudio.

2.1.3 Métodos de recolección de datos. Para la recolección de datos los métodos utilizados son los siguientes:

Figura 1-2. Métodos de recolección de datos.

La encuesta.	Observación directa.	Consulta bibliográfica.	Consulta de referencia.	Metodología del diagnóstico.
<ul style="list-style-type: none">•Se diseñó un cuestionario para la obtención de la información primaria, la encuesta se formalizó en forma personal por los investigadores del estudio.	<ul style="list-style-type: none">•Consistió en estar presente con el usuario para observar la conducta que tuvo en el momento de realizar la encuesta que actitudes tuvo y el interés por el proyecto que se va a realizar	<ul style="list-style-type: none">•Se acudió a diferentes fuentes bibliográficas de instituciones públicas o privadas, relacionadas al tema, para podernos ayudarnos a profundizar el estudio.	<ul style="list-style-type: none">•Se requieren conocer datos e información específica se logró profundizar temas mediante consultas.	<ul style="list-style-type: none">•La metodología a seguir para realizar el diagnóstico del servicio de recolección de desechos sólidos del GADMS

Fuente: <https://goo.gl/ZWrRPh>

- Tabulación y análisis del servicio de recolección
- Determinación del universo
- Determinación de la muestra a utilizar

- Diseño, tabulación y análisis de los resultados
- Situación actual del servicio de recolección
- Personal involucrado
- Frecuencia de recolección
- Equipo de recolección
- Identificación de los contenedores
- Determinación de los tiempos de recolección
- Planificación de rutas
- Sistema de cuotas
- Capacidad de recolección
- Definición del problema
- Conceptualización del diseño

2.1.4 *Tabulación y análisis del servicio de recolección.* Como ya se mencionado anteriormente el análisis se lo va a realizar con las familias del cantón Salcedo y el estudio dirigido a las familias de San Miguel de Salcedo.

2.1.4.1 *Determinación del universo.* Para el estudio del universo se está considerando que está constituido por las familias que viven en el cantón Salcedo. La cantidad de familias de San Miguel de Salcedo se presenta en la siguiente.

Tabla 1-2. Cantidad de familias del cantón salcedo.

CANTÓN	POBLACIÓN	FAMILIAS
Salcedo	58216	14554
PARROQUIA	POBLACIÓN	FAMILIAS
San Miguel de Salcedo	12488	3245

Fuente; Autores

2.1.4.2 *Determinación del tipo muestreo a utilizar.*

Muestreo probabilístico con población finita.

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. Existen dos tipos de muestreo:

el probabilístico y el no probabilístico. En el primero, cada uno de los elementos de la muestra tiene la misma probabilidad de ser entrevistado, y en el muestreo no probabilístico, la probabilidad no es igual para todos los elementos del espacio muestral. (Jesús, y otros, 2011 págs. 305-314)

Para calcular el tamaño de la muestra, es necesario conocer si la población tiene un tamaño finito o no. En el primer caso, es decir, cuando se conoce el tamaño de la población, el cálculo se hace de la siguiente manera:

Se determina el error máximo (E) que puede aceptarse en los resultados, que por lo general es igual o menor que el 10 % ya que variaciones hacen dudar de la validez de la información. Se conoce en el mercado la situación que guarda la característica o el fenómeno investigado. Estos valores se asignan a los literales p y q respectivamente. Se determina el intervalo de confianza con el que se va a trabajar: (Murray R, y otros, 2009 págs. 203-207)

$X \pm E = 68 \%$ de los casos.

$X \pm 2E = 95 \%$ de los casos $Z = 1.96$

$X \pm 3E = 99 \%$ de los casos $Z = 2.576$

Una vez determinados los puntos anteriores se procede a utilizar la ecuación

$$n = \frac{(Z^2)(pqN)}{(E^2)(N-1)+Z^2(pq)} \quad (3)$$

Donde:

Z = Valor crítico correspondiente al coeficiente de confianza de la investigación.

p = Hace referencia a la probabilidad de que se encuentre una familia que cuente con el servicio de recolección (0.50).

q = Hace referencia a la probabilidad de que se encuentre una familia que no cuente con el servicio de recolección (0.50).

E = Error permitido al cuadrado.

N = Tamaño de la población.

2.1.4.3 *Determinación de la muestra.* Utilizando la ecuación No 1 conociendo el número de familias se puede determinar la cantidad de encuestas a realizar en San Miguel de Salcedo.

Z = 1.96

N = 14554

q = 0.5

p = 0.5

E = 10%

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5 * 0.5 * 14554)}{(0.1^2)(14554 - 1) + 1.96^2(0.5 * 0.5)}$$

n= 96.7

La cantidad de la muestra del San Miguel de Salcedo es:

$$n = 96.7$$

$$n = 97 \text{ encuestas}$$

2.1.4.4 *Diseño, tabulación y análisis del cuestionario.* Ya determinada el número de encuestas para el San Miguel de Salcedo, se procede a reunir la información.

Para lo cual se puede utilizar un cuestionario que necesita un buen diseño con la finalidad de recoger la información referente a los usuarios para el servicio de recolección de residuos sólidos se ha diseñado el cuestionario que se muestra en el ANEXO A, la tabulación y análisis de los resultados de la encuesta realizada a la población sobre el servicio de recolección de desechos sólidos se presenta en el ANEXO B.

2.1.5 *Situación actual del servicio de recolección.* Entre las funciones que tiene el GADM Salcedo está brindar el servicio de recolección de desechos sólidos, su función principal es recoger todos los desechos generados por los diferentes sectores: domiciliario, industrial y comercial.

2.1.5.1 Personal involucrado. El GADMS con su departamento de gestión ambiental encargado de cumplir con la función de la recolección de desechos sólido contando con diferentes puestos de trabajo en la parte administrativa y mano de obra con un total de 22 empleados, los puestos y número de empleados se muestra en la Tabla 2 – 2

Tabla 2-2. Puestos de trabajo del departamento de gestión ambiental y residuos sólidos del área administrativa.

PUESTOS DE TRABAJO	CANTIDAD
Director de servicios públicos y gestión ambiental.	1
Secretaria de gestión ambiental.	1
Jefe de gestión ambiental.	1
Especialista de desechos sólidos.	1
Analista de áridos y pétreos.	1
Analista de gestión ambiental.	2
Especialista de servicios públicos.	1
Administrador de servicios públicos.	1
Administrados de plazas y mercados.	1
Administrador del camal.	1
Administrador del cementerio.	1
Administrador del terminal terrestre.	1

Fuente: Autores

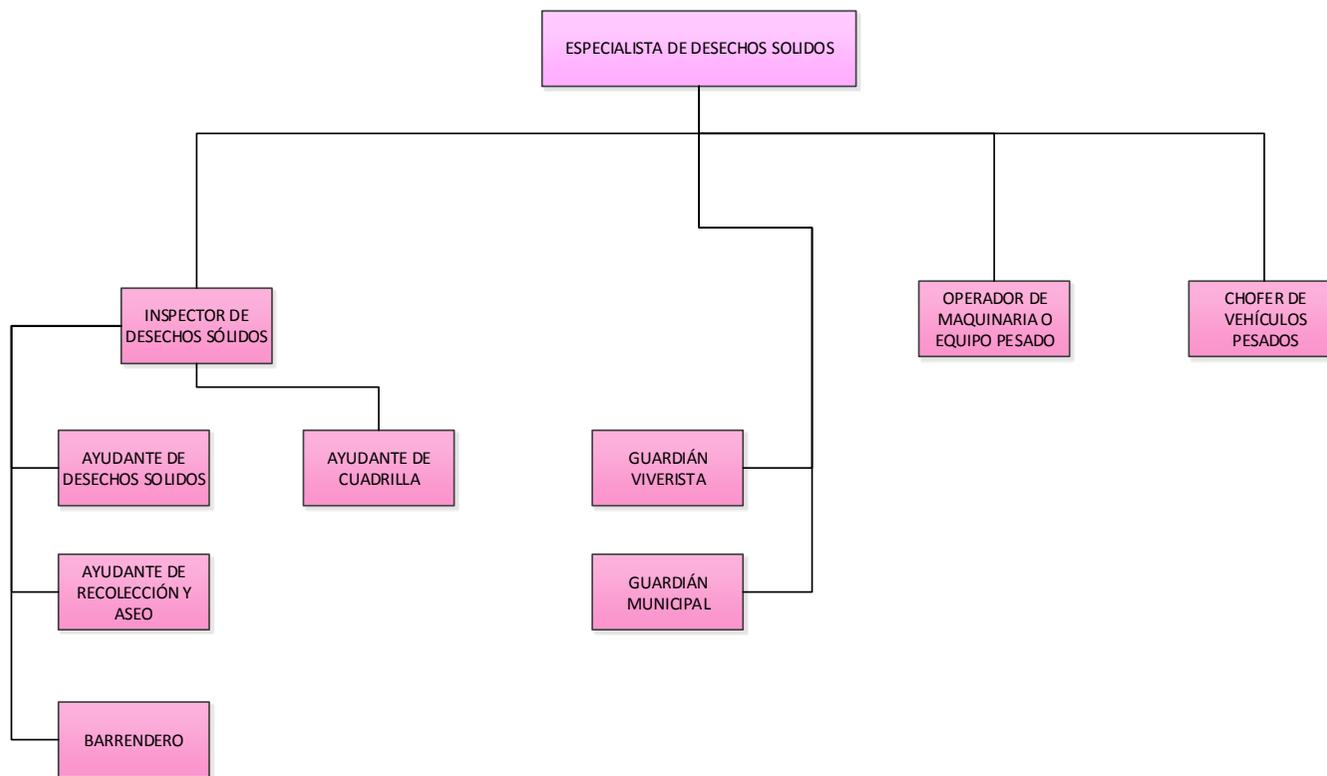
Tabla 3-2. Puestos de trabajo del departamento de gestión ambiental y residuos sólidos del área operativa.

PUESTOS DE TRABAJO	CANTIDAD
Especialista de desechos sólidos.	1
Jefe de mantenimiento vehicular y maquinaria.	1
Técnico.	1
Inspector de barrido.	1
Choferes.	6
Ayudantes de recolección.	11
Barrenderos.	15
Ayudante de mantenimiento.	2
Guardia municipal.	4
Conserje.	1
Bodeguero.	1

Fuente: Autores

ORGANIGRAMA ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Figura 2-2. Organigrama organizacional del departamento de gestión ambiental.



Fuente: Proporcionado por el departamento de gestión ambiental.

Se ha considerado observar el organigrama organizacional del departamento de gestión ambiental para poder conocer quién es el personal que lo compone y así poder considerar una propuesta para mejorar el sistema de recolección de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.

2.1.5.2 Frecuencia de recolección. En la actualidad el servicio de recolección de residuos sólidos se lo realiza en su totalidad de 6 días a la semana los horarios son de la siguiente forma:

De Lunes a domingo.

De 03:00 a 06:00

De 07:00 a 09:00

De 15:00 a 17:00

De 19:00 a 21:00

2.1.5.3 Equipo de recolección. El Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Salcedo cuenta para la recolección de residuos sólidos con maquinaria que se menciona en la siguiente tabla 4 – 2.

Tabla 4-2. Maquinaria pesada usada para la recolección de residuos sólidos.

EQUIPO	CAPACIDAD	ESTADO OPERANDO
mini cargadora cat		Operando
recolector kodiak 1025	7 ton	Operando
recolector kenworth 12 1385	7 ton	Operando
recolector kenworth 13 1384	7 ton	Operando
recolector basura hino 500 451	5 ton	Operando
recolector bas hino amar 1026	5 ton	Operando
barredora dulevo		Operando
bomba limpieza contenedores		Operando

Fuente: Autores

Figura 3-2. Camión recolector de 5 ton. de capacidad.



Fuente: Autores

Figura 4-2. Camión recolector de 5 ton. de capacidad.



Fuente: Autores

En la tabla 4 - 2 se observa que el GADMCS cuenta con 8 equipos de maquinaria pesada, para el servicio de recolección de desechos sólidos se utiliza los camiones compactadora y la barredora lo demás del equipo es el complemento para el proceso de recolección.

Los equipos que son utilizados directamente en el proceso de recolección es 5 camiones en su totalidad están en buen estado.

2.1.5.4 *Identificación de los contenedores.* El GADMS a parte de los vehículos recolectores de desechos sólidos cuenta con contenedores, tienen la función principal de recolectar grandes cantidades de desechos sólidos para luego poder ser recolectados por los camiones y ser transportados al relleno sanitario, también cumple con la función de no contaminar al medio ambiente, evitar que exista derramamiento de los desechos por: los animales que buscan alimentos, personas viven de los desechos y por las lluvias

Actualmente el departamento de gestión ambiental cuenta con un total de 64 dispersos por San Miguel de Salcedo. Por lo general estos contenedores son ubicados donde existen muchas viviendas o conjuntos la capacidad de los eco tachos son 1100 litros y 1200 litros.

2.1.5.5 *Tiempos de recolección.* En el proceso de recolección de desechos sólidos para la obtención de los tiempos de actividades se lo realizo en base a un estudio de tiempos. Un estudio de tiempos es una observación directa o continúa de una tarea para poder establecer un estándar de tiempo permisible usando instrumentos de medición como cronómetros o video cámara, tomando en consideración las condiciones como fatiga y retrasos inevitables.

Para el estudio de tiempos del proceso de recolección de desechos sólidos se va a considerar lo siguiente:

- Se necesita una persona que domine a la perfección la técnica de la labor para obtener un tiempo estándar.
- El método a estudiar debe hacerse estandarizado.
- La persona a evaluar debe saber que está siendo evaluado al igual que su supervisor.
- El analista debe estar capacitado y contar con las herramientas necesarias para la evaluación.

Consideraciones generales:

- El estudio de tiempos del proceso de recolección de desechos sólidos se lo realizará en San Miguel de Salcedo.
- Se examinará el recorrido que realizara un camión recolector, hasta que cumpla su recorrido.
- El ciclo del recorrido su punto de partida será desde el plantel de saneamiento el recorrido se lo realizara en la ruta encomendada hasta regresar al plantel

Los objetivos del estudio de tiempos son los siguientes:

- Determinar el tiempo de recolección para realizar el recorrido
- Registrar el recorrido real que realiza un vehículo recolector durante su ciclo de recolección.
- Realizar observaciones que permitan identificar molestias durante la recolección de desechos sólidos

Desglose y descripción de los elementos

T₁ = Preparación e inspección.- Empieza cuando el trabajador inicia su turno y termina cuando sale del plantel. En esta etapa el supervisor está encargado de realizar un chequeo general al camión que esta de salida, tomando en cuenta datos como: hora de salida. Personal involucrado y la ruta a la que se le destinara al camión.

T₂ = Traslado a las áreas de recolección.- Empieza desde que el camión sale del establecimiento y finaliza al llegar al primer punto de recolección de los desechos sólidos.

T₃ = Recolección de desechos sólidos.- Empieza cuando el camión llega al primer punto de recolección y termina cuando recoge lo que contiene el contenedor.

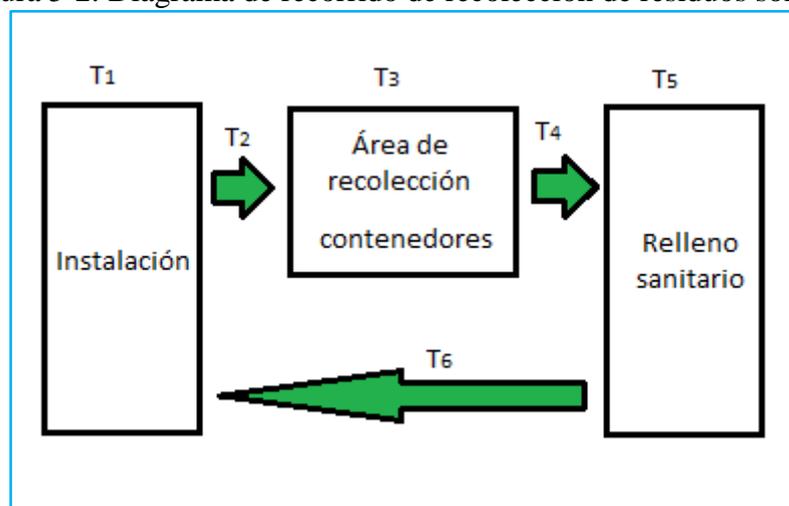
T₄ = Traslado al relleno sanitario.- Empieza cuando termina la recolección de los contenedores y finaliza al llegar al relleno sanitario.

T₅ = Descarga de desechos sólidos.- Empieza cuando el camión entra el relleno sanitario y finaliza cuando sale de las instalaciones.

T₆ =Retorno a las instalaciones.- Empieza al momento que sale del relleno sanitario y finaliza cuando llega a la instalación

Esquema de tiempos para la recolección de desechos sólidos se presenta en la figura 7 – 2

Figura 5-2. Diagrama de recorrido de recolección de residuos sólidos.



Fuente: Autores.

Diseño del formato para la toma de tiempos.

Se planteó un formato para que sea posible tomar tiempos para el proceso de recolección de desechos sólidos y poder registrar todas las actividades que puedan demorar el proceso. Además se manejó mapas para identificar las rutas del camión recolector los detalles se presentan en la ANEXO C.

Los datos a considerar en el formato para la toma de tiempos de recorridos que se realizan actualmente en San Miguel de Salcedo son:

- Operador
- Inspector
- Fecha
- Kilometraje inicial
- Kilometraje final
- Combustible
- Hora de inicio
- Hora de llegada
- Peso de entrada
- Observaciones

Determinación del número de observaciones a tomar.

Para determinar el número de observaciones hay que decidir un número de confianza y la precisión estadística deseada con un nivel de confianza del 95% y una precisión de $\pm 5\%$, lo cual significa que existe un 95% de probabilidades de que la media de la muestra no este afectado por un error superior a $\pm 5\%$ del verdadero tiempo del elemento observado.

Con un nivel de confianza del 95% se utiliza la siguiente formula:

$$N = \left[\frac{\frac{2}{E} \sqrt{n' \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (4)$$

Donde

N = Tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95%

E = Porcentaje de error (5%)

n' = Número de observaciones preliminares al estudio

X = Valor de la observación

Para determinar el número de observaciones se realizaron siete observaciones preliminares. Se presentan en la tabla 5 - 2

Tabla 5-2. Observaciones preliminares de la recolección de desechos sólidos.

Recorrido	Tiempo de inicio	Tiempo de llegada	Diferencia en horas X	X ²
1	7:00	9:20	2,33	5,43
2	15:00	17:12	2,2	4,84
3	19:00	21:00	2	4,00
4	3:00	4:57	1,95	3,80
5	9:00	11:3	2,5	6,25
6	15:00	16:56	1,93	3,72
7	19:00	21:21	2,35	5,52
8	7:00	9:06	2,1	4,41
9	15:00	16:57	1,95	3,80
10	19:00	21:24	2,4	5,76
11	3:00	5:18	2,3	5,29
12	15:00	16:55	1,92	3,69
13	19:00	21:11	2,18	4,75
14	9:00	10:48	1,8	3,24
15	15:00	16:39	1,65	2,72
16	19:00	21:06	2,1	4,41
17	15:00	17:15	2,25	5,06
18	19:00	21:16	2,27	5,15
TOTAL			38.18	81.858

Fuente: Autores.

Aplicando los datos de la tabla en la ecuación No 2 se obtuvo el siguiente resultado:

$$N = \left[\frac{\frac{2}{E} \sqrt{n' \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$
$$N = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{18 \cdot 81.858 - (38.18)^2}}{38.18} \right]^2$$

$$N = 17.27$$

$$N = 17$$

Mediante la ecuación N 2 se obtuvo un resultado de 17 observaciones y se compara N y n se puede notar que n es mayor a N por lo cual se dice que se está cumpliendo con un 95% de confianza de los datos.

Las distintas actividades del proceso de recolección de desechos sólidos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Tiempos productivos.- Es toda aquella actividad que da valor agregado a una operación.
- Tiempo de recolección.- Es la actividad que ofrece mayor valor agregado al proceso de recolección de desechos sólidos por lo que ocupa el mayor porcentaje de tiempo.
- Tiempos indirectamente productivos.- Se incluyen a todas aquellas pre-actividades que se deben realizar para alcanzar la actividad que genera mayor valor agregado.
- Tiempo de preparación e inspección.- Es una actividad que no ofrece valor agregado a una operación pero es necesario para que se pueda iniciar el ciclo del proceso de recolección de desechos sólidos
- Tiempo de descarga de desechos sólidos.- al ser esta actividad de los desechos sólidos en el relleno sanitario no brinda valor agregado al proceso, solo si esta se realizara para que se vuelva a recolectar en el mismo proceso antes de que el camión recolector regrese a las instalaciones
- Tiempos muertos.- es toda aquella actividad que no ofrece ningún valor agregado pero se lo debe realizar para poder dar pasó a otra actividad como las siguientes: trasladarse de un paso hacia otro, esperar el ciclo de compactación de la máquina.
- Tiempo de traslado a las áreas de recolección y tiempo de traslado al relleno sanitario.- A estos tiempos se los considera como tiempos muertos ya que son tiempos que se consumen desde un traslado de un punto al otro a su vez son interrumpidas por el tráfico y si se los realiza en horas pico.
- Tiempos de ocio.- Es toda actividad innecesaria o que no se permiten dentro del ciclo de recolección las cuales atrasan la operación como: recesos no autorizados, conversaciones.

