



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA INDUSTRIAL**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ORGANIZACIÓN Y CONTROL
PARA LA RECOLECCION DE LOS DESECHOS SÓLIDOS, EN LA
ALCALDÍA DE ILOPANGO”**

Trabajo de Graduación presentado por:

JORGE DAVID TEJADA FUENTES

JOSE ANGEL GUZMÁN SANCHEZ

EDGARDO ALONSO GUTIERREZ

Para optar al Grado de:

INGENIERO INDUSTRIAL

NOVIEMBRE, 2002

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTROAMERICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

LIC. JOSÉ MAURICIO LOUCÉL
RECTOR

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ
VICERRECTOR ACADÉMICO

LIC. LUIS RICARDO NAVARRETE
DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. GENARO ANTONIO HERNANDEZ LEMUS
PRESIDENTE

ING. MARIO ERNESTO CARBAJAL ALAS
PRIMER VOCAL

ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR
SEGUNDO VOCAL

San Salvador, El Salvador, Centroamérica

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar gracias a Dios por que me ha permitido cumplir otra meta de mi vida, la cual en muchas ocasiones la mire distante. Gracias.

Un agradecimiento muy especial para mi Madre que se sacrifico y me dio todo su apoyo en las buenas y en las malas durante mi formación académica (desde 1º que era un poco topado hasta hoy) y es de ella gran parte de este logro. Espero que también cumplas con tu carrera.

Agradezco a mi Padre por el apoyo y ayuda que me ha dado a lo largo de toda la carrera, espero que también cumplas con tu carrera. También como a mis hermanos y a mi hermana que en muchas ocasiones me ayudaron en una u otra cosa y les deseo que también logren sus objetivos.

Un saludo para toda la cherrada de la “U” que recibió clases conmigo, que hicimos trabajos y de ves en cuando estudiábamos y en fin a todas las personas que en algún momento me dieron su apoyo.

Un saludo para los cheros con los que “tranzo musicon” y con los de la “jodarría”: elmer, susto, yurik, cesar, chele, ringo, etc, etc..... etc.

Este logro se lo dedico especialmente a mi Abuela, Maria Julia Tejada Choto Vda. de Fuentes (13/02/1913 – 25/06/2002), quien siempre estaba en la casa cuando yo venia de clase y estudiaba, y se sentía bien orgullosa de que ya casi terminaría mi carrera, pero el destino no le permitió ver el final de la carrera.

JORGE DAVID TEJADA FUENTES

AGRADECIMIENTO

A Jehová, por toda su protección y amor infinito.

A mis Papas, Por todo el esfuerzo y apoyo brindado durante todos estos años; especialmente en los momentos más difíciles, que me ayudaron a llevar la carga de una manera ligera, para poder lograr mi profesión.

A mis hermanos, Rafael, Roberto, Luis porque el triunfo de uno es el logro de todos.

A mi tía Elvirita, por el apoyo y comprensión brindado.

A mis maestros por toda la colaboración y conocimiento académicos.

A mis compañeros, Edgardo y Jorge con quienes culminamos una meta impuesta.

A todos ellos, a mi demás familia y amigos, les dedico esta etapa de mi formación profesional, con mucho cariño por ser pilares que me sostuvieron en los momentos difíciles, mis mas grandes agradecimiento, por toda su ayuda.

JOSE ANGEL GUZMAN SANCHEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por haberme guiado e iluminado en este camino

A mi Madre, por llevarme en la ruta de la superación mediante el estudio

A mi Padre, Por su apoyo constante en lograr metas propuestas.

A mi Esposa, por ser una luz en todos mis caminos

A mis hijos que constituyen mi razón de esfuerzo constante.

A mis maestros por su valiosa contribución académica

A mis compañeros de estudio y amistades por su comprensión y colaboración

EDGARDO ALONSO GUTIERREZ SANCHEZ

INDICE

Introducción	i
--------------	---

CAPITULO I “MARCO DE REFERENCIA TEORICA Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION”

1.1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1.1. Objetivos de la investigación	1
1.1.2. Justificación	2
1.1.3. Alcance y delimitación de la investigación	3
1.2. ANTECEDENTES GENERALES Y PROBLEMÁTICOS	5
1.2.1. Municipio de Ilopango	5
1.2.2. Antecedente problemático	7
1.2.3. Formulación del problema	14
1.2.4. Situación actual	16
1.3. MARCO TEÓRICO	18
1.3.1. Teoría general de sistemas	18
1.3.2. Recolección de desechos sólidos	25
1.3.3. Planeación maestra	34
1.3.4. Desechos sólidos	35
1.3.5. Proceso de diseño	39
1.3.6. Marco legal	44

CAPITULO II: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

2.1. INTRODUCCION	47
2.2. GENERALIDADES	47
2.2.1. Tipo de estudio	47
2.2.2. Método de investigación	48
2.3. POBLACION Y MUESTRA	48
2.3.1. Población	48
2.3.1.1. Censo	48
2.3.1.2. Muestra	49
2.3.1.3. Tipo de muestreo a utilizar	49
2.3.2. Determinación de la muestra	50
2.3.2.1. Distribución de la Muestra	50
2.4. FUENTES Y TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS	51
2.4.1. Fuentes primarias	51
2.4.2. Fuentes secundarias	51
2.5. RESULTADOS DE ENCUESTAS	52
2.5.1. Encuesta realizada a la población del municipio de Ilopango	52
2.5.2. Encuesta realizada a empresas comerciales e industriales	68
2.5.3. Censo realizado a motoristas y peones de recolección de la alcaldía de Ilopango	83
2.5.4. Resultado de entrevista a jefes y supervisores del departamento de servicios generales de la alcaldía de Ilopango.	96
2.6.MÉTODO DE OBSERVACION	97
2.7. DIAGNOSTICO	98

CAPITULO III: PROPUESTA DE DISEÑO

3.1. PROCESO DE DISEÑO	102
3.1.1. Formulación del problema	102
3.1.2. Análisis del problema	103
3.1.2.1. Variables de entrada	104
3.1.2.2. Variables de salida	107
3.1.2.3. Criterios	109
3.1.2.4. Restricciones	110
3.1.2.5. Recopilación de información sobre rutas de recolección	111
3.1.2.6. Diagnostico de las rutas de recolección	126
3.2.ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE RECOLECCION.	132
3.2.1. Búsqueda de alternativas de solución	140
3.2.2. Evaluación de alternativas de solución	141
3.2.3. Especificación de la solución	142
3.3. DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO	142
3.3.1. Determinación de áreas de recolección	143
3.3.1.1. Calculo de áreas de recolección	155
3.3.2. Diseño de rutas de recolección	157
3.3.2.1. Recorrido total de cada ruta de recolección	159
3.3.2.2. Distancias recorridas por camión	160
3.3.3. Calculo de numero de contenedores	162
3.4. PLAN DE IMPLEMENTACION	164

3.5. CONTROL DEL SISTEMA DE RECOLECCION	165
3.5.1. Formulario de seguimiento de tiempos y kilometraje de rutas	166
3.5.2. Formulario de seguimiento semanal de rutas	167
3.5.3. Formulario para el calculo de generación de desechos sólidos en áreas de recolección	168
3.5.4. Calculo de distancias productivas y eficiencias	169
3.5.5. Control semanal de toneladas recolectadas	170
3.5.6. Orden de mantenimiento para unidades de recolección	171
3.5.7. Control de consumo de combustible	172
3.5.8. Control de incapacidades a trabajadores	173
3.5.9. Formulario de entrega de materiales	174
3.5.10. Control de mantenimiento a unidades de recolección	175
3.5.11. Formulario para supervisión de zonas	176
3.5.12. Formulario de control de asistencia para motoristas y peones.	177
3.6. DEMANDA FUTURA Y REQUERIMIENTOS SEMANALES PARA RECOLECCION	179
3.6.1. Requerimientos semanales para la recolección	180
3.7. INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO	182
3.8. INVERSION Y BENEFICIOS DEL PROYECTO	184
CONCLUSIONES	187
RECOMENDACIONES	189
BIBLIOGRAFIA	191
MARCO CONCEPTUAL	
ANEXOS	

INTRODUCCION

En la actualidad la recolección de los desechos sólidos en el país se ha vuelto uno de los problemas mas complejos para la administración publica, principalmente para las alcaldías.

Problemas de organización y manejo de los recursos con los que se cuenta actualmente y la consecución de nuevos recursos para prestar el servicio de recolección de los desechos sólidos, se dificulta debido a que en la toma de decisiones municipales influyen ideologías políticas y por lo tanto el temor de no estar en el futuro en cargos ejecutivos para la toma de decisiones.

En lo que se refiere básicamente a la organización, distribución y utilización de los recursos para la recolección y el control de estos, constituye uno de los principales problemas para la actual dirección municipal del municipio de Ilopango.

Para tener una alternativa de solución se ha realizado la presente investigación que lleva como nombre “Diseño de un sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos, en la alcaldía de Ilopango”.

Este documento contiene tres capítulos los cuales se explican a continuación:

Capitulo I “Marco de referencia teórica y antecedentes de la investigación”, se presentan primeramente los Aspectos Generales del documento como el Objetivo general y los objetivos específicos del trabajo, la Justificación del por que de la realización de este trabajo, el Alcance del trabajo el cual indica hasta donde llegara el nivel de diseño y su propuesta de implementación y la Delimitación del estudio, que señala las restricciones que tendrá el trabajo.

También se presenta los antecedentes generales y problemáticos en el cual se identifican generalidades del municipio de Ilopango, antecedentes problemáticos, la descripción de la problemática actual del problema de la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango, la formulación del problema y la síntesis de este.

Finalmente se presenta el Marco Teórico del problema el cual contiene: teoría general de sistemas, teoría sobre diseño de rutas de recolección para los desechos sólidos, teoría sobre los desechos sólidos, plan maestro para la recolección de los desechos, el proceso de diseño y el marco legal del servicio de recolección de los desechos sólidos.

Capítulo II “Metodología de la investigación”, en el presente capítulo se realiza la investigación de campo del presente trabajo de investigación. Básicamente esta investigación consiste en conocer la problemática de los desechos sólidos del municipio de Ilopango desde diferentes sectores que habitan en el mencionado municipio, así como de las personas que se encargan de la recolección de los desechos sólidos por parte de la alcaldía.

También en el presente capítulo se emplea la observación de cada uno de los diferentes investigadores con el fin de obtener un diagnóstico acorde a la realidad y a las expectativas que persiguen los objetivos del presente trabajo. Al final se encuentra un diagnóstico combinando los resultados de la investigación de campo y la observación.

Capítulo III “Propuesta de diseño”, en este capítulo se ponen en práctica los conceptos adquiridos en el marco teórico y se busca reducir al mínimo las deficiencias del sistema recopiladas en el capítulo II, también se hace una evaluación de cada una de las áreas y las rutas de recolección del sistema actual, con el objetivo hacer que las nuevas rutas y áreas de recolección sean óptimas y que se pueda contar con los camiones en buen estado.

También se han diseñado los formularios que servirán de control para las nuevas rutas y áreas de recolección, así como el plan de implantación del nuevo sistema de recolección y los costos y beneficios que generara el proyecto.

Como todo trabajo de investigación se presentan las conclusiones de la investigación, recomendaciones que podrían ser útiles para el mejor funcionamiento del nuevo sistema, un glosario técnico para la mejor comprensión de los términos empleados en la investigación y los anexos del trabajo.

CAPITULO I

MARCO DE REFERENCIA TEORICA Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

1.1. ASPECTOS GENERALES

A continuación se presentan aspectos generales del trabajo como lo son los Objetivos del trabajo, general y específicos; la justificación del porque de la elaboración del trabajo y la especificación del Alcance y la delimitación del trabajo.

1.1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.1.1.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos del municipio de Ilopango, en la alcaldía de Ilopango, con el propósito de dar un servicio optimo en la recolección de los desechos sólidos de este municipio.

1.1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar la información teórica actual relacionada con la recolección de los desechos sólidos, para que se describa el marco de referencia que convalide la investigación.
- Utilizar herramientas de investigación para recopilar, organizar y analizar la información obtenida de las encuestas y entrevistas realizadas, para determinar los principales problemas en la recolección de los desechos sólidos del municipio de Ilopango.
- Elaborar una propuesta de diseño de un sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango, para dar un servicio optimo de recolección a la población de este municipio.

1.1.2. JUSTIFICACIÓN

Uno de tantos problemas que la alcaldía ha tomado con mayor preocupación es el de no cubrir la demanda de recolección de los desechos sólidos, ya que actualmente no se puede dar un servicio óptimo debido a que no se cuenta con la organización ni los recursos necesarios para cumplir con la demanda que presenta tanto la población, como las empresas comerciales e industriales.

El trabajo de investigación que tiene por finalidad diseñar un nuevo sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos para la alcaldía de Ilopango, proporcionará a esta alcaldía una mejor organización y un mejor control del departamento de Servicios Generales para programar una mejor atención a los usuarios. La investigación propondrá una organización de rutas y procedimientos de asignación de estas para la recolección de los desechos sólidos por lo cual se hará un mejor uso de los recursos materiales, humanos y el tiempo programado para facilitar el servicio de recolección. Además se diseñará un sistema de control de la información, el cual esté acorde a las necesidades, ayudará a verificar o controlar la ejecución de rutas de recolección, registrará el mantenimiento que se dará a las unidades de recolección, servirá como nexo informativo con otras áreas de la alcaldía y llevará un registro general de toda la información que se relacione con el servicio de recolección.

La realización de este trabajo es importante debido a que se presentará una propuesta que busque dar un servicio óptimo en la recolección de los desechos sólidos a la población del municipio de Ilopango. Es importante la disposición de los encargados del departamento de servicios generales como de la gerencia de la alcaldía municipal de Ilopango para dar todo el apoyo y colaboración para la realización del estudio, concientes que será de beneficio para la alcaldía, población y empresas del municipio y que el estudio puede ser la referencia para un próximo estudio que sea necesario tomando en cuenta el desarrollo y crecimiento que hay en el municipio.

1.1.3. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Alcance:

- El estudio propuesto será orientado a organizar el servicio de recolección en las zonas urbanas y legalmente registradas en el departamento de Catastro de la alcaldía municipal.
- Los resultados de la investigación se presentaran en un documento el cual se propondrá a la alcaldía de Ilopango y llegará solamente a nivel de diseño y propuesta de implementación, el cual será una alternativa a la municipalidad para solucionar el problema de recolección de los desechos sólidos.

Limitaciones:

- El diseño del programa de mantenimiento preventivo de los camiones se limita a los aspectos generales (que tengan las recomendaciones técnicas brindadas por los fabricantes) a través de un manual de mantenimiento y operación de los camiones recolectores.
- Se diseñará el sistema de control solo para el servicio de recolección de desechos sólidos, ya que en el departamento de servicios generales se prestan otros servicios.
- Debido a que no se cuenta con un sistema de organización y control actual para dar el servicio de recolección de desechos, se pondrá mayor énfasis en la propuesta del sistema a diseñar.
- Se trabajará sobre las causas que involucran directamente a la alcaldía (causas económicas y administrativas), ya que el problema es demasiado

extenso y una solución integral requiere de la participación de profesionales en distintas áreas y mas tiempo de trabajo.

Viabilidad:

En el diseño del sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos para la alcaldía de Ilopango, se utilizarán las siguientes fuentes de información:

- Primarias: Entrevistas con el gerente de la alcaldía y encargados del departamento de servicios generales, encuestas a empleados en el departamento de servicios generales y a la población del municipio de Ilopango, así como la observación directa de la situación actual.
- Secundarias: Tesis e investigaciones realizadas anteriormente en este u otros municipios, Internet, datos recopilados en el departamento de servicios generales.

Delimitaciones:

- Espacial: La investigación se llevara a cabo en el municipio de Ilopango, departamento de San Salvador.
- Geográfica: El estudio se realizara en la Alcaldía municipal de Ilopango, situada entre la av14 de Diciembre y calle Francisco Menéndez frente al parque central.
- Especifica: Departamento de Servicios Generales
- Temporal: El estudio se realizará en el periodo comprendido del mes de Agosto de 2001 y el mes de Junio de 2002

Financiación:

El estudio será financiado por los integrantes del grupo de investigación, en todos los aspectos.

1.2. ANTECEDENTES GENERALES Y PROBLEMATICOS.

1.2.1. MUNICIPIO DE ILOPANGO

1.2.1.1. Concepto de municipalidad y Municipio¹

- Municipalidad: Corporación compuesta de un alcalde y varios concejales para la administración de un municipio.
- Municipio: Constituye la unidad política administrativa primaria dentro de la organización estatal, establecida en un territorio determinado que le es propio, organizado bajo un ordenamiento jurídico que garantiza la participación popular en la formación y conducción de la sociedad local, con autonomía, el cual como parte instrumental del municipio esta encargado de la rectoría y gerencia del bien local, en coordinación con las políticas y actuaciones orientadas al bien común general, gozando para cumplir con dichas funciones de poder, autoridad y autonomía suficiente.

1.2.1.2. Datos generales del municipio de Ilopango²

- Área y situación
La ciudad de Ilopango, originalmente llamada “San Cristóbal Xilopango”, es uno de los diecinueve municipios que conforman el departamento de San Salvador, su área comprendida 34.53Km² de superficie, en mayor parte correspondiente a la cadena montañosa intermedia del país, la cabecera municipal esta situada a 625 metro sobre el nivel del mar y a 9 kilómetros al este del municipio de San Salvador. El municipio posee 4 cantones: Chagallo, Dolores Apulo, San Bartolo y Santa Lucia

¹ Tesis: Diseño de un sistema para determinar los costos de la recolección de la basura recolectada en el municipio de Ilopango, para su disposición final en el relleno sanitario de Nejapa. Universidad Modular Abierta, 2000.

² Prediagnosticos municipales del municipio de Ilopango; Secretaria de Reconstrucción Nacional. 1996

- **Relieve**

Las tres zonas altímetras que componen su territorio son:

La alta hacia el norte con un promedio de 640 metros de altitud, la media sobre el rumbo oeste con un promedio de 620 metros de altitud y la baja hacia el este con un promedio de 455 metros de altitud.

- **Aspectos sociales**

Demografía: 136,693 habitantes (121,526 urbanos y 15,167 rurales)

Densidad: 3,959 hab/km² Viviendas: 89.2% urbanas 10.8% rurales

- **Hidrología**

Corresponde a su jurisdicción una parte del lago de Ilopango y la riegan los ríos Shutian, El Chagüite, Cuaya, el Jutal, el Cuilapa, los Pezotes, las Sequías, Arenal y Cañas.

- **Orografía**

La mas notable elevación del territorio municipal esta constituida por los cerros el Eco, 532 metros de altitud, Santa Magdalena, 672 metros, y Amatitan, 642 metros de altitud.

- **Clima**

Aunque en su territorio son perceptibles dos variables climáticas y en la mayor parte prevalece el clima templado oscilando entre 22° - 27°C.

- **Suelo**

La mayor parte del suelo esta formado por piro - clásticas ácidas, en menor proporción se encuentran los originados por los aluviones.

- **Localización**

La posición astronómica de este municipio se localiza a los 13°, 41°, 45° de altitud norte y 89°, 06°, 44° de longitud oeste. Su territorio jurisdiccional esta limitado por el de los siguientes municipios: al norte con Soyapango y San Martín; al este por el Lago de Ilopango; al sur por Santiago Texacuango y Santo Tomas y al oeste por Soyapango.

1.2.2. ANTECEDENTE PROBLEMÁTICO³

Desde la firma de los acuerdos de paz, después que el país sufrió una guerra de mas de 12 años, se incrementó considerablemente la migración de personas que venían del interior del país hacia la capital y sus alrededores. Ilopango, 34.53Km² de superficie, ha sido uno de los municipios mayormente afectados por esta migración de personas, en busca de mayores oportunidades, a tal punto que se estima que se ha incrementado la población de este municipio en un 50% y se tenga en la actualidad una densidad poblacional de 3,959 habitantes por Km², lo cual a hecho que los problemas de la alcaldía se incrementen considerablemente en aspectos administrativos, organizacionales, trato con la comunidad y empresas del sector, servicios y recolección de fondos e impuestos⁴.

Uno de tantos problemas que la alcaldía ha tomado con mayor preocupación es el de no cubrir la demanda de recolección de los desechos sólidos, ya que actualmente no se puede dar un servicio optimo debido a que no se cuenta con la organización ni los recursos necesarios para cumplir con la demanda que presenta tanto la población, como las empresas comerciales e industriales.

En términos generales los problemas, que según los encargados del departamento de servicios generales (recolección de los desechos sólidos), ayudan a que no se solucione el problema de los desechos sólidos, son los siguientes:

- Falta de conciencia ciudadana sobre el manejo y la recolección de los desechos sólidos
- Problemas administrativos; mal flujo de información entre los que recogen la basura, el departamento encargado y las autoridades ediles y gubernamentales.

³ Ver diagrama causa efecto en Anexo 1-1

⁴ Prediagnosticos municipales del municipio de Ilopango; Secretaria de Reconstrucción Nacional. 1996

- Dificultades de tipo técnico: unidades fuera de servicio por defectos mecánicos, unidades sin mantenimiento preventivo, falta de herramientas de trabajo para los trabajadores.
- Dificultades con los trabajadores: personal sin capacitación sobre el manejo de los desechos sólidos, irresponsabilidad de algunos trabajadores.
- Crecimiento poblacional acelerado
- Mala comunicación con algunas empresas
- Mal manejo de los desechos especiales
- Burocracia para con los proveedores y con ciertos informes que se deben de realizar.

El problema posee diversas causas a nivel de todo el municipio, dentro y fuera de la alcaldía (Anexo 1-1); Económicas, administrativas, sociales, políticas y culturales; cada una con diferentes variables; pero las que más afectan a la alcaldía de Ilopango son las causas administrativas y económicas, en la recolección de los desechos sólidos.

La mala logística que se tiene para organizar al personal y las rutas, la falta de personal idóneo para el manejo y recolección de los desechos, la falta de comunicación con empresas y comunidades, el crecimiento poblacional, la falta de conciencia ciudadana sobre el problema al que se hace frente, falta de controles adecuados a los trabajadores y recursos empleados, la no-rentabilidad del servicio de recolección (se invierte mas en la recolección de lo que ingresa en la recaudación de impuestos), la escasa cobertura, el mal estado de las unidades, la falta de registros, etc. hacen que no se pueda tener una planeación firme para afrontar el problema en los periodos de recolección (quincenales o mensuales) de los desechos sólidos.

Actualmente se cuenta con un total de 9 camiones recolectores, de los cuales solo trabajan de 4 a 6, ya que los restantes se encuentran fuera de servicio por desperfectos mecánicos y en algunos casos la vida útil de estos camiones se considera extinta, tienen que estar en mantenimiento correctivo permanentemente; hay 13 motoristas los cuales

comparten los camiones de recolección; hay 40 peones de recolección de desechos sólidos y 3 supervisores para todo lo que es la recolección de los desechos sólidos en todo el municipio de Ilopango.

Actualmente los camiones y los equipos de recolección realizan hasta tres turnos diarios de recolección, una recolección que no da cobertura total, además como no es posible ni correcto recolectar los desechos domiciliarios ni empresariales (comerciales e industriales), y peor aun los desechos hospitalarios (los de mayor contaminación y peligro) en un mismo viaje, pero se hace, esto genera descontentos con muchas empresas y otros sectores del municipio debido a que no se les da la cobertura requerida de los desechos que salen de sus procesos productivos u operacionales, esto es debido a que se le da prioridad a los desechos domiciliarios ya que son los de mas rápida descomposición y los que se producen en mayor cantidad.

Son tantas las variables que intervienen en el problema de los desechos sólidos que no es posible encontrarle una solución integral desde un solo ángulo o punto de vista, cada una de estas variables o grupo de estas requieren ser estudiadas por especialistas en distintas áreas para que se de una solución que abarque todas las causas que intervienen en el problema.

El estado actual de la recolección y transporte, de este municipio cuya disposición final esta en un lugar lejano (el botadero de Nejapa) realiza transporte directo con los vehículos de recolección; esto en consecuencia disminuye la eficiencia de las actividades de recolección / transporte y reduce la vida útil de los vehículos. Es mas, incumpliendo con las rutas de recolección establecidas por el departamento de Servicios Generales las rutas que se siguen en la recolección de la basura se hacen por la decisión del motorista según su experiencia y en esencia estas personas no poseen la asesoría técnica para detectar donde es que realmente se hace necesario dar el servicio de recolección.

Actualmente solo se cubre un 59.1%⁵ de la demanda de recolección de los desechos sólidos, lo que significa que casi una tercera parte de los desechos no son recolectados. Del total de los desechos recolectados el 60% son residuos de tipo domiciliar, 28% residuos de tipo industrial y 12% residuos de tipo comercial. En cuanto a la proporción de estos sectores que se les brinda el servicio de recolección y a los que se les debería de brindar también se tiene información de que un 70% son domicilios y el restante 30% son industrias y comercios.