Análisis ergonómico

Mediante el análisis ergonómico se puede tener una mejor visión de la situación del trabajo con el fin de poder mejorar el puesto de trabajo en tareas, tanto de manera segura como productiva.

Puesto de trabajo

Para poder evaluar el puesto de trabajo se toma en cuenta los equipos y herramientas con los que se realiza el mismo, para una postura adecuada se toman en cuenta la medida y disposición del puesto de trabajo tomando en cuenta un análisis de actividad física, movimientos, levantamientos y posturas de trabajo.

– Actividad física.

Se determina según la intensidad de la actividad que se realice que métodos se utilizan y los equipo con los que se realiza el trabajo.

Levantamiento de cargas.

Debido al levantamiento de cargas, posturas de trabajo y movimientos el peso de los residuos sólidos provoca estrés en el trabajador.

La postura del trabajador toma en cuenta la posición del cuello, espalda, brazos, cadera y piernas.

ENFERMEDADES PROFESIONALES

Las labores que realizan los empleados que están directamente en contacto con los residuos sólidos, presentan un riesgo para la salud físico y mental por el contacto continuo sin el equipo adecuado de protección para el manejo y traslado de los mismos.

En muchos casos el trabajador recolector de desechos sólidos al realizar su trabajo no utiliza su equipo de protección personal para evitar los accidentes laborales como por ejemplo guantes, mascarilla, botas etc.

Cuando se realiza el trabajo de recolección de desechos sólidos el principal riesgo es estar en contacto con objetos cortos punzantes (vidrios, latas, agujas, etc.) que pueden producir cortes, heridas, existiendo la posibilidad de transmisiones de virus como la salmonella, fiebre, hepatitis, poliomielitis, etc. Debido a que no son clasificados desde su fuente.

Entre las principales enfermedades causadas por los microorganismos a los trabajadores de la recolección de desechos sólidos son:

- Dolores del cuerpo
- Conjuntivitis
- Problemas respiratorios
- Tuberculosis
- Micosis
- Insolación
- Problemas a la piel

2.1.5.6 *Planificación de rutas.* El proceso de recolección de desechos sólidos de San Miguel De Salcedo consiste en recoger en cada hogar o en el eco-tacho.

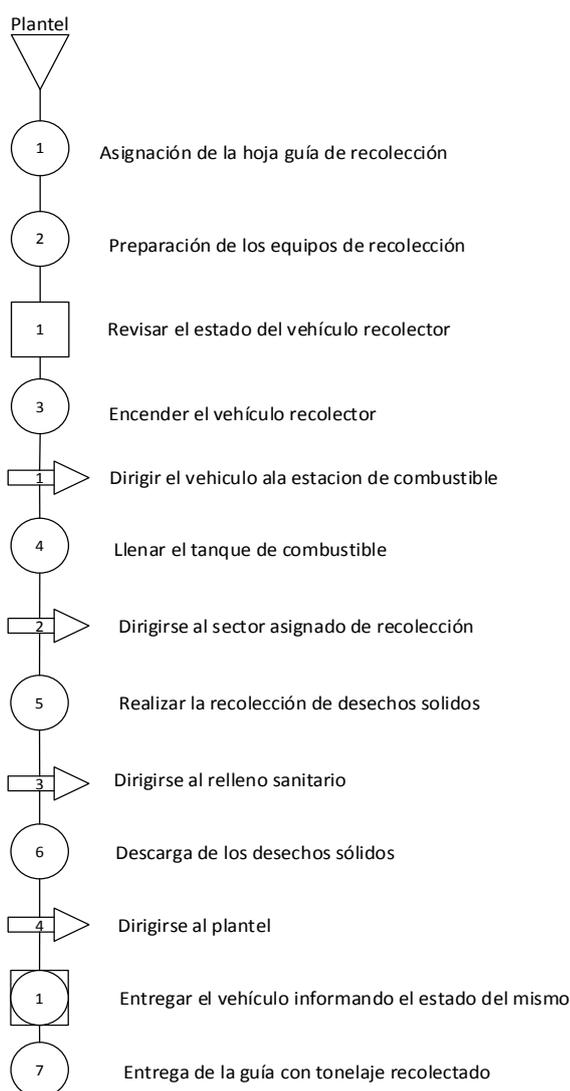
Para realizar el proceso de recolección por medio del departamento de gestión ambiental cuenta con vehículos recolectores. El personal que lo realiza consta de un chofer y dos ayudantes por cada viaje, el chofer es el responsable de que se cumpla la ruta de manera eficiente y los ayudantes de realizar la recolección de la misma forma.

Para la recolección de desechos sólidos se utiliza el siguiente equipo:

- Uniforme
- 1 pala
- 1 plástico
- 1 escoba

La ruta que tiene que realizar el chofer es asignada por el supervisor del departamento de gestión ambiental las cuales están predeterminadas.

Figura 6-2. Diagrama de proceso de recolección.



Fuente Autores

2.1.5.7 Sistema de cuotas. El presupuesto de la alcaldía del GADMS dispone para el servicio de recolección de desechos sólidos se encuentra en un rango de 683694.84 \$ al año de lo cual dispone el departamento de gestión ambiental.

2.1.5.8 Capacidad de recolección. En la actualidad el GDMS con un dato confiable produce 34.38 toneladas / día de desechos sólidos domiciliarios.

Los registros que posee el departamento de gestión ambiental se fundamentan en fichas entregados por el chofer donde además se registra el peso que se entrega al relleno sanitario. Para poder determinar la cantidad de desechos sólidos generados por el cantón salcedo se revisó datos de tres meses del año 2017. Los valores se presentan en la tabla 6 – 2 de Salcedo y en la tabla 7 – 2 de San Miguel De Salcedo.

Tabla 6-2. Cantidad de desechos sólidos recolectados del cantón Salcedo abril y mayo.

ABRIL			MAYO		
DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO	DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO
1	31,6	91,73	1	21,34	58,63
2	31,55	91,58	2	11,57	31,79
3	7,12	20,67	3	29,93	82,23
4	16,86	48,94	4	18,4	50,55
5	21,62	62,76	5	25,86	71,04
6	30,12	87,43	6	33,31	91,51
7	15,64	45,40	7	19,19	52,72
8	30,316	88,00	8	5,93	16,29
9	27,3	79,25	9	20,54	56,43
10	6,9	20,03	10	31,5	86,54
11	17,94	52,08	11	14,56	40,00
12	20,38	59,16	12	30,26	83,13
13	34,29	99,54	13	32,98	90,60
14	15,51	45,02	14	15,87	43,60
15	32,444	94,18	15	4,8	13,19
16	28,148	81,71	16	23,58	64,78
17	13,56	39,36	17	32,73	89,92
18	12,33	35,79	18	21,24	58,35
19	21,96	63,74	19	29,1	79,95
20	32,16	93,35	20	26,74	73,46
21	27,92	81,04	21	16,7	45,88
22	28,04	81,39	22	3,86	10,60
23	29,34	85,17	23	19,01	52,23
24	5,7	16,55	24	30	82,42
25	18,96	55,04	25	36,4	100,00
26	20,76	60,26	26	24,51	67,34
27	33,98	98,64	27	22,48	61,76
28	17,39	50,48	28	21,23	58,32
29	34,45	100,00	29	4,98	13,68
30	34,41	99,88	30	19,91	54,70
			31	29,444	80,89
Total	698.70		Total	677.95	
Promedio de recolección	23,30	67.61	Promedio de recolección	21.87	60.08

Fuente Autores

Tabla 7-2. Cantidad de desechos sólidos recolectados del cantón Salcedo junio.

JUNIO		
DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO
1	29,444	89,77
2	17,26	52,62
3	27,68	84,39
4	25,16	76,71
5	5,82	17,74
6	19,38	59,09
7	19,82	60,43
8	31,1	94,82
9	10,12	30,85
10	30,52	93,05
11	25,75	78,51
12	4,45	13,57
13	17,33	52,84

Tabla 7-2. (Continua) Cantidad de desechos sólidos recolectados del cantón Salcedo junio.

14	22,54	68,72
15	30,32	92,44
16	21,81	66,49
17	31,15	94,97
18	31,39	95,70
19	3,33	10,15
20	17,39	53,02
21	23,36	71,22
22	32,8	100,00
23	15,76	48,05
24	29,79	90,82
25	29,96	91,34
26	2,82	8,60
27	18,49	56,37
28	15,13	46,13
29	25,3	77,13
30	21,25	64,79
Total	636.42	
Promedio de recolección	21.21	64.68

Fuente Autores

Tabla 8-2. Cantidad de la recolección diaria de San Miguel de Salcedo abril y mayo

ABRIL			MAYO		
DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO	DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO
1	6,76	91,68	1	4,56	58,65
2	6,75	91,54	2	2,47	31,80
3	1,52	20,66	3	6,40	82,26
4	3,61	48,92	4	3,93	50,57
5	4,62	62,73	5	5,53	71,07
6	6,44	87,39	6	7,12	91,55
7	3,34	45,38	7	4,10	52,74
8	6,48	87,96	8	1,27	16,30
9	5,84	79,20	9	4,39	56,45
10	1,48	20,02	10	6,74	86,57
11	3,84	52,05	11	3,11	40,02
12	4,36	59,13	12	6,47	83,17
13	7,33	99,48	13	7,05	90,64
14	3,32	45,00	14	3,39	43,62
15	6,94	94,13	15	1,03	13,19
16	6,02	81,67	16	5,04	64,81
17	2,90	39,34	17	7,00	89,95
18	2,64	35,77	18	4,54	58,38
19	4,70	63,71	19	6,22	79,98
20	6,88	93,31	20	5,72	73,49
21	5,97	81,00	21	3,57	45,90
22	6,00	81,35	22	0,83	10,61
23	6,27	85,12	23	4,06	52,25
24	1,22	16,54	24	6,41	82,45
25	4,05	55,01	25	7,78	100,04
26	4,44	60,23	26	5,24	67,36
27	7,27	98,59	27	4,81	61,78

Tabla 8-2. (Continúa) Cantidad de la recolección diaria de San Miguel de Salcedo abril y mayo.

28	3,72	50,45	28	4,54	58,35
29	7,37	99,95	29	1,06	13,69
30	7,36	99,83	30	4,26	54,72
			31	6,30	80,92
Total	149.40		Total	144.96	
Promedio de recolección	4.98	67.57	Promedio de recolección	4.68	60.11

Fuente Autores

Tabla 9-2. Cantidad de la recolección diaria de San Miguel de Salcedo junio

JUNIO		
DÍA	TON/DÍA	% RECOLECTADO
1	6,30	89,81
2	3,69	52,65
3	5,92	84,43
4	5,38	76,74
5	1,24	17,75
6	4,14	59,11
7	4,24	60,46
8	6,65	94,86
9	2,16	30,87
10	6,53	93,09
11	5,51	78,54
12	0,95	13,57
13	3,71	52,86
14	4,82	68,75
15	6,48	92,48
16	4,66	66,53
17	6,66	95,02
18	6,71	95,75
19	0,71	10,16
20	3,72	53,04
21	4,99	71,25
22	7,01	100,05
23	3,37	48,07
24	6,37	90,87
25	6,41	91,39
26	0,60	8,60
27	3,95	56,40
28	3,24	46,15
29	5,41	77,17
30	4,54	64,82
Total	136.08	
Promedio de recolección	4.54	64.71

Fuente Autores

Con los valores presentados en la tabla 7 – 2 se puede observar que no se cumple con un 100% en la totalidad de la recolección de residuos sólidos además se puede observar que

cuando se cumple con la totalidad de la recolección el peso oscila entre 4.54 y 4.98 toneladas/ diarias.

Mediante la tabla 7 - 2 con los valores se concluye lo siguiente.

- La recolección de residuos sólidos domiciliarios de San Miguel de Salcedo tiene un promedio de 4.98 toneladas diarias
- Los valores mensuales de recolección en porcentaje son de en 67.57% abril, 60.11 % en mayo y 64.71 % junio.

Según datos del GADM de Salcedo la cantidad de desechos sólidos generado diariamente por la población de Salcedo es de 35 toneladas, en la parte urbana de 7.8 toneladas, conociendo que la cantidad de recolección diaria es de 4.98 Toneladas existe un remanente de 2.82 toneladas.

Tendencia de generación de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.

Por la falta de control para los índices mensuales de generación de desechos sólidos la cual se debería llevar una estadística mensual existiría un dato infalible de su generación, debido a la no existencia de este tipo de control únicamente se puede realizar aproximaciones respecto a la cantidad de desechos sólidos generados por la población.

En la tabla 7 - 2 se presentan los valores de recolección de recolección de desechos sólidos del año 2016

Tabla 10-2. Valores de la recolección de desechos sólidos del año 2016.

MES	RECOLECCIÓN (TON/MES)	% DE RECOLECCIÓN	GENERACIÓN (TON/MES)	% DE GENERACIÓN
ENERO	173	8,42	197,97	8,6
FEBRERO	170	8,28	195,14	8,5
MARZO	158	7,69	181,65	7,9
ABRIL	148	7,21	185,24	8,0
MAYO	161	7,85	177,08	7,7
JUNIO	156	7,60	190,30	8,3
JULIO	152	7,37	171,45	7,4
AGOSTO	181	8,79	203,91	8,9
SEPTIEMBRE	183	8,89	193,61	8,4

Tabla 10-2. (Continúa) Valores de la recolección de desechos sólidos del año 2016.

OCTUBRE	185	9,00	196,14	8,5
NOVIEMBRE	191	9,31	200,81	8,7
DICIEMBRE	198	9,62	209,76	9,1
TOTAL	2056	100	2303,09	100,0

Fuente Autores

En el siguiente grafico se puede observar de mejor manera la tendencia de los desechos sólidos generados.

Grafica 1–2. Tendencia de generación de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo para el año 2016



Fuente: Datos proporcionados por el departamento de gestión ambiental.

En el grafico anterior se obtiene como conclusión que los picos de la generación de desechos sólidos se dan en los periodos de enero, febrero, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Esto puede ser debido a que nivel nacional, meses feriados inicio de año y carnaval por los meses de Enero y Febrero, en los meses de Agosto y Septiembre se encuentran en un periodo pre-vacacional y vacaciones de verano en el cual se incrementa el consumo de artículos por tal motivo existe mayor generación de desechos sólidos, para lo cual si realiza actividades se recomienda que se los agá en los meses, Abril, Mayo y Julio.

2.1.5.9 *Proyección de desechos sólidos generados en San miguel de salcedo.* La proyección de la cantidad de desechos sólidos generados para el GAD del cantón Salcedo,

Depende en gran manera por el incremento de la persona que se constituyen en el GAD Salcedo.

Según (Orozco Barrenetxea, y otros, 2008 pág. 465) el conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos urbanos, así como la composición y las tasas de generación, es fundamental para optar por el tipo de gestión más adecuado. Así por ejemplo la cantidad de residuos sólidos producidos en el núcleo urbano es muy variable, porque depende un gran número de factores económicos, sociales y culturales. Se utilizó el método de pronóstico donde el método se encuentra en función de crecimiento dándonos la proyección de su generación por el incremento de la población, para lo cual se utilizó el método de intenciones y anticipaciones.

El método de intersecciones, relacionada como variable controlable con el cual se va a realizar la proyección. En este caso la relacionada con el pronóstico será el índice de crecimiento del municipio en estudio con la cuantía de desechos sólidos existentes.

Para la proyección se determinó una ecuación que se tiene como resultado los desechos sólidos futuros, se parte de los siguientes supuestos.

- Generación de desechos sólidos inicial (GADac) para una “Y” cantidad de población del municipio (P0)
- Generación de desechos sólidos futuros (GADx) relacionada con un “Y” cantidad de población (Px) más un incremento de estas (r).
- El incremento de la población está relacionada con la siguiente ecuación:

$$Px = Po \times (1 + r)^n \quad (5)$$

Donde:

Px = Cantidad de familias en el año “Y”

Po = Cantidad de personas por municipio en el año inicial.

r = Tasa de crecimiento de personas (r= 1.5 %).

n = Periodo de años para los cuales serán analizados.

Se relacionó los supuestos mencionados, teniendo como resultado la siguiente ecuación:

$$(GAD_{ac}) * (Px) = (Po) * (GAD_x) \quad (6)$$

Donde:

GAD_{ac} = Generación de desechos sólidos inicial para una “Y” cantidad de población del municipio.

P_x = Cantidad de población en el año “Y”

GAD_x = Generación de desechos sólidos en el año “Y”

P_o = Cantidad de población por municipio iniciando el año.

Si sustituye la ecuación anterior con la ecuación N° y se despeja GAD obtiene como resultado:

$$(GAD_x) = (GAD_{ac}) * (1 + r)^n \quad (7)$$

Con la ecuación número N° 4 determina la proyección generado de desechos sólidos para 5 años.

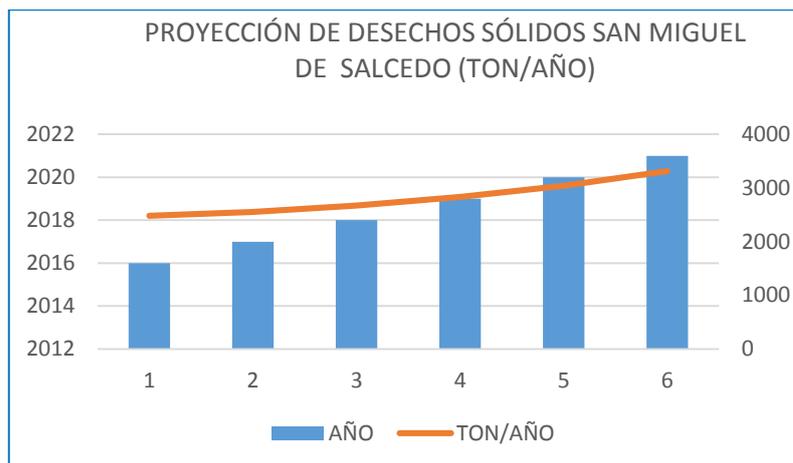
$$(GAD_x) = (2303,09) * (1 + 0,015)^n$$

Tabla 11-2. Proyección de desechos sólidos para el Gobierno Autónomo Descentralizado Salcedo de la parte urbana.

N°	AÑO	TON/AÑO	TON/DIA
0	2016	2481,08	6,89
1	2017	2555,51	7,10
2	2018	2670,51	7,42
3	2019	2830,74	7,86
4	2020	3043,05	8,45
5	2021	3316,92	9,21

Fuente Autores

Grafica 2 - 2: Proyección de desechos sólidos en el GAD Salcedo del sector urbano.



Fuente Autores

La tendencia de crecimiento de desechos sólidos durante los cinco próximos años es de 2.11 ton/día, por lo tanto los camiones recolectores de residuos sólidos servirán para el municipio para poder cumplir con la recolección en su totalidad graficando los datos obtenidos se puede observar con mayor facilidad la tendencia de desechos sólidos generados.

2.2 Diagnóstico

2.2.1 Matriz involucrados.

Tabla 12-2. Matriz de involucrados

GRUPO	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS
Población	Mejorar las buenas prácticas para la recolección de desechos. Ciudad limpia, reciclaje de residuos inorgánicos.	No colocar los residuos sólidos en sus lugares destinados. Los residuos sólidos son entregados sin clasificar.	Recursos Humanos, Materiales como afiches. Campaña de reciclaje.
GADMS	Mejorar el sistema de recolección.	Sistema de recolección no óptimo de residuos solidos	Personal de gestión ambiental, capacitaciones y supervisión.
Personal de operación	Capacitación de desechos sólidos y disposición final.	Accidentes laborales con objetos corto punzantes. No aplican normas de seguridad en el proceso de recolección.	Recursos humanos, capacitación en audiovisuales.
Ministerio de salud	Mejorar por medio de una óptima recolección la salud de los habitantes San Miguel de Salcedo.	Incremento de enfermedades de niños y adultos.	Personal de salud pública. Trípticos con comunicados de salud.

Tabla 12-2. (Continúa) Matriz involucrados.

Departamento de mantenimiento	Mejorar el sistema de mantenimiento de los carros recolectores	Definir el tipo de mantenimiento.	Personal de mantenimiento. Capacitaciones. Supervisión.
-------------------------------	--	-----------------------------------	---

Fuente: Autores

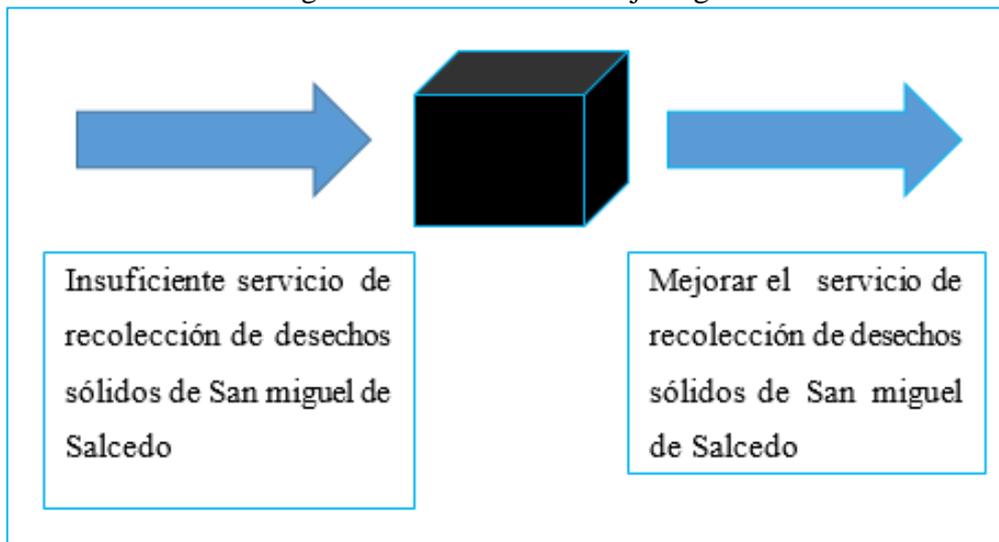
2.2.2 Definición del problema. Se pudo determinar que en la actualidad el GADMS realiza el servicio de recolección en el cual el 35.29% de los desechos generados no es transportada de su lugar de origen al relleno sanitario.

Problemas como el deficiente servicio de recolección, limitaciones como la maquinaria y los equipos crean un deficiente demanda por lo cual no cumple con las intereses de las familias.

Por las anteriores razones la falta de una solución que incluya la planificación de rutas para la recolección de desechos sólidos, eliminación de remanentes, recursos humanos, maquinaria, equipos de recolección y la cantidad de desechos sólidos generados a recolectar no permite que exista una buena gestión por parte del departamento de gestión ambiental.

2.2.3 Formulación del problema. Con la investigación de campo que se realizó y mediante el uso del método de la caja negra se puede concluir que el problema del departamento de gestión ambiental del GADMS es el siguiente:

Figura 7-2. Método de la caja negra.



Fuente Autores

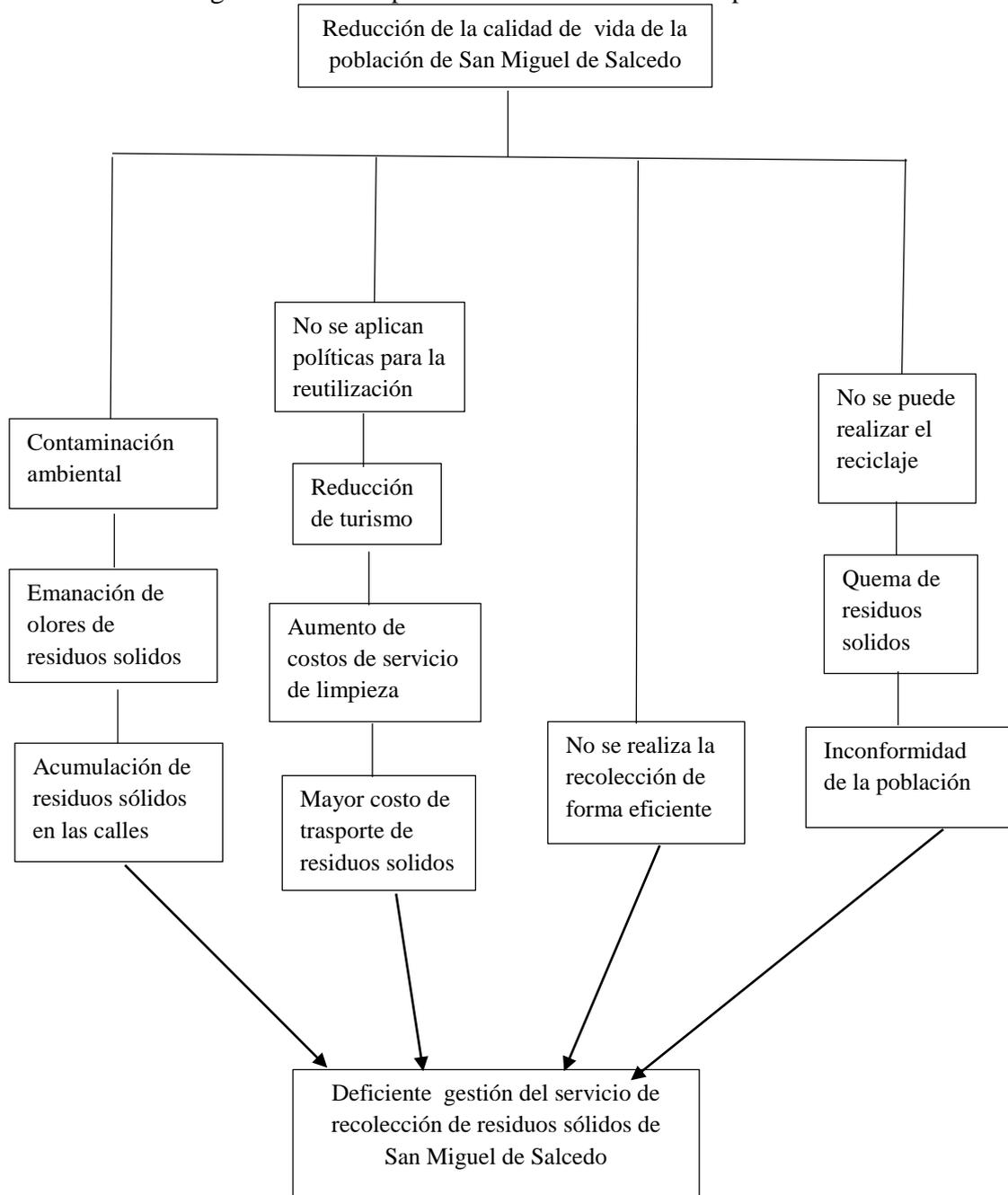
2.2.4 Árbol de problemas. Una de las actividades que preocupa a la administración de gestión ambiental es la recolección de residuos sólidos, teniendo como prioridad el

cuidado de la salud pública y medio ambiente a un menor costo. Este servicio debe ser óptimo realizando el mismo trabajo de forma diferente con técnicas diferentes.

Para poder analizar el problema actual se lo realizara mediante el método de árbol de objetivos, la cual es utilizada para la identificación de su problema principal, causas y consecuencias, se lo realiza mediante un trazo del árbol del problema, el problema principal será la base del tronco, los principales efectos y consecuencias serán las ramificaciones del mismo y en las raíces se expresara las causas y orígenes del problema principal.

EFFECTOS

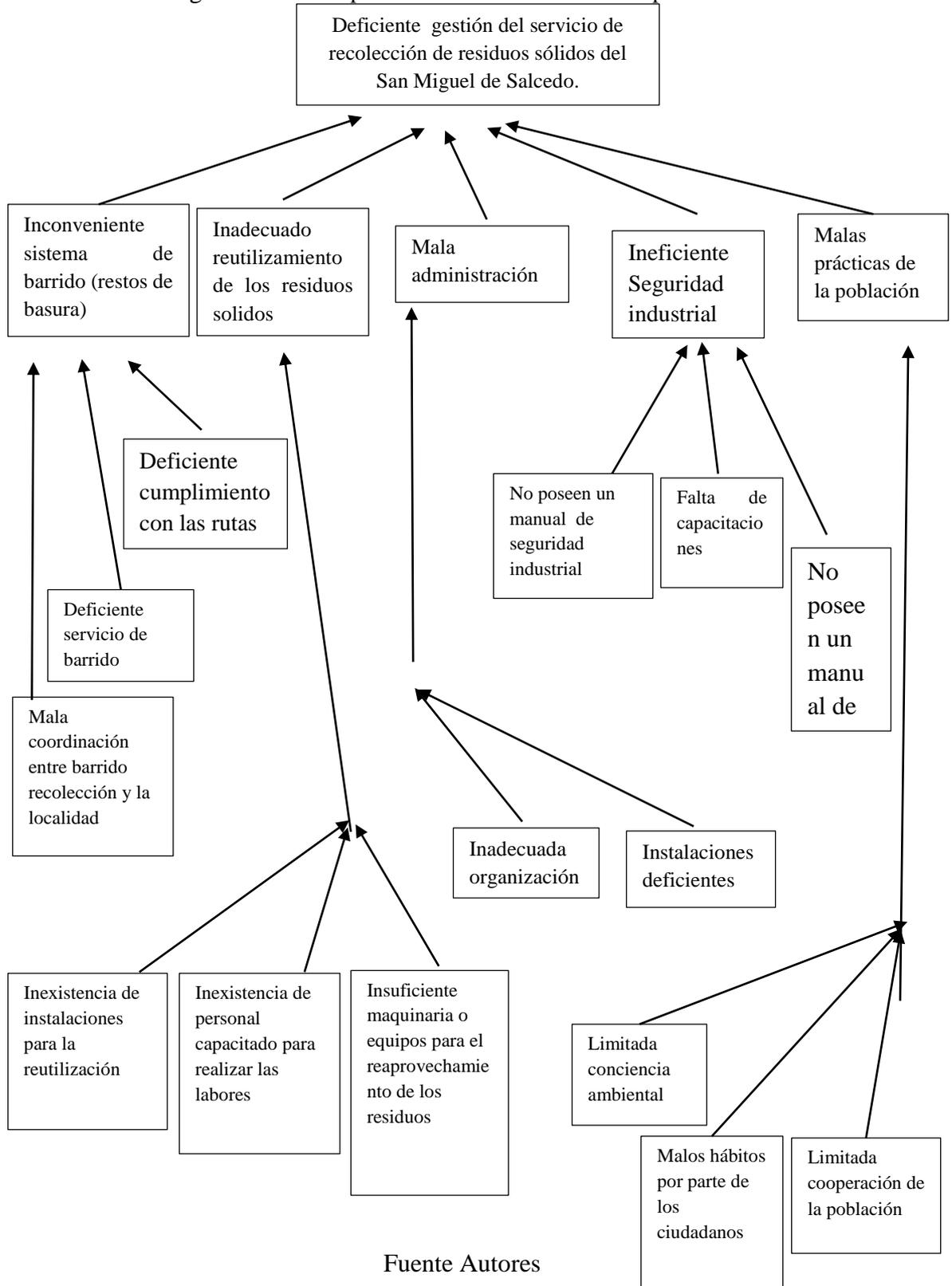
Figura 8-2. Descripción de los efectos de árbol de problemas



Fuente Autores

CAUSAS

Figura 9-2. Descripción de las causas del árbol de problemas.



A continuación una descripción de las causas.

- **Inconveniente sistema de barrido (restos de basura).**

Entre los problemas existentes de la recolección de residuos sólidos es los restos de basura que quedan después de dicho proceso, según datos del departamento de gestión ambiental es de 4.54 ton/día por lo cual da una mala imagen al cantón y provoca enfermedades y contaminación ambiental. Además el no cumplimiento de las rutas al 100% influye en que existan restos de residuos sólidos por esta razón se necesita de operarios extras para poder evitar que existan restos.

- **Inadecuado reutilizamiento de los residuos solidos**

Para la reutilización de los residuos sólidos el departamento de gestión ambiental cuenta con una instalación la cual es pequeña para realizar dicho proceso, as mismo no se cuenta con un personal capacitado que pueda realizar la reutilización con equipos y maquinarias que ayuden a facilitar dicho proceso.

- **Mala administración**

El GADMS tiene sus diferentes departamentos entre ellos gestión ambiental con una organización definida donde no existe una relación o una cadena entre los diferentes puestos, ya que no tienen especificados sus responsabilidades para cada uno de ellos por la falta de comunicación no permite que tengan un buen desempeño. El personal administrativo por falta de instalaciones adecuadas no puede mejorar su desempeño en sus labores, no existe personal capacitado los cuales necesitan motivación, programas de capacitación.

- **Seguridad industrial**

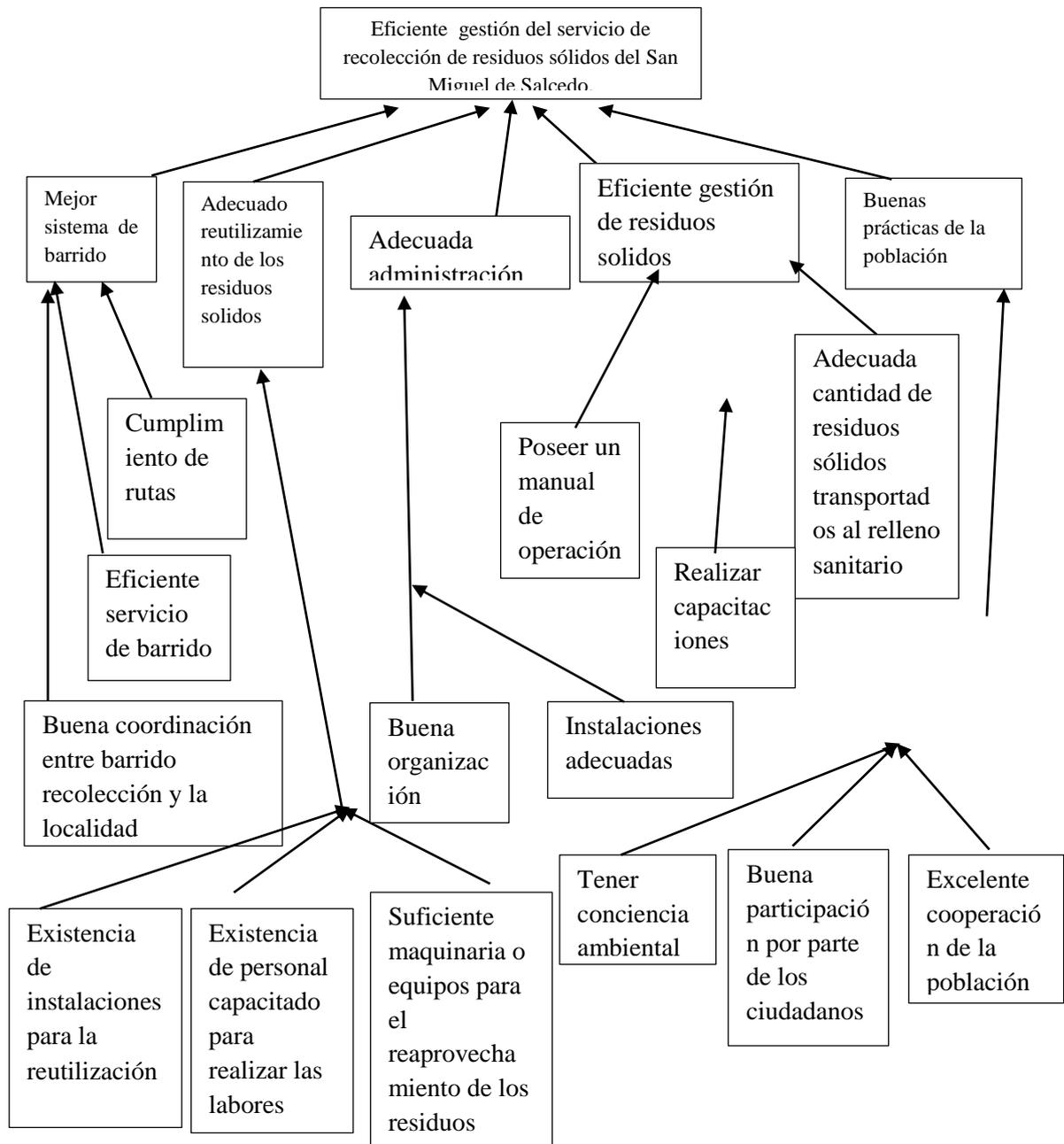
Debido a que el proceso de recolección que realizan los operarios sin sus debidos equipos de protección personal en el cual exige contacto con agentes corto punzantes como: Vidrio, aluminio, metales los cuales pueden provocar golpes, laceraciones o cortes teniendo la posibilidad de contaminarse con algún virus como: hepatitis, salmonela, estafilococo, fiebre recurrente, cólera etc. Los cuales se generan por que estos no son clasificados desde su origen y contienen restos de animales como ratas, moscas entre otros.

- **Malas prácticas de la población**

La población tiene un mal hábito de no colocar la basura en su sitio respectivo así como sacar la basura a la hora correcta por lo cual existe la contaminación y el motivo para que animales puedan buscar en ellos y existan derrames.

2.2.5 Árbol de objetivos.

Figura 10-2. Causas del árbol de objetivos.



Fuente Autores

2.2.6 Matriz de marco lógico.

Tabla 13-2. Matriz de marco lógico.

Objetivo	Indicadores	Verificación	Supuestos
FIN Mejorar la gestión del servicio de recolección de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo.	A partir del 2018 el servicio de recolección de desechos sólidos así mismo su disposición final tendrá una mejora en el cantón.	Numero de toneladas recogidas diariamente, Numero de toneladas recicladas y tratadas Encuestas realizadas a las familias.	Aprobación de un presupuesto por parte del GADCS para poder realizar la gestión.
PROPÓSITO Garantizar la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos, la gestión sea con responsabilidad social, respeto a la dignidad de la población, bien común, medio ambiente y la búsqueda de un bienestar de las generaciones futuras	Que el mayor porcentaje de la población obtenga un servicio de calidad en la recolección de basura Los desechos sólidos generados diariamente sean recolectados en su totalidad y puedan ser tratados y reciclados	Realizando encuestas a la población Registro de la cantidad recolectada que ingresa al relleno sanitario al día. Informes de inspección y pruebas (fotos).	Participación de la población con programas y capacitaciones de formas de reciclaje en el hogar. Personal debidamente capacitado tanto en el proceso de recolección como su seguridad laboral. Equipos y maquinarias de trabajo estén en buen estado. Administración sea eficiente pueda disponer de recursos humanos, materiales y económicamente.
COMPONENTES Adecuada gestión de la recolección de desechos sólidos	Adquisición de equipos adecuados para la recolección y almacenamiento de los desechos sólidos Informe de la ejecución de los planes de trabajo barrido recolección, transporte, reciclaje, tratamiento, relleno sanitario y otros	Informe de pagos (materiales, mano de obra, combustible, repuestos entre otros.) Evaluación de control y seguridad. Informe de supervisores del servicio y de los choferes. Fotografías	Cumplimiento del POA Plan Operativo Anual.
Eficiente reutilización	Construcción de una instalación para el reaprovechamiento de desechos sólidos (inorgánicos) Construcción de una instalación para el reaprovechamiento de desechos orgánicos.	Informe de la supervisión de la obra. Registro de volúmenes de residuos reaprovechados orgánicos e inorgánicos	Se utilizarán las nuevas instalaciones para el reaprovechamiento de los desechos sólidos.
Eficiente gestión financiera y administrativa.	El personal en su totalidad están capacitados Existe un control del proceso Existe eficiencia en la cobranza y pagos.	Registro de asistencia a las capacitaciones Reporte del área financiera Informe de registros de casos atendidos. Registro de las familias que realizan el depósito en los contenedores.	Conocimiento positivo de la población sobre la recolección de residuos sólidos

Tabla 13-2. (Continúa) Matriz de marco lógico.

<p>Aplicación de la metodología.</p> <p>Campanas de información.</p>	<p>Equipos de protección personal (EPP).</p> <p>Pruebas preliminares.</p> <p>Información del proyecto.</p> <p>Opinión ciudadana.</p> <p>Reunión con sectores.</p>	<p>Trípticos</p> <p>Registro de asistencia de reunión con sectores.</p> <p>Fotografías</p> <p>Documentación de opinión ciudadana</p> <p>Videos</p>	
--	---	--	--

Fuente Autores

2.3 Diseño de la solución.

A continuación se presenta la metodología a seguir para realizar el diseño de la solución para el servicio de recolección de desechos sólidos del GADM Salcedo.