En lo que se refiere a la recolección y manejo de la información sobre la recolección de los desechos sólidos es la siguiente:

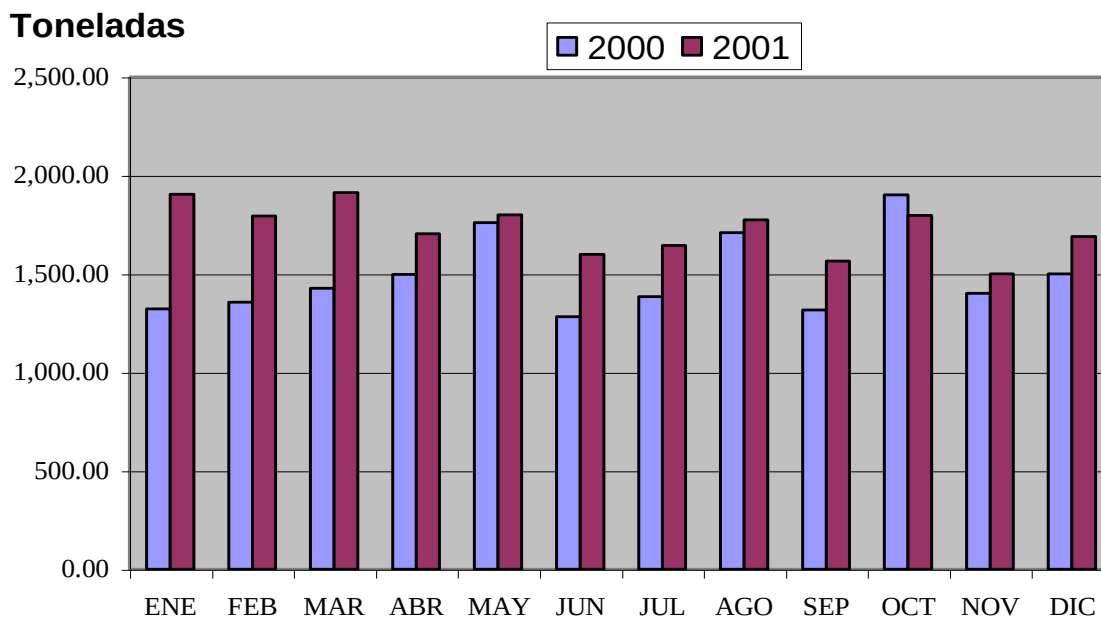
Se hacen formularios de rutas, en los que se establecen frecuencias (días, turno y lugares) conque se prestará el servicio de recolección. Se elaboran controles quincenales y mensuales (consolidados) de la basura que se ha recogido en el periodo. Durante un año se tiene esa información a la mano, al cabo de este se archiva por lo que se vuelve un problema si se quiere tener información de un año que no este en curso. Es de apuntar que los consolidados nunca se preparan en el periodo que se establece (15 días) lo que genera que se acumule el trabajo y que se retrase la recolección de los impuestos por que no se tiene el numero de toneladas de basura recogida.

También hay que mencionar que no se tienen los archivos ni los registros necesarios ni útiles que den validez real al trabajo que se está realizando actualmente. No hay procedimientos a seguir para la designación de equipos, ni para llevar un control adecuado de los recursos invertidos; tampoco hay formularios adecuados para presentar informes a las autoridades municipales ni a los departamentos con los que se tiene relación.

⁵ Información proporcionada por la Unidad Ejecutora del Programa Regional de Residuos Sólidos del AMSS.

1.2.2.1. Recolección de desechos sólidos realizado por la Alcaldía de Ilopango

Recolección de Desechos 2000-2001



MES	2000	2001	% de variación
ENE	1.321,01	1.904,42	44,16%
FEB	1.356,90	1.794,75	32,27%
MAR	1.426,31	1.911,15	33,99%
ABR	1.498,02	1.704,22	13,76%
MAY	1.759,21	1.799,77	2,31%
JUN	1.282,51	1.598,55	24,64%
JUL	1.383,94	1.645,01	18,86%
AGO	1.709,12	1.773,23	3,75%
SEP	1.317,17	1.565,68	18,87%
OCT	1.901,22	1.797,07	-5,48%
NOV	1.401,03	1.500,89	7,13%
DIC	1.500,96	1.688,91	12,52%

TOTAL	17.857,40	20.683,65	206,79
PROMEDIO	1.488,12	1.723,64	17,23%

Toneladas de desechos sólidos recolectadas durante los años 2000 y 2002⁶

⁶ Fuente: Dpto. de servicios generales Alcaldía de Ilopango y Unidad Ejecutora del Programa Regional de Residuos Sólidos del AMSS

El porcentaje negativo significa que en el correspondiente mes de este año hubo disminución en la cantidad de desechos recolectados respecto al mismo mes del año anterior.

Según la tabulación de datos mostrada en el cuadro anterior hay, en promedio, un incremento de 17.23% con relación al año 2000.

1.2.2.2. Causas

Las causas que están involucradas en esta búsqueda de los antecedentes que tiene el problema de la recolección de los desechos sólidos son: administrativas, Económicas, Sociales, Culturales y Políticas (ver Anexo 1-1). Las causas de tipo administrativo y económico son las que dominan el panorama con 7 y 4 variables respectivamente. Tomando en cuenta que estas causas son correspondientes a la Alcaldía es lógico suponer que la mayor parte de los problemas se dan dentro de la alcaldía y en los departamentos relacionados de esta.

También la población y las empresas del municipio de Ilopango contribuyen a esta problemática, ya que gran parte de la ciudadanía no es conciente del problema que se busca afrontar y muchas empresas no son sinceras cuando comunican los tipos de desechos que generan, no pagan lo que corresponde por el servicio y exigen que se les dé cobertura a tiempo completo.

1.2.2.3. Efecto

Como consecuencia de las causas antes mencionadas se da un problema que relaciona toda la problemática administrativa, económica, social y cultural que vive la alcaldía de Ilopango: “Falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos”

1.2.2.4. Pronósticos

De continuar el efecto mencionado y tomando en cuenta que la problemática sigue en aumento es de esperar que sigan y / o se den problemáticas como las siguientes:

- Epidemias (enfermedades gastrointestinales y respiratorias)
- Contaminación ambiental
- Conflictos laborales y administrativos
- Mayor desperdicios de los recursos
- Desinterés de inversionistas por el panorama (turismo, industria, servicios)
- Incremento en la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos
- Mayor deterioro de las unidades de recolección
- Protestas por parte de la ciudadanía y empresas.

1.2.2.5. Control a los pronósticos⁷

La alcaldía de este municipio, como máxima autoridad, debe tomar un papel importante en la solución de la problemática, existen muchas alternativas de solución que podrían plantearse y lógicamente la interacción de ellas daría una solución integral, pero tendrían que involucrarse muchas mas instituciones (Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio del Medio Ambiente, Alcaldía Municipal, Asociaciones empresariales, directivas comunales, etc.) de cada uno de los sectores de la sociedad y las empresas. A continuación se mencionan alternativas que competerían a la alcaldía municipal de Ilopango:

- Implantación de campañas de educación y concientización a la población y empresas: lo cual se lograría con el apoyo de las instituciones mencionadas con anterioridad y tendría un contenido propagandístico.
- Diseño de alianzas estratégicas con las empresas del municipio para enfrentar el problema: confirmar la participación de las empresas del

⁷ Ver Resumen de situación problemática en Anexo 1-2

municipio ya sea en la colaboración de la recolección de los desechos sólidos o en la disposición de estas para dar en forma controlada sus desechos sólidos.

- Diseño de un sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos, en la alcaldía de Ilopango: este sistema permitirá organizar rutas optimas de recolección y tener una eficiente recolección y control de la información relacionada con la recolección de los desechos sólidos.

1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema de la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos involucra principalmente causas económicas, administrativas (ANEXO 1-1), que son causas internas, además de las externas; lo cual es causa para que no se tengan organizadas las rutas de recolección y transporte acorde a las necesidades actuales. Esto lógicamente incluye la falta de control de estas rutas, equipo y herramientas de trabajo, así como, la deficiente recolección de información relacionada a las actividades involucradas en la recolección de los desechos sólidos por lo cual esta información no esta disponible cuando se hace necesaria.

En el municipio de Ilopango se recolectan aproximadamente 1,723.61, toneladas de desechos mensuales, en promedio, el 59.1% del total, quedando una proporción de 1192.82 toneladas, 40.1%, de basura sin recolectar, tanto de comercios, industrias y domicilios. Actualmente se dirige el servicio de recolección de forma empírica, confiando en lo que una persona encargada de turno cree que se debe hacer, sin tomar en cuenta información sobre teorías de organización y control de rutas, control de información, planificación de rutas y documentos sobre seminarios recibidos.

1.2.3.1. Enunciado del problema

Ante esta problemática administrativa y organizativa que se tiene actualmente; que los motoristas de las unidades de recolección hacen los recorridos según su juicio empírico generando exceso o baja capacidad de recolección, o que algunas rutas de recolección no sean lo suficientemente explícitas en su recorrido y por lo tanto no sean respetadas, y que no se cuente con un manual de mantenimiento de unidades y un sistema de control de la información, surge la siguiente interrogante:

¿Qué se puede hacer para solucionar la falta de organización y control en la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango?

Lo que se propone es la aplicación de teorías de Sistemas, Control de sistemas, Diseño de rutas de recolección de desechos sólidos, tipos de desechos y técnicas de Ingeniería industrial; para el diseño de un sistema que permita organizar rutas, de recolección, transportar los desechos a su sitio de disposición final, mantenimiento de las unidades y control de las herramientas asignadas a los trabajadores.

Además se debe diseñar el sistema de control para todas estas actividades y la información relacionada con: la cantidad de toneladas de desechos recolectadas, requisiciones hechas por los supervisores, requisiciones hechas a otras áreas de la alcaldía, control de las rutas y equipos de recolección, cantidad de camiones de recolección disponibles, informes a pasar a otras áreas de la alcaldía, etc de manera que se pueda solucionar la problemática de falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos.

1.2.4. SITUACION ACTUAL⁸

Actualmente en el departamento de Servicios Generales de la alcaldía de Ilopango no tiene diseñado un sistema de organización que especifique como deben ser los recorridos de cada una de las rutas de recolección para los desechos sólidos, ni tampoco hay un sistema de control para la información que se genera en el departamento de servicios generales referente a las actividades de recolección de los desechos sólidos.

1.2.4.1. Organización de rutas

Según los encargados del departamento de Servicios Generales en el mes de Junio de 2001 se hizo un diseño de rutas de recolección. Se organizaron un total de 10 rutas de recolección (5 para turno de la mañana y 5 para el turno de la tarde) las cuales se han repartido entre los 9 equipos de recolección que hay actualmente. En estas rutas se especifica la frecuencia de recolección (días que pasa el camión en un determinado lugar), el numero de la ruta, el numero de equipo, la capacidad del camión en toneladas, el color que se le designa a cada equipo, el nombre del motorista del camión y las empresas y comunidades a las que se les dará el servicio.

Debido a que no se tiene un recorrido específico establecido para cada ruta muchos de los equipos se auto limitan hasta que punto de una colonia, comunidad o a que empresa va a llegar y a cual no les conviene llegar; lo cual hace que sectores de las rutas de recolección se queden sin recibir el servicio de recolección.

En la practica la mayor parte de los viajes de recolección de los desechos sólidos en el municipio están decididas sobre la base del juicio empírico de los motoristas de los vehículos de recolección sin que se respeten las rutas establecidas por el departamento de Servicios Generales. Por ello es usual que se tenga baja capacidad o exceso de capacidad en los viajes de recolección de los desechos sólidos.

⁸ Ver diagrama causa – efecto en Anexo 1-3

Además las rutas establecidas, en algunos casos, solo señalan las colonias a las que hay que prestar el servicio, pero la colonia o comunidad es muy grande (sector Santa Lucía por ejemplo), por lo tanto no se da una cobertura óptima.

También es de mencionar que las rutas no son respetadas por los equipos conforme lo establezca el turno de recolección lo que hace que los equipos del siguiente turno u otra ruta comiencen con demora la recolección de los desechos

No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo para las unidades por lo que cada vez que un camión tiene desperfectos se genera la alteración de las rutas cuando otras unidades deben incrementar el trabajo para cubrir el trabajo de la unidad dañada.

1.2.4.2. Sistema de control de la información

Toda la información que se genera actualmente en el departamento de Servicios Generales, con respecto a la recolección de los desechos sólidos, se transmite básicamente en una forma verbal. Esto ocasiona que la información no se transmita como la ha emitido la fuente y en la mayoría de veces ocasiona malos entendidos entre el personal del departamento y otras áreas (repetición innecesaria de trabajo, llamadas de atención, no-conocimiento de alguna actividad realizada, pérdida de información) ya que en muchas ocasiones la información se altera o se olvida.

Por ejemplo, en ocasiones los trabajadores informan sobre desperfectos en las unidades o hacen requerimientos, pero como no hay solicitudes o formularios solo se da la información en forma de “recado” a los superiores, sin que se reciba respuesta de estos ya que la información no fue dada por un canal establecido oficialmente.

También mucha información importante para el departamento como cantidad de basura recolectada, control de equipos de recolección, control de lubricantes y combustible, etc.

se maneja en formularios que no son los mismos cada vez que se utilizan lo que hace que no se tenga un orden en la recolección, análisis y almacenamiento de la información; no se hace en una forma sistemática.

Además no se cuenta con un Plan Maestro en el que se tengan pronósticos sobre demanda futura de recolección de desechos, por lo que no se puede programar las actividades de recolección, recopilación y verificación de información que son parte importante para revisar y modificar el Plan Maestro cuando sea necesario.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS⁹

En la actualidad es muy frecuente escuchar sobre sistemas, se escuchan mencionar sistemas como: El sistema financiero, el sistema policial, el sistema hospitalario, etc. y se podría citar una gama de sistemas de distinto tipo.

¿Qué es un sistema?

Un sistema es un conjunto de elementos, entidades o componentes que se caracterizan por poseer ciertos atributos identificables que tienen relación entre sí, y que funcionan para lograr un objetivo común.

Además de los sistemas mencionados anteriormente el típico ejemplo de sistema es el mismo hombre, ya que este está formado por una serie de elementos que interactúan entre sí para lograr que el individuo se mantenga vivo y genere ideas.

⁹ Análisis y diseño de sistemas de información, James Senn

- Entorno: Es el medio o ambiente que rodea al sistema, tanto interno como externo de la organización, de tal forma que puede afectarlo y ser afectado por él.
- Limites o fronteras: Nos demarcan el entorno o hasta donde pretende llegar un sistema creado.
- Variables: Todo sistema es un procesador, por lo tanto las entradas y salidas del sistema pueden adoptar diferentes valores, tanto de entrada como de salida.
- Variables de entrada: Son variables sobre las cuales actúa el sistema para producir las salidas, las entradas pueden ser de dos tipos: las activantes y de mantenimiento.
- Variables de salida: Son el resultado que se obtiene después que el sistema ha actuado sobre las variables de entrada.
- Parámetros: Es un conjunto fijo de valores que entran en relación entre las variables de un sistema y que se consideran constantes durante determinado periodo de tiempo.
- Componentes: Son todas aquellas partes identificables del sistema, las operaciones de cada componente combina o modifica las entradas para originar una salida.
- Proceso: Es el resultado neto de todas las actividades que convierten las entradas en salidas.
- Entropía: Es el movimiento de un sistema hacia el desgaste, desorden o discrepancias totales.
- Homeostasis: Es la característica de un sistema para regresar a una posición de estado estable.
- Atributos de los componentes: Son las propiedades o características que poseen los componentes, es decir los objetivos específicos para los cuales fueron diseñados.

El patrón básico de todo sistema se muestra en la figura 1-1:

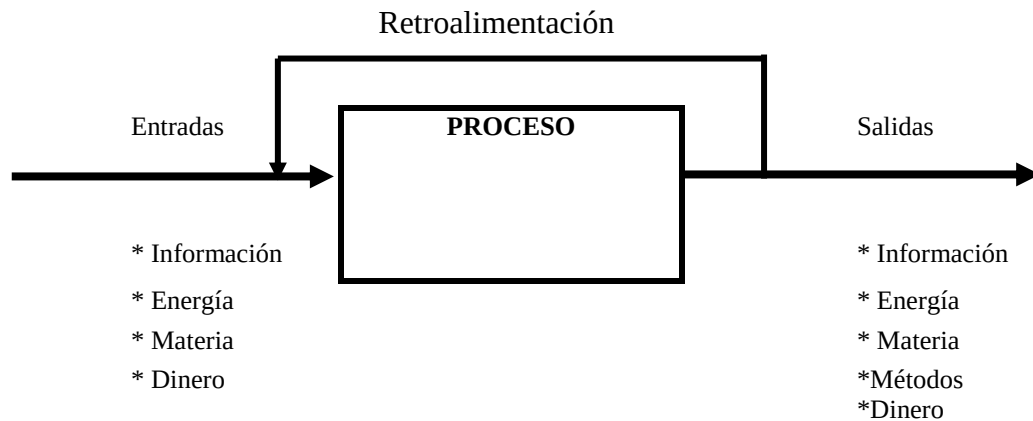


Figura 1-1

1.3.1.1. Sistemas de información

Los sistemas de información son imprescindibles en el ámbito industrial, porque sirven para procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la empresa u organización, producir información, reportes y otras salidas.

Como la función principal de los sistemas de información es dar soporte o ayuda a los demás sistemas de la organización, primero se debe estudiar y conocer el sistema organizacional de la empresa para poder detallar los sistemas de información; el conocer el sistema organizacional de la empresa ayudara a definir cual será el entorno del sistema de información en relación con otras áreas de la misma.

Al realizar un diseño de sistemas de información se deben de identificar y definir de una forma detallada las características importantes y necesarias que deben tener estos sistemas. Se especificará la forma en que va a operar el sistema y sus subsistemas, las entradas requeridas y las salidas que debe de producir al actuar el sistema sobre las entradas, definir los limites o fronteras del mismo, describir los componentes y parámetros del sistema, etc. Existen tres tipos o categorías de sistemas de información para satisfacer las diversas necesidades de una empresa:

- Sistemas para el procesamiento de transacciones.
- Sistemas de información administrativa.
- Sistemas para el soporte de decisiones.

A continuación se presenta en el cuadro 1-1 las categorías de los sistemas de información y sus características:

Categoría de los Sistemas de información	Características
Sistema para el procesamiento De transacciones	Sustituye a los procedimientos manuales por otros basados en computadora. Trata con procesos de rutina bien estructurados. Incluye aplicaciones para el mantenimiento de registros.
Sistema de información Administrativa	Proporciona información que será empleada en los procesos de decisión administrativos. Trata con el soporte de situaciones de decisión bien estructuradas. Es posible anticipar los requerimientos de Información más comunes.
Sistemas para el soporte de Decisiones	Proporciona información a los directivos que deben tomar decisiones sobre situaciones particulares. Apoyan la toma de decisiones en circunstancias que no están bien estructuradas.

Cuadro 1-1

1.3.1.2. Sistema para el procesamiento de transacciones

El diseño de este tipo de sistemas esta relacionado básicamente con los programadores de sistemas de computación, y son los que diseñan para sustituir procedimientos manuales por otros basados en computadora. Básicamente de los que se trata es de llevar a un programa de computación una secuencia o una estructura de pasos a realizar en cualquier actividad y que ha sido estudiada previamente por un experto en la materia. Por ejemplo, un especialista en ventas hace un estudio del proceso atención al cliente – facturación – despacho de mercadería y diseña una secuencia lógica de los pasos que llevara el proceso, este da detalle se los pasos al analista programador y el crea el programa que se utilizara en la computadora para la venta de productos.

1.3.1.3. Sistema de información administrativa.

Los sistemas de información administrativa ayudan a los directivos y a las gerencias de una organización a tomar decisiones y a resolver problemas. Ellos (directivos y gerentes) recurren a los datos almacenados por el sistema como consecuencia del procesamiento de información efectuado por el mismo.

En cualquier tipo de organización (industrial, comercial, etc.) se deben tomar decisiones sobre muchos aspectos, estos aspectos se presentan con regularidad cada cierto periodo de tiempo (semanal, quincenal, mensual, etc.); y para hacerlo se requiere de información. El sistema se encargara de proporcionar la información necesaria para poder tomar las mejores decisiones para el bien de toda la organización.

1.3.1.4. Sistema para el soporte de decisiones

Son sistemas utilizados por la alta gerencia de las empresas y su información es utilizada para la toma de importantes decisiones de nivel estratégico, organizacional, trabajo, etc. Estos sistemas requieren que se tengan archivos de almacenamiento de información actualizados y que abarque la mayor cantidad de áreas de la empresa.

1.3.1.5. Método del análisis estructurado

Las decisiones apoyadas por estos sistemas se les conoce con el nombre de decisiones estructuradas; el elemento o aspecto estructurado se refiere a que los administradores conozcan con anticipación los factores que deben tenerse en cuenta para la toma de decisiones.

El cuadro 1-2, muestra las características de las estrategias opcionales para el desarrollo de sistemas por el método del análisis estructurado.

Estrategia de Desarrollo	Descripción	Característica de Aplicación
Método del Análisis Estructurado	Se enfoca a lo que el sistema realiza, sin importar la forma en que lleva a cabo su función (se abordan los aspectos lógicos y no físicos). Emplea símbolos gráficos para describir el movimiento y procesamiento de datos. Los componentes importantes incluyen los diagramas de flujo de datos y el diccionario de datos.	* Adecuado para todo tipo de aplicaciones * Mayor utilidad como complemento de otros métodos de desarrollo.

Cuadro 1-2

En conclusión los proyectos o diseños de sistemas de información se originan por varias razones:

- Ampliar la comunicación
- Lograr mayor velocidad de procesamiento de datos.
- Recuperar información más rápidamente.
- Disminuir costos.
- Mayor ventaja competitiva.
- Mejora la exactitud y consistencia.
- Mejorar la seguridad.

1.3.1.6. Análisis y diseño de sistemas

El desarrollo de sistemas esta formado por dos grandes componentes: El análisis de sistemas y el diseño de sistemas. En las organizaciones, el análisis y diseño de sistemas se refiere al proceso de examinar la situación de una empresa con el propósito de mejorarla con métodos y procedimientos mas adecuados.

El diseño de sistemas es el proceso de planificar, reemplazar o complementar un sistema existente. Pero antes de llevar a cabo esta planeación es necesario comprender en su totalidad el viejo sistema y determinar la mejor forma en que se pueden utilizar si es posible las computadoras para hacer la operación más eficiente.

El análisis de sistemas es el proceso de clasificación e interpretación de hechos, diagnósticos de problemas y empleo de la información para recomendar mejoras al sistema.

El diseño de sistemas especifica todas las características del producto terminado; el análisis especifica que es lo que el sistema debe hacer. El diseño establece como alcanzar el objetivo.

En general:

En una organización o empresa el análisis y diseño de sistemas es el proceso de estudiar su situación, con la finalidad de observar como trabaja y decidir si es necesario realizar una mejora. Antes de comenzar el desarrollo de cualquier proyecto, se hace un estudio de sistemas para detectar todos los detalles de la situación actual de la empresa; después de realizar el estudio del sistema se procede a la siguiente etapa que consiste en el diseño del sistema, no sin antes haberse familiarizado con el sistema vigente, si lo hay.

Después de hacer el estudio del sistema y haber hecho el diseño del mismo se procede al análisis del sistema en el cual se especifica en forma detallada lo que el sistema debe de hacer.

1.3.2. RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS¹⁰

1.3.2.1. Consideraciones generales¹¹

Para el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos es importante considerar que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que atienda a toda la población en forma sanitaria y con frecuencia adecuada
- Que aproveche toda la capacidad de los vehículos recolectores (no debe haber viajes con carga incompleta)
- Que aproveche toda la jornada legal de trabajo del personal
- Que las rutas tengan un mínimo de recorridos improductivos, es decir que las distancias sin recoger residuos sean mínimas y que no pase el vehículo varias veces por una misma calle
- Que los costos sean mínimos en tanto no afecten el aspecto sanitario.

1.3.2.2. Rediseño de rutas de recolección¹²

Una manera de rediseñar una ruta consiste en cuatro pasos que se muestran a continuación:

- Paso 1: Recopilación de información
- Paso 2: Diagnostico de la ruta de recolección
- Paso 3: Rediseño
- Paso 4: Monitoreo

Cada paso se desarrolla a continuación y la secuencia logica de los pasos se muestra en el anexo1-4.

¹⁰ Segundo seminario del Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos sólidos Para el área metropolitana de San Salvador. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Septiembre de 2000

¹¹ Ing. Von Collas Gálvez Francisco. Aseo urbano, recolección de residuos sólidos. Manual de Introducción

¹² Segundo seminario del Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos sólidos Para el área metropolitana de San Salvador. Descripción de los 4 pasos fundamentales para diseño – rediseño de rutas. JICA, Septiembre de 2000

Paso 1: Recopilar información

Este paso busca obtener información para realizar el diagnóstico de (un) área(s) y ruta(s) actual(es) de recolección

a. Área de recolección (Cantidad generada de residuos)

Para diagnosticar si la magnitud del área de recolección es apropiada o no, se necesita calcular la cantidad generada de residuos en la misma. Para obtener dicho estimado de esta área de recolección neta se cuenta el número de casas y se identifican las fuentes importantes de generación de desechos sólidos en un mapa a gran escala relativa. Esto se lleva a cabo de la manera siguiente:

1. Conteo de número de casas y estimación de la cantidad generada de residuos
Cuéntese el número de casas en cada calle en el mapa y anótese en un formulario para tal efecto. Los negocios pequeños tales como restaurantes, tiendas y oficinas son consideradas casas.