2.3.1 *Subsistema de planificación.* El buen funcionamiento de toda organización conlleva el plantearse los objetivos concretos y formas generales para lograrlo. Se entiende como planificación a los esfuerzos que se realizan con el fin de cumplir y hacer realidad los propósitos que se plantean para lo cual exige seguir un orden de riguroso de pasos, consiste en decidir de forma anticipada lo que hay, quien tiene y como se deberá hacerse.

La planificación es un circulo continua no es un esfuerzo ocasional, si se desea su efectividad y logren resultados en una organización, se debe revisar continuamente y modificada acorde a los resultados internos y externos.

Existen riesgos que pueden afectar a la planificación una de las formas para minimizarlo es optimizando los recursos de un sistema, coma la investigación de operación que permite el análisis de la toma de decisiones tomando en cuenta la escases de los recursos.

La investigación de operaciones su principal característica es que trata de encontrar propiedades comunes a entidades.

2.3.1.1 *Generalidades de la investigación de operaciones.* Al realizar el proceso de recolección de desechos sólidos se tendra un estudio de tiempos del cual se puede realizar durante la operación de recolección. Al realizar la operación de recolección nse necesita de la mano de obra la que será encargada del trabajo manual y de recolección, los de

almacenamiento en este caso se tiene los camiones recolectores, para ser transportadas grandes cantidades recolectadas de desechos sólidos.

Para la optimización de los camiones recolectores, es fundamental en la operación ya que todo recurso es insuficiente siendo un costo alto de adquisición y mantenimiento.

Utilizando investigación de operaciones se puede encontrar dicha optimización, el cual se puede representar en una ecuación matemática que se analice para ser evaluado previamente.

Se identifica el problema para luego ser analizado sus repercusiones, buscando soluciones que beneficien el sistema para la toma óptima de la decisión en la operación y la planificación de sus actividades.

2.3.1.2 *Métodos para determinar el número de vehículos.* Para determinar el número óptimo de vehículos recolectores de desechos sólidos que los recursos utilizados para dicha actividad que no caiga en la subutilización o la sobreutilización evitando deficiencias o aceleramiento del deterioro de los recursos.

Se necesita ciertos parámetros para diseñar una metodología o variables preliminares, ya que son las que influirán en los resultados. Las variables a considerar son las siguientes.

- Costo diario de recolección de desechos sólidos.
- Frecuencia y horarios de recolección.
- Equipo existente.
- Presupuesto establecido.
- Detalles técnicos del equipo actual.
- Generación per cápita de desechos sólidos.
- Costo de administración de nuevo equipo.

Considerando las variables mencionados, como primer paso se determina la función objetivo.

La función objetivo debe encontrarse en la operación de recolección de desechos sólidos en función de costos diarios por lo cual se desarrolla en base de minimizar dichos costos. La función objetivo quedaría establecida como:

- **Función objetivo.**

$$\text{Minimizar } Z = \sum C_i X_i = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n \quad (8)$$

Donde:

C_i = Costo diario (\$/día) del camión tipo i .

X_i = Numero de camiones del tipo i requeridos o a necesitar.

i = Se entiende el sub índice como vehículos con capacidad de 5 toneladas, 7 toneladas.

Restricciones.

Las restricciones de la función objetivo deben encontrarse relacionadas en base a las frecuencias y horarios de recolección el costo actual de recolección y el equipo actual para realizar la operación.

Restricción 1 Frecuencia y horarios de recolección.

- Las frecuencias de recolección serán: diaria, cada tercer día y dos veces a la semana.
- Para el caso de la frecuencia de recolección será diaria de lunes a domingo.
- Las jornadas de recolección serán divididos en dos turnos diarios: de 09:00 a 11:00 hrs, en las zonas 3 y 4, y de 19:00 a 21:00 hrs, en las zonas 1 y 2.
- Para el turno de 09:00 a 11:00 hrs se considera como que ha generado la mitad de desechos sólidos diarios.
- Para el turno de 19:00 a 21:00 hrs se considera que culmina la recolección diaria de desechos sólidos, ya que los usuarios tienen la oportunidad de entregar todos los desechos sólidos generados en el día.

En la siguiente tabla N° se representa la frecuencia de recolección por turnos y por jornada.

Tabla 14-2. Frecuencia de recolección

DIAS DE RECOLECCIÓN	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES				
JORNADAS DE TRABAJO	DE 03:00 A 07:00 ; 15:00 A 17:00				
FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	BASURA QUE QUEDA AL FINAL DE LA JORNADA	BASURA QUE SE RECOLECTA EN LA JORNADA	BASURA MÁXIMA A RECOGER	NÚMERO DE ECUACIÓN	RESTRICCIONES
DIARIA	0	S	S	10	$\sum W_i X_i N_i \geq S$
CADA TERCER DÍA	S	2S	3S	11	$\sum W_i X_i N_i \geq 3S$
DOS VECES A LA SEMANA	S	4S	4S	12	$\sum W_i X_i N_i \geq 4S$

Fuente Autores

Tabla 15-2. Frecuencia de recolección

DIAS DE RECOLECCIÓN	MARTES, JUEVES, SABADO				
JORNADAS DE TRABAJO	DE 15:00 A 17:00 ; 19:00 A 21:00				
FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	BASURA QUE QUEDA AL FINAL DE LA JORNADA	BASURA QUE SE RECOLECTA EN LA JORNADA	BASURA MÁXIMA A RECOGER	NÚMERO DE ECUACIÓN	RESTRICCIONES
DIARIA	0	S	S	13	$\sum W_i X_i N_i \geq S$
CADA TERCER DÍA	S/2	2S	3S	14	$\sum W_i X_i N_i \geq 3S$
DOS VECES A LA SEMANA	S/2	4S	4S	15	$\sum W_i + B_3 : H_3 1 X_i N_i \geq 4S$

Fuente Autores

Donde:

S = Generación diaria de desechos sólidos en San Miguel de Salcedo cuando S=PG, para cual

P= Población total servida

G= Generación de desechos sólidos en ton/hab-día.

W_i = Capacidad en toneladas del camión tipo i .

N_i = Numero de viajes por día hecho por el camión tipo i .

ϵ = Eficiencia del llenado del camión tipo i .

Restricción 2 Costo diario de M.O.

$$\sum K_i X_i \leq M \quad (8)$$

Donde:

K_i = Costo diario de M.O. de operación de cada tipo de camión empleado. (\$/día)

M = Presupuesto diario operación del sector urbano. (\$/día)

2.3.1.3 Metodología para determinar el número de viajes por ruta. La recolección de los desechos sólidos en la actualidad tiene plasmado tres viajes por ruta las cuales están hechas de forma empírica y no se cumplen de forma eficiente, en ocasiones el recorrido que se realiza en el centro de salcedo consume mucho tiempo de la jornada diaria.

El número de viajes que se tiene que realizar se lo determinara con la siguiente metodología a razón de los desechos sólidos generados y la capacidad de cada camión recolector.

Para determinar el número de viajes como primer paso se tiene que considerar la cantidad de hogares que existe en cada zona de recolección para poder obtener la cantidad de desechos sólidos que se genera en esa zona, este dato se lo puede descartar si se tiene la cantidad de cada ruta.

Con lo enunciado anteriormente se puede establecer la siguiente ecuación para poder determinar el número de viajes por ruta.

$$N \text{ de } \frac{\text{viajes}}{\text{turno}} = \frac{\text{cantidad de desechos solidos generados } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right)}{\text{capacidad del camion } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{viaje}}\right)} \quad (9)$$

CDSG = volumen de desechos sólidos generados.

Para poder simplificar el VDSG se copnsidera los habitantes promedios por casa y la generación por habitante.

Reemplazando los datos en la ecuación se tiene lo siguiente:

$$N \text{ de } \frac{\text{viajes}}{\text{turno}} = \frac{\text{Cantidad de desechos sólidos generados } \left(\frac{\text{ton}^3}{\text{día}}\right)}{\text{capacidad del camión } \left(\frac{\text{ton}^3}{\text{viaje}}\right)}$$

$$N \text{ de } \frac{\text{viajes}}{\text{turno}} = \frac{7.72 \left(\frac{\text{ton}^3}{\text{día}}\right)}{5 \left(\frac{\text{ton}^3}{\text{viaje}}\right)}$$

$$N \text{ de } \frac{\text{viajes}}{\text{turno}} = 1.54 \text{ día} * \text{viaje}$$

$$N \text{ de } \frac{\text{viajes}}{\text{turno}} = 2 \text{ viajes} * \text{día}$$

2.3.1.4 Métodos para establecer las zonas de recolección de desechos sólidos. Para establecer las zonas de recolección hay que dividir el área, de una manera que a cada sector se le pueda asignar un equipo de recolección los cuales tengan una cantidad apropiada de trabajo, El establecimiento de zonas de recolección es un proceso de aproximaciones no hay reglas que se puedan aplicar a todas las situaciones.

Para realizar el diseño de las zonas de recolección se plantean los siguientes escenarios.

- Mantener las zonas de recolección actuales.
- Reorganizar las zonas de recolección.

1^{er} escenario. Mantener las zonas de recolección actuales.

Para este escenario, ya se plantean zonas de recolección las cuales han sido establecidas por las autoridades de las autoridades GADM Salcedo. Actualmente las zonas tienen asignados ciertos recursos los cuales no son suficientes para cumplir con el proceso. Las zonas con la que el cantón Salcedo cuenta son 12 actualmente y San Miguel de Salcedo cuenta con 6 sub zonas.

2^{do} escenario. Reorganizar las zonas de recolección actuales.

En este escenario se plantea modificar las zonas actuales, para luego poder asignar recursos a utilizar para cada zona.

La alternativa se la puede realizar mediante el método denominado:

Método para determinar las zonas de recolección en función del área efectiva.

Tanto las zonas que fueron realizadas por el departamento de gestión ambiental como el método de segmentos de igual magnitud.

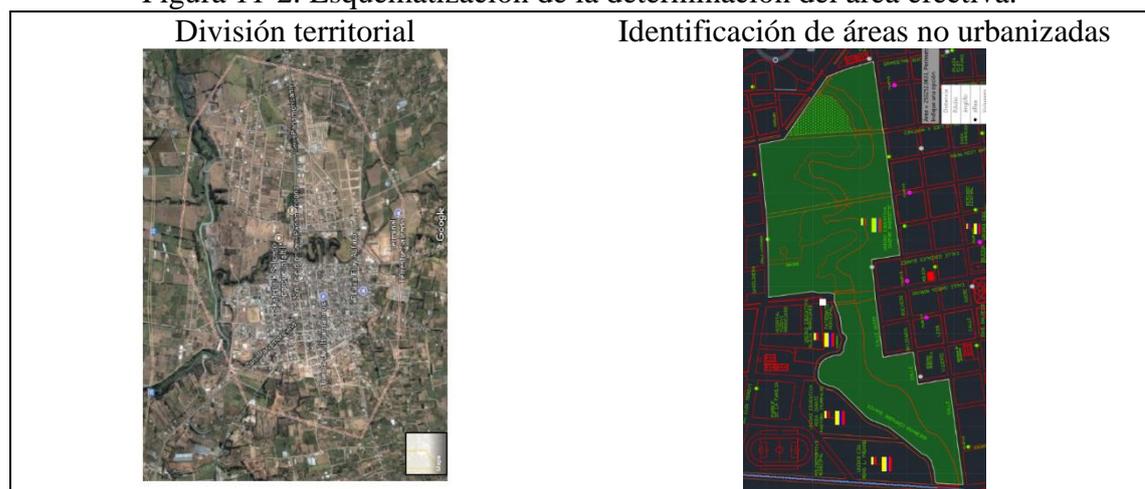
Se han elaborado sin considerar áreas que no forman parte de la zona de recolección de desechos sólidos como: accidentes geográficos los cuales dificultan la planificación de la recolección.

Este método consiste en determinar el área efectiva de San Miguel de Salcedo para poder realizar las zonas de recolección solo de los lugares urbanizados.

Se entiende como área efectiva a aquella área geográfica donde existen únicamente lugares urbanizados.

En la figura 10 – 2 se muestra de forma esquemática el procedimiento para establecer el área efectiva, donde se señalan las zonas que no pertenecen a lugares urbanizados como accidente geográficos.

Figura 11-2. Esquematación de la determinación del área efectiva.



Establecimiento del área efectiva



Fuente: Autores

Al expresar el área efectiva desde un punto de vista de ecuación se expresaría de la siguiente manera.

$$AE= AT- AC- AAG \quad (10)$$

AE = Área efectiva

AT = Área Total

AC = Área concesionada

AAG = Área de accidentes geográficos

Conociendo los datos se reemplazan en la ecuación y se obtiene:

$$AE= AT- AC- AAG$$

$$AE= 225 \text{ Km}^2 - 25.32 \text{ Km}^2$$

$$AE=199.68 \text{ Km}^2$$

Una vez que se determina el área efectiva, se procede a establecer las zonas de recolección de San Miguel de Salcedo, las cuales estarán en función a la cantidad de camiones recolectores a utilizar determinados por medio de la programación lineal, es decir se debe calcular el número de camiones recolectores para cubrir el área de San Miguel de Salcedo, luego procede a el cálculo del área efectiva en base a las unidades, con la finalidad de que cada unidad asignada a cada zona cumpla con cubrir con la generación de los desechos sólidos.

Para determinar la dimensión de cada zona de recolección es necesario determinar la cantidad de desechos sólidos por Km² lo cual permitirá saber lo que tiene que cubrir los camiones recolectores.

La generación de desechos sólidos se determinara con la siguiente ecuación.

$$GDS = \frac{GD}{AE} \quad (11)$$

Donde:

- GDS** = Generación de desechos sólidos por Km² (Ton/ Km*día)
GD = Generación de desechos sólidos de San Miguel de Salcedo (Ton/día)
AE = Área efectiva (Km²)

Conociendo que la generación de desechos sólidos en San Miguel de Salcedo es de 7.72 toneladas diarias y un área efectiva de 225 Km²

$$GDS = \frac{7.72 \text{ Ton/día}}{199.68 \text{ Km}^2}$$

GDS= 0.04 Ton/ Km*día

Para conocer el área a cubrir con los camiones recolectores se determinara con la siguiente ecuación.

$$ACC = \frac{CCR}{GDS} \quad (12)$$

Donde:

- ACC** = Área a cubrir por camión recolector (Km²/vehículo)
CCR = Capacidad real del camión recolector (Ton/vehículo)
GDS = Generación de desechos sólidos por Km² (Ton/ Km*día)

Aplicando los datos conocidos en la ecuación ACC da lo siguiente:

$$ACC = \frac{5 \text{ ton/vehiculo}}{0.04 \text{ Ton/ Km * día}}$$

$$ACC = 125 \text{ Km}^2/\text{vehículo}$$

Para establecer límites de las zonas de recolección se debe tomar en cuenta restricciones en el territorio no deben ser trazados sobre estructuras (edificio, viviendas parque etc.) o donde no exista el acceso de vehículos, sino más bien por calles y avenidas que faciliten su planificación.

2.3.1.5 *Descripción de la metodología para establecer las zonas de recolección de desechos sólidos según el área efectiva.* La metodología para determinar las zonas de recolección según las áreas efectivas es de la siguiente forma.

- Se obtienen los mapas donde se muestren los límites territoriales del San Miguel de Salcedo.
- Se establece una escala con la cual se pueda representar las dimensiones globales.
- Se coloca el mapa a la escala seleccionada
- Dentro del mapa se identifican zonas como:
 - Rurales
 - Marginales
 - De difícil acceso
 - Zonas verdes
- Se identifican además las zonas donde su servicio de recolección es realizada por otra institución.
- Se cuantifican las áreas de las zonas anteriormente definidas, toda infraestructura interna se mantiene.
- Se determina el área efectiva de San Miguel de Salcedo.

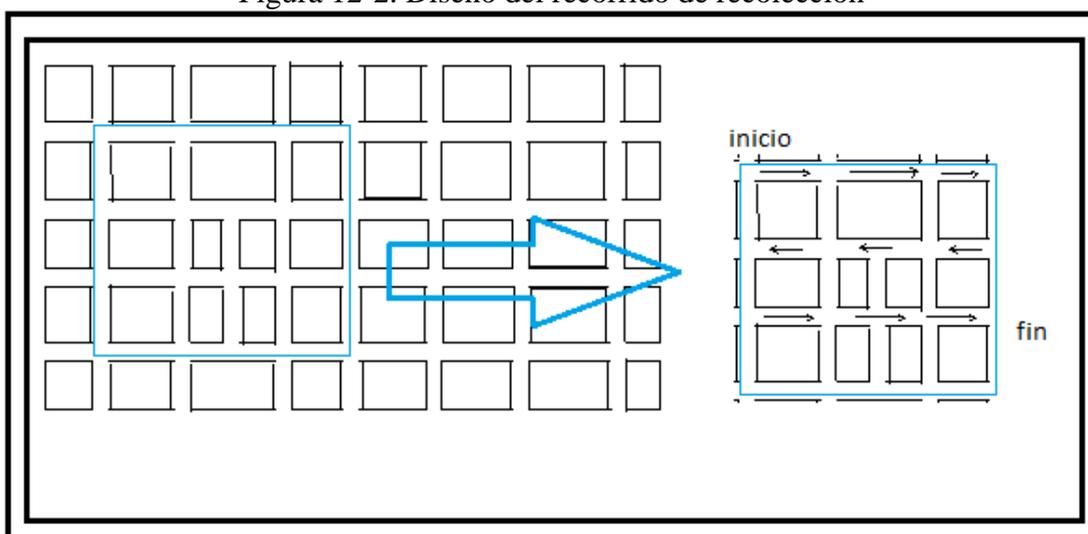
- Determinar el número de camiones recolectores de desechos sólidos
- Acorde al paso anterior se realiza la segmentación del área efectiva en San Miguel de Salcedo.
- Se realiza una relación entre el número de camiones asignados y la cantidad de desechos sólidos generados en casa zona.

2.3.1.6 *Método para la determinación del diseño del recorrido de los camiones recolectores de desechos sólidos.* Consiste en el desarrollo de un recorrido para cada zona de manera que cada equipo pueda cumplir con su proceso de recolección con el menor tiempo y recorrido posible.

Una vez establecidas las zonas de recolección se debe buscar la metodología para el recorrido específico que deben realizar diariamente los vehículos recolectores de desechos sólidos

En la figura 11 – 2 Se muestra de forma esquemática como se debe determinar el recorrido de los camiones recolectores de forma adecuada en una zona previamente escogida lo cual se puede llamar diseño de recorrido de recolección.

Figura 12-2. Diseño del recorrido de recolección



Fuente: Autores

Se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones para la elaboración del diseño de recolección de los camiones recolectores de desechos sólidos.

- Planos que contengan: trazo urbano, ancho tipo de calles y tipo de disposición final.
- Método de recolección final.
- Equipo de recolección.
- Densidad de la población.
- Generación de desechos solidos

Los métodos que se deben tomar en cuenta para la recolección de acuerdo a la necesidad del recorrido son:

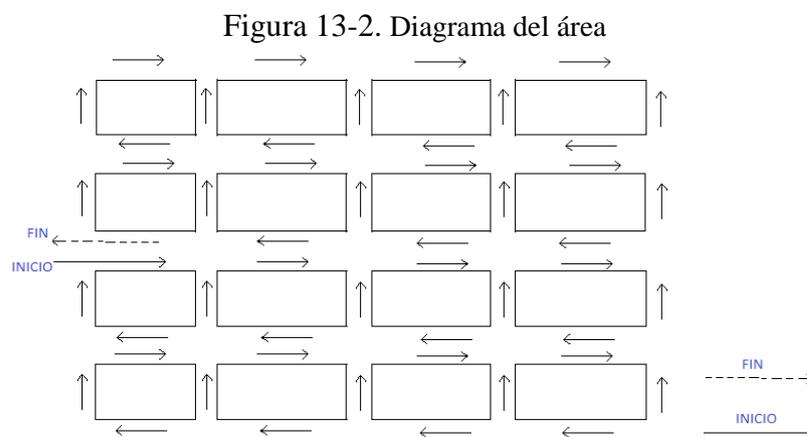
- Recolección peine.
- Recolección doble peine.

RECOLECCIÓN PEINE.

Recolección de ambos lados de las vías a la misma hora, se realiza el recorrido solo una vez por vía.

RECOLECCIÓN DOBLE PEINE.

4X4 MANZANAS



Fuente: Autores

REGLAS BASICAS PARA EL DISEÑO DEL RECORRIDO

Para el diseño del recorrido de recolección de desechos sólidos se lo debe realizar de manera lógica tomando factores como.

- El diseño del recorrido trata de aumentar la distancia productiva con respecto a la distancia total.
- El diseño de los recorridos no deben traslaparse ni fragmentarse
- El inicio del recorrido debe estar cerca de las instalaciones de los camiones y el final cerca de la disposición final de los desechos solidos
- Los lugares que sean con pendientes fuertes se las debe realizar de la parte más alta a la más baja si existe bajadas y subidas hay que atenderlas al inicio debido a que el camión se encuentra con poca carga.
- Frecuentar recoger de ambos lados de la calle pero esto no se recomienda en avenidas por la afluencia de carros
- Respetar el sentido de circulación
- Evitar dar vueltas en U hace perder el tiempo y es peligroso y obstaculizan el tránsito.
- Los camiones recolectores deben evitar entrar en calles angostas y sin salida, si no que esperen en la esquina a que el personal vaya por los desechos o recomendar a la población que vive en esas calles que sus desechos los deposite en la esquina.
- Cuando la recolección se realiza de ambos lados se debe de preferencia que el recorrido sea un tramo largo sin muchas vueltas.

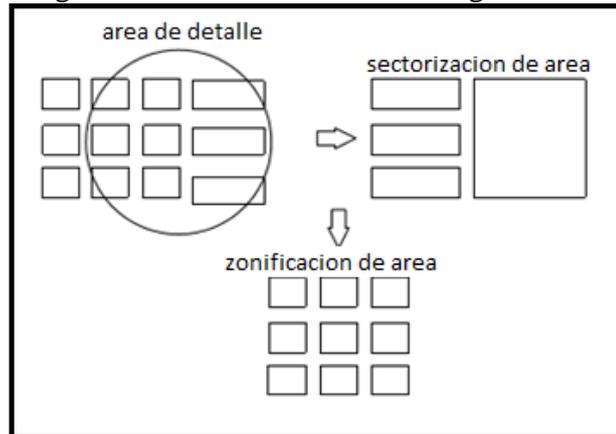
Descripción de la metodología para determinación del diseño del recorrido de los camiones recolectores. (Método del doble peine)

Los pasos para el establecimiento del diseño de recorridos comprende.

- Preparar un mapa de la ciudad
- Preparar el mapa de trabajo de cada zona.
- Realizar el diseño del recorrido.

En la figura 13 - 2 se muestran los pasos.

Figura 14-2. Procedimiento de diagramación.

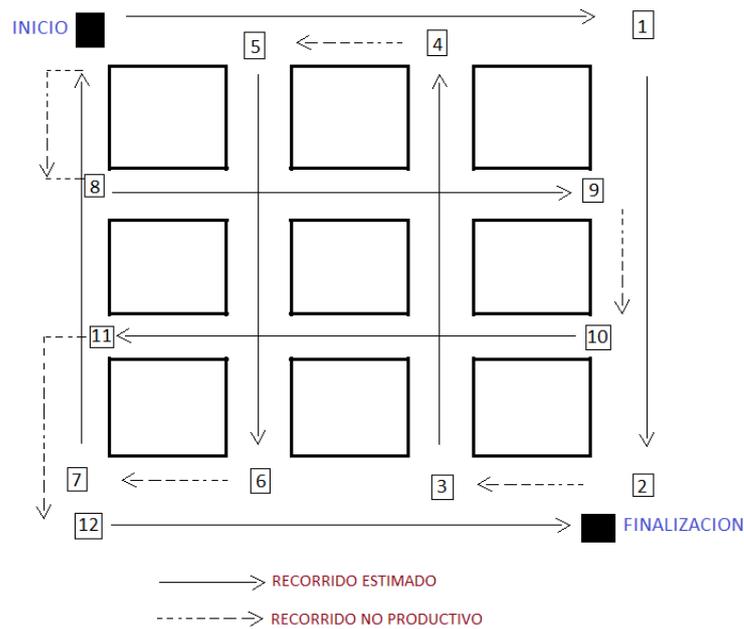


Fuente: Autores

Para un apropiado diseño de recolección se debe utilizar reglas básicas mencionadas anteriormente para poder conseguir un recorrido efectivo.

Una vez que se tiene identificada la zona se realiza el trazo del recorrido, en la figura 14 - 2 se muestra el diseño de la misma.

Figura 15-2. Elaboración del diseño de recolección de desechos sólidos con aproximación preliminar.



Numero de vueltas a las derecha 7
 Numero de vueltas a la izquierda 5
 Fuente: Autor.

Evaluación del diseño preliminar.

El esquema realizado anteriormente no es estable debido a que representa demasiado recorrido no productivo con vueltas a la izquierda y en “U” las cuales hacer que exista desperdicio de tiempo, son peligrosas y obstaculizan el tránsito.

Verificación de recorridos con trabajo de campo

En la figura 15 - 2 Se muestra el diseño final del recorrido del camión recolector de desechos sólidos.

se procede a obtener las zonas de recolección, para esto se utilizó el método de determinación de zonas en función al área efectiva, la razón de utilizar este método es porque trata de analizar todos los recursos involucrados de la logística de recolección.

Luego de haber determinado el área efectiva las zonas de recolección serán definidas por el número de camiones recolectores que le pertenece a San Miguel de Salcedo, a continuación se presenta el número de zonas en función al número de camiones recolectores.es necesario.

El Cantón Salcedo cuenta con 5 unidades y como el objetivo es que cada camión cubra una zona se diseñaron 4 zonas de recolección.

El último paso para diseñar las zonas de recolección es determinar el área a cubrir por cada camión recolector asignado a la zona de recolección en la tabla 9 - 2 se indica el área de las zonas de recolección de San Miguel de Salcedo.

Tabla 16-2. Dimensiones de las zonas de recolección del San Miguel de Salcedo.

Parroquia	Cantidad De Zonas Requeridas	Dimensión De Las Áreas De Recolección Según El Camión Recolector		Cantidad De Las Zonas De Recolección Según El Camión Recolector	
		5 Ton	7 Ton	5 Ton	7 Ton
San Miguel De Salcedo	4	125km ²	Área De Zonas Rurales	4	Zonas Rurales

Fuente: Autores

Con los datos mostrados en la tabla anterior se puede concluir el cantón salcedo cuenta con 5 camiones de recolección, de los cuales los camiones de 5 TON cubrirán las 4 zonas de la parte urbana y los de 7 TON que cubrirán los recorridos de la parte rural.

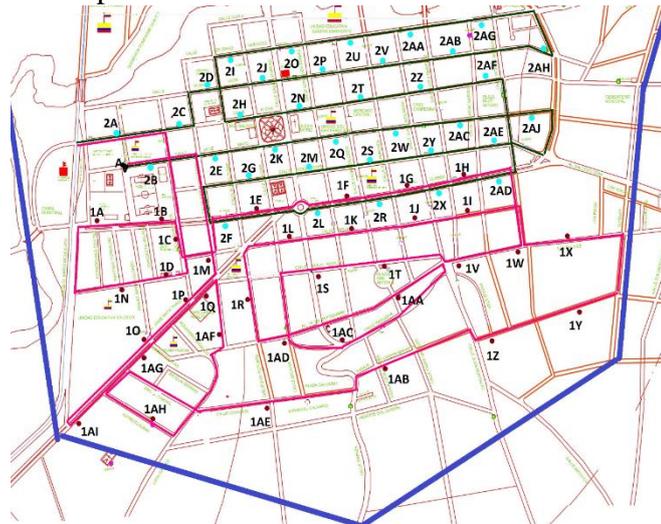
Con las dimensiones determinadas para cada zona de recolección se está garantizando la recolección total de cada zona con un solo camión recolector. En el ANEXO D se muestra las zonas de recolección plasmadas en el mapa de San Miguel de Salcedo y sus respectivos límites.

2.3.1.9 *Determinación del recorrido de los camiones recolectores.* El diseño del recorrido de recolección, es un camino definido que deben cumplir los camiones recolectores en las zonas donde han sido asignados, acorde al procedimiento anterior con

el objetivo de recolectar de la mejor manera posible los desechos sólidos generados por las familias de dicha zona.

Tomando en cuenta el método para determinar el recorrido de los camiones recolectores de desechos sólidos se ha tomado en consideración las direcciones de las calles de San miguel de Salcedo a continuación las propuestas de los recorridos en las 4 zonas.

Figura 17-2. Propuesta de recorridos de recolección de las zonas 1 y 2.



Fuente: Autores

Para la zona uno está representada con las letras antepuestas con el número 1 y para la zona dos con el número 2, teniendo como inicio A para todas las zonas.

El orden para la ruta de la zona 1 es la siguiente:

A-1M-1P-1Q-1AI-1AG-1Q-1AF-1AH-1AE-1AB-1Z-1Y-1X-1I-1J-1K-1L-1R-1AD-1AA-1AC-1S-1T-1V-1W-1H-1G-1F-1E-1C-1B-1A-1N-1D.

Teniendo un recorrido de 8.8 Km dentro de la zona.

El orden para la ruta de la zona 2 es la siguiente:

A-2B-2E-2K-2Q-2W-2AC-2AJ-2AE-2Y-2S-2M-2G-2F-2L-2R-2X-2AD-2AF-2Z-2T-2N-2H-2I-2O-2U-2AA-2AG -2AH-2AB-2V-2P-2J-2D-2C-2A.

Teniendo un recorrido de 6.44 Km dentro de la zona.

El orden está en función del método de TSP

ZONA 1

Tabla 17-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 1.

De	A	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1I	1J	1K	1L	1M	1N	1O	1P	1Q	1R	1S	1T	1U	1V	1W	1X	1Y	1Z	1AA	1AB	1AC	1AD	1AE	1AF	1AG	1AH	1AI		
A	0		341	332										479																								
1A		0	X												323																							
1B		160	0																																			
1C			100	0	103																																	
1D				103	0																																	
1E				330		0							158	272																								
1F						261	0				227	135	232																									
1G							171	0		225	133	223																										
1H								158	0	142	220																											
1I									142	0	180																											
1J								133	220	180	0	180																										
1K							135				180	0	174																									
1L						158	272					174	0						150																			
1M				77	112									0			74																					
1N					147									112	0	236																						
1º															236	0	105	50																	539	173		
1P																105	0	387																		645		
1Q																	387	0	166																180	298		
1R													260					166	0	258													363	193				
1S																			258	0	194												186					
1T																				194	0		178								126							
1U																						0																
1V																						178	0	211				151	145									
1W									310														211	0	182													
1X										380														182	0	290												
1Y																									290	0	190											
1Z																							151			190	0											
1AA																													0	233	522							
1AB																												380	233	0	190							
1AC																				397										190	0	162						
1AD																					363								345			0	176					
1AE																														280		176	0				620	
1AF																																			0		350	
1AG																	539	645	270																	0	459	
1AH																																			620		0	288
1AI																																				459	288	0

Fuente: Autores

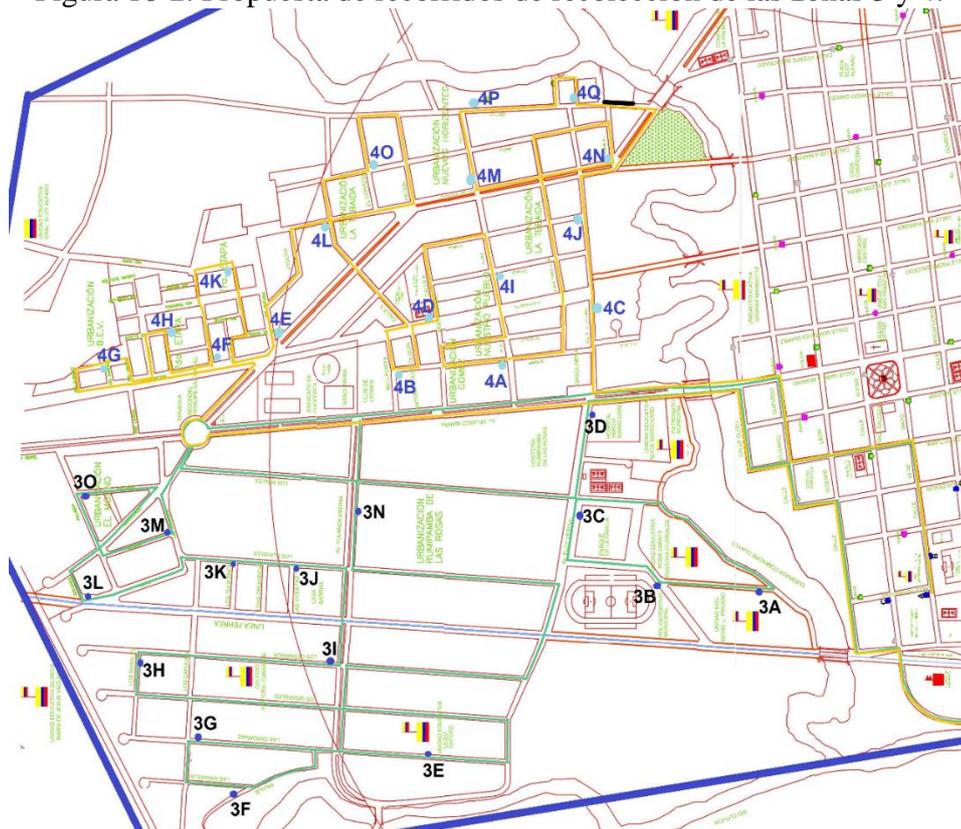
ZONA 2

Tabla 18-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 2.

De	A	2ª	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2I	2J	2K	2L	2M	2N	2O	2P	2Q	2R	2S	2T	2U	2V	2W	2X	2Y	2Z	2AA	2AB	2AC	2AD	2AE	2AF	2AG	2AH	2AI	2AJ			
A	0	12	8																																					
2ª	X	0	X	X																																				
2B			0	160	X	176																																		
2C		192	X	0					X	X																														
2D				160	0					X	X																													
2E						0		181	182			171																												
2F						X	0						256																											
2G						X	264	0				X	297																											
2H					180	X			0	232	186	X																												
2I					182					0	183					178																								
2J					173			X	X		0																													
2K								172	178			0		165	175																									
2L													0	X																										
2M								176				X	187	0					X																					
2N									174		176	X			0																									
2O											175					0	178																							
2P											172					178	178	0				175	176																	
2Q														178	178										175															
2R																			0	176						163														
2S														177				X	176	0				X	X															
2T															174		175	X			0		177	X																
2U																	176					0	175					170												
2V																	176					177	X	0			176	X												
2W																					178	185			0		181	180												
2X																									0	X														
2Y																																								
2Z																																								
2AA																																								
2AB																																								
2AC																																								
2AD																																								
2AE																																								
2AF																																								
2AG																																								
2AH																																								
2AI																																								
2AJ																																								

Fuente: Autores

Figura 18-2. Propuesta de recorridos de recolección de las zonas 3 y 4.



Fuente: Autores

Para la zona tres están representada con las letras antepuestas con el número 3 y para la zona cuatro con el número 4, teniendo como inicio A para todas las zonas.

El orden para la ruta de la zona 3 es la siguiente:

A-3M-3O-3L-3K-3J-3I-3H-3E-3G-3F-3E-3A-3B-3C-3D

Teniendo un recorrido de 10.8 Km dentro de la zona.

El orden para la ruta de la zona 4 es la siguiente:

A-4C-4J-4Q-4P-4M-4N-4A-4I-4D-4B-4L-4O-4E-4F-4K-4H-4G.

Teniendo un recorrido de 8 Km dentro de la zona.

El orden está en función del método de TS

ZONA 3

Tabla 19-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 3.

De	A	3A	3B	3C	3D	3E		3F	3G	3H	3I	3J	3K	3L	3M	3N	3O
A	0				1170										2080		
3A		0	187													2430	
3B		187	0	213													
3C			213	0	114												376
3D	1170			114	0												568
3E						0		364	227	863							
3F						364		0	513							1620	
3G						227		513	0	171	491						
3H						863			171	0	326						
3I									491	326	0	127					
3J											127	0	146			172	
3K												146	0	20	160		
3L													20	0	283		470
3M	2080												160	283	0		340
3N		2430						1620			263	170				0	
3O														470	340		0

Fuente: Autores

ZONA 4

Tabla 20-2. Distancia en metros desde su punto de partida a cada contenedor zona 4.

De	A	4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4I	4J	4K	4L	4M	4N	4O	4P	4Q
A	0			1200														
4ª		0	219	234						178								
4B		219	0		200								450					
4C				0						184	170							
4D			200		0					163			318					
4E						0	170					287						
4F						170	0					257						
4G	2320						359	0	186									
4H							217	186	0									
4I					230					0	276							
4J											0				265			400
4K						178	263		480			0						
4L						426							0			380		
4M														0	362		150	
4N		564												362	0			217
4º						270										0	234	
4P														150		234	0	390
4Q															217		440	0

Fuente: Autores

Una vez aplicado el método para las rutas propuestas se realiza una comparación con el método actual considerando tomar en cuenta que las áreas de recolección similares con aspectos como colonias zonas urbanizadas etc.

Figura 19-2. Recorrido actual del San Miguel de Salcedo.



Fuente: PTV Vissim 9

Figura 20-2. Recorrido propuesto de la zona 2 de San Miguel de Salcedo.



Fuente: Autor

Al comparar el recorrido actual con el propuesto se encuentra lo siguiente:

Tabla 21-2. Comparación de los recorridos actual y propuesto.

	RECORRIDO DE RECOLECCIÓN	
	Actual	Propuesto
Unidades de camiones recolectores asignados (5TON)	1 Camión recolector	1 Camión recolector
Kilometraje recorrido	11 Km	6.44 KM
Capacidad de recolección	5 ton/día	5 ton/día
Cantidad de desechos sólidos generados	3 ton/día	3 ton/día
Cantidad de desechos sólidos recolectados	2 ton/día	3 ton/día
% de desechos sólidos que se alcanza a cubrir	66.6 %	100%
Sobrantes de desechos solidos	1 ton/día	0

Fuente: Autores

Para el caso de la generación de desechos sólidos actual es de 7.72 ton. Lo cual equivale al total de desechos sólidos por Km² la cantidad de desechos sólidos actuales recolectados fue obtenido según el comprobante presentado por el departamento de gestión ambiental.

En el siguiente resumen se presentara la comparación entre la situación actual y propuesta del recorrido.

Comparación de recorridos

Método actual

- El recorrido de recolección se lo realiza de acuerdo a la experiencia del conductor.
- Existe un diseño preliminar de los recorridos de recolección los cuales no se cumplen.
- Existen 6 zonas de recolección en San Miguel de Salcedo sus áreas no son similares.
- Los recorridos de recolección lo realizan en la cual pasan más de una vez por la misma calle.
- No se conoce donde los camiones recolectores tienen paradas planificadas.

- No existe flexibilidad en las pruebas de ajuste.

Método propuesto

- Existe una planificación de recorrido de recolección para cada camión recolector.
- El diseño de recolección considera factores como accidentes geográficos y límites del cantón.
- Se ha equilibrado el uso de los camiones de recolección en 4 áreas con camiones recolectores de 5 ton.
- Existe una ruta donde especifica que es directa y no existen vueltas por la misma calle.
- Existe flexibilidad en las pruebas de ajuste.

Formato de control

Para realizar una propuesta del diseño de un formato de control es necesario que estos puedan controlar y monitorear los recorridos de recolección llevando el registro diario de las descargas realizadas en el relleno sanitario. En el ANEXO E se presenta unas características de formatos que se podrán utilizar diariamente para ser llenados.

2.3.1.10 *Guías para conservar el equilibrio del sistema.* Para tener un sistema adecuado a la demanda del servicio que se presta a la ciudadanía, hay que tomar en cuenta los indicadores de gestión debida que para todo organismo público conlleva una gran utilidad. Los cuales se mostraran en el ANEXO I

La aplicación de indicadores conlleva ventajas de las cuales se puede mencionar:

- Una vez medidas las unidades físicas o técnicas, resultados de los servicios prestados y su impacto a la población, facilita la evaluación de la eficacia tanto en objetivos como en logros alcanzados.

- Indican información relevante para justificar decisiones tanto de carácter político como de manera técnica. Se indica los siguientes ejemplos:
 - Elegir la forma más adecuada de un servicio
 - Reparto de inversiones en diferentes servicios en función a su nivel de rendimiento y efectividad.
 - Creación o eliminación de ofertas de servicio por medio de un estudio de su grado de cobertura de demanda.
 - Medición del financiamiento de los servicios municipales previo a estudios de recursos empleados.
- Permiten realizar modificaciones de la calidad de servicio que presta el municipio

Para mantener el equilibrio dentro del sistema se encuentran indicadores con las siguientes características.

- **Indicadores de actividad.**
 - Ton/día de desechos sólidos recolectados por habitante.
 - Validez de la recolección de desechos solidos
 - Ritmo de recolección
 - Eficiencia real de los camiones recolectores
- **Indicadores económicos**
 - Porcentaje en gasto corriente en recolección.
 - Consumo real de combustible.
- **Indicadores de entorno**
 - Número de habitantes
 - Tasa de crecimiento anual de la población

2.3.2 *Subsistema de mantenimiento preventivo.* La necesidad del departamento de gestión ambiental de tener un adecuado subsistema de mantenimiento con un programa preventivo y correctivo permite optimizar el uso de los equipos y maquinarias para el proceso de recolección de residuos sólidos, así mismo prolongar el tiempo de vida útil.