La cantidad generada de residuos se estima como sigue, en el cuadro 3-3, utilizando la proporción de generación del Análisis de la Cantidad y Composición de los Residuos (ACCR).

Tipos de residuos	Proporción
Residencial	0.5 kg/capita/día
Restaurante	0.5 kg/asiento/día
Otros comercios	0.5 kg/empleado/día
Institucional	0.2 kg/empleado/día
Mercados	1.7 kg/puesto/día
Barrido de calles	0.2 kg/m/día

Cuadro 1-3: Proporción generada de residuos

Nota: Estos valores del ACCR son aproximados al primer decimal para simplificar la estimación. Los valores exactos obtenidos del ACCR son: 0.475 kg/capita/día para residenciales (promedio ponderado de 0.600 kg/capita/día para ingreso alto, 0.540 kg/capita/día para ingreso medio y 0.420 kg/capita/día para ingreso bajo), 0.466kg/asiento/día para restaurantes, 0.482 kg/empleado/día para otros comercios, 0.196 kg/empleado/día para institucionales, 1.674 kg/puesto/día para mercados y 0.198kg/m/día para barrido de calles.

Ejemplo:

Numero de casas: 20

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana

$20 \text{ casas} * 5 \text{ habitantes / casa}^1 * 0.5 \text{ kg/capita/dia} = 50\text{kg /dia}$

$50\text{kg / día} * 7 \text{ días /3 veces} = 117 \text{ Kg. /vez}$

2. Identificar fuentes importantes de generación de residuos

Si existen fuentes generadoras de residuos que produzcan gran cantidad de los mismos, como por ejemplo mercados y grandes oficinas gubernamentales, estos serán identificados en el mapa y se deberá conocer la cantidad que produce. Se puede saber de manera empírica, entonces se puede utilizar la proporción de residuos generados para estimar la cantidad

3. Verificar la cantidad de residuos

La cantidad generada de residuos calculada debe ser comprobada con la cantidad real de recolección medida en la bascula. Si existen diferencias significativas entre las mismas, o se cometieron serios errores o se saltó el conteo de algún numero de casas o no se identificó las fuentes importantes de generación de residuos. De ser así es necesario que se aclare por que de las diferencias.

b. Ruta de recolección

1. Dibujar la actual ruta de recolección

Se hace una copia del mapa que contiene información sobre el numero de casas y de las fuentes importantes de generación de residuos, y se dibuja sobre este la ruta de recolección actual así como la información de trafico, como vías de un solo sentido. Debe observarse que se necesita diferenciar entre los tiempos de recorrido productivos y muertos (cuadro 1-4).

- Recorrido productivo: cuando se lleva acabo la recolección.
- Recorrido muerto: cuando no se lleva a cabo la recolección.

2. Medir recorridos productivos y muertos

Mídase la longitud de los recorridos productivos y muertos respectivamente, y obténgase la proporción entre ellos como sigue:

$$\text{Proporción de recorrido} = \frac{\text{Longitud de recorrido productivo}}{\text{Longitud total (recorrido productivo + muerto)}}$$

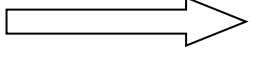
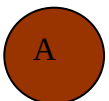
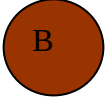
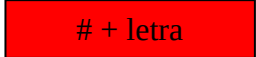
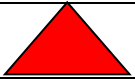
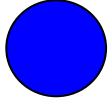
c. Tareas de recolección

Regístrense las tareas actuales de recolección tales como proceso de recolección por viaje y distancia y tiempo desde el plantel a un área de recolección, de acuerdo con el formulario correspondiente.

A partir de los datos registrados, se obtienen la productividad de las tareas de recolección como sigue. Esta productividad se convierte en una base para calcular la productividad de futuras tareas de recolección.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{cantidad recolectada de residuos (Kg. / hora)}}{\text{Tiempo de recolección}}$$

Nota: En caso de que el vehículo de recolección y el numero de trabajadores sea el mismo, entre mayor sea la productividad, menor el costo de recolección.

Símbolo	Descripción	Color
	Recorrido productivo	Naranja / negro
	Recorrido muerto (cuando el camión no recolecta residuos y solo baja)	Naranja / negro
	Apartamentos	Amarillo
	Negocios	Rojo
	Centro educativo, instituciones publicas o privadas	Azul
	Centros de salud, clínicas medicas, laboratorios	Morado
	Industrias	Verde
	Calles de un solo sentido	
	Calles en las que no se puede entrar	Café
	Punto alto en el terreno	Café
	Punto bajo en el terreno	Café
	Contenedores	Rojo
	Lugares usados como botaderos y en donde no se proporciona servicio	Rojo
	Numero de casas por lado de cuadra, o por el lado en donde se entregaran los residuos al camión recolector	
	Lugares usados como botaderos y en donde se proporciona servicio	Azul

Cuadro 1-4: Símbolos para rediseño de rutas

Paso 2: Diagnostico de la ruta de recolección

Utilizando los datos obtenidos en el paso 1, se diagnostica la conveniencia del tamaño del área de recolección y la eficiencia de la ruta correspondiente.

a. Área de recolección

Se diagnostica la conveniencia del tamaño del área de recolección comparando la cantidad recolectada de residuos y la capacidad de carga del vehículo de recolección que atiende dicha área. Si la cantidad es substancialmente pequeña o mayor que la capacidad de carga, se puede decir que el área de recolección no es adecuada para el vehículo y se tendría que ampliar o reducir dicha área. La proporción óptima propuesta esta en el rango de 0.9 a 1.05.

$$\text{Proporción} = \frac{\text{Cantidad recolectada de residuos por vez}}{\text{Capacidad del vehículo}}$$

Si es mas de un camión de recolección el que presta el servicio de recolección para determinada área, se suman las capacidades de todos los camiones que intervienen en la recolección para esa área.

b. Ruta de recolección

Se diagnostica la eficiencia de la ruta de recolección mediante la proporción de la ruta de recorrido productivo con la longitud total recorrida. Si la proporción es considerablemente pequeña, se puede decir que la ruta de recolección no es eficiente y necesita ser modificada. Por lo común se dice que la proporción debe ser de 0.6 a 0.9, pero, lo que se propone generalmente es que debe ser mayor de 0.7.

Paso 3: Rediseño

El rediseño es necesario cuando se encuentre que la magnitud del área de recolección es inapropiada y / o se juzga a la ruta de recolección como ineficiente en el paso 2

.

a. Diseño de una nueva ruta de recolección

1. Ajuste del área de recolección

Si se encuentra que el área de recolección es demasiado grande o demasiado pequeña para la capacidad de un determinado camión recolector, se debe disminuir o ampliarse para ajustarse a la capacidad de carga de vehículo antes de diseñar una nueva ruta de recolección.

2. Diseño de una nueva ruta de recolección

No existe un método establecido para diseñar una ruta efectiva y eficiente de recolección para una situación dada. El diseño por lo general necesita una serie de pruebas. Se preparan varias copias del mapa con información de tránsito, y dibújese varias rutas de recolección considerando lo siguiente:

- El rediseño de ruta esta enfocado a disminuir los tiempos muertos
- Si se hacen viajes múltiples, estos deben traslaparse unos con otros.
- El inicio de la ruta debe estar cercano al plantel y el final de esta lo mas cerca del sitio de disposición final.
- En lugares con pendientes o colonias pronunciadas, se debe realizar la recolección de la parte mas alta a la mas baja. Si se presentan hondonadas y el camión debe subir y luego bajar, se recomienda que dicha zona sea atendida al inicio del viaje, cuando el camión no esta tan cargado.
- Cuando sea posible, se recolectaran los residuos en ambos lados de la calle de manera simultanea. Empero, esto no se recomienda para calles muy amplias o avenidas de trafico intenso.

- Es conveniente evitar vueltas a la izquierda o en “U” por que se desperdicia tiempo, son peligrosas y obstaculizan el trafico. Son mas recomendables las vueltas a la derecha.
- Se deben de recorrer las calles de trafico pesado en horas en que este sea menos intenso
- En caso de callejones sin salida, es preferible que los camiones de recolección no entren, sino mas bien esperen en la esquina y los recolectores recojan los residuos. Esto ahorrara mucho tiempo
- Las fuentes que generen una gran cantidad de residuos deben ser atendidas en la primera parte del día o en rutas especiales.

3. Selección de nueva ruta

Se pueden evaluar las rutas en las alternativas de recolección mediante la proporción de la ruta del recorrido productivo como la distancia total recorrida.

$$\text{Proporción de Alternativas} = \frac{\text{Longitud de recorrido productivo}}{\text{Longitud total (productivo + muerto)}}$$

b. Implementación

1. Prueba y ajustes

El diseñador de rutas debe recorrer las nuevas rutas propuestas antes de entregarlas al motorista, para poder hacer los ajustes necesarios sobre ciertos detalles que tal vez no hallan sido descubiertos en el paso 1. también será importante que el supervisor siga al camión recolector por la nueva ruta durante la primera semana, para que el trayecto se realice de acuerdo a lo planeado.

2. Notificar a los residentes

Si existe una alteración notable comparado con el servicio de recolección previo como por ejemplo el día de recolección, el municipio responsable deberá notificarlo a los residentes correspondientes.

3. Notificar a motoristas y empleados

Antes de la implementación de la nueva ruta, el diseñador de la misma debe informar a los motoristas y empleados correspondientes acerca de la nueva ruta y que la entiendan perfectamente.

4. Implementación

Implementar el servicio de recolección de las nuevas rutas de la forma en que se planeo.

Paso 4: Monitoreo

a. Mantener registros

Con la implementación, se registrara la cantidad recolectada de residuos y las tareas de recolección. Esto lo realiza el motorista en la hoja de formulario que se establezca para esta actividad.

b. Diagnostico

Se debe diagnosticar la conveniencia de la magnitud del área de recolección sobre la base de los datos recopilados año con año.

1. Área de recolección

- Si la cantidad recolectada de residuos se ha reducido o aumentado substancialmente, se deberán encontrar sus causas y deberán tomarse ciertas medidas, como por ejemplo ampliar o reducir el área de recolección, para que esta ultima se adapte al vehículo de recolección. La causa pudiera ser el flujo de entrada o salida de un generador principal.
- Si la productividad de las rutas de recolección disminuye notablemente con la obtenida en el paso 1, se deberá encontrar la razón de esto. En esta ocasión, la causa tal vez ya no sea un recorrido muerto y el motivo sea otro, ya que se había reducido el recorrido muerto en el paso 3. por ello, se debe

tomar con mucha importancia las observaciones del motorista o del supervisor para modificar la ruta de recolección.

1.3.3. PLANEACIÓN MAESTRA

La planeación maestra es un enunciado detallado de la cantidad de desechos sólidos (en libras o toneladas) se planea recolectar y cuando tomando como base las demandas anteriores y la experiencia. Así el plan maestro es una matriz de cantidades de desechos programados y periodos de tiempo cubiertos por cada cantidad de desechos programados. Usualmente los periodos programados son semanas, pero también se pueden dar periodos por días, quincenas o meses.

En realidad el plan maestro tiene como objetivo fundamental “dirigir el proceso de recolección de los desechos sólidos y la destinación de los recursos para cubrir con la demanda”. También un plan maestro para la recolección de los desechos sólidos busca lo siguiente:

- Promover el bienestar de los ciudadanos y la salud pública
- Implementar un manejo de los residuos sólidos sostenible
- Contribuir a la conservación ambiental

Un plan maestro abarca las siguientes consideraciones:

- A través de este se dirige la asignación de recursos para la recolección de los desechos sólidos.
- El pronóstico de recolección dirige la recolección de los desechos
- El plan está orientado al futuro
- El plan maestro divide ruta por ruta o sector por sector a los que se les prestará el servicio.

1.3.4. DESECHOS SÓLIDOS

1.3.4.1. Definición de desechos sólidos¹³

1. Son aquellos materiales sólidos o semisólidos resultantes de la actividad del hombre, que una vez utilizados, carecen de valor para su actual poseedor, y se convierten en indeseables. En esta definición son considerados los desperdicios, cenizas, barrido de calles, mercados, desechos no peligrosos hospitalarios, entre otros.
2. Es todo material o energía que resulta de la ineficiencia de los procesos y actividades humanas que no tienen uso directo y por eso se descarta permanentemente.
3. Son cualquier materia sólida que es descargada, depositada, enterrada, diluida o vertida al medio ambiente en cantidades tales que puede producir alteraciones a la calidad ambiental y salud humana.¹⁴

1.3.4.2. Generador de desechos sólidos

Es toda persona natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos sólidos¹⁵.

1.3.4.3. Generación de los residuos

Es la etapa inicial en todo proceso de disposición de los residuos sólidos. El conocimiento de los componentes y el lugar de la generación de la basura es importante, ya que sirven para la toma de decisiones en las etapas posteriores de la recolección y almacenamiento.

¹³ Folleto “proyecto agua: manejo de los desechos sólidos y líquidos” consorcio CARE

¹⁴ Manual Ciudadano sobre Desechos sólidos

¹⁵ Guía metodológica de rota folio “Conozcamos el manejo integral de los desechos sólidos”

De acuerdo a su fuente de generación los residuos se pueden clasificar en (cuadro 1-5):

FUENTE DE ORIGEN	SITIOS DE PRODUCCIÓN	POR SU NATURALEZA
Urbanas	• Domiciliar • Comercial • Industrial	• Sépticas
Rurales	• Públicas • Institucionales • Hospitalarios • Radioactivas	• No Sépticas

Cuadro 1-5

Por su fuente de origen

- Urbanos

Son los producidos en zonas urbanas de una ciudad, generalmente abarcan residuos de tipo domiciliar, comercial, industrial, etc; sépticos y no sépticos. Este tipo de residuo generalmente es recolectado por el servicio de recolección debido a su proximidad y fácil acceso.

- Rurales

Son los producidos en las zonas rurales, generalmente son de tipo domésticos y orgánicos y se producen en menor cantidad que los residuos urbanos. Este tipo de residuos casi no goza del servicio de recolección.

Por su sitio de producción

- Residuos domiciliarios

Son los residuos provenientes de residencia, vivienda unifamiliares, multifamiliares, apartamentos y otros; tales como:

- Basura Orgánica (Cáscaras de Frutas, Verduras, Hortalizas)
- Reciclables (Bolsas, cajas, vasos, metales, maderas, botellas, etc.)

- Residuos comerciales

Son los residuos provenientes de establecimientos comerciales; hoteles y restaurantes; depósitos desechables (platos, vasos y cubiertos); almacenes (cajas, bolsas y papel en grandes proporcione), carnicerías (desperdicios ductrecibles).

- Residuos industriales

Son los resultantes de procesamientos industriales. Estos pueden ser tóxicos o no tóxicos, dependiendo de la naturaleza del establecimiento que lo ha generado. Son los desechos provenientes de industrias, agroindustriales (químicos, hule, bolsas plásticas, latas), fábricas (metales, hilos, hules, telas, cuero sintético, pinturas, solventes, químicos), talleres automotrices (grasas, aceites, solventes, pinturas, masillas, hules y metales) y otros.

- Residuos públicos

Son los residuos sólidos provenientes de complejos urbanísticos dados en el barrido de calles, en el caso de parques y jardines públicos, estadios y centros deportivos, mercados (recipientes y bolsas plásticas, bolsas de papel, ramas de árboles, madera, etc.)

- Residuos institucionales

Son residuos provenientes de escuelas, oficinas de gobierno y otras instituciones publicas. Estos desechos son generalmente papeles y restos alimenticios, etc.

- Residuos hospitalarios

Son los provenientes de hospitales, unidades de salud, clínicas medicas, etc. Estos se pueden dar en dos tipos: los no sépticos o no contaminantes, compuestos generalmente por restos alimenticios, papel, desechos

plásticos y; los residuos sépticos o contaminantes provenientes de curaciones, intervenciones quirúrgicas y laboratorios (viseras, jeringas, plásticas, botes plásticos y de vidrios, gasas, telas, etc.).

- Residuos radioactivos

Son los provenientes de lugares donde se realizan experimentos con elementos radioactivos, tales como en las instalaciones donde se trabaja con pastillas de cobalto, etc.

Por su naturaleza

- Sépticos

Desechos que provienen de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis, algunas industrias: Dados en el tratamiento de enfermedades presentadas por gasas, ligaduras, algodones, o por cualquier dispositivo contaminante.

- No sépticos

Son las basuras que especialmente son producidas en los domicilios, comercio e instituciones y que no poseen ningún grado de contaminación, ejemplo de ellas tenemos: Cáscaras de frutas y verduras, hortalizas, madera.

1.3.5. PROCESO DE DISEÑO¹⁶

1.3.5.1. Definición:

Conocido también como proceso solucionador de problemas. Parte de la definición de diseño que es el proceso general mediante el cual el ingeniero aplica sus conocimientos, aptitudes y puntos de vista a la creación de dispositivos, estructuras y procesos.

El proceso de diseño abarca las actividades y eventos que van desde la comprensión, del problema hasta la solución especificada del mismo pero que sea funcional, económica y satisfactoria.

1.3.5.2 Etapas del proceso de diseño¹⁷.

1. Formulación del problema: Consiste en definir en forma amplia y si detalles el problema en cuestión
2. Análisis del problema: consiste en ampliar la información, definir el problema con todos los detalles.
3. Búsqueda de alternativas de solución: Reunir las soluciones factibles, mediante la indagación, investigación, etc.
4. Toma de decisiones: Comparar y evaluar todas las soluciones factibles para seleccionar la que se considera como la solución optima.
5. Especificación de la solución: Exponer por escrito en que consiste la solución elegida

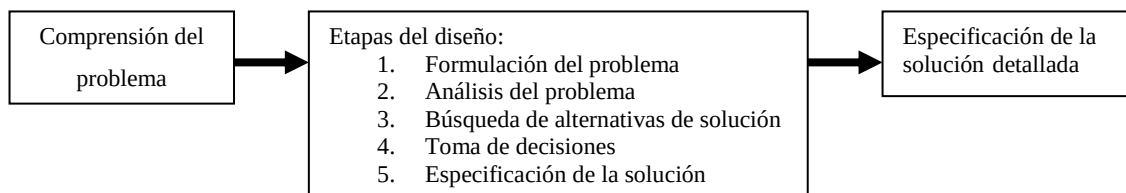


Fig. 1-2: Diagrama del proceso de diseño

¹⁶ Introducción a la Ingeniería, Edward Krick

¹⁷ Cinco pasos para la solución de problemas; Edward Krick

1. Formulación del problema

El contenido de la formulación del problema va a comprender lo siguiente:

- Determinación de los estados A y B.

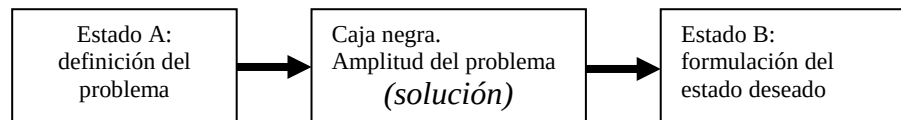


Fig. 1-3: Diagrama del método de la caja negra

Pasar del estado A al estado B es la amplitud del problema. La formulaciones general, se pone en el estado A.

¿Qué tan amplio hay que formular un problema?

Si se hace una formulación con poca amplitud es posible que la solución sustancial quede fuera, entonces dependerá de la disponibilidad económica, cultural, técnica; hay que hacerlo lo más extenso posible ya que entre más amplia sea esta es más probable que se encuentre una “solución global” del problema. La reducción de la extensión del problema va generando los sub – problemas, lo que significa que solo se obtendrá una solución parcial.

¿Qué situaciones impiden visualizar un problema?

- No hacer una buena formulación del problema.
- Formular el problema pensando en la solución.
- Opiniones que pueden generar confusión.
- La cultura (tener paradigmas)
- Formas tradicionales y con desventajas de ver los problemas

2. Análisis del problema

Detallar en forma específica los estados A y B; Hay que hacer una recopilación de la información.

Hay que definir:

- Limite de tiempo: la cantidad de tiempo estipulado para la solución del problema. Este puede ser impuesto por la empresa o por la situación que ha generado el problema.
- Definir las características dinámicas del problema: Son aquellas que detallan la información relacionada con A y B, en forma cuantitativa y cualitativa, y estas son llamadas variables de entrada (estado A) y variables de salida (estado B). Para asignar lo cualitativo o cuantitativo a las variables de determinan las limitaciones de entrada y salida.

¿Cómo se representa la limitación?

Generalmente se hace en forma de fluctuación. Se representa expresándola como desigualdades ($>$, $<$, $\leq$, $\geq$) o en forma de rango ($p' \leq \text{valor} \leq q'$) o en forma porcentual (%).

- Recabar información: utilización de cuestionarios, entrevistas, encuestas, documentos o literatura, visitas de campo, etc.
- Restricciones: es una característica de una solución que se fija previamente ya que por naturaleza, por aspectos legales, de tipo económico, social y cultural, técnicas y tecnológicas.

Hay dos tipos de restricciones:

- Reales (legales, económicas, técnicas, etc.)
- Ficticias (existen en la mente del diseñador, el se las impone), se deben de anular.
- Criterios: son aquellas cualidades utilizadas en el diseño, en la solución. Por lo general se utilizan criterios como: mínimo costo, confiabilidad, seguridad, fácil implementación, etc. Hay que maximizar los criterios.
- Volumen: es la cantidad de unidades o productos que involucran el diseño.
- Uso: grado en que ha de emplearse la solución (tiempo de vida, horas de uso, cuando algo tiene vigencia).

- Variables de solución: formas en las que pueden definir las diferentes soluciones de un problema.

La solución final va a consistir en un valor especificado para cada una de estas variables.

3. Búsqueda de alternativas de solución

Es la etapa donde se buscan las soluciones factibles del problema.

¿Cómo y donde buscar las soluciones?

- Fuentes de solución: la mente, la experiencia, bibliografía, practica, entrevistas con especialistas, el mundo que nos rodea, la inventiva.

¿De que depende la inventiva?

Depende de la imaginación, la creatividad, conocimiento, análisis, aptitudes, actitud positiva, esfuerzo, método a utilizar para buscar ideas.

Las ideas propias son lo que más valor tienen para una solución. Se deben buscar soluciones optimas, dentro del universo de soluciones tomando en cuenta las restricciones, limitaciones, etc.

Otra forma de buscar alternativas de solución es la tormenta de ideas o tormenta de cerebro.

4. Toma de decisión

- Evaluación de alternativas.

Se evalúan todas las variables de solución, que todas estas variables de solución tienen una solución final; se generan alternativas de solución.

¿Qué variable maximiza los criterios?

Un método puede ser cruzar variables vrs. criterios, como se muestra en el cuadro 1-6.

Criterio Variable	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Total
Variable 1				
Variable 2				

Cuadro 1-6: Cruce de variables y criterios

Las alternativas se evalúan generalmente bajo el criterio económico, que generen bajo costo.

- Decisión: se da a través de:
 - Selección de criterios y su importancia relativa “solución que maximiza los criterios”
 - Ingeniería económica: comparar todas las alternativas en base a su valor económico, llevando todos los parámetros que integran la solución a un valor monetario (costo anual o valor presente).
 - Predicción de los resultados de la solución en función de los criterios. Como se muestra en el cuadro 1-7.

Criterio Solución	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Conclusión
solución 1				
solución 2				

Cuadro 1-7: Cruce de soluciones y criterios

5. Especificación de la solución

Se especifica en que consiste la solución seleccionada en la fase de decisión. Se recomienda que la especificación de la solución sea por escrito.

Características de la especificación:

- Breve: sin mucho que complique
- Clara: debe llevar un lenguaje sencillo, se debe tratar de divisar en gráficos, debe llevar una secuencia lógica.
- Debe tener un glosario técnico: vocabulario de palabras propias del tema en estudio.
- El numero de paginas del reporte debe ser mínima

1.3.6. MARCO LEGAL

El marco legal, tiene por objeto, detallar la normativa legal que rige el entorno del trabajo en estudio; tomando en cuenta las disposiciones de la constitución de la Republica, que se refiere a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones. Así también, las regulaciones regidas por el Código Municipal, sobre el control administrativo y del Régimen del personal; La ley General Tributaria Municipal, rige las obligaciones tributarias. Así como los impuestos municipales, su tasa, deberes, delitos e infracciones.

1.3.6.1. Ley del medio ambiente

Art. 1:La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la constitución de la Republica, que se refiere a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; normar la gestión ambiental, publica y privada y la protección ambiental como obligación básica del estado, municipio y los habitantes en general.

Art. 13: Régimen ambiental para el desarrollo y ordenamiento del territorio. Previo a su aprobación toda política, plan o programa de desarrollo y ordenamiento del territorio de carácter nacional, regional o local, deberá incorporar el régimen ambiental.

Art. 21: Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente estudio de impacto ambiental para ejecutar las siguientes actividades:

- a) Oleoductos, gaseoductos, poliductos, carbo ductos otras tuberías que transportan productos sólidos, líquidos o gases y redes de alcantarillados.
- b) Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos.