2.3.2.1 *Objetivo del subsistema de mantenimiento preventivo*

- Evitar fallas sobre bienes productivos.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aminorar el riesgo para el personal.
- Conservar los bienes en condiciones seguras.
- Prolongar la vida útil de los bienes productivos.

2.3.2.2 *Tipos de mantenimiento*

- Correctivo.
- Preventivo.
- Predictivo.

Según (tecnología, 2003) se tiene 5 tipos de mantenimiento que son identificadas según las tareas a realizar por el tiempo.

Mantenimiento correctivo:

Este mantenimiento se da por el conjunto de tareas destinadas a ser corregidas instantáneamente, las averías, roturas o fallas que afecten al funcionamiento que son detectadas en los diferentes equipos, estas son comunicadas directamente al departamento del mismo.

Se clasifica en:

- No planificado: Es un mantenimiento de emergencia se lo debe realizar con urgencia ya sea por averías o por problemas de seguridad, cumplimiento de leyes o de contaminación.

- **Planificado:** Se conoce de forma anticipada que se debe hacer de modo que se puede disponer de personal, repuestos y guías técnicas para poder realizar el mantenimiento de forma correcta y eficiente.

Mantenimiento preventivo:

Este se da por mantener un nivel de mantenimiento de los equipos enfocados a la prevención de daños, ya que estos están programadas las intervenciones de los puntos vulnerables en el punto y momento más oportuno este mantenimiento se da aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Ventajas del mantenimiento preventivo.

- Exige un conocimiento histórico de las maquinas lo cual ayudara a controlar las maquinarias e instalaciones.
- Confiabilidad para que la maquinaria y equipos operen en mejores condiciones de seguridad.
- Disminución de tiempo de paradas de la maquinaria y equipos.
- Mayor duración de los tiempos de vida útil de equipos y maquinarias.
- Equilibrio en la carga de trabajo de las personas de mantenimiento según la planificación.
- Disminución de los costos de las reparaciones.

Mantenimiento predictivo:

Este mantenimiento es el que registra el estado y la operatividad de las instalaciones, para este mantenimiento se debe tener que identificar variables físicas como las de temperatura, vibración, consumo de energía, etc. Aparte tener en cuenta conocimientos avanzados físicos y matemático y o técnicos. Una ventaja del mantenimiento predictivo es obliga a dominar el proceso que comprometerá con un método científico de trabajo exigente y objetivo.

Esquema sistemático de mantenimiento preventivo

Figura 21-2. Esquema sistemático de mantenimiento preventivo

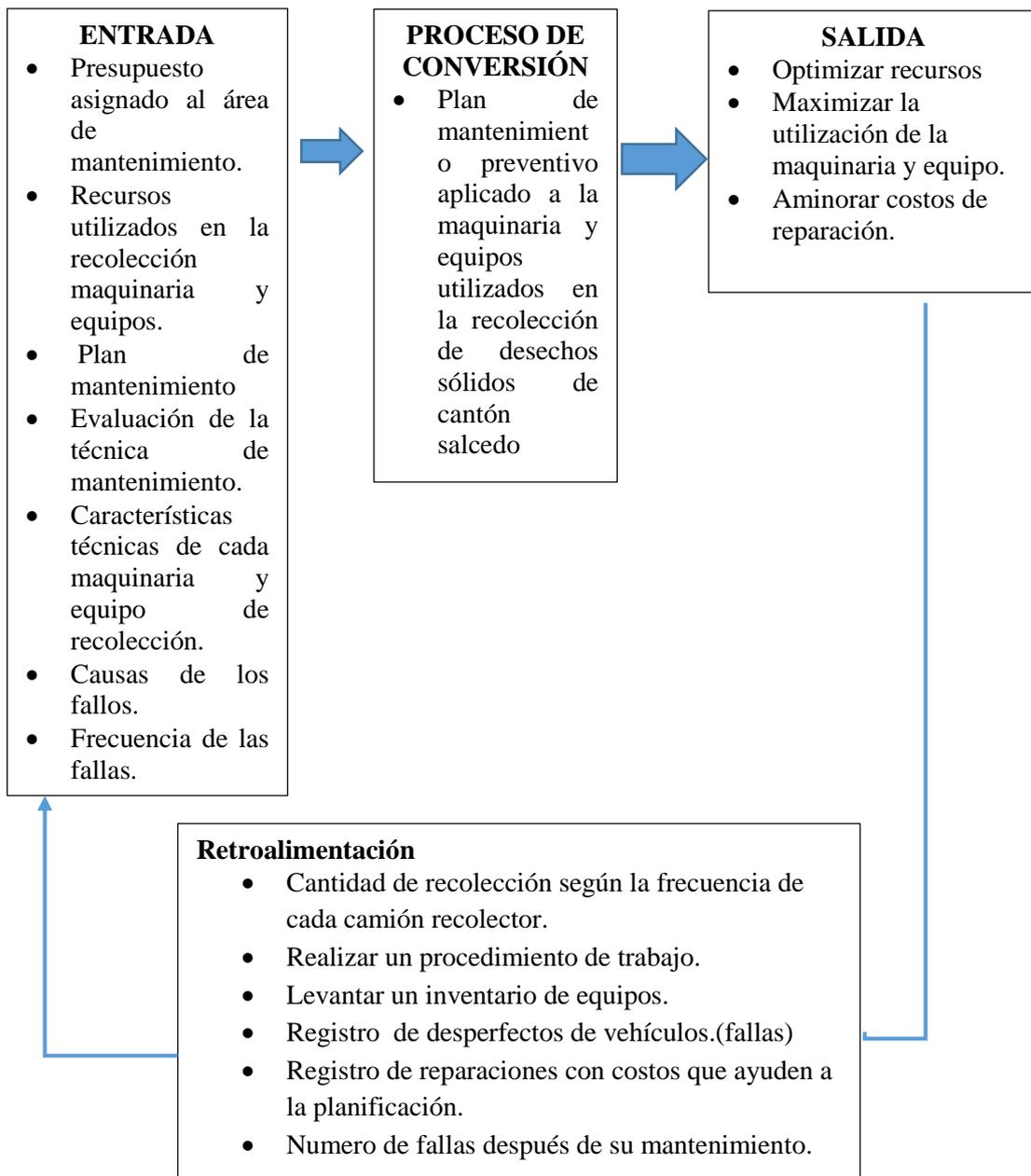
ENTORNO

Distribuidores de maquinaria

Proveedores

Tripulación de camión

Equipos destinados al mantenimiento preventivo



Fuente: Autores

2.3.2.3 *Implementación del sub sistema de mantenimiento preventivo.* La aplicación del plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo de recolección de residuos sólidos del cantón Salcedo servirá para la optimización de los recursos de los camiones recolectores aumentando su vida útil para q puedan realizar el proceso de recolección de residuos sólidos.

Descripción del plan de mantenimiento preventivo

Se deben realizar las siguientes fases:

- **Introducción de mantenimiento.**
- **Inventarió de equipos**
- **Elaboración de operaciones de trabajo.**
 - Sistema de órdenes de trabajo.
 - Registros de fallas en las unidades recolectoras.
 - Historial de materiales y refracciones.
 - Preparación de un programa de actividades.
 - Inspección de costos de reparación.

Introducción de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento está diseñada acorde a las necesidades sus funciones y responsabilidades. Dentro del área de mantenimiento habrá las siguientes responsabilidades:

- Selección y entrenamiento del personal.
- Implantar procedimientos que se aplicaran como norma de una tarea.
- Diseñar cada sistema del mantenimiento preventivo.
- Organizar detalladamente el mantenimiento preventivo.
- Costear todas las actividades.
- Controlar la puesta en marcha del sistema de mantenimiento preventivo.

El área de mantenimiento debe planificar cuando se realizara las inspecciones de los puntos críticos que acciones se deberán tomar teniendo en cuenta la capacidad de organización el cual debe atender el mantenimiento de los equipos y maquinarias.

Inventarió de equipos

Se refiere al inventario de los camiones recolectores con su codificación, ficha técnica completa en el formato 4 se muestra la información básica de los elementos que identifican el equipo.

Elaboración de operaciones de trabajo.

Ya realizada la ficha técnica para cada camión de recolección se elaborara los procedimientos de trabajo necesario para que el plan de mantenimiento pueda ser aplicado de forma eficiente a cada camión, tener un historial de averías y una programación para cada camión.

- **Sistema de órdenes de trabajo.**

En el presente paso se realizara una evaluación a los camiones destinados a la recolección de desechos sólidos del cantón Salcedo, en el formato 5, evaluación de técnica del equipo se puede observar la información necesaria evaluando parámetros para saber cómo se encuentra la flotilla para ello se clasificara según este criterio.

Puntos muy críticos (MC).- Son a los cuales se les prestara mayor atención debido que una falla puede provocar algún riesgo a la seguridad del trabajador o provocar fallo en el proceso de recolección como fallas del motor, frenos sistema hidráulico etc.

Puntos críticos (C).- Serán tomadas en cuenta como segunda prioridad las fallas pueden ser de segundo grado también puede afectar al fallo del proceso o a la seguridad del trabajador en menor grado sus fallos pueden estar relacionados con: fallas en alarmas de retro.

Puntos importantes (I).- Son las cuales su aplicación es de manera rápida y su reparación inmediata como un cambio de llantas una pérdida de retrovisores.

Puntos secundarios (S).- Son aquellas que por una falla no puede causar daño a la seguridad del personal por lo que no se realizara una inspección de forma inmediata como la perdida de la matrícula.

Ya realizada la evaluación técnica, se presenta en el formato 6 donde se registra el diagnóstico y las acciones respectivas a realizar, ya hecha la evaluación se trabajara en los puntos críticos y muy críticos los cuales afecten de forma directa a la recolección y pueden poner en riesgo al trabajador, el área de mantenimiento puede elaborar una hoja de control donde se especifique que se tiene que realizar al camión recolector este paso se muestra en el formato 7 **orden de trabajo**.

- **Registros de fallas en las unidades recolectoras.**

Se realiza un diagnostico en cada unidad recolectora para lo cual se realizara el siguiente procedimiento

Identificación de averías.- Se recomienda tener identificadas la averías con un código el informe de cada avería se los registra en el formato 8 historial de averías los cuales se deberán tratar en función de puntos críticos importantes y secundarios se procede al registro de averías.

- **Historial de materiales y refracciones.**

Se presenta un control de repuestos que se necesitan para la reparación de cada camión recolector lo cual se puede observar en el formato 9 historiales de repuestos, así también una lista de los principales proveedores lo cual se puede observar en el formato 10 lista de proveedores.

- **Preparación de un programa de actividades.**

Para cada máquina o equipo debe ser planificado el trabajo en ellos creando un mantenimiento planificado y con identificación de códigos incluyendo elementos como fecha de ejecución, personal que debe ejecutar el mantenimiento y tipo de mantenimiento a realizar con su código respectivo se podrá observar en el formato 11 **programaciones de actividades**

- **Inspección de costos de reparación.**

El mantenimiento preventivo se lo puede realizar de las siguientes maneras:

- Revisando la maquinaria en tiempo iguales entre revisiones
- Revisando la maquinaria periódicamente según su estado, es apropiado cuando se trata de componentes electrónicos
- Desmontando los componentes los cuales serán examinados y de ser necesario serán sustituidos.

Este control se lo debe registrar en el formato 12, **historial de falla de equipos**

Recursos necesarios para la implementación del subsistema de mantenimiento

Los recursos necesarios para la implementación se presentan en la siguiente tabla.

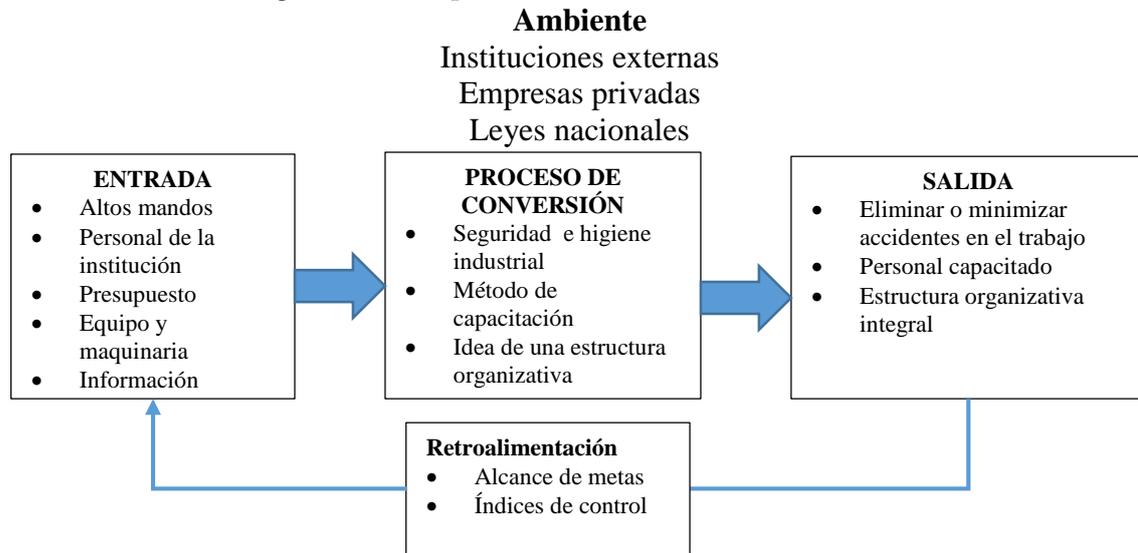
Tabla 22-2. Recursos para la ejecución del sub sistema de mantenimiento.

Descripción	Cantidad
Escritorio	1
Silla ergonómica	1
Muebles de espera	1
Impresora	1
Computador	1
Resmas de papel (caja)	1
Calculadora	1
Perforadora	1
Grapadora	1
Quita grapas	1
Teléfono	1
Caja de esferos	1
Basurero	1
Caja de lápices	2
Caja de marcadores	2
Carpetas	10
Caja de Cds	2
Pizarra acrílica	1
Archivador	1
Borrador de marcador	1
Separadores	10

Fuente: Autores

2.3.3 Subsistema de recurso humano. Recurso humano es una parte esencial para poder lograr una buena logística la cual es dividida en subsistemas para poder complementarse en la figura 18 – 2 se muestra el esquema del diseño de la solución pertinente al recurso humano.

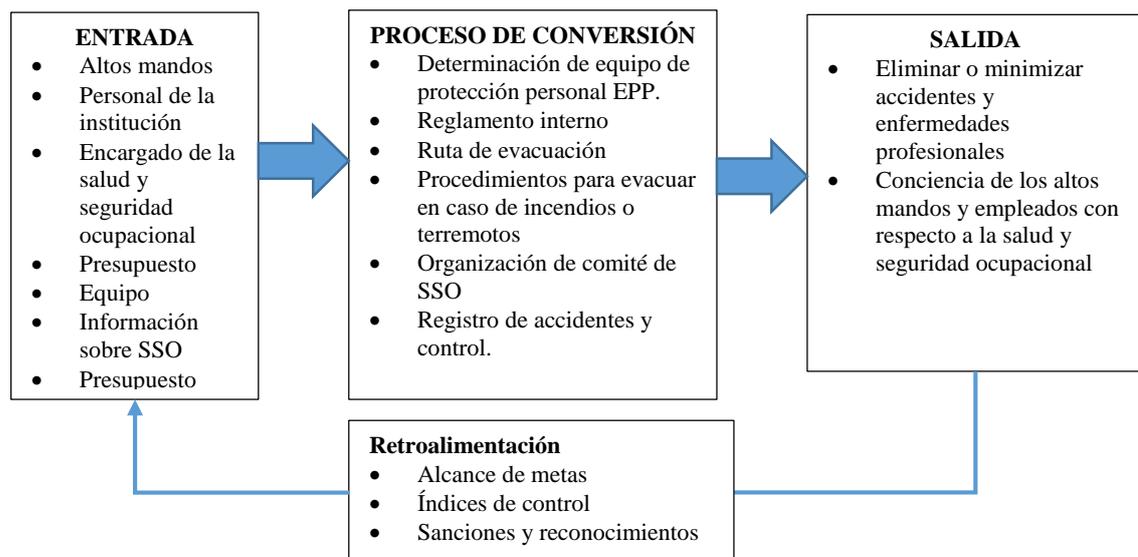
Figura 22-2. Esquema sistemático del recurso humano.



Fuente: Autores

2.3.3.1 Plan de higiene industrial

Figura 23-2. Esquema del sistema de higiene y seguridad industrial



Fuente: Autores

1. Generalidades sobre la seguridad industrial

“La seguridad industrial se domina como el conjunto de actividades destinadas a la prevención, identificación y control de las causas que generan accidentes de trabajo”. (Mancera Fernandez, y otros, 2012 pág. 38)

Importancia de la seguridad

La seguridad industrial es de gran trascendencia dentro de las actividades de salud ocupacional por las siguientes razones:

- Las fallas de la seguridad industrial se traducen a los sucesos repentinos que no dan tiempo a reaccionar, por lo cual es indispensable aplicar, con antelación, medidas preventivas en el momento en que se detecta el peligro.
- La consecuencia negativa de la falta de seguridad industrial, materializada en el accidente, es el indicador más utilizado para la evaluación de un programa de gestión preventiva y por consiguiente, factor decisivo para calificar la eficiencia de dicho programa.
- La seguridad industrial no es una actividad científica; puede suceder que en cuestiones de peligros inminentes jamás ocurra un accidente y, por el contrario, en ambientes aparente mente seguros, se presentan accidentes sin que exista una relación directa como existente entre la exposición a agentes nocivos de higiene industrial. (Mancera Fernandez, y otros, 2012 pág. 39)

Objetivos de la seguridad

“El objetivo principal es detectar, analizar, controlar y prevenir los factores de riesgo específico y generales que existen en el lugar de trabajo, que contribuyen como causa real o potencial de que ocurra accidentes de trabajo” (Mancera Fernandez, y otros, 2012)

La seguridad industrial comprende la parte administrativa y de producción de un lugar de trabajo entre ellos se puede nombrar los siguientes:

- Humano; Es el elemento con mayor dignidad de la empresa estando su vida su integridad física y su salud en las mejores condiciones todos los demás aspectos tienen que relacionarse con la conservación y mejoramiento de sus aspectos físicos.
- Económico; Hay gastos que son provocados por daños y lesiones por accidentes, el costo de los accidentes influyen el balance de la empresa por lo cual tiene que incluir planes medidas destinadas a prevenirlas
- Social; Se puede también producir daños a la sociedad debido a que una gran cantidad de personas quedan incapacitados parcial o totalmente para trabajar por lo que puede causar un sentimiento de frustración que en muchas ocasiones obliga a tratar de usar los servicios de un rehabilitación.

a) **Causas de los accidentes**

Entre las principales causas de los accidentes de trabajo son los actos y condiciones inseguras.

- Acto inseguro; Son las acciones humanas que lo desvía de un procedimiento las cuales ponen en peligro sus vidas y la de los demás, se detectan con observaciones.
- Condición insegura; Es la presencia de riesgos en el ambiente de trabajo derivada de las instalaciones, equipo o proceso de trabajo el cual no depende de una acción del trabajador.

2. **Higiene industrial**

Se lo considera como un conjunto de conocimientos el cual se dedica a conocer, evaluar y controlar aquellos factores del ambiente provenientes del trabajo y pueden causar una enfermedad profesional

Tiene por objeto conservar y mejorar la salud física mental de los trabajadores, mediante la implementación de reglas y procedimientos que pretenden a preservar la salud y la vida entre sus objetivos se tiene:

- Evitar y controlar las enfermedades en el trabajo tomando medidas para poder preservar la salud y la vida del trabajador
- Establecer medidas que se puedan implantar en las áreas de trabajo para que puedan laborar en condiciones higiénicas y adecuadas.
- Indicar que tarde o temprano un trabajador puede sufrir un padecimiento por causa del trabajo

3. Importancia del sistema de seguridad e higiene industrial

Los resultados después de una análisis de accidentes y e enfermedades ocupacionales no solo repercuten a la institución sino también a nivel nacional.

Los costos que tienen que pagar las empresas por la incapacidad que le provoco al empleado o la sustitución y los retrasos de un proceso por la usencia de un empleado hacen que la institución pierda efectividad en sus labores.

A nivel nacional se crean impactos económicos por la causa de desperdicio del recurso humano la inversión y la recuperación por las lesiones ocurridas, por lo que el área administrativa no debe dejar de orientar recursos financieros en la ejecución de normas, capacitaciones, medidas de obligación de equipo para asegurar la salud, vida e integridad física del trabajador.

4. Objetivo del sistema de seguridad e higiene industrial.

El sistema de seguridad e higiene industrial persigue como objetivos los siguientes:

- Busca mejorar el ambiente de trabajo dentro y fuera del plantel, mediante el fortalecimiento de la higiene y seguridad con el fin de poder elevar el desempeño laboral.
- Reducir las pérdidas económicas de la institución por causa de una mala aplicación de los procesos de seguridad e higiene industrial.

- Velar por la seguridad salud e integridad física de las personas que forman parte del proceso de recolección directa o indirectamente.
- Tener bases para poder elaborar futuros modelos que contribuyan a mejorar la seguridad e higiene del personal y mejorar el desempeño laboral.

5. Políticas de sistema de seguridad e higiene industrial.

Las políticas del sistema de seguridad e higiene industrial a desarrollar ayudaran a tener un mejor resultado y se puede nombrar los siguientes.

- Realizar inspecciones de forma continúa con el fin de ejercer un control efectivo de riesgo y situaciones peligrosas.
- Incitar al cumplimiento firme de las normas y políticas, caso contrario sancionar su incumplimiento.
- Hacer que el personal conozca plenamente el contenido del modelo de higiene y seguridad industrial.
- Realizar capacitaciones, simulacros y campañas de concientización en la materia de higiene y seguridad industrial.
- Estimular el uso estricto del equipo de protección personal así como el uso adecuado, mediante la implementación de medidas y prácticas que conlleven a laborar con calidad y eficiencia.
- Realizar un análisis para el control y eliminación de las causas de los accidentes y enfermedades laborales.

6. Reglamento interno de seguridad y salud para el departamento de gestión ambiental.

Toda empresa, institución y áreas debe contemplar una un reglamento de seguridad e higiene industrial, los cuales están acorde a al proceso que se realice, para el GADM Salcedo se presentara un modelo, el cual se puede observar en el ANEXO H

7. Equipo de protección personal.

Al encontrar un peligro deben escatimarse esfuerzos para eliminarlo poniendo en práctica los conocimientos de ingeniería. Los equipos de protección personal deben considerarse como último recurso.

La tarea más difícil de un supervisor que esté al frente es lograr que todos utilicen el EPP, los buenos hábitos y las buenas costumbres forman parte de la vida cotidiana, de la misma manera los equipos de protección personal deben ser usados con esa cultura para poder seguir adelante y llevar el sustento a quienes dependen de un líder.

El EPP puede dividirse de la siguiente manera.

- Equipo de protección visual: Se puede encontrar gafas con protección lateral, gafas contra químicos, de minero, de soldador, protectoras, de copa, para polvo, para fundidor y facial.
- Equipo de protección para pies y piernas: El calzado que más se encuentra son los de punta de acero que brinda protección al trabajador pero hay calzado sin partes metalizadas como los que usa un electricista, cuentan con una suela antideslizante.
- Equipo de protección para la cabeza: Se puede distinguir cascos con reducción o amortiguamiento ante una caída o choques contra objetos.
- Equipo de protección auditiva: Se encuentran varios tipos de orejeras para protección auditiva acorde a la cantidad de decibeles que se midan en el medio de trabajo.
- Equipo de protección de dedos, palmas y manos: Se puede encontrar guantes de asbesto, guantes de caucho, guantes de algodón, guantes de tela revestida, de malla metálica.
- Equipo de protección de seguridad de caderas, trabajos en alturas, piel del cuerpo, incendios: existen cinturones para levantar cargas de 50 lbs, arnés de seguridad utilizados para trabajos en altura y overoles acorde al trabajo ya sea con sustancias

que puedan lesionar. Para el caso de incendios se encuentra los extintores que no es un EPP pero sirve para acabar con el fuego

a) Equipo de protección personal para la recolección.

El personal de recolección deberá utilizar dentro de las horas laborables el equipo obligatorio a utilizar es:

- Guantes de cuero.- Se deberá utilizar los guantes cada vez que se realice la función de recolección de desechos sólidos.
- Botas con cubo y suela antideslizante.- será útil para reducir las lesiones por caída de objetos pesados hacia los dedos de los pies y una suela antideslizante para evitar caídas.
- Chalecos luminiscentes.- cumplirán con la función de que puedan ser fácilmente identificados tanto por el conductor como los demás conductores.
- Uniformes de tela gruesa.- podrán proteger a los recolectores de cualquier cortadura, la camisa debe tener las mangas largas para proteger el brazo.
- Equipo adicional.- Se los usaran acorde a la temporada como gorras contra el sol y mascarillas desechables.
- Extintor.- Se lo utiliza en el caso de que el camión recolector necesite acabar con el fuego se debe utilizar un extintor por unidad.

b) Equipo de protección para los mecánicos.

El personal del área de mantenimiento es el siguiente:

- Guantes de cuero.
- Botas con suela antideslizante.
- Gafas con protección lateral.
- Mascarillas para soldar.

- Uniformes de tela gruesa.

c) Equipos de protección para el área administrativa

El EPP solo constara con un extintor tipo A ver anexo G se presenta la clasificación de extintores en el área administrativa es necesario contar con un extintor de 10 lb tipo ABC.

8. Control estadístico de accidentes y enfermedades.

Para registrar información relacionada a accidentes e incidentes o enfermedad ocupacional debe existir un control estadístico por medio de esto se puede determinar irregularidades en los controles las cuales deben ser reportadas al sistema de diagnóstico.

Un control de accidentes y enfermedades deber tener en cuenta puntos como:

- Reporte de accidentes y enfermedades.
- Datos de accidentes.
- Análisis estadístico de los registros de datos de accidentes.

Reporte de accidentes y enfermedades.

Son aquellos documentos donde se encuentra la información de cómo se originaron los accidentes cuales fueron sus causas, se toma las siguientes consideraciones para un reporte:

- Se debe considerar hechos que han ocurrido antes los cuales pueden generar mayores pistas para concluir.
- Es necesario conocer los testimonios de los demás testigos para tener fundamentos de lo ocurrido.
- Se debe realizar una inspección en el lugar del accidente para conocer todo aquello que pudo haber provocado el accidente.
- Ya ocurrido el accidente la investigación se la debe realizar de forma inmediata.

Observación y registro de accidentes.

Es el medio donde se reportan los accidentes de la empresa donde debe constar desde una lesión leve a una lesión grave por empleado de forma diaria y consolidar esta información por mes teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Causa de accidente
- Tipo de accidente
- Tipo de acto o condición sub estándar
- Que instrumento provoca la lesión
- Causas personales de accidentes

Con respecto a cada ítem anterior se presenta una serie para cada uno:

Causa de accidente

- Personal con protección inadecuada
- Ventilación inapropiada
- Ropa inadecuada
- Iluminación inadecuada
- Condiciones físicas mecánicas inadecuadas
- Proceso peligroso

Tipo de accidente

- Caída a diferente nivel
- Golpeado por
- Atrapado en
- Resbalado
- Quemadura con
- Congelado con
- Inhalación
- Asfixia
- eléctricos

Tipo de acto o condición sub estándar

- Operar sin autorización
- No llamar la atención
- Operar a una velocidad inadecuada
- Poner fuera de servicio los dispositivos de seguridad
- Usar equipo defectuoso
- Usar el equipo incorrecto
- No usar epp
- Cargar incorrectamente
- Adoptar posiciones incorrectas
- Efectuar mantenimiento a un equipo en movimiento
- Consumir drogas y beber
- Una condición es las herramientas defectuosas
- Equipos en mal estado
- Materiales defectuosos
- Peligros de incendios y explosiones
- Ruido excesivo
- Radiación
- Desorden y desaseo
- Congestión
- Señalización inadecuada o insuficiente

Que instrumento provoca la lesión

- Maquinas
- Bombas
- Vehículos
- Polvos
- Material corto punzante
- Obras incompletas
- Animales
- Aparatos de transmisión mecánica

- Objetos pesados

Causas personales de accidentes

Persona lesionada

- actitud equivocada
- falta de conocimiento
- daño físico mental

Persona involucrada

- Actitud equivocada
- Falta de conocimiento
- Daño físico mental

9. Determinación de recursos a utilizar.

Se considera en el área de mantenimiento se consideran a los recolectores y al conductor del vehículo, así mismo para el área de mantenimiento se presenta el tipo y cantidad de equipo de protección a utilizar en la tabla 16 – 2

Tabla 23-2. EPP a utilizar por los recolectores.

Equipo	Cantidad	Frecuencia anual	N de recolectores	N de zonas de recolección	Total anual
Guantes de cuero	1	3	5	5	75
Zapatos con suela antideslizante	1	1	5	5	25
Chalecos fluorescente	1	2	5	5	50
Uniformes de jean.	1	1	5	5	25
Mascarillas	1	3	5	5	75

Fuente Autores

Para el área de mantenimiento se utilizara el siguiente equipo mencionado en la tabla 17 – 2.

Tabla 24-2. EPP a utilizar por el área de mantenimiento.

Equipo	Cantidad	Frecuencia anual	N de mecánicos	Total anual
Guantes de cuero	1	4	5	20
Zapatos punta de acero	1	1	5	5
Gafas de protección lateral	1	2	5	10
Uniformes de jean	1	1	5	5
Mascara de soldar	1	1	5	5

Fuente: Autores

2.3.3.2 Plan de capacitación al personal. Un plan de capacitación es un proceso de enseñanza a los empleados que forman parte de la institución pública o privada. Este proceso se lo debe realizar acorde a la situación que se esté viviendo y de forma programada con el fin de corregir la deficiencia y fomentar la mejora continua en beneficio de la institución en este caso el beneficio del departamento de gestión ambiental el plan de capacitación tiene como características las siguientes.

- **Realista.-** De acuerdo con las necesidades de la institución se realizaran las capacitaciones con el fin de tener una mejora continua.
- **Metódico y formal.-** ya dicho que las capacitaciones se basan en las necesidades de la institución va orientado a un cambio en el conocimiento y cultura del empleado para conseguir una estructura formal y no un proceso de prueba y error.
- **Motivante.-** Las capacitaciones se las debe realizar de forma en la que el personal las vea como beneficio que puedan reconocer que sirve para una mejora continua, debe ser un ambiente dinámico motivante por parte de las personas que comparten el conocimiento con esto las capacitaciones serán aprovechadas al máximo por parte de los empleados.
- **Continuo.-** Las capacitaciones deben realizarse de forma continua, siempre que se presente un tema debe ser tratado una o dos veces.

1. Elementos de un plan de capacitaciones

Dependen la las necesidades de la institución como mínimo debe contemplar los siguientes puntos:

a) Establecimiento de metas

Se debe tener objetivos orientados dentro de un esquema de planeación, pudiendo establecer lo que se va a lograr cuando se van a lograr los resultados pero no se indica cómo serán alcanzados.

Las metas se las debe reconocer si serán a corto o largo plazo como por ejemplo:

- Meta.- capacitar a un 100% para crear conciencia en seguridad e higiene industrial

Lapso de tiempo para complementarse.- 5 meses.

- Meta.- Crear una conciencia de cuidado su EPP en la totalidad del personal.

Lapso de tiempo para complementarse.- 2 meses.

Dado el tiempo de cada meta estas se deben alcanzar en el tiempo definido, hay que recordad que estas capacitaciones deben ser de retroalimentación se las debe realizar unas dos veces al año o las veces que sean posibles y al tener nuevo personal se lo debe dar este tipo de inducción.

b) Objetivo del aprendizaje de las capacitaciones y sus temas respectivos.

Los objetos de aprendizaje en las capacitaciones se puede decir que es el logro o el resultado que logre el empleado captar en cada capacitación, los contenidos de las capacitaciones deben tener una estructura estrecha con las necesidades de área involucrada de allí se debe variar a donde al área al que se aplique la capacitación

c) Identificación de las áreas a capacitar.

En esta parte se identificara el número de personas que asistirán a las capacitaciones identificando el área a la que pertenecen y las necesidades.

Acorde a las necesidades que tenga cada área o la institución se definirá el tipo de capacitación que se brindara al personal entre los tipos de capacitaciones que se pueden dar están las siguientes

- **Capacitación inductiva.**

Este tipo de capacitación se lo realiza cada que un nuevo empleado ingresa a la institución. Normalmente se lo realiza como parte del proceso de selección de personal o se la puede realizar previo a esto.

- **Capacitación preventiva.**

Es orientada a los cambios que se produce al personal, ya que su desempeño puede variar por su edad, sus destrezas pueden deteriorarse, tiene como objetivo preparar al personal a adaptarse a nuevos cambios nuevas metodologías de trabajo, nueva tecnología y la utilización de nuevos equipos o maquinarias.

- **Capacitaciones de retroalimentación.**

Tiene una similitud con respecto a la anterior capacitación, con la diferencia de que se orienta a facilitar a que los empleados puedan ocupar diferentes posiciones en la empresa donde implique mayores exigencias y responsabilidades.

Este tipo de capacitación tiene como objetivo poder elevar la productividad de los empleados a la vez que se los prepara para un mejor futuro en la que la empresa puede diversificar sus actividades, cambiar el tipo de puestos y con ello la destreza necesaria para desempeñarlos.

d) Elaboración del plan de capacitaciones.

En este paso se debe realizar un plan de capacitaciones de la empresa, donde se planifican las posibles capacitaciones que serán impartidas durante el año con el fin de desarrollar aptitudes en el personal dela institución, además se debe contemplar un espacio en el que pueda ocurrir algún problema que disminuya la constancia de las operaciones de la institución.

Se debe contemplar en el plan de capacitaciones el material didáctico necesario para el desarrollo, así como los temas, el perfil de los participantes, fecha y duración de la capacitación. En el formato 15 - 2 se presenta un formato para un plan de capacitaciones.

2. Temario para capacitaciones.

El área de seguridad e higiene industrial afecta directamente en la recolección de desechos sólidos y en la integridad física del personal que realizan dichas actividades del área de:

- Mantenimiento preventivo
- Seguridad e higiene industrial

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Generalidades

- Introducción a mantenimiento
- Conceptos básicos

Tipos de mantenimientos

- Mantenimiento. por rotura
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

Herramientas del mantenimiento

- Planeamiento y programación
- Documentación e instructivos
- Sistemas aplicados

Mantenimientos de vehículos

- Mantenimiento preventivo de vehículos
- Reparación de motores a diésel
- Sistema electro motriz
- Sistema de dirección, suspensión y frenos
- Metrología

- Mecánica general

Programas de mantenimiento

Mantenimiento productivo total TPM

- Introducción
- Perdidas crónicas
- Eficiencia global de producción
- Las 5S
- Mantenimiento autónomo
- Resultados prácticos

Evaluación de la gestión de mantenimiento

- Informe
- Gestión de equipos
- Gestión de costos
- Gestión de mano de obra

SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

Generalidades

- Antecedentes históricos
- Conceptos básicos
- Importancia de la seguridad e higiene industrial
- Ventajas de seguridad e higiene industrial.
- Repercusiones por la falta de la seguridad e higiene industrial.

Reglamento

- Normativa vigente de seguridad e higiene industrial.
- Instituciones nacionales e internacionales

Tipos de accidentes

- Causas de accidentes
- Clasificación del accidente
- Consecuencias de los accidentes
- Incapacitaciones
- Costos

Prevención de accidentes

- capacitación
- Adiestramiento
- Campañas
- señalización

Equipos de protección

- Personal
- Instalaciones
- Maquinaria y Equipo
- Motivación al personal para el uso de EPP

Manejo de materiales

- Almacenamiento
- Transporte

Mantenimiento en la prevención de riesgos de trabajo.

- Revisión de instalaciones
- Maquinaria Equipo y herramientas

Análisis de las causas de accidentes.

- Método de investigación de accidentes

Agentes contaminantes y enfermedades profesionales

- Agentes contaminantes.
- Concepto.
- Clasificación.
- Medidas de detección.
- Enfermedades profesionales.
- Concepto.
- Medidas preventivas.
- Medicina del trabajo.
- Primeros auxilios.
- Botiquín.
- Exámenes periódicos.

Siniestros

- Concepto.
- Clasificación.
- Sismos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Sistema de incendios.
- Evacuación del inmueble.

a) Capacitaciones del subsistema de planificación.

Las capacitaciones que se realizara a las áreas del departamento de gestión ambiental se las hará acorde a la mejora de la logística de recolección de residuos sólidos del cantón salcedo

Para el desarrollo del subsistema de planificación se propone lo siguiente:

- Métodos para determinar el número de camiones recolectores de desechos sólidos.
- Métodos para determinar el número de viajes por ruta.

- Métodos para determinar el número de zonas de recolección de San Miguel de Salcedo.
- Métodos para determinar el diseño del recorrido de los camiones recolectores de desechos sólidos.

b) **Capacitaciones para los recorridos propuestos.**

En el área del personal operativo a los choferes y supervisores se los capacitara en:

- Lógica del recorrido del diseño de rutas.- Se proponen los siguientes temas, se le proporciona al chofer un mapa donde se muestra una información e inicio y fon de la ruta con el sentido del recorrido a realizar, con paradas fijas planificadas horario de inicio y fon de jornada incluido el almuerzo, giros y paradas permitidos de acuerdo al diseño propuesto.

Se complementa las actividades de capacitación con la operación del sistema del camión compactador, procedimiento de carga y descarga según el tipo de camión recolector.

- Características de uso de las zonas propuestas.- identificación de las zonas comerciales dentro del territorio, vías rodeadas de locales y oficinas, y zonas no comerciales residenciales donde se aplicara el proyecto.
- Uso de las vías.- Hay que considerar la identificación y localización de mayor tránsito de la zona a cubrir, red vial, calles adoquinadas, pasajes dependiendo la ruta, identificación de pasajes donde el camión recolector pueda ingresar, localización de ejes preferenciales, sentido de las calles si hay no giros permitidos.

Plan de acciones correctivas y preventivas

Para el seguimiento de las capacitaciones se propone los siguientes lineamientos.

- **Revisión programada de la aplicación de las capacitaciones.**

La persona encargada de organizar las capacitaciones es la que debe velar por que sus trabajadores que reciben las capacitaciones apliquen los conocimientos en su lugar de trabajo.

- **Acciones disciplinarias**

Se debe cumplir con la política y las normas las cuales deben ser informadas al empleado.

Para el empleado

- Asistencia a las capacitaciones.
- Evaluación a los empleados.

Para la institución

Informar de las normas y políticas de la institución

Realizar las capacitaciones necesarias

Infracciones a normas de la institución

3. Costos de capacitaciones.

Para realizar las capacitaciones al personal tanto del área de seguridad como el área de mantenimiento se lo realizará con una entidad externa, como ente capacitador se recomienda a HSE Ecuador quien está encargado de capacitar a varias empresas

Perfil del participante

Los participantes deben ser el jefe del área, gerentes directores o encargados responsables de tomar decisiones.

2.3.3.3 Organigrama organizacional. Toda empresa, institución u organización necesita de un organigrama organizacional medio por el cual se puede establecer actividades y el funcionamiento de las mismas.