Art. 40: Investigación científica y tecnológica.

El Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, las Universidades, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Educación, y demás organismos que promuevan y desarrollen la investigación científica y tecnológica incluirán en sus planes, programas y proyectos de ciencia y tecnología la dimensión ambiental.

Art. 52: Contaminación y disposición final de desechos sólidos.

El Ministerio promoverá, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial, el reglamento y programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos.

Para lo anterior se formulara y aprobara un programa nacional para el manejo integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.

Art. 56:Riesgos ambientales y materiales peligrosos.

El Ministerio del Medio Ambiente calificará las actividades de riesgo ambiental de acuerdo con esta ley y sus disposiciones reglamentarias.

Art. 60:Contaminación por sustancias, residuos y desechos peligrosos.

Toda persona natural o jurídica que use, genere, recolecte, almacene, reutilice, recicle, comercialice, transporte, haga tratamiento o disposición final de sustancias, residuos y desechos peligrosos, deberá obtener el permiso ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta ley.

1.3.6.2. Código municipal

Art. 1:El presente código tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referente a la organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.

Art. 24:Organización y gobierno de los municipios. El gobierno municipal estará ejercido por un Concejo, que tiene carácter deliberante y normativo y lo integrará un Alcalde, un Sindico y el numero de Regidores o Concejales que se establecen de acuerdo a la cantidad de habitantes por municipio.

Art. 72:Los municipios están obligados a desarrollar su actuación administrativa y de gobierno, por un Presupuesto de Ingresos y Egresos aprobado con iguales formalidades que las ordenanzas y con el voto de los dos tercios de los Concejales.

Art. 75:El presupuesto de ingresos contendrá la enumeración de lo diversos ingresos municipales cuya recaudación se autorice, con la estimación prudencial de las cantidades que se presuponen habrán de ingresar por cada ramo en el año económico que deba regir, así como cualesquiera otros recursos financieros permitidos por la ley.

CAPITULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza la investigación de campo del presente trabajo. Básicamente esta investigación consiste en conocer la problemática de los desechos sólidos del municipio de Ilopango desde diferentes sectores que habitan en mencionado municipio, así como de las personas que se encargan de la recolección de los desechos sólidos por parte de la alcaldía.

También se emplea la técnica de observación de cada uno de los diferentes investigadores con el fin de obtener un diagnostico acorde a la realidad y a las expectativas que persiguen los objetivos del presente trabajo. Al final se presenta un diagnostico combinando los resultados de la investigación de campo y la observación.

2.2. GENERALIDADES

2.2.1. TIPO DE ESTUDIO

El trabajo tiene como método de estudio el Descriptivo, el cual consiste en la investigación de las causas del problema de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango mediante la observación y el análisis de la información recabada directamente de los principales sectores involucrados en el problema de los desechos sólidos, por ello se estudiará el problema actual de la recolección y organización en el departamento de servicios generales, y se buscará identificar las características del universo, la forma como perciben el problema de recolección de los desechos sólidos las personas que trabajan en el departamento de servicios generales de la alcaldía de Ilopango y la población del municipio en general.

2.2.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Entre los métodos utilizados en la presente investigación se encuentran:

- Método de la observación.

Este consiste en observar paso a paso las diferentes operaciones realizadas en la recolección de los desechos sólidos desde las entradas, ordenes de trabajo hasta la disposición final.

- Método Deductivo.

Consiste en la utilización de instrumentos de medición, como encuestas y entrevistas, con las cuales se busca determinar la razón de ser de las diferentes actividades realizadas en la recolección de los desechos sólidos tanto por los usuarios del servicio (domicilios y empresas) como por los recolectores y jefes del departamento de servicios generales de la alcaldía de Ilopango.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. POBLACIÓN

La población teórica que se define para la presente investigación son los empleados del departamento de servicios generales de la alcaldía de Ilopango, a quienes se les hará un censo, así como los habitantes y las empresas del área urbana de dicho municipio, de quienes se obtendrá una muestra.

2.3.1.1. Censo:

En ocasiones es posible estudiar a todos los elementos de una población, realizándose lo que se denomina un censo, es decir el estudio de todos los elementos que constituyen la población.

La población a estudiar son los empleados que forman el Departamento de Servicios Generales de la alcaldía de Ilopango, porque son los que están involucrados directamente con el sistema de Recolección de Desechos Sólidos. El departamento de servicios generales tiene 58 trabajadores, los cuales se dividen de la siguiente manera:

- 2 Encargados del departamento
- 3 Supervisores de recolección
- 13 Motoristas de unidades de recolección
- 40 Miembros de cuadrillas de recolección

2.3.1.2. Muestra

Cuando no es posible o conveniente realizar un censo, se trabaja con una muestra, entendiendo por tal una parte representativa de la población.

2.3.1.3. Tipo de Muestreo a utilizar

Muestreo Probabilístico. Selección aleatoria que tiende a dar a cada unidad la misma probabilidad de ser seleccionada.

- Muestreo Aleatorio por conglomerado: consiste en dividir la muestra en grupos que contengan características en común, con el objeto de conocer el pensamiento de ese sector de la muestra respecto al tema de los desechos sólidos

Se utilizó el muestreo aleatorio por conglomerado debido a que se hizo la recolección de la información en las viviendas, las industrias y los comercios. La división de la cantidad de encuestas a realizar por cada conglomerado se repartirá a partir del resultado de la muestra a la población urbana del municipio ya que solo se tienen porcentajes de a

quienes se debería de prestar el servicio y no cantidades, por esta razón a partir de la muestra total se repartirán las encuestas de la siguiente manera¹⁸:

- Domicilios: 60% de la muestra
- Industria: 28% de la muestra
- Comercio: 12% de la muestra

2.3.2. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

La formula que se utiliza para calcular el tamaño de la muestra apropiada es la siguiente:

$$N = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N-1) * e^2 + Z^2 * P * Q}$$

Donde:

- Z: Nivel de confianza: 1.96
- P: Probabilidad de éxito: 0.5
- Q: Probabilidad de fracaso: 0.5
- N: Tamaño del universo 212,526
- E: Error de porcentaje admisible: 0.1
- N: Tamaño de muestra

Sustituyendo valores tenemos:

$$N = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 212,526}{(212,526-1) * (0.1)^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{116,713.57}{117,928.82}$$

N = 98 muestras

2.3.2.1. Distribución de la Muestra

- Domiciliar: $96 * 0.60 = 60$ encuestas
- Industrial: $96 * 0.28 = 27$ encuestas
- Comercial: $96 * 0.12 = 11$ encuestas

Se realizaran 156 encuestas en total, 58 del censo a los empleados del departamento de servicios generales y 98 que se pasaran a domicilios, industrias y comercios del municipio.

¹⁸ Datos de proporción a quienes se brinda el servicio de recolección en le municipio de Ilopango

2.4. FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Para la obtención de información las técnicas e instrumentos a utilizar son:

2.4.1. FUENTES PRIMARIAS:

- Encuestas y entrevistas a los trabajadores del departamento de Servicios Generales.
- Consultas a expertos en la materia de recolección de desechos sólidos.

2.4.2. FUENTES SECUNDARIAS

- Bibliografía de distintos autores, revistas, folletos, Internet

2.5. RESULTADOS DE ENCUESTAS

2.5.1. ENCUESTA REALIZADA A LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE ILOPANGO

1. ¿ Que frecuencia tiene el servicio de recolección por semana?

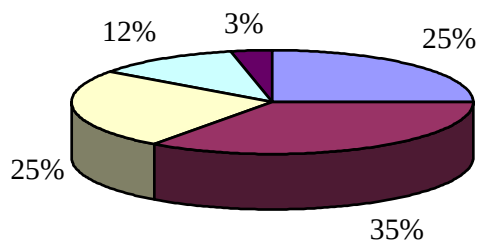
Objetivo:

Determinar las zonas, sectores del municipio, en que la cobertura no es adecuada, para poder llenar las necesidades que presentan determinados lugares.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
1 vez	15	25%	3	12
2 veces	21	35%	9	12
3 veces	15	25%	8	7
4 o mas veces	7	12%	5	2
No pasa	2	3%	2	0
Total	60	100%	27	33

Pregunta 1

■ 1 vez ■ 2 veces ■ 3 veces ■ 4 o mas veces ■ No pasa



Análisis:

Mas del 60% de la población del municipio opina que el servicio de recolección lo reciben 2 o menos veces en la semana, lo cual es motivo de insatisfacción en el servicio por el que pagan.

2. ¿Quién recolecta los desechos sólidos? :

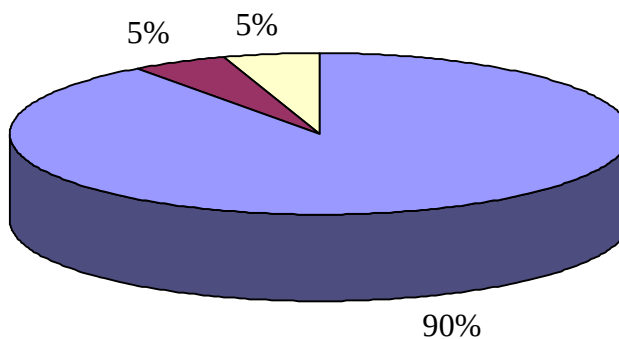
Objetivo:

Conocer si la municipalidad o alguna empresa privada se encarga de brindar el servicio de recolección de desechos en algunas zonas del municipio en la que el servicio es altamente deficiente o completamente nulo.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Municipalidad	54	90%	21	33
Empresa priv.	3	5%	3	0
Particulares	3	5%	3	0
Total	60	100%	27	33

Pregunta 2

■ Municipalidad ■ Empresa priv. ■ Particulares



Análisis:

El 90% de los encuestados señalan a la municipalidad de Ilopango como la responsable del servicio de recolección de los desechos sólidos en sus respectivas comunidades.

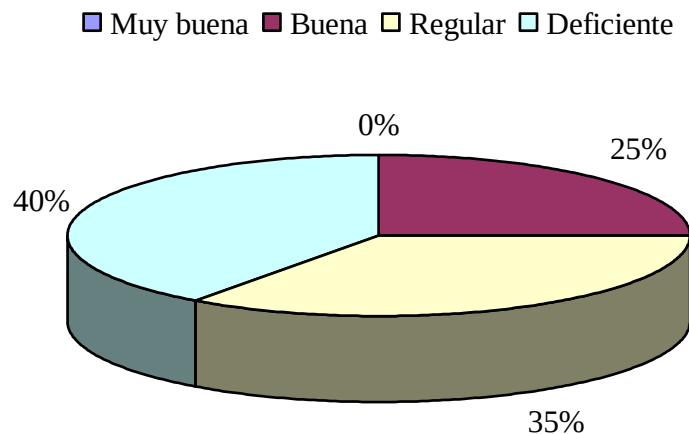
3. **¿Cómo considera usted el servicio de recolección de los desechos sólidos que le brinda la alcaldía de Ilopango?**

Objetivo:

Conocer el punto de vista de la población respecto al servicio de recolección de desechos sólidos que brinda la alcaldía de Ilopango, lo cual es el reflejo de la calidad del servicio que se está brindando a la población.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Muy buena	0	0%	0	0
Buena	15	25%	4	11
Regular	21	35%	11	10
Deficiente	24	40%	12	12
Total	60	100%	27	33

Pregunta 3



Análisis:

Un 75% señala, en términos generales, como irregular y deficiente el servicio de recolección de los desechos sólidos que reciben por parte de la municipalidad, tal insatisfacción surge de las pocas veces que pasa el camión recolector por sus casas.

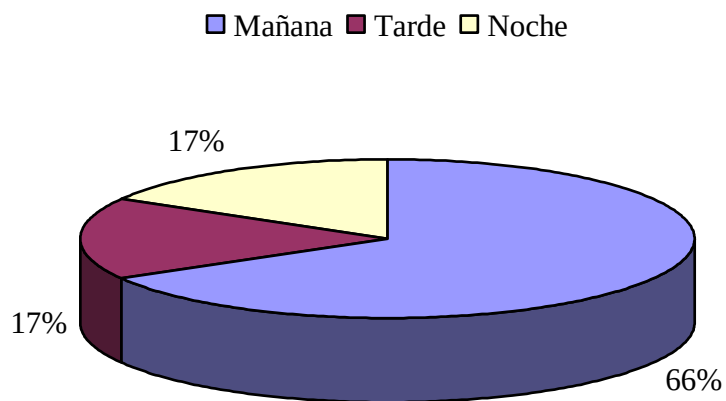
4. ¿Cuál es el turno de recolección de desechos sólidos en su comunidad?

Objetivo:

Conocer los turnos de recolección de desechos sólidos, ya sea este de mañana, tarde o noche, que muestra la cobertura en zonas diferentes en que da el servicio indicando el esfuerzo de ofrecer mayor cobertura.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Mañana	40	67%	18	22
Tarde	10	17%	5	5
Noche	10	17%	4	6
Total	60	100%	27	33

Pregunta 4



Análisis:

El 67% de la recolección se da en las horas de la mañana, lo que significa que la mayor parte de los desechos se recolectan por la mañana, por la tarde y por la noche es menor el porcentaje de desechos recolectados, solo un 17% por turno.

5. **¿Considera adecuados los horarios de recolección de los desechos? :**

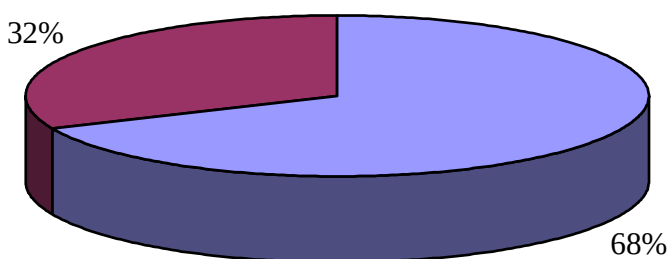
Objetivo:

Considerar si la población esta satisfecha con los horarios de recolección es un gran aporte de datos a analizar para mejorar los recorridos actuales, ya que se da el caso, en que personas por diversos motivos no pueden sacar la basura en el turno que cubre su zona.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Sí	41	68%	20	21
No	19	32%	7	12
Total	60	100%	27	33

Pregunta 5

■ Si ■ No



Análisis:

Las personas que han opinado estar a favor de su turno de recolección son las que reciben el servicio en horas de la mañana, el resto, 32%, opina que el horario estaría bien si se tuviera una optima frecuencia de recolección de los desechos, es decir, el camión pasara lo suficiente para que no se acumulen en gran cantidad los desechos.

6. **¿Que cantidad semanal de desechos sólidos producen?**

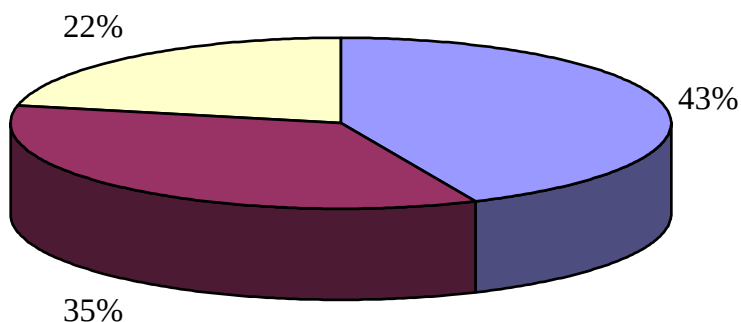
Objetivo:

Tener información de un promedio de la cantidad de basura que produce la población semanalmente, permite realizar un pronostico en las actividades de recolección de desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Menor a 20lb.	26	43%	12	14
20 a 40lb	21	35%	11	10
Mayor a 40lb.	13	22%	4	9
Total	60	100%	27	33

Pregunta 6

■ Menor a 20lb. ■ 20 a 40lb ■ Mayor a 40lb.



Análisis:

El 43% de la población genera cantidades de desechos inferior a 20 libras semanalmente, lo que es aceptable, pero un 57% genera cantidades de desechos superior a 20 libras semanales; lo cual se considera una cantidad elevada, teniendo en cuenta que son solamente grupos familiares. La población no tiene conciencia sobre la cantidad de desechos sólidos que generan.

7. ¿Cómo entrega los desechos sólidos en el momento de la recolección?

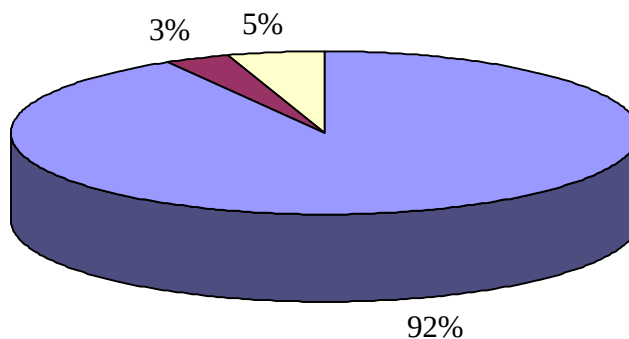
Objetivo:

Conocer la forma en que la población del municipio de Ilopango entrega los desechos, ya sea en bolsa, contenedores, u otros, esto indican el tipo de equipo con el que deben de contar los recolectores para poder realizar el trabajo eficientemente.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Bolsas	55	92%	22	33
Contenedores	2	3%	2	0
Barriles	3	5%	3	0
Total	60	100%	27	33

Pregunta 7

■ Bolsas ■ Contenedores ■ Barriles



Análisis:

El 92% de la población entregan sus desechos generados en bolsas al servicio de recolección. Estas bolsas pueden ser rotas por animales y esparcir los desechos en la vía publica si no se dan en el momento oportuno. Un 8% entrega los desechos sólidos generados en contenedores y barriles

8. ¿Conque frecuencia quisiera el numero de viajes de recolección? :

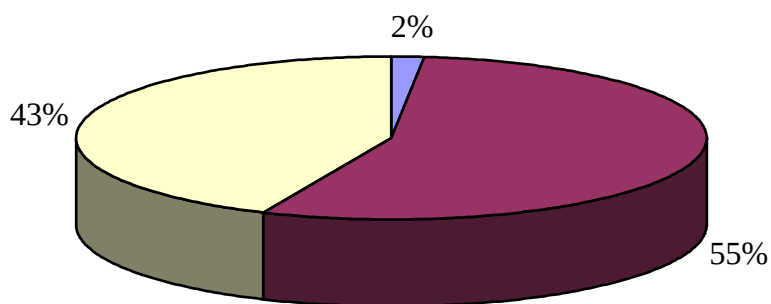
Objetivo:

Conocer la sugerencia dela población realice, respecto a la frecuencia que quisieran que se les brinde el servicio de recolección de desechos sólidos, colaboran para poder actualizar con mejoras el sistema de recolección.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
2 veces	1	2%	0	1
3 veces	33	55%	13	20
4 o mas veces	26	43%	14	12
Total	60	100%	27	33

Pregunta 8

■ 2 veces ■ 3 veces ■ 4 o mas veces



Análisis:

Prácticamente el 98% de la población es de la opinión de que se debe prestar el servicio de recolección 3 veces a la semana, como mínimo, aunque la preferencia es que se del servicio de recolección entre 3 y 4 veces por semana.

9. **¿Poseen contenedor u otros tipos de depósitos en su comunidad?**

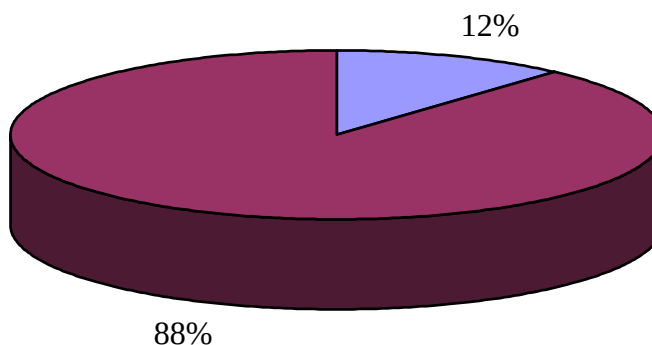
Objetivo:

Conocer zonas, que las unidades de recolección no pueden entrar por el tamaño, se encuentran contenedores, que es necesario tener claro sus ubicaciones, para la programación de recolección.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	7	12%	3	4
No	53	88%	24	29
Total	60	100%	27	33

Pregunta 9

■ Si ■ No



Análisis:

Las colonias y comunidades, en su mayoría, no poseen contenedores para que sus pobladores depositen los desechos que generan en un solo lugar, seguro y ordenado para mayor comodidad de los usuarios del servicio y los recolectores.

10. Si la respuesta anterior es si: ¿Considera que los contenedores están ubicados en los lugares adecuados?

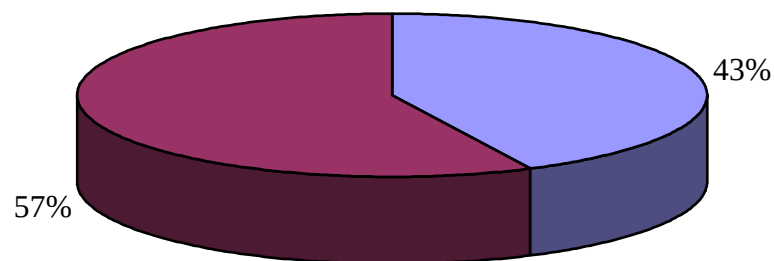
Objetivo:

Conocer si la ubicación de los contenedores es adecuada, para que aporte un servicio eficiente en la comunidad a la que pertenece. Facilitando en gran medida el trabajo del personal de recolección de desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	3	43%	1	2
No	4	57%	2	2
Total	7	100%	3	4

Pregunta 10

■ Si ■ No



Análisis:

De la pequeña cantidad de población que afirmo tener contenedores en su comunidad un 57% dice que estos están en lugares inapropiados para el acceso de las personas y que esto ocasiona que no los utilicen.

11. **¿Considera que deberían de haber mas depósitos y contenedores en su comunidad para depositar los desechos sólidos?**

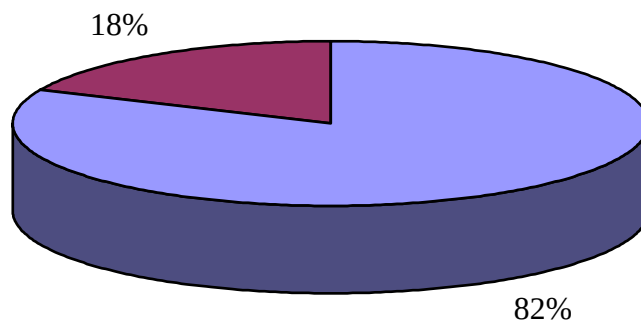
Objetivo:

Conocer la consideración de pobladores de ciertas comunidades sobre la necesidad de aumentar la cantidad de depósitos y contenedores, para depositar desechos sólidos, es la expresión de las necesidades que sienten en esas zonas.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	49	82%	19	30
No	11	18%	8	3
Total	60	100%	27	33

Pregunta 11

■ Si ■ No



Análisis:

El 82% de la población del municipio de Ilopango considera que tener contenedores bien ubicados seria de gran beneficio para la población, no solo para la comodidad sino que también para la salud y la estética de sus comunidades y colonias.

12. **¿Recurren a contratar servicio particular de recolección?**

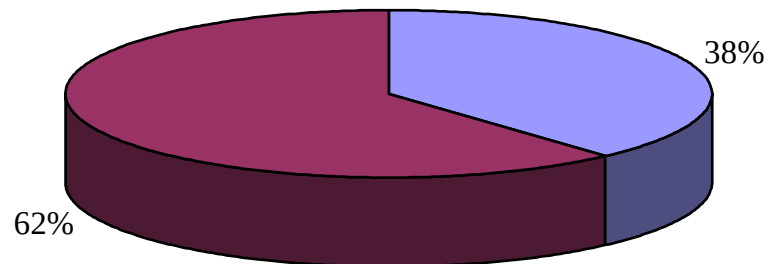
Objetivo:

Conocer zonas que recurren a la contratación de servicio particular, reflejando así la falta de cobertura de servicio de recolección en la zona y dando una señal de la necesidad no satisfecha del servicio.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	23	38%	10	13
No	37	62%	17	20
Total	60	100%	27	33

Pregunta 12

■ Si ■ No



Análisis:

Casi una tercera parte del municipio dice que se ven en la obligación de contratar un servicio de recolección particular, ya que el servicio brindado por la municipalidad llega escasamente o no llega. Un 62% que no sienten la necesidad de contratar un servicio particular de recolección.

13. ¿Considera usted que la municipalidad esta trabajando lo suficiente para resolver el problema de la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos?

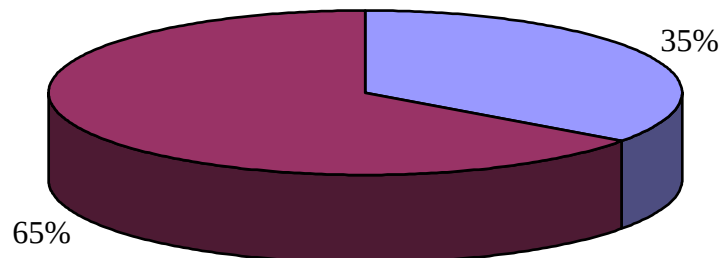
Objetivo:

Conocer el punto de vista de la población respecto al trabajo que realiza la municipalidad, si es suficiente para resolver el problema de la falta de cobertura en la recolección de desechos sólidos en el municipio de Ilopango.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	21	35%	10	11
No	39	65%	17	22
Total	60	100%	27	33

Pregunta13

■ Si ■ No



Análisis:

El 65% de la población considera que la municipalidad no hace lo suficiente para resolver la problemática de la demanda de recolección de los desechos sólidos.

14. ¿Cómo considera el problema de los desechos sólidos en Ilopango?

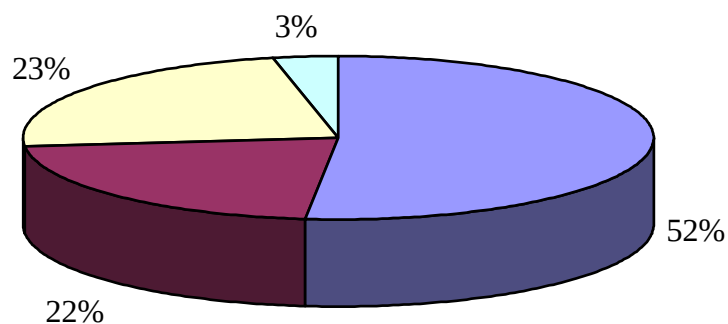
Objetivo:

Conocer la impresión de la población sobre el problema de los desechos sólidos de Ilopango es el punto de vista de las personas que sufren directamente la falta de cobertura e indican un alto grado de veracidad con su opinión.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Muy grave	31	52%	17	14
Empeora	13	22%	6	7
Leve	14	23%	4	10
No preocupa	2	3%	0	2
Total	60	100%	27	33

Pregunta 14

■ Muy grave ■ Empeora ■ Leve ■ No preocupa



Análisis:

El 74% de la población considera que el problema de los desechos sólidos es muy grave y que cada vez empeora a grados más intolerables para la población así como para la salud y apariencia del municipio.

15. ¿Considera que los camiones con los que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la demanda de la recolección?

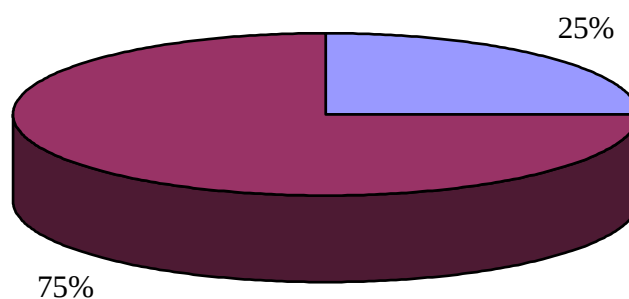
Objetivo:

Conocer, desde el punto de vista de la población, si la cantidad de camiones con los que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la demanda de recolección, indica la cantidad de cobertura que se le puede ofrecer al municipio de Ilopango.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Si	15	25%	6	9
No	45	75%	21	24
Total	60	100%	27	33

Pregunta 15

■ Si ■ No



Análisis:

La mayoría de la población opina que el problema de los desechos sólidos es grave porque la municipalidad no cuenta con la cantidad de camiones suficiente para cubrir la demanda del municipio.

16. ¿Cuales considera son las principales tipos de desechos que generan en su hogar?

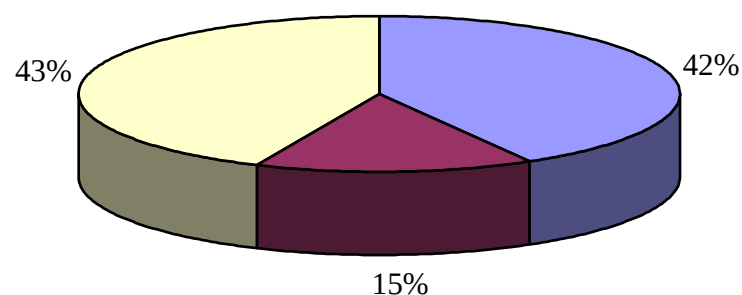
Objetivo:

Tener conocimiento del tipo de desecho que se recolecta también es un aporte importante ya que indica el equipo que los recolectores deben tener para brindar un mejor servicio y sin problemas para el personal.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Santa lucia	San bartolo
Orgánicos	25	42%	13	12
Papel y plast.	9	15%	6	3
Combinados	26	43%	8	18
Total	60	100%	27	33

Pregunta 16

■ Organicos ■ Papel y plast. ■ Combinados



Análisis:

Un 42% de la población genera desechos orgánicos (comida, cáscaras, frutas y verduras en descomposición, etc) comúnmente, también un 43% genera este tipo de desechos combinados con vidrio, metales, papel, plástico y desechos fisiológicos.

2.5.2. ENCUESTA REALIZADA A EMPRESAS COMERCIALES E INDUSTRIALES

1. ¿Tipo de empresa?

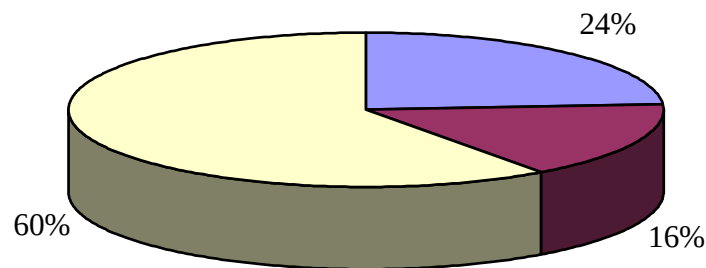
Objetivo:

Determinar el tipo de empresa que se encuesta, industria comercio o servicio porque nos da la noción del tipo de desecho que se recolectara.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Industria	6	24%
Comercio	4	16%
Servicio	15	60%
Total	25	100%

Pregunta 1

■ Industria ■ Comercio ■ Servicio



Análisis:

Un 60% de las empresas que hay en el municipio de Ilopango son empresas dedicadas a prestar servicios de distinto tipo, le siguen en orden de cantidad las empresas industriales, con un 24%, las cuales en su mayoría son talleres de metal – mecánica y los comercios que ocupan un 16% del total de empresas.

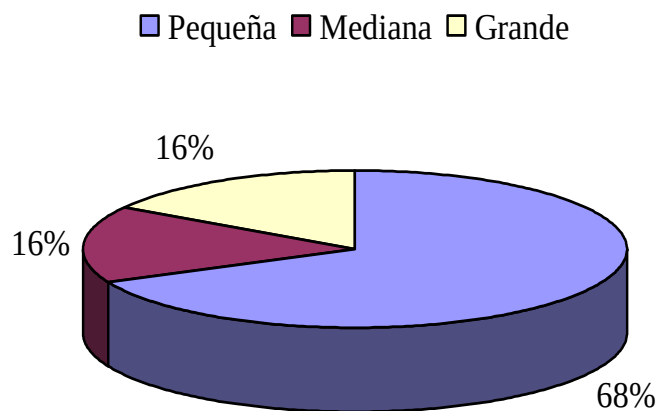
2. ¿Cómo considera la empresa?

Objetivo:

Determinar el tamaño de la empresa se requiere para tener un aproximado de la cantidad de basura que produce cada empresa y paralelamente la demanda de servicio que presentan.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Pequeña	17	68%
Mediana	4	16%
Grande	4	16%
Total	25	100%

Pregunta 2



Análisis:

Un 68% de las empresas del municipio son consideradas pequeñas por sus propios trabajadores o propietarios, la mayoría de estas empresas tienen entre 5 y 20 empleados, las empresas medianas y grandes se encuentran en una proporción igual, con un 16% cada una.

3. ¿Quién recolecta los desechos sólidos?

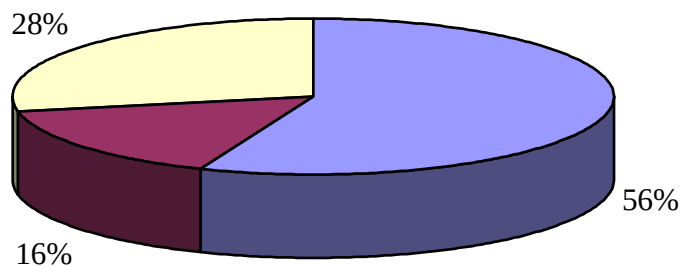
Objetivo:

Conocer si la municipalidad o empresa privada es la encargada de los desechos sólidos, en algunas empresas determinadas nos indica el buen servicio o el mal servicio que se ofrezca en algunas zonas del municipio de Ilopango.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Municipalidad	14	56%
Emp. Priv.	4	16%
Nadie / propio	7	28%
Total	25	100%

Pregunta 3

■ Municipalidad ■ Emp. Priv. ■ Nadie / propio



Análisis:

El 56% de los encuestados señalan a la municipalidad de Ilopango como la responsable del servicio de recolección de los desechos sólidos en sus respectivas empresas, pero una porción importante de empresas, 28%, no reciben el servicio de recolección y se ven obligados a utilizar sus propios medios y un 16% paga por un servicio privado de recolección.

4. ¿Que frecuencia tiene el servicio de recolección por semana?

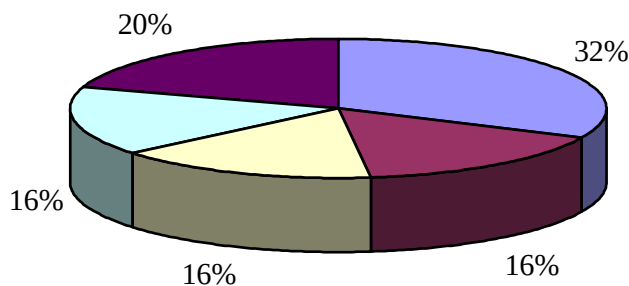
Objetivo:

La frecuencia con que pasa el tren de aseo en un periodo de tiempo determinado, refleja la calidad de cobertura que ofrece la alcaldía de Ilopango en el servicio de recolección de desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
1 vez	8	32%
2 veces	4	16%
3 veces	4	16%
4 o mas veces	4	16%
No pasa	5	20%
Total	25	100%

Pregunta 4

■ 1 vez ■ 2 veces ■ 3 veces ■ 4 o mas veces ■ No pasa



Análisis:

El 48% de las empresas dice que el servicio de recolección lo reciben 2 o menos veces en la semana, lo que ocasiona que se les acumulen los desechos producto de sus operaciones, lo cual es motivo de insatisfacción en el servicio por el que pagan; un 20% tiene el grave problema de que no reciben nunca el servicio de recolección, lo que constituye una porción de empresas importante que no dispone del servicio.

5. **¿Conque frecuencia quisiera el numero de viajes de recolección en la semana?**

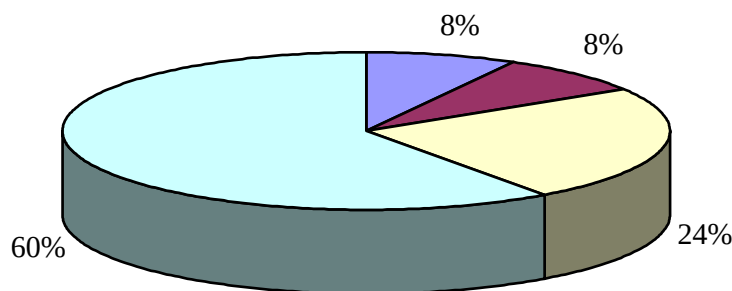
Objetivo:

Conocer la solicitud de las empresas, respecto a la frecuencia que quisieran el servicio refleja la necesidad que poseen, para que se les recolecten los desechos sólidos por parte del servicio que brinda la alcaldía de Ilopango.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
1 vez	2	8%
2 veces	2	8%
3 veces	6	24%
4 o mas veces	15	60%
Total	25	100%

Pregunta 5

■ 1 vez ■ 2 veces ■ 3 veces ■ 4 o mas veces



Análisis:

Prácticamente el 84% de las empresas es de la opinión de que se debe prestar el servicio de recolección 3 veces a la semana, como mínimo, aunque las preferencia es que se les del servicio de recolección entre 3 y 4 veces por semana. Un 16% de las empresas considera que con una o dos veces que llegue el camión a la semana satisface sus necesidades.

6. **¿Considera adecuados los horarios de recolección de los desechos?**

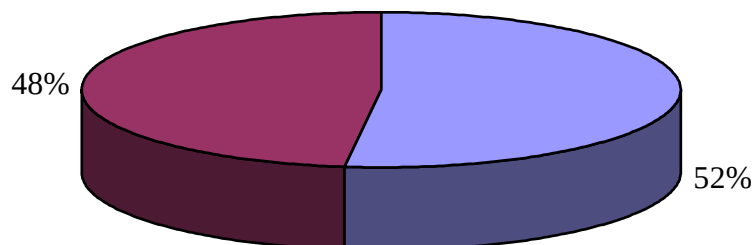
Objetivo:

Determinar si los horarios de recolección de los desechos sólidos, es vital, ya que algunas empresas se tienen que programar para poder preparar los desechos que se le serán recolectados.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	52%
No	12	48%
Total	25	100%

Pregunta 6

■ Si ■ No



Análisis:

Hay empresas que han opinado estar a favor de su turno de recolección son las que reciben el servicio en horas de la mañana, la cobertura que se da en la mañana es del 52% para empresas, el resto 48%, recibe el servicio en la tarde. Hay que resaltar que la cobertura que tienen las empresas en la tarde es mejor que la cobertura que tiene la población común, en la tarde. Para las empresas el horario realmente no es de vital importancia, lo que importa es que se les brinde el servicio de recolección.

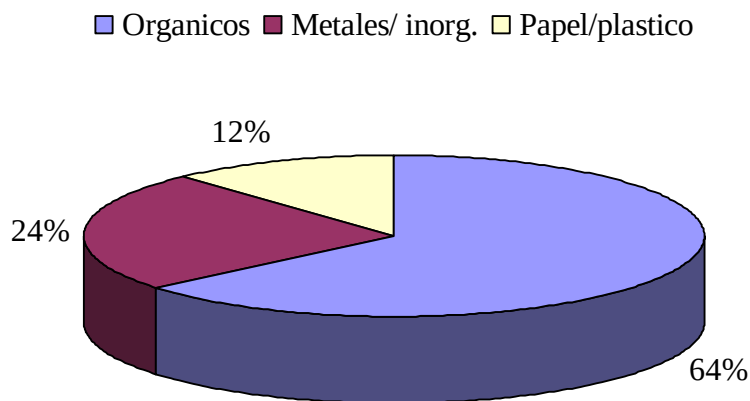
7. ¿Cuales considera son los tipos de desechos que se generan en su empresa?

Objetivo:

Conocer los tipos de desechos que generan las empresas, se requiere para poder hacer frente con la preparación de equipo adecuado para los diferentes tipos de desechos que se generan.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Orgánicos	16	64%
Metales/ inorg.	6	24%
Papel/plastico	3	12%
Total	25	100%

Pregunta 7



Análisis:

El 76% de los desechos generados por las empresas derivan de los servicios prestados por estas empresas a sus respectivos clientes. Los desechos industriales que aparecen con un 24% se reducen debido a que las empresas que los producen los re – utilizan en sus procesos productivos o los venden.

8. ¿Que cantidad semanal de desechos sólidos producen?

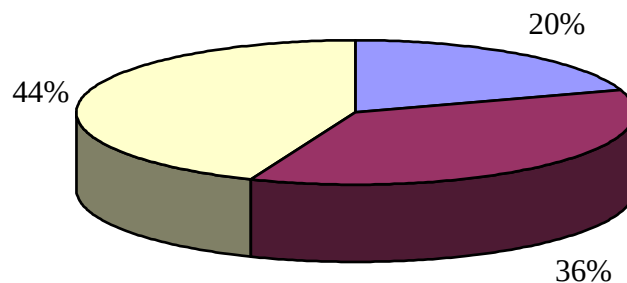
Objetivo:

Conocer la cantidad promedio de desechos sólidos que las empresas generan, ya que debe ser del conocimiento de las autoridades administrativas y operativas de la alcaldía para tener control y programa de recolección según la cantidad de desechos que se generen.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 20lbs	5	20%
20 a 40Lbs.	9	36%
Mayor a 40lbs	11	44%
Total	25	100%

Pregunta 8

■ Menor a 20lbs ■ 20 a 40Lbs. ■ Mayor a 40lbs



Análisis:

El 20% de las empresas genera cantidades inferiores a 20 libras, entre estas empresas se encuentran algunas empresas industriales, las cuales utilizan mucho el reciclaje, un 36% de las empresas producen cantidades entre 20 y 40 libras de desechos, entre estas empresas están algunas empresas industriales y los comercios. Finalmente están las empresas que generan mas de 40 libras de desechos, estas son principalmente las empresas dedicadas a prestar servicios.

9. ¿Poseen contenedor u otros tipos de depósitos?

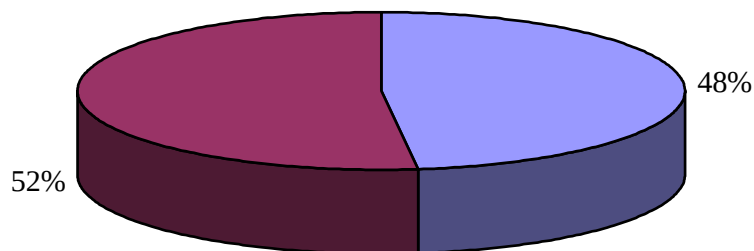
Objetivo:

Conocer si las empresas poseen contenedores los cuales son ubicados en lugares estratégicos ya que la recolección por parte de las unidades a los contenedores debe de ser controlados, por ello la importancia de saber si las empresas poseen o no.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Si	12	48%
No	13	52%
Total	25	100%

Pregunta 9

■ Si ■ No



Análisis:

Un 48% de las empresas afirma tener contenedor propio o contenedores de la municipalidad, pero, el 52% de las empresas dice no tener contenedores; ni propios ni que la municipalidad los halla ubicado en las zonas aledañas.

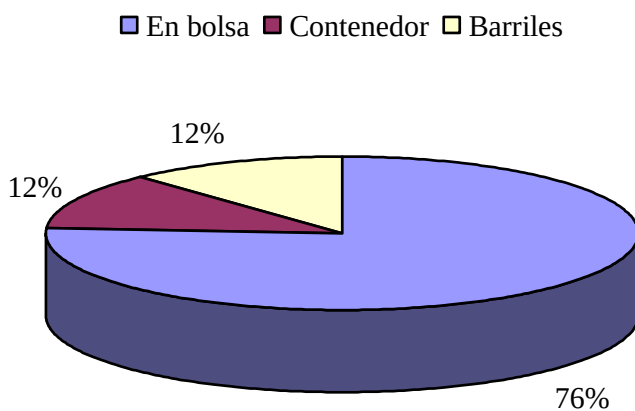
10. **¿En que forma entregan los desechos sólidos?**

Objetivo:

Determinar el tipo de deposito en que se entregan los desechos, para saber el tipo de equipo con que deben contar los recolectores de los desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
En bolsa	19	76%
Contenedor	3	12%
Barriles	3	12%
Total	25	100%

Pregunta 10



Análisis:

El 76% de las empresas, principalmente comercios y servicio, entregan sus desechos en bolsas. Las empresas industriales y algunas empresas comerciales y de servicio grandes entregan sus desechos en contenedores y / o en barriles.

11. **¿Recurren a contratar servicio particular de recolección?**

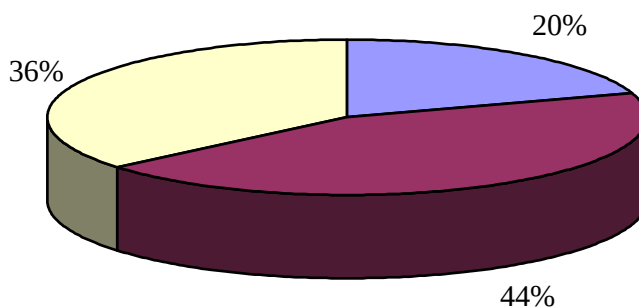
Objetivo:

Determinar si las empresas recurren a la contratación periódica de servicio particular de recolección, la obtención de estos datos es básica para estudiar las debilidades en la cobertura del servicio de recolección de los desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
A diario	5	20%
Semanal	11	44%
No	9	36%
Total	25	100%

Pregunta 11

■ A diario ■ Semanal ■ No



Análisis:

El 64% de las empresas del municipio contratan un servicio de recolección diferente al de la municipalidad, algunas empresas lo hacen casi a diario y otras semanalmente. Estas empresas adquieren este servicio de recolección como una forma de complementar la cobertura que les da la municipalidad o por que no tienen cobertura. El 36% de las empresas no contrata un servicio privado de recolección.

12. **¿Considera que los contenedores están ubicados en los lugares adecuados?**

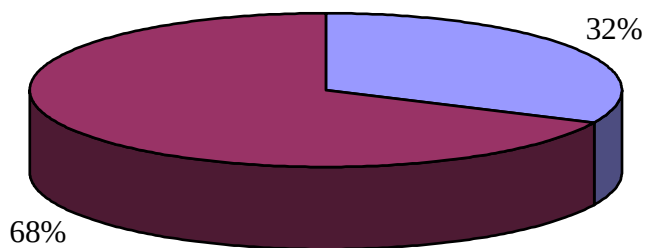
Objetivo:

Conocer la ubicación estratégica de los contenedores de desechos sólidos, desde el punto de vista de las empresas, para determinar el lugar mas conveniente donde depositarlos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	32%
No	17	68%
Total	25	100%

Pregunta 12

■ Si ■ No



Análisis:

El 68% de las empresas afirmo no tener contenedores en sus periferias o que los contenedores están en zonas alejadas para ir a dejar los desechos. El 32% esta de acuerdo en la posición de los contenedores debido a que son propiedad de las empresas o la alcaldía se los ha entregado a esas empresas exclusivamente.

13. **¿En general como considera el servicio de recolección de desechos sólidos?**

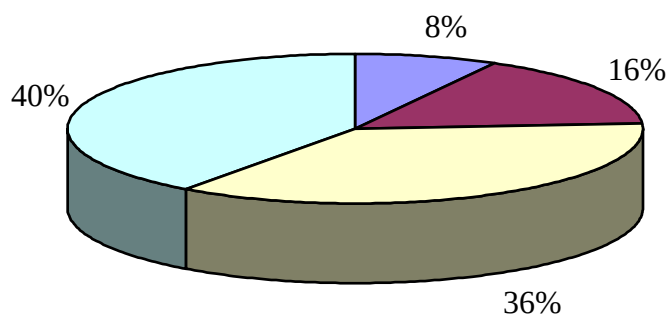
Objetivo:

Conocer el punto de vista de las empresas sobre el servicio de recolección de los desechos sólidos que brinda la alcaldía, para darse cuenta si es necesario o no un cambio en el sistema de recolección y control de recolección de desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Muy buena	2	8%
Buena	4	16%
Regular	9	36%
Deficiente	10	40%
Total	25	100%

Pregunta 13

■ Muy buena ■ Buena ■ Regular ■ Deficiente



Análisis:

Un 76% de las empresas señala, en términos generales, como malo el servicio de recolección de los desechos sólidos que reciben por parte de la municipalidad, tal insatisfacción surge de las pocas veces que pasa el camión recolector por sus negocios y los impuestos que pagan por ser empresas son elevados.

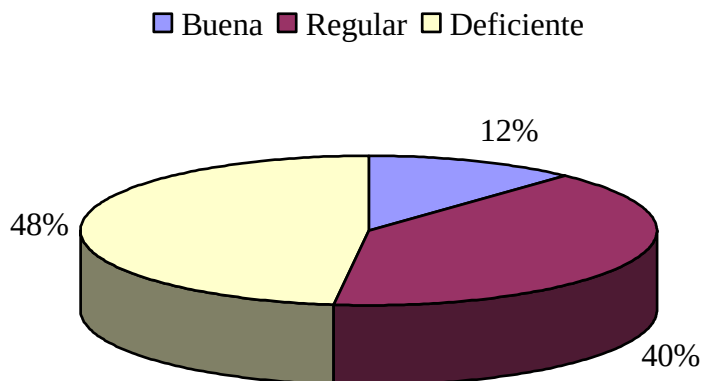
14. **¿Cómo considera la comunicación de su empresa con los encargados del servicio de recolección?**

Objetivo:

Conocer la calidad de comunicación que posean los encargados de brindar el servicio de recolección de desechos sólidos, con las empresas a las que se les brinda el servicio, se requiere para las programaciones y controles de recolección.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Buena	3	12%
Regular	10	40%
Deficiente	12	48%
Total	25	100%

Pregunta 14



Análisis:

El 48% de las empresas afirma que la única comunicación que tienen con la alcaldía, en el tema de los desechos sólidos, es cuando pagan sus impuestos y cuando hay nuevas normativas de parte de la alcaldía. Otro 40% dice que tienen comunicación con la alcaldía, pero no reciben respuestas satisfactorias y un 12% dice que la municipalidad trabaja con estas empresas de manera conjunta.

15. **Sugerencias y observaciones adicionales:**

Objetivo:

Conocer las sugerencias y observaciones que puedan aportar las empresas son necesarias para poder desarrollar mejoras en los sistemas actuales de recolección ya que son la expresión del punto de vista desde las personas que reciben el servicio de recolección.