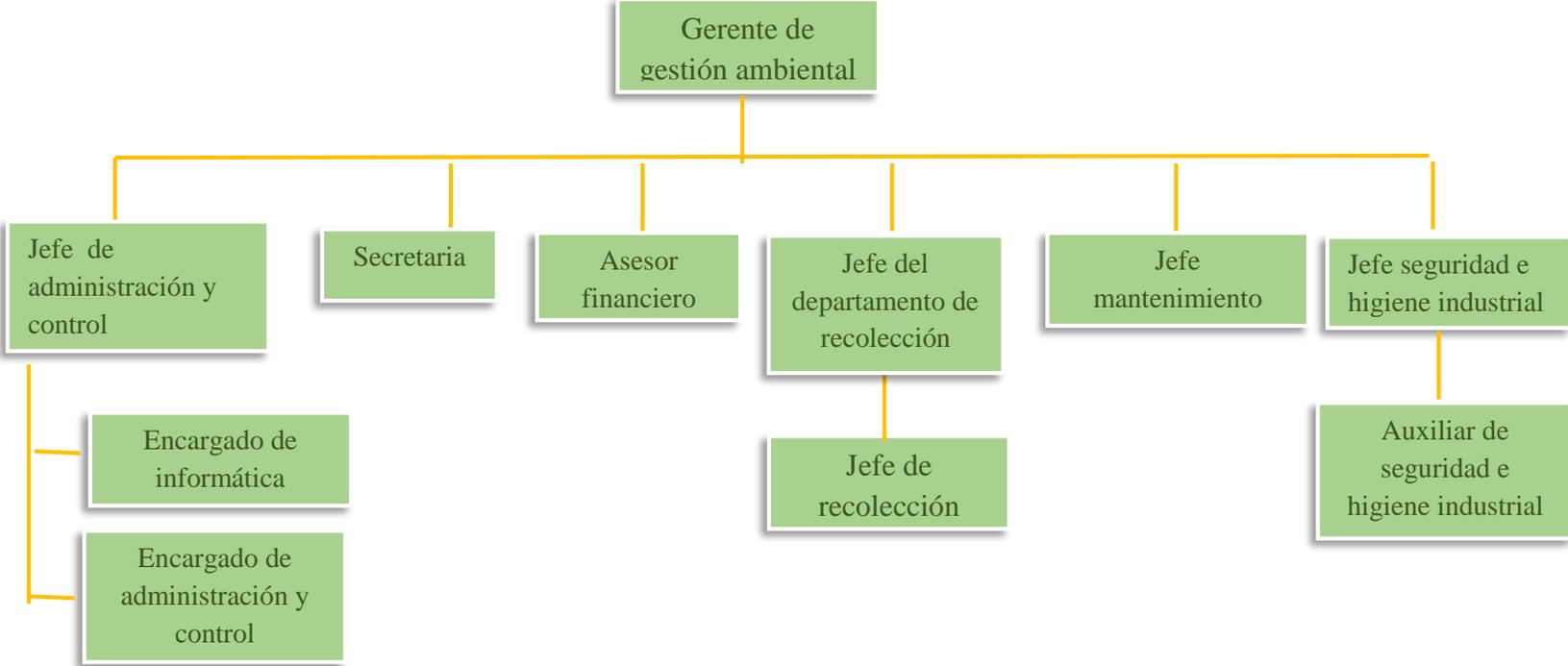
El objetivo que tienen las personas que forman parte es de:

- Hacer arreglos orientados a una meta
- Trabajar en conjunto
- Utilizar conocimientos y técnicas
- Integración de actividades estructuradas

A continuación se presenta una propuesta de organigrama que debería tener el departamento de gestión ambiental.

Organigrama organizacional.

Figura 24-2. Propuesta del organigrama organizacional.



Fuente: Autores

2.3.4 *Diagnostico económico social.*

Metodología del estudio económico/social/implantación.

Al realizar el estudio se trabajó con la siguiente metodología, para el servicio de recolección de desechos sólidos de GADM Salcedo.

Tabla 25-2. Valor de recolección de los recorridos actuales de San Miguel de Salcedo.

Tipo de vehículo	Distancia promedio recorrida(Km/Día)	Rendimiento (Gal/Km)	Precio \$/Gal	Total \$/día
5 y 7 Ton	59.67	0.25	1.037	15.47
5 y 7 Ton, relleno a estacionamiento.	48	0.25	1.037	12.44
Total				27.91

Fuente: Autores

Para la recolección de desechos sólidos en la actualidad es de \$27.91 diarios con respecto al precio del combustible.

Tabla 26-2. Valor de recolección de los recorridos propuestos para San Miguel de Salcedo.

Tipo de vehículo	Distancia promedio recorrida(Km/Día)	Rendimiento (Gal/Km)	Precio \$/Gal	Total \$/día
5 Ton, ruta 1 y 2	15.24	0.25	1.037	3.95
5 Ton, ruta 3 y 4	18.8	0.25	1.037	4.87
5 Ton, relleno a estacionamiento.	32	0.25	1.037	4.15
Total				12.97

Fuente: Autores

Consumo diario de combustible en la recolección de desechos sólidos del sector urbano (San Miguel de Salcedo) será de \$12.97

Al comparar del costo actual de consumo de combustible es de \$27.91 y el propuesto de \$12.97 se ha disminuido de un 53.53 % lo cual beneficia al departamento de gestión ambiental y al GAD Municipal de Salcedo.

2.3.4.1 *Inversiones fijas del proyecto.* Para la realización del proyecto es necesario asignar varios recursos. En la adquisición de activos fijo o tangibles y los nominales (intangibles) para el inicio de la planta y su funcionamiento.

Inserción fija tangible.

Estos son utilizados en el proceso de transformación de insumos, se distinguen:

- Recursos naturales
- Terreno
- Remodelación de edificio o construcción.
- Infraestructura (energía, comunicaciones, etc)
- Equipos (maquinaria, herramientas, etc.)

Todas las inserciones fijas o tangibles con excepción de terrenos están sujetos a la depreciación o amortización.

Inserción fija intangible.

Estos son necesarios para que arranque el funcionamiento de la empresa o servicio, se tiene como ejemplos:

- Gastos de organización
- Patentes y licencias
- Capacitaciones
- Costo de puesta en marcha.

Clasificación de inversión fija

Tabla 27-2. Inversión fija.

RUBRO	TIPO
Vehículo de 5 ton.	Tangible
Vehículo de 7 ton.	Tangible
Mapas actualizados.	Tangible
Equipo de protección personal.	Tangible
Mobiliario y equipo de oficina.	Tangible
Investigación y estudios previos.	Intangible
Capacitaciones previas.	Intangible
Costo de administración del proyecto.	Intangible

Fuente: Autores

Determinación de inversión fija

Tabla 28-2. Determinación de la inversión fija.

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL /ANUAL
Vehículo de 10 toneladas.	2	80000	160000
Vehículo de 16,5 toneladas.	3	65000	195000
Mapas actualizados.	1	45	45
Equipo de protección personal.			
° Guantes de cuero	384	1	384
° Chaleco fluorescente	64	3	192
° Uniforme	64	15	960
° Mascarillas	720	0,2	144
° Gafas de protección lateral	64	1,5	96
° Zapatos	64	20	1280
° Extintor ABC 10lbs	5	20	100
Mobiliario y equipo de oficina			
° Escritorio	2	150	300
° Computadora	2	509	1018
° Silla de espera	1	210	210
° Silla ergonómica	2	119	238
° Impresora	2	195	390
° Archivador	2	89	178
° Leptón	1	570	570
Investigación y estudios previos	1	1020	1020
Capacitaciones previas	2	160	320
		TOTAL	362445
		Imprevistos (5% del monto total)	18122,25
		TOTAL DE LA INVERCION	380567,25

Fuente: Autores

Se obtiene como conclusión que la inversión fija será de 380567.25 por lo tanto cubre el monto que es asignado al GADM Salcedo, evitando los costos de financiamiento.

2.3.5 Costos del servicio. Para realizar el estudio de costos se realizó, asignación de costos a los recursos requeridos para conocer el costo del servicio.

Se llevó un control de costos que son incluidos para calcular los montos totales, registros y cuentas especial mente diseñadas para determinar el costo unitario de los artículos, para una buena toma de decisión.

En atención a los elementos se incluyen, estos incluyen a los rubros que pueden ser absorbentes o directos, el costo unitario del artículo o servicio. Los costos de recolección de desechos sólidos se optó por el sistema absorbente ya q es el más utilizado en la mayoría de las empresas por incluir todos los costos del proyecto como son los de materia prima, mano de obra y los cargos indirectos sin importar si son elementos fijos o variables.

Se utilizó el sistema de costeo absorbente por proceso que consta en agrupar todos los rubros costeables de la empresa estos pueden ser: costos de administración, de producción, de comercialización y costos financieros, para obtener un total de ellos.

A continuación se calculó el costo unitario se divide el total entre el número de unidades producidas durante el periodo de tiempo que fue calculado cada uno de los costos.

2.3.5.1 *Costos directos e indirectos.* Los costos directos son los que están relacionados directamente con el servicio y cuantificables fácilmente mientras que los costos indirectos para elaborar el producto o servicio a prestar en este caso de recolección de desechos sólidos del cantón salcedo esta es determinada con la siguiente ecuación.

$$\text{C.M.O} = \text{Sa} + \text{P} \quad (12)$$

Donde

C.M.O = costo de mano de obra directa o indirecta.

Sa = salario anual de la mano de obra contratada.

P = Prestaciones de ley más prestaciones adicionales de la empresa.

Representando la ecuación es necesario definir el monto de las prestaciones, salario mínimo.

- El salario va a depender según la función que realice dentro de la institución.
- El costo de servicio al IEES es de 9.15 % mensual para el sector público del empleado.
- El costo de vacaciones es un salario y es de 15 días, pasado los 5 años de servicio se aumenta un día adicional.
- Los fondos de reserva es de 8.33 % mensual que se descuenta de sueldo del empleado.

2.3.5.2 *Costo de mantenimiento.* Esto se refiere al costo por el mantenimiento de la maquinaria y el costo utilizado de los equipos para realizar el mantenimiento, estas constan de mano de obra, lubricación, revisiones programadas periódicamente, etc.

2.3.6 Estrategias y políticas de implementación. Las estrategias y políticas que ayudaran a la implementación son las siguientes:

Estrategias

- Se financiara con fondos propios,
- Para reducir el tiempo de implementación se hará las solicitudes de los recursos necesarios a los proveedores.

Políticas

- El proyecto debe realizarse en un tiempo estipulado.
- El proyecto debe cubrir el monto determinado de la inversión con el fin de no aumentar los gastos.

2.3.7 Estrategias y políticas de implementación. Es necesario programar cada una de las actividades que se presentan en la matriz de marco lógico definiendo tiempos para que sean desarrollados.

Para cada actividad hay que asignar tiempo de acuerdo al grado de dificultad e importancia, se tomara en cuenta una semana laboral de lunes a viernes.

En la tabla se presenta el desglose de dependencias y tiempos por actividad.

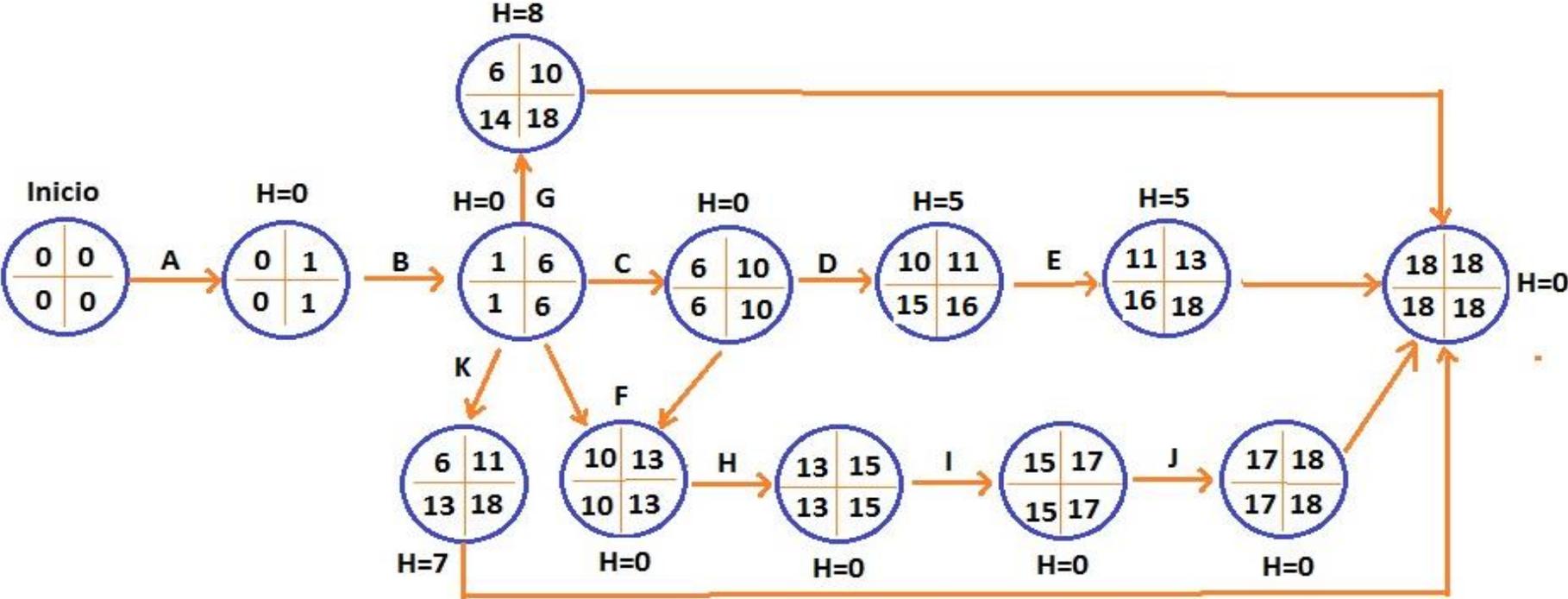
Tabla 29-2. Asignación de tiempos a las actividades.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	PREDECESOR	DURACIÓN (SEMANAS)
A	Aprobación del proyecto.	-	1
B	Gestión del financiamiento	A	5
C	Contratación del personal.	B	4
D	Capacitación previa.	C	1
E	Ubicación de eco tachos	D	2
F	Capacitación del personal administrativo y operativo.	B,C	3
G	Compra de equipo.	B	4
H	Verificación de rutas propuestas	F	2
I	Evaluación de ruta preliminares	H	2
J	Aplicación de la metodología	I	1
K	Campañas de información a la ciudadanía.	B	5

Fuente: Autores

DIAGRAMA PERT (Técnica de evaluación y revisión de programas), plan de implantación del proyecto.

Figura 25-2. Diagrama PERT del plan de implantación del proyecto.



Fuente: Autores

Ruta crítica A – B - C - F - H – I - J

Duración del proyecto 18 semanas

Para la determinación de la ruta crítica del proyecto a implantarse se define los siguientes conceptos:

Ruta crítica.- Conjunto de actividades que actúan de forma directa al proyecto el atraso de alguno de ellos provocaría que se incremente el tiempo y sus costos.

Actividades críticas.- Son actividades que forman una parte de la ruta crítica.

Holgura de un suceso.- indica el tiempo que puede retrasarse una actividad de manera que este no afecte al tiempo establecido del proyecto.

Holgura libre de una actividad.- Indica el tiempo disponible después de haber terminado una actividad.

2.3.8 *Determinación de la duración óptima para la implantación del proyecto.* La duración óptima para la implantación del proyecto es aquella que refleje un tiempo corto de la duración la cual ayude a tener un tiempo mínimo y un costo mínimo tomando en cuenta las siguientes consideraciones

- Si el contratante le urge terminar el proyecto sin tomar en cuenta el costo.
- Si el contratante posee recursos necesarios y desea que se realice en un tiempo no muy largo.
- Si al contratante le gustaría gastar menos dinero y no le importa el tiempo de duración.

Tomando en cuenta estas consideraciones se realiza una solución óptima para poner en marcha el proyecto

A continuación se presenta un cronograma de las actividades del plan de implantación del proyecto.

Cronograma de actividades

Tabla 30-2. Cronograma de actividades del plan de implantación.

Act.	Descripción	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				
		S1	S2	S3	S4																	
A	Aprobación del proyecto.	■																				
B	Gestión del financiamiento		■	■	■	■	■															
C	Contratación del personal.						■	■	■	■												
D	Capacitación previa.										■											
E	Ubicación de los eco tachos											■	■									
F	Capacitación del personal administrativo y operativo.						■	■	■													
G	Compra de equipo.						■	■	■	■												
H	Verificación de rutas propuestas													■	■							
I	Evaluación de ruta preliminares															■	■					
J	Aplicación de la metodología																	■				
k	Campañas de información a la ciudadanía.						■	■	■	■	■											

Fuente: Autores

CAPITULO III

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

El diseño para la optimización de la recolección de residuos sólidos de San Miguel De Salcedo cumple con cubrir la totalidad de residuos sólidos generados diariamente optimizando recursos de la zona urbana

Se colocó los eco tachos acorde a la necesidad de las familias serán colocados al lado derecho según la dirección de la vía lo que evitara que el camión recolector interrumpa el tráfico.

El 100% de las familias de san miguel de salcedo reciben el servicio de recolección de residuos sólidos por parte del GAD Salcedo.

Las familias utilizan el método de acera lo cual afecta a que los animales o personas puedan provocar que se disperse.

En San Miguel De Salcedo los usuarios califican al servicio como regular debido a que dejan residuos dispersos después de su recolección.

Actualmente la generación de desechos sólidos es de 7.72 ton/ día.

El costo de combustible utilizado diariamente a disminuido en un 53.53%

La división de zonas de recolección se lo realiza acorde al número de camiones que posee el municipio y este a su vez está relacionada con la capacidad de los mismos.

Para implantar la propuesta tiene una duración de 18 semanas.

3.2 Recomendaciones

Para tener un buen resultado en la implantación de la propuesta del sistema de logística en la recolección de desechos sólidos se debe realizar las respectivas capacitaciones al personal involucrado.

Dialogar con entidades interesadas con la logística de recolección de desechos sólidos

Se debe realizar una actualización de la información y realizar ajustes cada año con respecto a los datos para poder alinear las zonas.

Se debe realizar campañas tanto a la sociedad como a instituciones educativas y empresas sobre el buen uso de los recolectores evitando que existan residuos los cuales ocasionan mal olor y una mala vista del cantón.

Evitar el uso de música o sirenas para la recolección debido a que esto ocasiona molestias a las familias.

Se debe capacitar de forma periódica al personal lo que ayudara q que realicen de mejor manera sus labores y presten un mejor servicio.

Se debe realizar inspecciones periódicas al personal con el uso de su equipo de protección personal y velando por su salud y seguridad.

Para la implantación del sistema de logística de recolección de residuos sólidos lo deben realizar personas del GAD debido a que ellos serán los que realizaran las actividades para que funcione.

Realizar una inspección con el formato de toma de tiempos en las zonas de eco tachos para realizar un estudio y pueda ser modificado la ubicación de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

PORTAL, Carlos. *Supply chain management*. Asuncion - Paraguay, 2011.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. [En línea] Ecuador, 2017. [Consulta: 19 de Septiembre de 2017.] Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>.

FUENTE, Alejandro. *Universidad autónoma del estado de Hidalgo*. [En línea] Mexico, 2013. [Consulta: 19 de Septiembre de 2017.] Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e5.html>.

GAD SALCEDO. *Departamento de seguridad y ambiente*. [En línea] Ecuador, 2014. [Consulta: 04 de junio de 2017] Disponible en: <http://www.salcedo.gob.ec/el-canton-salcedo/>.

HILLIER, Frederick & LIEBERMAN, Gerald. *Introducción la investigación de operaciones*. Mexico : McGRAW-HILL, 2010. pp. 54-58

RODRÍGUEZ, Jesús. PIERDANT, Alverto & RODRÍGUEZ, Cristian. *Estadística para administración*. Mexico, 2011.

MANCERA, Mario et al. *Seguridad e Higiene Industrial Gestion de riesgo* . Colombia : Alfaomega, 2012. pp. 32-35

MONDRAGON, Pedro. *Peditoum* [En línea] Mexico, 2014. [Consulta: 05 de Abril de 2017.] Disponible en: <http://peditoum.blogspot.com/2014/>.

MURRAY, Spiegel & LARRY, Stephens. *Estadística*. Mexico : the McGraw-Hill, 2009. pp.35-38

OROZCO, Carmen, et al. *Contaminación Ambiental*. Madrid España, 2008. pp. 84-88

PILLAJO, Christian, et al. *manejor de desechos solidos* . Quito, 2013.

PLANÉTICA. *Informacion sobre ecología, cuidado y protección del medio ambiente.* [En línea] Mexio, 2011. [Consulta: 04 de junio de 2017.] Disponible en: <http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. *Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.* Quito, 2006. libro VI anexo 6. pp. 23-27

RODRIGUEZ, Menjivar & MARLENI, Silvia. *Investigación de operaciones.* [En línea] Colombia, 1996. [Consulta: 12 de Junio de 2017.] Disponible en: http://opac.fmoues.edu.sv/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=9593&shelfbrowse_itemnumber=14516.

SALAZAR, Bryan. *Ingenieriaindustrialonline.* [En línea] Mexico, 2016. [Consulta: 19 de Septiembre de 2017.] disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigación-de-operaciones/problema-del-agente-viajero-tsp/>.

GAD SALCEDO. 2017. *Salcedo.gob.ec.* [En línea] Ecuador, 2017. [Consulta: 18 de 08 de 2017.] disponible en: <http://www.salcedo.gob.ec/?s=mapa+de+salcedo>.

TAHA, Hamdy A. *Investigacion de operaciones, 7a. edicion .* Mexico, 2004. pp. 97-103

RENOVE TECNOLOGÍA. *renovetec.* [En línea] Ecuador, 2003. [Consulta: 01 de Octubre de 2017.] Disponible en: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>.

MRL. *Formato Modelo-Reglamento interno-de-Seguridad-y-Salud.* [En línea] Ecuador, 2012. [Consulta: 15 de 09 de 2017.] Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/Modelo-Reglamento-de-Seguridad-y-Salud.pdf>.

UBEDA, Raúl . *Negocios globales.* [En línea] Mexico, 2010. [Consulta: 24 de Mayo de 2017.] Disponible en: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=663>.