- Hacer campañas de concientización ciudadana, trabajando de manera conjunta empresas y municipalidad
- La tripulación del camión que recolecta los desechos sólidos no debe dejar esparcidos los desechos en las calles y aceras
- Deben tener una programación para pasar a ciertas empresas que generan desechos de rápida descomposición.
- Algunas tripulaciones buscan empresas que generan desechos reciclables para posteriormente poder venderlos, de esta manera descuidan ciertas rutas de recolección.

Análisis:

Las empresas están en disposición de colaborar con la municipalidad para resolver el problema de los desechos sólidos. Las observaciones y sugerencias realizadas por las empresas son de gran importancia para que la municipalidad pueda brindar un servicio óptimo a las empresas del municipio.

2.5.3. CENSO REALIZADO A MOTORISTAS Y PEONES DE RECOLECCIÓN DE LA ALCALDÍA DE ILOPANGO

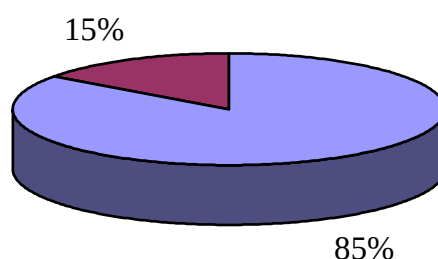
Limitación:

El censo a los motoristas y recolectores no se pudo realizar de forma completa, por el motivo de que hubieron 8 de los trabajadores que se dedican a la actividad de la recolección de los desechos sólidos que se opusieron a colaborar en la realización de sus respectivas encuestas, aunque se les aclaro que la investigación era inminentemente con motivos académicos. El grado de colaboración que mostraron motoristas y peones de recolección del departamento de servicios generales de la alcaldía de Ilopango se muestra a continuación:

Parametro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Si colaboro	45	85%	10	35
No colaboro	8	15%	3	5
Total	53	100%	13	40

Colaboracion por puesto

■ Si colaboro ■ No colaboro



La principal razon por la que los 8 trabajadores se opusieron a colaborar es que creia que se trataba de una evaluación de su desempeño y que peligraba su puesto de trabajo. Es de agradecer la postura de muchos de los trabajadores que intentaron convencer a los que no colaboraron, ya que estos convencieron a otros que tenian la misma postura negativa hacia las encuestas y finalmente si colaboraron.

1. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la alcaldía?

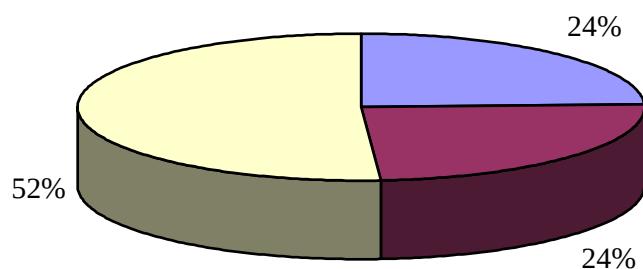
Objetivo:

Determinar el tiempo de laborar que tiene el trabajador, en la recolección de los desechos sólidos, esto nos refleja la veracidad de la respuesta, ya que entre más tiempo posea de laborar para la alcaldía, más conocimiento tendrá del sistema en estudio.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
0-3 años	11	24%	3	8
3-6 años	11	24%	3	8
Mas de 6 años	23	51%	4	19
Total	45	100%	10	35

Pregunta 1

■ 0-3 años ■ 3-6 años ■ mas de 6 años



Análisis:

El 75% de los que trabajan en la recolección de los desechos sólidos, tiene mas de 3 años dedicándose a esa actividad, por lo tanto, conocen muy bien el trabajo que realizan, así como se puede deducir que conocen las colonias y comunidades del municipio de Ilopango y los puntos mas críticos donde se generan desechos sólidos.

2. ¿Cuál es su horario actual de trabajo?

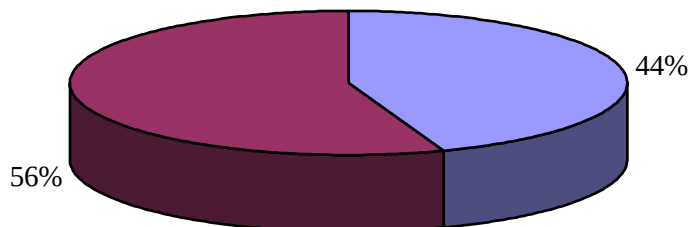
Objetivo:

Delimitar los periodos de trabajo establecidos por la alcaldía, de esta forma obtendremos la cantidad de personas que se encuentran prestando el servicio de recolección, en los diferentes turnos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
6-12:30m	20	44%	5	15
1-7:30pm	25	56%	5	20
Total	45	100%	10	35

Pregunta 2

■ 6-12:30m ■ 1-7:30pm



Análisis:

Los trabajadores están igualmente divididos en los turnos de recolección, aproximadamente 50% por cada turno. Esta proporción indica que el recurso humano se divide por igual para ambos turnos.

3. **¿Cómo considera la comunicación con sus superiores respecto a las actividades de recolección?**

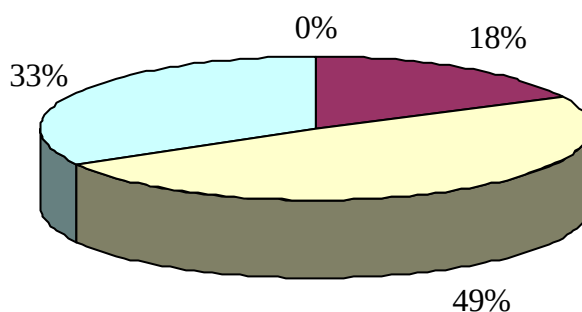
Objetivo:

Determinar la calidad de la comunicación con los superiores, ya que nos indica el nivel de flujo de información que se da en las partes involucradas a las actividades del servicio de recolección.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Muy buena	0	0%	0	0
Buena	8	18%	1	7
Regular	22	49%	5	17
Deficiente	15	33%	4	11
Total	45	100%	10	35

Pregunta 3

■ Muy buena ■ Buena ■ Regular ■ Deficiente



Análisis:

El 82% de los empleados opina que la comunicación con sus superiores es deficiente y casi nula, no se mantiene comunicación con ellos tanto en el aspecto laboral como cuando se da un pedido personal, tampoco se toman en cuenta las sugerencias y opiniones de los empleados. El 18% que dice tener buena comunicación con sus superiores son los que tienen mayor tiempo de trabajo o mayor amistad con los superiores.

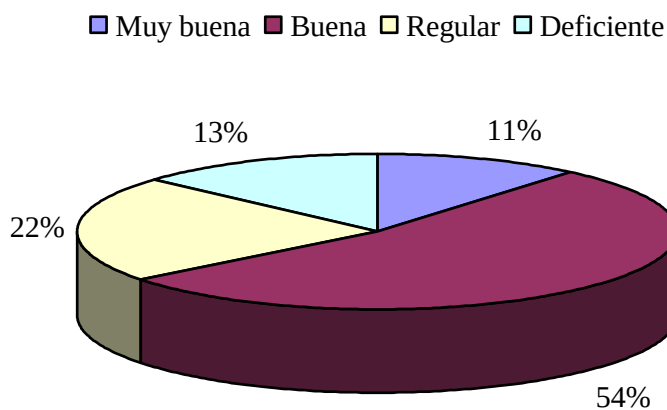
4. ¿Cómo considera las rutas actuales de recolección de desechos sólidos?

Objetivo:

Conocer desde el punto de vista de los motoristas y recolectores de la alcaldía de Ilopango, el recorrido de rutas actuales de recolección de desechos sólidos nos refleja con veracidad, la calidad del servicio brindado por la alcaldía.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Muy buena	5	11%	2	3
Buena	24	53%	6	18
Regular	10	22%	2	8
Deficiente	6	13%	0	6
Total	45	100%	10	35

Pregunta 4



Análisis:

El 64% de los empleados opina que el servicio de recolección de los desechos sólidos que se da a la población es aceptable, el restante 36% opinan que se deberían de mejorar ciertos aspectos en el trabajo de recolección.

5. ¿Si su respuesta anterior es regular o deficiente; Cuales y en que medida cree que se deberían de cambiar las rutas actuales de recolección?

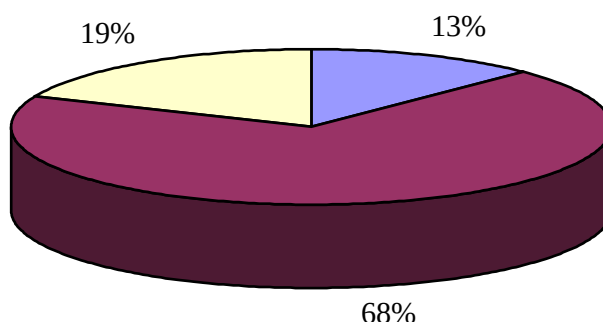
Objetivo:

Conocer las opiniones y sugerencias sobre en que medida se deben de realizar cambios en las rutas de recolección, para obtener mayor cobertura de servicio.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Totalmente	2	13%	0	2
Parcialmente	11	69%	2	9
Mínimos	3	19%	0	3
Total	16	100%	2	14

Pregunta 5

■ Totalmente ■ Parcialmente ■ Mínimos



Análisis:

Todos los empleados son de la opinión que hay que realizar algún cambio para mejorar el servicio de recolección. Un 69% opina que se debe modificar las rutas de recolección en los aspectos de extensión de la cobertura de cada ruta, tiempo de realización de cada viaje y en los horarios de recolección. El 13% que dice se deben cambiar las rutas en su totalidad es por que esas rutas se emplean desde hace 5 o 6 años.

6. **¿Considera que los camiones con que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la recolección?**

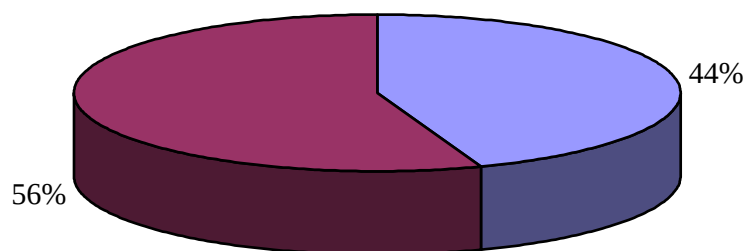
Objetivo:

Considerar la cantidad de camiones con que se cuenta, nos dicta la cobertura que se logra actualmente y nos refleja la cantidad necesaria para poder ofrecer una cobertura total.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Si	20	44%	4	16
No	25	56%	6	19
Total	45	100%	10	35

Pregunta 6

■ Si ■ No



Análisis:

El 56% de los empleados opina que la falta de cobertura que se experimenta en ocasiones, según ellos, se debe a la falta de camiones, debido a que cuando falla uno de estos los demás no cubren la demanda. El otro 44% opina que planeando de mejor manera las rutas y cuidando mejor los camiones se puede mejorar el servicio.

7. ¿Cómo considera el estado actual de los camiones de recolección?

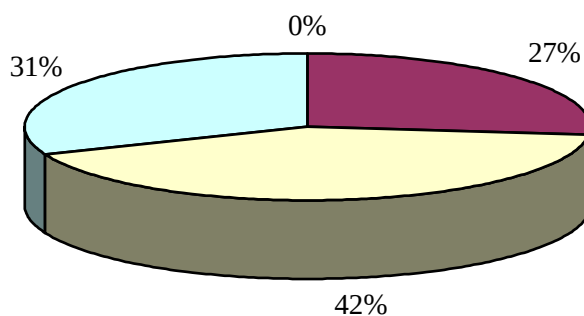
Objetivo:

Conocer el estado en el que se encuentran actualmente los camiones de recolección, ya que de ello depende si se contara a diario con el total de las unidades.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Muy buena	0	0%	0	0
Buena	12	27%	2	10
Regular	19	42%	5	14
Deficiente	14	31%	3	11
Total	45	100%	10	35

Pregunta 7

■ Muy buena ■ Buena ■ Regular ■ Deficiente



Análisis:

El 73% opina que los camiones no están en un estado optimo para lo que exige la demanda de cobertura. Debido a que las reparaciones que se dan a los camiones no son completas, los camiones muestran fallas rápidamente, por lo que estos trabajan de manera forzada en la operación. Un 27% opina que los camiones funcionan en optimo estado.

8. **¿Se preocupa usted por El buen funcionamiento de los camiones de recolección?**

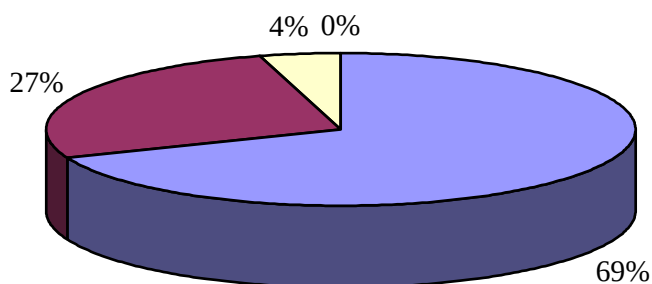
Objetivo:

Conocer el interés que presentan los motoristas y recolectores por el buen funcionamiento de las unidades es imprescindible ya que del manejo y uso que se les dé, así será la calidad de funcionamiento que se obtendrá de los camiones.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Siempre	31	69%	8	23
Frecuentemen.	12	27%	2	10
A veces	2	4%	0	2
Nunca	0	0%	0	0
Total	45	100%	10	35

Pregunta 8

■ Siempre ■ Frecuentemen. ■ A veces ■ Nunca



Análisis:

Un 96% de los empleados dice que tiene entre sus principales preocupaciones laborales mantener los camiones de recolección con el mejor funcionamiento posible, ya que el camión se constituye en la principal herramienta de trabajo de cada uno de ellos.

9. ¿Cuales considera son las principales causas que generan las fallas en los camiones?

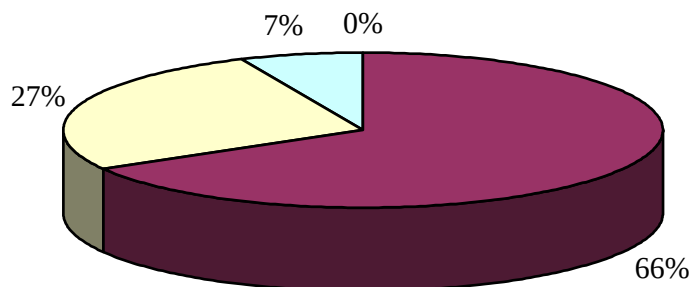
Objetivo:

Determinar, según las personas que usan los camiones, de donde se puede obtener un alto nivel de veracidad, lo que consideran las principales causas, que generan las fallas en las unidades de recolección de desechos sólidos.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Mal uso	0	0%	0	0
Mal Mantto.	30	67%	7	23
No Mantto.	12	27%	3	9
Obsoletos	3	7%	0	3
Total	45	100%	10	35

Pregunta 9

■ Mal uso ■ Mal Mantto. ■ No Mantto. ■ Obsoletos



Análisis:

El 67% de los empleados opina que las fallas de los camiones se deben a que se les da un mantenimiento inadecuado respecto al lo que cada camión es usado. Un 27% opina que los camiones no reciben mantenimiento y que solamente cuando se arruina un camión se le hacen algunas reparaciones, además los camiones tienen una vida útil de 10 años y ya tienen mas de 12 años de estar trabajando.

10. **¿Generalmente se exceden las capacidades de los camiones?**

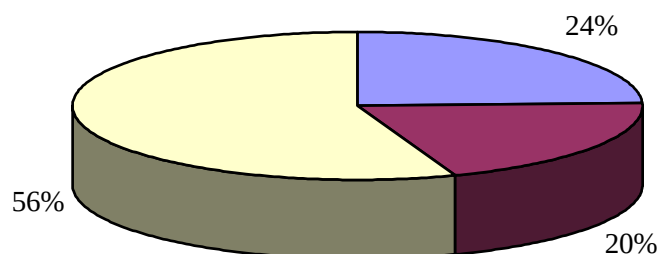
Objetivo:

Conocer si los camiones son forzados con exceso de carga es un indicador que nos refleja si la vida útil de las unidades es reducida, a la vez indica el cuidado que se les da a los camiones de recolección.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Si	11	24%	1	10
No	9	20%	0	9
En ocasiones	25	56%	9	16
Total	45	100%	10	35

Pregunta 10

■ Si ■ No ■ En ocasiones



Análisis:

El 56% de los empleados dice que en ocasiones se excede la capacidad de los camiones debido a que se tiene que suplir la ausencia de algún camión, por fallas, o por que se debe de dar la mayor cobertura posible en días que se encuentran mas desechos. Un 24% dice que siempre exceden la capacidad de los camiones para satisfacer la demanda.

11. **¿Considera que los formularios de control de las operaciones actuales son adecuados?**

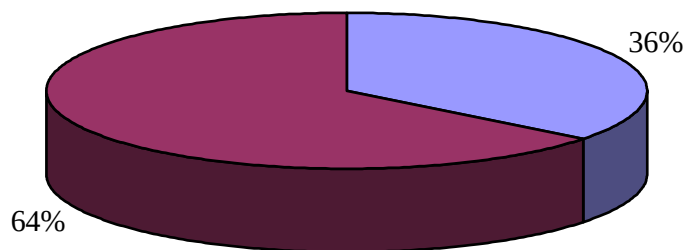
Objetivo:

Conocer si los empleados conocen y saben utilizar los formularios de control y requisiciones, para estimar el cuanto puede responder un trabajador cuando le toque realizar una tarea de esas.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje	Motoristas	Peones
Si	16	36%	3	13
No	29	64%	7	22
Total	45	100%	10	35

Pregunta 11

■ Si ■ No



Análisis:

El 64% de los empleados ni siquiera conoce los formularios de control y requisición que hay en el departamento de servicios generales, se considera que es necesario que cada uno de ellos conozca la utilidad y la forma de uso de los formularios, un 36% los conoce por que ya han estado a cargo de otro tipo de actividades en el departamento de servicios generales.

12. **Sugerencias y observaciones adicionales**

Objetivo:

El punto de vista de los motoristas y recolectores es importante, ya que con ello se obtienen sugerencias y observaciones que pueden ayudar a mejorar el sistema de organización y control de recolección de desechos sólidos de Ilopango.

- Mejorar el nivel de mantenimiento de los camiones y en lo posible tener un taller y mecánico propio en el plantel de los camiones.
- Hacer nuevas rutas de recolección debido a que la población del municipio de esta incrementado y hay zonas que no son cubiertas por las rutas actuales.
- Mas atención al problema de los camiones por parte de los jefes y el consejo municipal.
- Capacitación para el personal sobre el manejo y recolección de los desechos sólidos y sobre la utilización de los distintos formularios.
- Tomar en cuenta sugerencias y opiniones de los motoristas y recolectores, ya que ellos son los que andan en el terreno.

Análisis:

Se observa que los empleados pueden aportar ideas para mejorar el servicio de recolección que se brinda a la población de Ilopango, también pueden aportar ideas para mejorar las condiciones de operación tanto de ellos como de las unidades de recolección.

2.5.4. RESULTADO DE ENTREVISTA CON JEFES Y SUPERVISORES DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES DE LA ALCALDÍA DE ILOPANGO

- Cuatro de los cinco entrevistados consideran que los horarios en que se brinda el servicio de recolección son los adecuados y también consideran que la municipalidad esta haciendo un gran esfuerzo para solucionar el problema de la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos. Consideran que en general el servicio de recolección es bueno, pero en periodos en los que se incrementa la generación de desechos sólidos se tienen muchos problemas para dar cobertura.
- También la misma proporción considera que no es conveniente que se mantengan contenedores en las comunidades y colonias, ya que el sector donde son ubicados se convierte en botaderos no autorizados.
- Todos los entrevistados son de la opinión de que se necesitan al menos 2 camiones mas y que los camiones con los que se cuenta actualmente funcionen en optimo estado, ya que según su opinión los camiones trabajan en condiciones deficientes para cubrir con la demanda de basura. Estas deficiencias se dan principalmente en el motor del camión, sistema hidráulico, sistema de frenos, sistema eléctrico y son ocasionados principalmente por lo obsoleto de las unidades, por las largas distancias que recorren por cada viaje y por que en ocasiones se excede la capacidad de carga de estos.
- Todos consideran que es conveniente que se diseñen nuevos controles, prácticos y eficientes, para las actividades de recolección de los desechos sólidos, asi como para llevar control de los suministros y los demás recursos (humano, tiempo, materiales, etc.), utilizados para brindar el servicio de recolección.

Es necesario que se determinen nuevas rutas de recolección, ya que en la actualidad la manera de designar los recorridos es en base a la observación de las distintas colonias del municipio. También consideran que es necesario diseñar croquis de cada una de estas rutas para tener un mejor control sobre estas.

2.6. MÉTODO DE OBSERVACIÓN

La investigación en el municipio de Ilopango se realizó a través de 4 cuestionarios con enfoque a los diferentes problemas de recolección, durante este periodo se observó situaciones que no estaban contempladas dentro de las encuestas pero se enumeraron como complemento de la investigación, estas observaciones de detallan a continuación:

- Falta de Mantenimiento adecuado a unidades de recolección, pocas unidades para la cantidad de desechos sólidos generadas en los diferentes sectores.
- Alta contaminación del medio ambiente puesto que no se logra cubrir toda la recolección necesaria.
- Falta de controles necesarios que arrojen datos reales de la situación y como afrontarla.
- Inconformidad dentro de los peones de recolección.
- Falta de conocimiento de los objetivos del sistema de recolección, por parte de los trabajadores del servicio.
- Falta de evaluaciones constantes para reconocer si el servicio esta prestando el servicio pretendido.
- Poca participación del usuario en el sistema actual.
- Necesidad de capacitación para los trabajadores.
- Poca comunicación entre personal de recolección y jefes.
- Desgaste grande de unidades por recorrido hasta el botadero de Nejapa
- Tarifas inadecuadas de recolección, según usuarios se cobra mas de lo que se recolecta.

- Separación inadecuada de los desechos sólidos, por parte de las diferentes comunidades y empresas.
- Uso de recolectores privados en ciertos sectores

2.7. DIAGNOSTICO

2.7.1. SERVICIO DE RECOLECCIÓN BRINDADO A LA POBLACIÓN DE ILOPANGO

- Hay un 60% de la población del municipio de Ilopango que recibe el servicio de recolección 1 o 2 veces por semana, esta frecuencia hace al servicio deficiente y lo cual hace que se acumulen los desechos que estas familias generan. También hay un 3% de la población que nunca recibe el servicio de recolección y esto pone en riesgo la salud de estas familias. Debido a estas condiciones del servicio de recolección el 75% de los pobladores consideran como irregular y deficiente el servicio de recolección y hace que un 38% de la población recurra a contratar con cierta frecuencia algún servicio particular de recolección. También el 74% de la población muestra su preocupación ante el incremento de la problemática de los desechos sólidos en el municipio y la municipalidad, a juicio del 65% de la población no hace el suficiente esfuerzo por buscar soluciones integrales.
- El 67% de la población del municipio recibe el servicio de recolección en el turno de la mañana. Un porcentaje similar al anterior están de acuerdo con su horario de recolección, lo que podría ser que sean las personas que reciben el servicio en ese horario, aunque estar de acuerdo con el horario no significa estar conforme con el servicio, pues como se ha visto anteriormente gran parte de la población no recibe el servicio con la frecuencia suficiente para que no se les acumulen ni descompongan los desechos en sus casas.

Solamente un 17% de la población recibe el servicio de recolección por la tarde y otro 17% por la noche, lo que significa que no hay un balance en los turnos de recolección.

- Que un 57% de las familias del municipio generen cantidades de desechos superiores a 20 lbs por semana, indica que la ciudadanía no tiene conciencia de la cantidades de desechos que generan ni de la problemática de los desechos sólidos. El 92% de la población entrega los desechos en bolsas plásticas, no los entregan a los recolectores, por lo que quedan en la vía pública, lo que ocasiona que indigentes y animales de la calle rompan las bolsas y esparzan la basura en las calles y aceras. También es importante mencionar que el 88% de la población no cuenta con contenedores en sus colonias para depositar los desechos generados mientras los recolectan. Por esta razón el 82% de la población opina que los contenedores serían de gran ayuda para la salud, el orden, el trabajo de los recolectores y la estética de las comunidades y colonias.

Los desechos que genera principalmente la población son desechos orgánicos en un 42% y los cuales son los que entran en más rápida descomposición, residuos de papel y plástico en un 15% y un 43% de desechos como metales, vidrios y desechos fisiológicos. La población salvadoreña en general no ha adoptado la cultura del reciclaje, esta alternativa podría ayudar a disminuir las cantidades de desechos que las familias entregan a los recolectores municipales.

Finalmente el 75% de la población opina que no se cuenta con la cantidad suficiente de camiones para que se les brinde un servicio de recolección adecuado

- El 98% de la población considera que el servicio de recolección se debe recibir de parte de la municipalidad con una frecuencia de entre 3 y 4 veces por semana, para evitar la acumulación y la descomposición de los desechos en los hogares.

2.7.2. SERVICIO DE RECOLECCIÓN BRINDADO A EMPRESAS DEL MUNICIPIO DE ILOPANGO

- Solamente un 56% reciben el servicio de recolección de parte de la municipalidad, lo cual es una proporción baja tomando en cuenta que todas las empresas y negocios pagan impuestos por recibir el servicio de recolección. Un 20% nunca recibe el servicio de parte de la municipalidad, lo que constituye un grave problema para estas empresas. El 48% de la empresas recibe el servicio de recolección solamente 1 o 2 veces por semana lo que ocasiona acumulación de basura, incomodidades para sus procesos de trabajo y para sus clientes en ocasiones.

El 64% recurre a contratar servicio extra de recolección ya sea por que no reciben el servicio por parte de la municipalidad o es un complemento de este. El sector empresarial de Ilopango considera como deficiente la tarea municipal en la recolección de los desechos sólidos; debido a lo anterior las empresas buscan comunicarse con las autoridades de la alcaldía pero en un 88% de los casos no pueden ser satisfechos en sus demandas, lo que indica que no existe los canales adecuados de comunicación de parte de los encargados de prestar el servicio de recolección.

- El 44% de las empresas genera cantidades mayores a 40 lbs y el otro 56% genera cantidades menores a 40 lbs, esto es por que hay empresas industriales y comerciales principalmente que generan desechos como papelería, plásticos, metales, etc los cuales son reciclables. Del total de desechos generados por las empresas el 64% son orgánicos lo que significa que son de mas rápida descomposición y no se pueden tener almacenados por mucho tiempo, al igual que los desechos generados por la población. Otra característica de la relación empresas – desechos sólidos es que el 52% de las empresas no poseen contenedores donde depositar los desechos mientras llega el camión; a los anterior hay que agregar que el 68% de las empresas que tienen acceso a

contenedores considera que no están adecuadamente ubicados por lo cual no son de gran ayuda para la solución del problema.

2.7.3. MOTORISTAS Y RECOLECTORES

- Se puede decir que las personas encargadas de dar directamente el servicio de recolección conocen muy bien el trabajo que desempeñan, así como las diferentes zonas del municipio ya que el 75% de estos lleva mas de 3 años trabajando en esta actividad, no obstante el 82% de los trabajadores no tiene comunicación con sus superiores lo que impide que los trabajadores puedan aportar observaciones e ideas importantes ya que ellos son los que mejor conocen el terreno. El 69% de los trabajadores opina que se deben de modificar las rutas actuales de recolección, empezando por diseñar rutas fijas de recolección, extender los recorridos a mas colonias, balancear los turnos y determinar tiempo para cada viaje.
- El 56% señala que con los camiones con los que se cuenta en la actualidad es imposible brindar cobertura a toda la demanda del municipio, la cual cada ves se acrecienta mas. Debido a esto el 80% de los trabajadores esta consiente que generalmente se excede la capacidad de los camiones, con el fin de cubrir con la demanda, pero esto lo que ocasiona es que se deterioren los recursos que se tiene actualmente.

También es importante la consideración que hacen los trabajadores al indicar que se necesitan mas camiones y tener en buenas condiciones los actuales para prestar un mejor servicio, ya que para el 27% de los trabajadores señala que las principales fallas de los camiones se debe a la falta de mantenimiento preventivo y el 67% opina que el mantenimiento no es el adecuado para los camiones.

Finalmente es importante señalar que el 64% de los trabajadores no sabe como utilizar ni conoce los formularios que hay en el departamento de servicios generales, esto es negativo, ya que se podría dar mala información en requisiciones o en informes de parte de los trabajadores con sus superiores.

CAPITULO III

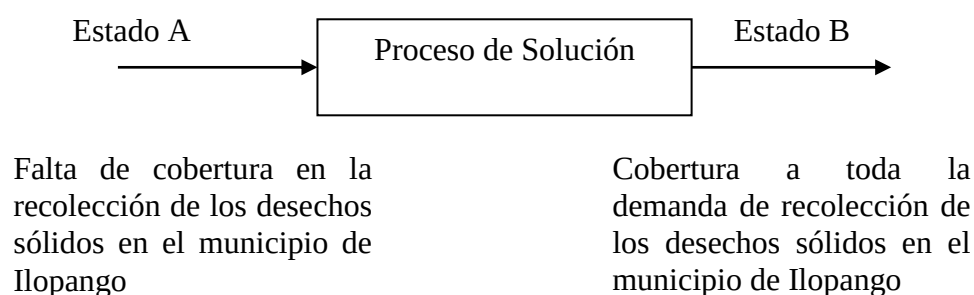
PROPUESTA DE DISEÑO

En el presente capítulo se pondrá en práctica los conceptos y la información recopilada en el marco teórico y dar respuesta al diagnóstico presentado en el capítulo anterior. El principal objetivo es que se diseñen las nuevas rutas de recolección de los desechos sólidos, así como los controles que garanticen su eficiente funcionamiento.

3.1. PROCESO DE DISEÑO

El diseño de nuevas rutas de recolección tiene como principal método de trabajo el Proceso de Diseño de Ingeniería, el cual será la columna central del diseño de las nuevas rutas. También se utilizará metodologías sobre el diseño de rutas de recolección y se emplearán los conceptos de desechos sólidos para que las rutas sean lo mejor estructuradas posible.

3.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA



A continuación se muestra los parámetros que respaldan la amplitud del problema en la perspectiva de los estados A y B:

Estado A	Estado B
- Población insatisfecha por cobertura de recolección y sectores sin el servicio	- Demanda de recolección cubierta en toda la zona urbana del municipio

- | | |
|---|--|
| - Posible proliferación de plagas y enfermedades debido a la insalubridad | - Incremento de la sanidad ambiental debido a una mejor recolección |
| - Surgimiento de botaderos clandestinos | - Desaparición de botaderos clandestinos |
| - Falta de camiones para la recolección de los desechos sólidos | - Cantidad optima de camiones para prestar el servicio de recolección |
| - Recorridos que no abarcan todas las colonias y comunidades | - Recorridos acordes a la demanda y a las zonas del municipio |
| - Equipos de trabajo sin herramientas adecuadas para la recolección | - Equipos de trabajo con herramientas adecuadas para la recolección |
| - Falta de contenedores | - Suficientes contenedores y ubicados en lugares adecuados |
| - Camiones con deficiente mantenimiento | - Camiones trabajando con normalidad y con mantenimiento preventivo periódico |
| - Camiones sin trabajar por fallas | |
| - Deficiente comunicación entre usuarios del servicio de recolección y alcaldía | - Comunicación efectiva entre usuarios del servicio de recolección y alcaldía |
| - Deficientes controles sobre las operaciones y recursos de recolección | - Eficiente control de operaciones y recursos en la recolección |
| - Personal sin capacitación sobre los desechos sólidos y uso de formularios | - Personal capacitado en las actividades del departamento de servicios generales |

3.1.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Estado A

Falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango

Estado B

Cobertura a toda la demanda de recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango

3.1.2.1. Variables de entrada

Variables de entrada	Limitación de entrada
- Numero de habitantes en zonas urbanas del municipio	$\geq 121,526$ habitantes
- Cantidad de inmuebles donde se generan desechos	$\geq 25,539$ inmuebles
- Promedio de desechos recolectados por la alcaldía mensualmente	$\geq 1,723.6$ toneladas
- Promedio de desechos sólidos no recolectados mensualmente	≤ 797 toneladas $\leq 68.38\%$
- Proporción de demanda cubierta por el servicio municipal	$\leq 60\%$ (1 o 2 veces por semana)
- Población con servicio regular o malo	$\geq 3\%$ de la población urbana
- Población que no recibe el servicio de recolección	≤ 9
- Total de camiones de recolección en la alcaldía	
- Camiones en funcionamiento	≤ 6 camiones
- Camiones de recolección cargados	$\geq 100\%$ de su capacidad
- Mantenimiento de camiones por mes	≤ 6 camiones
- Áreas para reparación de camiones	Inexistentes
- Cantidad de contenedores deteriorados para desechos	$\geq 50\%$ del total
- Capacidad de recolección utilizada	$\leq 54\%$
- Empresas que no reciben el servicio de recolección municipal	$\geq 20\%$ del municipio
- Empresas con servicio regular o malo	$\geq 48\%$ (1 o 2 veces por semana)
- Pronósticos de demanda y recolección	Ninguno
- Empleados del servicio de recolección con deficiente comunicación con jefes	$\leq 82\%$
- Trabajadores con desconocimiento sobre uso de formularios	$\leq 64\%$

Explicación de variables:

- Numero de habitantes en zonas urbanas de municipio: según proyecciones el municipio de Ilopango tiene en el área urbana 121,526 habitantes. Esta porción de la población es la que el sistema de recolección de los desechos sólidos debe de abarcar en las rutas de recolección con el objetivo de que el servicio de recolección llegue a todos estos habitantes.
- Cantidad de inmuebles donde se generan desechos: En el municipio de Ilopango se tienen en total 25,539 inmuebles, entre los cuales se incluyen las casas, empresas, escuelas comercios, etc.
- Promedio de desechos recolectados por la alcaldía mensualmente: en la actualidad la alcaldía reporta en promedio una cantidad de 1,723.6 toneladas de desechos sólidos que son recolectados mensualmente.
- Promedio de desechos no recolectados mensualmente: actualmente se calcula que un promedio de 797 toneladas no se recolectan en el municipio lo que equivale al 40.9% de la demanda de recolección.
- Proporción de demanda cubierta por el servicio municipal: actualmente el servicio municipal solo alcanza a recolectar el 68.38% de los desechos generados en el municipio de Ilopango. Lo que indica que hay un 31.62% de los desechos que no son recolectados.
- Población con servicio regular o malo: el 60% de la población recibe un servicio de recolección regular o totalmente deficiente, según datos del estudio de campo, en esta categoría se incluye la población que solo recibe el servicio de recolección 1 o 2 veces por semana. Estos habitantes tienen problemas de acumulación de los desechos así como de la descomposición de estos en sus mismos domicilios.
- Población que no recibe el servicio de recolección: actualmente el 3% de la población urbana del municipio no recibe recolección de sus desechos sólidos de parte de la municipalidad.

- Total de camiones de recolección en la alcaldía: actualmente la municipalidad es dueña de 9 camiones para la recolección. Esta cantidad de camiones es suficiente para dar el servicio, el problema esta en que muchos camiones están fuera de servicio y los que trabajan presentan fallas frecuentemente.
- Camiones en funcionamiento: como se menciona en la variable anterior la cantidad total de camiones no es suficiente para cubrir con la demanda. Actualmente solamente se utiliza un promedio de 6 camiones para la recolección, debido a que los camiones frecuentemente presentan fallas y no se pueden utilizar para la recolección.
- Camiones de recolección sobrecargados: debido a que no se cuenta con la cantidad suficiente de camiones para prestar el servicio de recolección, los camiones casi siempre son sobrecargados de desechos sólidos para poder recolectar mas, esto ocasiona un mayor desgaste de los camiones y que presenten fallas.
- Mantenimiento de los camiones por mes: el mantenimiento que se les da a los camiones de recolección es deficiente debido a que solamente se les aplican reparaciones parciales a los camiones, de esta manera no se soluciona el problema de las fallas de una manera total.
- Áreas para la reparación de los camiones: a pesar de tener un terreno amplio para guardar los camiones no se cuenta con un área para realizar las reparaciones a los camiones ni con personal que cumpla la función de mantenimiento y reparación de los camiones cuando estos presentan fallas.
- Cantidad de contenedores deteriorados para desechos: actualmente no se conoce la cantidad exacta de contenedores que existen en el municipio, pero los contenedores observados en la etapa de investigación presentan deterioro.
- Capacidad de recolección real utilizada: actualmente se utiliza solo el 54% de la capacidad total de la flota de camiones que tiene la alcaldía ya que muchos están fuera de servicio y otros presentan fallas frecuentemente.
- Empresas que no reciben el servicio de recolección municipal: el 20% de las empresas del municipio de Ilopango no reciben el servicio de recolección que la

municipalidad debe prestar. Estas empresas son afectadas en sus actividades laborales al no tener este servicio.

- Empresas con servicio regular o malo: el 48% de las empresas recibe un servicio de recolección regular o totalmente deficiente, en esta categoría se incluyen las empresas que solo recibe el servicio de recolección 1 o 2 veces por semana. Esto genera problemas de acumulación de los desechos así como de la descomposición de estos y problemas en las actividades de trabajo.
- Pronósticos de demanda y recolección: actualmente no se cuenta con datos que indique la cantidad de desechos que generaran en determinado periodo de tiempo así como la cantidad de esto que se tiene la capacidad de recolectar.
- Empleados del servicio de recolección con deficiente comunicación con jefes: el 82% de los trabajadores no tiene comunicación con sus superiores lo que impide que los trabajadores puedan aportar observaciones e ideas importantes ya que ellos son los que mejor conocen el terreno. Esto indica que los canales de comunicación en la organización están deficitarios.
- Trabajadores con desconocimiento sobre uso de formularios: el 64% de los trabajadores no sabe como utilizar ni conoce los formularios que hay en el departamento de servicios generales, esto es un riesgo ya que se podría distorsionar la información en requisiciones o en informes de parte de los trabajadores con sus superiores.

3.1.2.2. Variables de salida

Variables de salida	Limitación de salida
- Proporción de demanda cubierta por municipalidad	100%
- Cantidad de camiones para brindar el servicio de recolección	# optimo

- Pronósticos de demanda y recolección	Existentes y efectivo
- Contenedores para población y empresas	# optimo Existente
- Plan de mantenimiento preventivo para los camiones	Existentes
- Controles eficientes para operaciones, actividades y recursos en la recolección	# optimo
- Rutas de recolección de desechos sólidos	

Explicación de variables:

- Proporción de demanda cubierta por la municipalidad: con la implantación del nuevo sistema de recolección de desechos sólidos, se pretende que se brinde el servicio de recolección a toda la población del área urbana del municipio de Ilopango, así como se maximice la cantidad recolectada de desechos sólidos generados en el municipio.
- Cantidad de camiones para brindar el servicio de recolección: la cantidad de camiones de recolección debe estar acorde a la cantidad real de desechos sólidos que se generen y a la capacidad de carga que tenga cada uno de estos.
- Pronósticos de demanda y recolección: el nuevo sistema de recolección funcionara en base a la obtención de cantidades de desechos que se espera se generaran en determinado periodo de tiempo. Para esto es necesario que se elabore un enunciado detallado de las aplicaciones actividades y recursos a utilizar para la recolección de los desechos sólidos.
- Contenedores para población y empresas: los contenedores ayudan a que los desechos sólidos no se dispersen por la vía pública, es por eso que se deben ubicar los contenedores en los lugares mas adecuados para que tanto la población como los empleados de las empresas puedan depositar los desechos generados. También la

cantidad de contenedores en determinada zona dependerá de las proyecciones que se obtengan en los pronósticos.

- Plan de mantenimiento preventivo para los camiones: se debe programar el mantenimiento preventivo a los camiones y no solamente correctivo como se hace actualmente. Se debe someter a los camiones a revisiones periódicas, tanto de la parte mecánica como del sistema de compresión de los desechos y el sistema eléctrico de cada camión.
- Controles eficientes: se deben diseñar controles que permitan dirigir el sistema de recolección eficientemente. Los controles deben ser para conocer si las rutas de recolección se ejecutan según han sido diseñadas, si estas cubren con la demanda. También los controles deben emplearse al personal, a las distintas operaciones que se realizan en el departamento de servicios generales y sobre los recursos utilizados.
- Forma de recolección de los desechos sólidos: la recolección se hará ejecutando las rutas de recolección diseñadas y según la programación que se haga de los recursos empleados en la recolección.

3.1.2.3. Criterios

- Minimizar el tiempo improductivo en los recorridos: es necesario que las nuevas rutas de recolección tengan el tiempo optimo, el cual estará en función de la distancia, minimizando los recorridos improductivos o muertos ya que estos le restan productividad a cada una de las nuevas rutas.
- Utilización de la capacidad recomendada de carga de los camiones: es importante que no se subutilicen los camiones de recolección en cuanto a su capacidad respecta, es necesario que cada uno de los camiones sea utilizado en cuanta ruta le permita su capacidad de recolección.
- Minimización de costos de operación: operar el nuevo sistema con los menores costos posibles ya que un incremento de los costos puede hacer que el sistema no sea rentable.

- Maximizar la cobertura de las zonas urbanas del municipio: se debe proporcionar cobertura de recolección a todas las colonias y comunidades que estén debidamente registradas ante la municipalidad y que pertenezcan al área urbana del municipio de Ilopango.
- Beneficiar la población: los beneficios hacia la población generalmente no se pueden cuantificar en términos monetarios, pero si se pueden calificar en términos de mayor salubridad, disminución de riesgos de contaminación, plagas e infecciones, estética a la comunidad, desaparición de botaderos en lugares públicos, etc.
- Seguridad en el control: implica que el sistema sea manejado por el personal idóneo, esto para que el sistema no se subutilice o se haga obsoleto antes de tiempo
- Funcionabilidad: significa que el sistema funcione adecuadamente bajo las condiciones que presenta actualmente el municipio de Ilopango.
- Facilidad: el sistema debe ser de fácil implantación y manejo de parte de los empleados.

3.1.2.4. Restricciones

- El sistema debe ser diseñado para que funcione de manera optima en un periodo de tiempo pre-establecido: el sistema debe ser diseñado para tener un periodo determinado de vida útil, durante la cual este trabajara por el total cumplimiento de las salidas del sistema, según el diseño propuesto.
- La inversión del sistema debe de apegarse a la realidad económica de la municipalidad y sus posibilidades de financiamiento: se deben buscar modelos de sistema que se puedan implantar en la municipalidad de Ilopango tomando en cuenta la capacidad de la alcaldía para apoyar un proyecto de este tipo así como las fuentes de financiamiento, como bancos o instituciones de crédito, que se toman en cuenta.
- Es necesario que cada una de las etapas del sistema se cumpla adecuadamente para el optimo funcionamiento de todo el sistema: Cada una de las rutas propuesta debe cumplirse a cabalidad en los días y horas que estén programadas, así como los

periodos de mantenimiento preventivo y/o correctivo para cada una de las unidades y los días y horarios en que se deben cubrir las distintas zonas del municipio. Esto permitirá que el sistema funcione de manera adecuada.

- Las rutas de recolección no deben rebasar los límites municipales oficialmente designados: la municipalidad no debe de incluir dentro de sus obligaciones la recolección de comunidades correspondientes a otro municipio por el solo hecho de que estas se encuentre cerca de comunidades pertenecientes a Ilopango, ya que esto ocasiona que se desgasten los recursos mas de los programado.
- El sistema debe trabajar dentro de las normativas legales que imponen tanto la Ley del Medio Ambiente, el Ministerio de Salud y el Código Municipal.

3.1.2.5. Recopilación de información y diagnostico de las áreas y rutas de recolección

Fuentes de Información:

A continuación se presentan datos que son de gran importancia para escoger la fuente de información que se validara para realizar el estudio.

Básicamente se presenta una comparación de dos tipos de información: una es los datos proporcionados por la Asociación de Municipios de San Salvador (AMSS) y la otra son los resultados obtenidos por el grupo que realiza el presente trabajo, obtenidos del estudio de campo.

Los datos donde se exponen los criterios y se comparan ambas fuentes se presentan a continuación en el cuadro 3-1.

Rubro	AMSS	INVESTIGACION	VARIACIÓN
Total de desechos generados (toneladas)	2916.43 ton	2520.61 ton	395.82 ton
Demanda satisfecha	59.1%	68.38%	9%
Consideraciones	Según esta fuente de información se brinda servicio de recolección a colonias y comunidades que están fuera de la jurisdicción del municipio de Ilopango	No se toman en cuenta la cantidad de casas y por consiguiente la cantidad de desechos que en estas se genera, lo que ocasiona que la demanda insatisfecha disminuya	La municipalidad de Ilopango se agrega actualmente la responsabilidad de dar servicio de recolección a un aproximado de 2500 casas de habitación, mas las empresas, comercios e instituciones que puedan haber en esos sectores.

Cuadro 3-1: Comparación de criterios de fuentes de información.

Debido a que no se obtuvo una respuesta técnicamente satisfactoria sobre la estimación de desechos sólidos que fue brindada por la AMSS, se ha decidido utilizar como referencia de la investigación los datos obtenidos producto de la investigación, la cual consta en contar a través de un mapa reciente del municipio de Ilopango el numero de casas y empresas que se podían visualizar en este, también de la inspección y del reconocimiento de las zonas en estudio.

a) Áreas de recolección¹⁹

Es de gran importancia para el estudio conocer la cantidad de desechos que se genera en las distintas colonias, comunidades y empresas que se encuentran en el municipio de Ilopango, ya que de este dato se parte para la evaluación y el diseño de cada una de las rutas de recolección. El municipio básicamente se ha dividido en dos sectores: el sector Santa Lucia – Ilopango y el sector San Bartolo.

En cada uno de estos sectores se encuentran colonias, comercios, instituciones y empresas de las cuales se calcula el promedio de generación de residuos de cada una de estas de la manera que se muestra en los ejemplos:

Datos:

- Frecuencia promedio de recolección a la semana: 2 veces²⁰
- Frecuencia promedio de recolección al mes: 8.57 veces
- Kilogramos recolectados por vez: $Kg/vez = Kg/dia * (7dias/ veces por semana)$
 $Kg/vez = Kg/dia * 7/2$
 $Kg/vez = 3.5 * Kg/dia$
- 1 tonelada = 909.09Kg
- Toneladas recolectadas por vez: $Ton/vez = Kg/vez * 1ton/909.09kg$
- Promedio de habitantes por casa: $Hab/casa = Habitantes del municipio/ n^o casas$

$$Hab/casa = 121,526 / 25539$$

$$Hab/casa = 5 hab/casa$$

Los datos presentados anteriormente son el común denominador para el calculo de generación de desechos sólidos para cada tipo de fuente de generación de estos.

A continuación se presentan ejemplos de como se calcula la generación de los desechos sólidos para casas, comercios, instituciones y empresas, mercados y barrido de calles:

¹⁹ Ver Areas actuales en los anexo 3-4

²⁰ Dato obtenido de la investigación de campo, capitulo II

Casas:

Ej: Colonia Bosques de la Paz, 2664 casas

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{casas} * \text{n}^\circ \text{hab/casa} * \text{proporción}$ $\text{proporción}^{21} = 0.5\text{kg} / \text{capita} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 2,664\text{casas} * 5 \text{ hab/casa} * 0.5\text{kg} = 6,660\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 6,660\text{kg} = 23,310\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 23,310\text{kg} / 909.09\text{kg} = 25.64 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 25.64\text{ton} = 249.74 \text{ ton}$

Se incluyen en esta categoría las tiendas, pequeños bazares, comedores de garage y todo tipo de comercio que esté en la misma casa donde vivan familias.

Restaurantes:

Ej: Restaurante con 100 asientos

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{asientos} * \text{proporción}$ $\text{proporción} = 0.5\text{kg} / \text{asiento} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 100 \text{ asientos} * 0.5\text{kg} = 50\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 50\text{kg} = 175\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 175\text{kg} / 909.09\text{kg} = 0.19 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 0.19\text{ton} = 1.65 \text{ ton}$

En esta categoría están inmuebles que son utilizados totalmente como restaurante, comedores, pupuserías, restaurantes de hotel, turicentro.

Comercios:

Ej: Empresa con 10 empleados

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{empleados} * \text{proporción}$ $\text{proporción} = 0.5\text{kg} / \text{empleado} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 10 \text{ empleados} * 0.5\text{kg} = 5\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 5\text{kg} = 17.5\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 17.5\text{kg} / 909.09\text{kg} = 0.019 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 0.019\text{ton} = 0.165 \text{ ton}$

²¹ Proporción obtenida de la tabla 3-1 del capítulo 1

En esta categoría se incluyen librerías, zapaterías, centros comerciales, salones de belleza, peluquerías, talleres mecánicos, etc.

Instituciones:

Ej: Colegio Joseph, 100 empleados

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{ empleados} * \text{proporción}$ $\text{proporción} = 0.2\text{kg} / \text{empleado} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 100 \text{ empleados} * 0.2\text{kg} = 20\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 20\text{kg} = 70\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 70\text{kg} / 909.09\text{kg} = 0.08 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 0.08\text{ton} = 0.66 \text{ ton}$

En esta categoría entran escuelas, colegios, instituciones financieras, empresas grandes, instituciones públicas, complejos deportivos, etc.

Mercados:

Ej: Mercado de centro urbano Santa Lucia, 413 puestos

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{ puestos} * \text{proporción}$ $\text{proporción} = 1.7\text{kg} / \text{puesto} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 413 \text{ puestos} * 1.7\text{kg} = 702.1\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 702.1\text{kg} = 2457.35\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 2457.35\text{kg} / 909.09\text{kg} = 2.7 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 2.7\text{ton} = 23.17 \text{ ton}$

En esta categoría se incluyen mercados, supermercados, carnicerías.

Barrido de calles:

Ej: Barrido de calles en centro de Ilopango, 725.65 metros

$\text{Kg/día} = \text{n}^\circ \text{ metros} * \text{proporción}$ $\text{proporción} = 0.2\text{kg} / \text{metro} / \text{día}$

$\text{Kg/día} = 725.65 \text{ asientos} * 0.2\text{kg} = 145.13\text{kg}$

$\text{Kg/vez} = 3.5 * \text{Kg/día} = 3.5 * 145.13\text{kg} = 507.96\text{kg}$

$\text{Ton/vez} = \text{Kg/vez} / 909.09 \text{ kg} = 507.96\text{kg} / 909.09\text{kg} = 0.56 \text{ ton}$

$\text{Ton/mes} = 8.57 * \text{ton/vez} = 8.57 * 0.56\text{ton} = 4.79 \text{ ton}$

Es todo lo que barren empleados de la alcaldía en la vía pública para su posterior recolección por el camión.

A continuación se presenta en el Cuadro 3-2 la cantidad de desechos sólidos y sus proporciones, generados en cada una de las colonias del municipio de Ilopango. En el mencionado cuadro ya están agregados los totales de desechos sólidos generados por casas, restaurantes, comercios, instituciones y empresas.²²

Desechos sólidos generados en la colonias y comunidades del municipio de Ilopango					
Colonias y comunidades	Kg/día	Kg/vez	Tond/vez	Tond/mes	%
Barrido de calles (metros)	145.45	509.09	0.56	4.80	0.190%
Lotificación Las Palmas	657.14	2,300.00	2.53	21.68	0.860%
Residencial Santa Lucía	485.71	1,700.00	1.87	16.03	0.636%
Col. Santa Lucía Norte	498.70	1,745.45	1.92	16.45	0.653%
Col. Santa Eduvigis	553.25	1,936.36	2.13	18.25	0.724%
Col. Monte Cristo	662.34	2,318.18	2.55	21.85	0.867%
Col. Vista al Lago I	4,197.40	14,690.89	16.16	138.49	5.494%
Col. Vista al Lago II	1,693.50	5,927.27	6.52	55.88	2.217%
Com. Bco. Hipotecario	75.32	263.64	0.29	2.49	0.099%
Santa Lucía poniente	893.51	3,127.27	3.44	29.48	1.170%
Campamento Santa Lucía	150.65	527.27	0.58	4.97	0.197%
Centro Urb. Santa Lucía	4,625.97	16,190.89	17.81	152.63	6.055%
Col. Jardines Santa Lucía	1,576.62	5,518.18	6.07	52.02	2.064%
Bosques de la paz	7,542.85	26,399.97	29.04	248.87	9.874%
Centro de Ilopango	2,025.97	7,090.90	7.80	66.85	2.652%
Comunidad Ilopango	379.22	1,327.27	1.46	12.51	0.496%
Colonia Llano Verde I	903.90	3,163.63	3.48	29.82	1.183%
Colonia Llano Verde II	272.73	954.54	1.05	9.00	0.357%
Colonia Escalante	316.88	1,109.09	1.22	10.46	0.415%
Colonia San Luis	127.27	445.45	0.49	4.20	0.167%
Colonia Quiteño	375.32	1,313.64	1.45	12.38	0.491%
Colonia Modelo	119.48	418.18	0.46	3.94	0.156%
Colonia Buena Vista	153.25	536.36	0.59	5.06	0.201%
Barrido de calles (metros)	254.55	890.91	0.98	8.40	0.333%
Jardines de San Bartolo	1,987.01	6,954.54	7.65	65.56	2.601%

²² Nota: Para ver el detalle de todas las fuentes de generación de desechos sólidos, como empresas, mercados, etc, ver los Anexos 3-1 y 3-2. Para ver las áreas gráficamente ver los Anexos 3-4

Reparto Las Cañas	5,524.67	19,336.34	21.27	182.28	7.232%
Urb. Cuscatlan	355.84	1,245.45	1.37	11.74	0.466%
C.U.S.B 1	490.91	1,718.18	1.89	16.20	0.643%
C.U.S.B 2	361.04	1,263.64	1.39	11.91	0.473%
C.U.S.B 3 zona TYCSA	1,335.06	4,672.72	5.14	44.05	1.748%
C.U.S.B 4	1,366.23	4,781.81	5.26	45.08	1.788%
C.U.S.B 5	2,080.52	7,281.81	8.01	68.65	2.723%
C.U.S.B 6	498.70	1,745.45	1.92	16.45	0.653%
C.U.S.B 9	1,187.01	4,154.54	4.57	39.16	1.554%
Rep. Cima de San Bartolo 1	3,262.33	11,418.17	12.56	107.64	4.270%
Rep. San Arturo TYCSA	1,361.04	4,763.63	5.24	44.91	1.782%
Comunidad La Campiña	451.95	1,581.82	1.74	14.91	0.592%
Comunidad Italia	537.66	1,881.82	2.07	17.74	0.704%
Colonia San José	989.61	3,463.63	3.81	32.65	1.295%
Com. Lomas de San Bartolo	649.35	2,272.73	2.50	21.43	0.850%
Res. Libertad Obrera	896.10	3,136.36	3.45	29.57	1.173%
Urbanización San Bartolo	698.70	2,445.45	2.69	23.05	0.915%
Prados de San Bartolo	249.35	872.73	0.96	8.23	0.326%
Urb. Alta Vista	5,309.09	18,581.80	20.44	175.17	6.950%
Col. Brisas de San Bartolo	464.93	1,627.27	1.79	15.34	0.609%
Col. Alta Vista	444.16	1,554.54	1.71	14.65	0.581%
Com. La Esperanza	374.03	1,309.09	1.44	12.34	0.490%
Lotificacion Bella Vista	119.48	418.18	0.46	3.94	0.156%
Colonia Buena Vista	423.38	1,481.82	1.63	13.97	0.554%
Col. Veracruz	594.80	2,081.82	2.29	19.63	0.779%
Nuevo San Felipe	324.68	1,136.36	1.25	10.71	0.425%
Col. Rivas	132.47	463.64	0.51	4.37	0.173%
Altos de San Felipe	667.53	2,336.36	2.57	22.02	0.874%
Res. San Felipe	696.10	2,436.36	2.68	22.97	0.911%
Col. San Jorge	301.30	1,054.54	1.16	9.94	0.394%
Com. Monte alegre	267.53	936.36	1.03	8.83	0.350%
Com. El Arenal	166.23	581.82	0.64	5.48	0.218%
Jardines de Selsutt	2,480.52	8,681.81	9.55	81.84	3.247%
Nuevos Horizontes	3,155.84	11,045.44	12.15	104.13	4.131%
Col. La Selva	1,140.26	3,990.91	4.39	37.62	1.493%
Sector Apulo	2,194.80	7,681.81	8.45	72.42	2.873%
Carretera panamericana	4,166.23	14,581.80	16.04	137.46	5.454%
Total	76,393.43	267,377.01	294.12	2,520.57	100%

Cuadro 3-2: Generación de desechos sólidos en colonias y comunidades de Ilopango.

Como se ha mencionado anteriormente el municipio esta dividido básicamente en dos sectores: el sector Santa Lucia – Ilopango y el sector San Bartolo

El sector Santa Lucia – Ilopango cuenta con un total de 22 colonias, en las cuales se incluyen las comunidades. En el total de estas colonias se encuentra un total de 9,077 casas y también poseen un numero importante de empresas como maquilas, fabricas e instituciones publicas y privadas. Todas en su conjunto generan el 37.32% de los desechos sólidos del municipio de Ilopango.

El sector San Bartolo es el mas grande, posee un total de 38 colonias entre las que se encuentran las comunidades. En este sector hay un total de 16,462 casas e importante numero de empresas e instituciones publicas y privadas. Este sector genera el 62.68% de los desechos sólidos del municipio.

Es necesario mencionar que en el sector de San Bartolo hay un incremento significativamente mayor de casas con relación al sector Santa Lucia debido a que están instaladas muchas comunidades en las cuales las casas son de corta extensión pero son muchas casas en una zona pequeña, al final esto ayuda al incremento de la cantidad de desechos sólidos.

A continuación se presenta en el cuadro 3-3 el resumen de la distribución por cada uno de los sectores del municipio de Ilopango.

Sector	Nº de casas	Kg/día	Kg/vez	Tond/vez	Tond/mes	%
Santa Lucia – Ilopango	9,077	28,513.73	99,798.06	109.78	940.80	37.32%
San Bartolo	16,462	47,881.17	167,584.08	184.34	1,579.82	62.68%
Total	25,539	76,394.90	267,382.14	294.12	2,520.61	100%

Cuadro 3-3: Presentación de la cantidad de desechos sólidos generados actualmente en Ilopango

Sector Santa Lucia – Ilopango:

Este sector genera un total de 940.8 toneladas (37.32%) de desechos sólidos mensualmente, siendo las colonias Bosques de la Paz y Centro Urbano Santa Lucia las que generan mayor cantidad de desechos sólidos, representando el 9.87% y el 6.06% (ver Cuadro 3-2) respectivamente de los desechos del municipio

Entre las fuentes importantes de generación y concentración de desechos sólidos están el mercado de la colonia Santa Lucia, los mercados de las colonias Santa Lucia Poniente y Vista al Lago 1, también se observó que en muchos sectores los desechos sólidos se acumulan en la vía pública y que hay lugares en las afueras de las colonias que son utilizados como botaderos clandestinos. En este sector se encuentran aproximadamente 5 botaderos a los cuales no llega el servicio de recolección

Sector San Bartolo:

Este sector genera un total de 1,579.82 toneladas (62.68%) de desechos sólidos mensualmente, siendo las colonias Las Cañas con 7.23%, la Cima de San Bartolo con 4.27%, urbanización Alta Vista con 6.95% y el sector de la Carretera Panamericana con 5.45% (ver Cuadro 3-2) las que generan mayor cantidad de desechos sólidos en el sector. Las demás colonias y comunidades generan desechos sólidos entre los rangos del 0.5% y el 3.5% de la totalidad del municipio.

Entre las fuentes importantes de generación y concentración de desechos sólidos están el mercado de San Bartolo, también se observó que en muchos sectores los desechos sólidos se acumulan en la vía pública y que hay lugares en las afueras de las colonias que son utilizados como botaderos clandestinos como por ejemplo el Lago de Ilopango, en el cual muchos habitantes y empresas del municipio depositan los desechos generados por ellos.

Proporción del área

La proporción del área es la conveniencia del tamaño del área de recolección comparado con la cantidad recolectada de desechos sólidos y la capacidad de carga de los camiones de recolección que atiende dicha área. La proporción óptima propuesta está en el rango de 0.90 a 1.05.

Si la proporción de área es sustancialmente mayor a 1.05 significa que el área de recolección es muy grande para el camión o los camiones que se han asignado para cubrir esa determinada área, por el contrario, si la proporción es significativamente menor que 0.90 eso quiere decir que se está subutilizando la capacidad del camión o los camiones que están asignados a esa área de recolección.

Por cuestión de orden las áreas de recolección serán las colonias que cada una de las rutas abarque, entonces las áreas se determinarán con la revisión de las rutas y su proporción se calculará en la etapa de diagnóstico de las rutas de recolección.

$$\text{Proporción del área} = \frac{\text{Cantidad recolectada de desechos por vez (ton /vez)}}{\text{Capacidad del vehículo (toneladas)}}$$

b) Rutas de recolección²³

Actualmente hay un total de 10 rutas para la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango, 5 para el sector Santa Lucía y 5 para el sector San Bartolo. Aquí hay un punto interesante a destacar. El sector Santa Lucía generando la mitad de los desechos sólidos que los que genera el sector San Bartolo tiene el mismo número de rutas de recolección.

Hay algo importante, esto es que para el centro del municipio de Ilopango no hay ruta de recolección asignada, la manera en que se recolectan los desechos de esta zona es recolectándolos en el momento que los camiones van saliendo del plantel en que se encuentran y se dirigen a cubrir alguna ruta, ya sea esta de la ruta 1 a la 5, es decir el sector Santa Lucía.

²³ La representación gráfica de las rutas actuales de recolección se muestra en los Anexos 3-4

Rutas actuales de recolección

Por medio del calendario de rutas que hay en la alcaldía, se conoció el recorrido que tiene cada una de las rutas. Posteriormente se observó en el terreno el recorrido de cada una de las rutas, esto determinó para calcular un aproximado del tiempo que utiliza cada equipo de recolección para cubrir determinada zona así como la distancia que cada una de las rutas tiene en recorrido productivo y en recorrido improductivo (muerto).

Durante el reconocimiento de cada ruta se tuvo la dificultad de que estas utilizan puntos de referencia los cuales son conocidos por los motoristas de los camiones, pero que dificultan la identificación de las colonias a las que se brinda el servicio de recolección.

A continuación en el Cuadro 3-4 se detallan los lugares y colonias a los cuales se brinda el servicio de recolección por medio de las rutas. También se detalla el tiempo aproximado que cada una de las rutas demanda para su cumplimiento y la distancia de cada uno de los recorridos, y la capacidad (toneladas) de los camiones que son asignados para cada ruta.

Ruta	Cobertura	Longitud (metros)			Centro de Ilopango (metros)			Total de recorrido (metros)		
		Total	Prod.	Inprod.	Total	Prod.	Inprod.	Total	Prod.o	Inprod.
1	Las palmas, res. santa lucia, montecristo, santa eduviges, vista al lago, calle a valle nuevo	6,235	3,115	3,120	1,248	858	390	7,483	3,973	3,510
2	Cárcel mujeres, centro del menor, Ioseph, cuchilla, ISSS, MOP, comunidad banco hipotecario	3,070	1,980	1,090	1,248	858	390	4,318	2,838	1,480
3	Santa lucia a la redonda, jardines de santa lucia, calle 2 y 5, basurero tochez, punto de ruta 13, el matazano, valle nuevo, Venecia.	6,460	3,870	2,590	1,248	858	390	7,708	4,728	2,980
4	Bosques de la paz: calles de la 1 a 16	3,360	2,560	800	1,248	858	390	4,608	3,418	1,190
5	Bosques de la paz: calles de la 17 a 27	5,740	4,490	1,250	1,248	858	390	6,988	5,348	1,640
6	Tycsa, las lilas, 7 de septiembre, comunidad belen Villalobos, calle el arenal	7,250	4,495	2,755	0	0	0	7,250	4,495	2,755
7	Granados 2, calle el complejo, libertad obrera, cuscatlan calle san jose obrero	7,058	4,235	2,823	0	0	0	7,058	4,235	2,823
8	Turicentro apulo, la selva, selsutt, carretera panamericana	11,535	6,5121	5,014	0	0	0	11,535	6,521	5,414
9	Reparto las cañas, jardines de san bartolo, comunidad san francisco	6,405	4,163	2,242	0	0	0	6,405	4,163	2,242
10	PNC, CUSB 1, calle Meléndez, hospital, boulevard san bartolo, calle el sauce, novena etapa, siagonal el lago, avenida los abetos.	10,360	5,265	5,095	0	0	0	10,360	5,265	5,095
Total		67,473	37,029	25,679	6,240	4,290	1,950	73,713	46,084	27,629

Ruta nº		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de Camión (Ton)		8 y 10	8	11.5	10	10	10	10	11.5	11.5	11.5
Cantidad de Camiones		2	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Cuadro 3-4: Distribución de la rutas y camiones de recolección e desechos sólidos para el municipio de Ilopango

Recolección actual y rutas de recolección

Actualmente en el municipio de Ilopango se recolectan 1723.61 toneladas de desechos sólidos de un total de 2,520.61, lo que equivale al 68.38% de la demanda total del municipio.

A continuación se presentan los cálculos de la cantidad de desechos sólidos que recolecta cada una de las rutas basándonos en la proporción que surge de la suma de los porcentajes de generación de colonias que son parte de determinada ruta.

En el Cuadro 3-5 se presentan las cantidades de desechos sólidos que se recolectan por cada ruta a partir del promedio de recolección actual.

Ruta	Generación %	Tiempo (Horas)	(Kg/Hora) / vez	Kg/vez	Ton/vez	Ton / mes
1	12.881%	2.50	9,420.71	23,551.76	25.91	222.02
2	2.357%	1.50	2,872.75	4,309.13	4.74	40.62
3	10.732%	2.50	7,848.84	19,622.09	21.58	184.98
4	5.677%	1.50	6,919.86	10,379.80	11.42	97.85
5	5.677%	2.00	5,189.90	10,379.80	11.42	97.85
6	11.548%	3.50	6,032.66	21,114.30	23.23	199.04
7	10.983%	2.50	8,032.47	20,081.18	22.09	189.31
8	12.709%	3.00	7,745.59	23,236.78	25.56	219.05
9	10.475%	3.00	6,383.79	19,151.37	21.07	180.54
10	16.961%	3.50	8,860.43	31,011.49	34.11	292.35
	100%		69,307.00	182,837.70	201.12	1,723.61

Cuadro 3-5: recolección actual de desechos sólidos por rutas.

Durante la observación de la ejecución de las diferentes rutas de recolección se pudieron reconocer características y patrones comunes en la ejecución de las rutas de recolección, a continuación se detallan los que se observaron con mas frecuencia:

- Todas las rutas comienzan sus recorridos en momentos que el flujo vehicular es mas saturado, 8am para las rutas de la mañana y 1:30pm para las rutas de la tarde
- Los camiones van a una velocidad promedio de 5km/h cuando los peones de recolección van recolectando los desechos sólidos.

- No hay contenedores en las áreas donde mas desechos sólidos se recolectan, lo que significa que los contenedores no están siendo utilizados adecuadamente.
- Rutas como la 4 y la 5 realizan los recorridos en forma de “zig – zag”, introduciéndose en lugares que no es necesario que llegue el camión.
- Las rutas tienen determinados días de realización, pero en la mayoría de ocasiones no se cumple con hacer la recolección el día en ese determinado hacer la ruta.
- Hay rutas de recolección que hacen trabajos de recolección en colonias y comunidades que no pertenecen al municipio de Ilopango, son colonias de los municipios de Soyapango y San Martín.
- Los integrantes de la tripulación no realizan su trabajo con seriedad, producto de esto en ocasiones se les rompen las bolsas o estas caen en el borde de la caja de desechos del camión y luego se precipitan al suelo algunos desechos que muchas veces ya no se recogen y quedan en la vía publica.
- Existe una distancia de 2,700metros (2.7km) desde el plantel hasta el punto de inicio de las rutas 1 a la 5
- También es importante conocer las distancias que hay desde la salida del municipio de Ilopango hasta el botadero ecológico de Nejapa y el basurero de Mariona.

Distancia de Ilopango a Botadero de Nejapa: 33.9km

Distancia de Ilopango a basurero de Mariona: 24.9km

Proporción y Productividad del recorrido

La proporción del recorrido no es mas que el valor de cada ruta en un rango de 0 a 1, dicho valor indica la eficiencia de una ruta de recolección en referencia a la distancia que recorre el camión durante la ruta y la distancia productiva de recolección. Para obtener este valor solamente se cuentan las distancias a partir del área donde se

considere que inicia la ruta de recolección hasta donde se considere que termina el área de recolección.

Se estima que para que la eficiencia de una ruta de recolección se considere como Buena esta debe ser mayor o igual a 0.7, caso contrario la ruta de recolección debe ser modificada.

La productividad del recorrido proviene de la relación de la cantidad recolectada de residuos por hora (Kg/h) y el tiempo que se utiliza en cada ruta de recolección para realizar el recorrido.

A continuación se muestran ejemplos de cómo se calcula la proporción del recorrido y la Productividad de las rutas:

Ejemplo: Ruta nº 1

Longitud de recorrido productivo:	R/Prod. = 3,973m
Longitud de recorrido total:	R/Tot. = 7,483m
Cantidad recolectada de desechos (kg/h):	Kg/h = 9,420.71 kg
Tiempo de recolección (T):	T = 2.5 horas

$$\text{Proporción de recorrido} = \frac{\text{Longitud de recorrido productivo (metros)}}{\text{Longitud total (recorrido productivo + muerto)}}$$

$$\text{Proporción de recorrido} = \frac{3973 \text{ m}}{7483 \text{ m}} = 0.53$$

$$\text{Productividad de recorrido} = \frac{\text{Cantidad recolectada de residuos (kg/h)}}{\text{Tiempo de recolección (horas)}}$$

$$\text{Productividad de recorrido} = \frac{9420.71 \text{ kg/h}}{2.5 \text{ h}} = 3768.28$$

En el Cuadro 3-6 se presenta el valor de la proporción del recorrido y la productividad para cada ruta:

Proporción y productividad de rutas						
Ruta	T (horas)	Kg/h	Product.	R/tot	R/prod	Prop Rec.
1	2.50	9,420.71	3,768.28	7,483.00	3,973.00	0.53
2	1.50	2,872.75	1,915.17	4,318.00	2,838.00	0.66
3	2.50	7,848.84	3,139.53	7,708.00	4,728.00	0.61
4	1.50	6,919.86	4,613.24	4,608.00	3,418.00	0.74
5	2.00	5,189.90	2,594.95	6,988.00	5,348.00	0.77
6	3.50	6,032.66	1,723.62	7,250.00	4,495.00	0.62
7	2.50	8,032.47	3,212.99	7,058.00	4,235.00	0.60
8	3.00	7,745.59	2,581.86	11,535.00	6,521.00	0.57
9	3.00	6,383.79	2,127.93	6,405.00	4,163.00	0.65
10	3.50	8,860.43	2,531.55	10,360.00	5,265.00	0.51

Cuadro 3-6: proporción de recorridos y Productividad de rutas de recolección

Cuando ya se tiene la proporción del recorrido de cada ruta de recolección se procede a hacer el diagnostico de cada una de las rutas de recolección, así como de las áreas de recolección las cuales están compuestas por colonias y comunidades y que para esta investigación se comprenderá que cada área de recolección es todo lo que abarque una ruta de recolección.

3.1.2.6. Diagnostico de las rutas de recolección.

Teniendo la información necesaria acerca de las áreas de recolección así como de las rutas de recolección, se continua con el diagnostico de ambas. Esto es con el objetivo de conocer la conveniencia o no de realizar cambios en las áreas o en las rutas de recolección.

Áreas de recolección:

La proporción del área de recolección se obtiene dividiendo la cantidad de desechos sólidos (ton / vez), que se recolectan cada vez que el camión pasa por determinada zona, entre la capacidad de carga en toneladas del camión.

Los resultados de esta operación considerados como óptimos están entre los valores de 0.90 y 1.05, si se obtiene un resultado mayor a 1.05 indica que el área de recolección es demasiado grande para el camión o los camiones asignados para recolectar en el sector, pero si el resultado es menor a 0.90 esto significa que se desperdicia la capacidad del camión o los camiones que recolectan los desechos en determinada área.

Ej: Área n° 1; equivalente al área a la que brinda el servicio la ruta 1

Ton / vez = 25.91ton Capacidad del camión: 8 y 10 toneladas Cantidad: 2

$$\text{Proporción del área} = \frac{\text{Cantidad recolectada de desechos por vez (ton /vez)}}{\text{Capacidad del vehículo (toneladas)}}$$

$$\text{Proporción del área} = \frac{25.9 \text{ ton}}{18 \text{ ton}}$$

$$\text{Proporción del área} = 1.44$$

Según el resultado presentado en el ejemplo, el cual es la evaluación del área n° 1 y que es cubierto por la ruta de recolección n° 1, el área de recolección es demasiado grande y por lo tanto el área debe ser reducida o se puede también aumentar la frecuencia de recolección de los camiones y también como una opción a tomar en cuenta, asignar mas camiones para que cubran el área.

A continuación en el Cuadro 3-7 se muestra la evaluación de cada una de las zonas de recolección:

Área	Ton / vez	Cap. Camión Toneladas	Cantidad de Camiones	proporción	Diagnostico
1	25.91	9 (prom)	2	1.44	El área es demasiado grande para cubrir con lo que recolectan actualmente, esto significa que los camiones empleados en esta área son sobrecargados. Debe de reducirse el área de recolección.
2	4.74	8	1	0.59	La capacidad del camión esta siendo sub utilizada, este camión podría servir de apoyo para otra área.
3	21.58	11.5	1	1.88	Debe de reducirse el área de recolección considerablemente, ya que es demasiado grande para el camión asignado para cubrir el área.
4	11.42	10	1	1.14	Para ambas áreas de recolección se observa que sobrepasan la capacidad de carga que presenten los camiones, en este caso es conveniente que se reduzca el área de recolección minimamente y que se agregue esta porción de área a la ruta de otro camión.
5	11.42	10	1	1.14	
6	23.23	10	1	2.32	Para las tres rutas la proporción prácticamente dobla a la proporción máxima permitida, lo que indica que se deben de reducir sustancialmente las áreas de recolección. Ya que es de suponer que los camiones utilizados son sobrecargados y eso provoca deterioro.
7	22.09	10	1	2.21	
8	25.56	11.5	1	2.22	Esta es un área de recolección la cual debe reducirse para que el servicio de recolección sea el adecuado
9	21.07	11.5	1	1.83	
10	34.11	11.5	2	1.48	Esta es el área de recolección mas grande, aun así la reducción de esta no se debería de dar en gran medida

Cuadro 3-7: proporción de áreas para el municipio de Ilopango

Diagnostico de áreas de recolección actual:

Todas las rutas, a excepción de las rutas 2, 4 y 5, necesitan que se reduzca el área de recolección de manera significativa, ya que la elevada proporción supone que los camiones de recolección se saturan en la capacidad máxima de recolección y también que gran parte de desechos generados en el área quedan sin ser recolectados.

En la practica es difícil reducir de manera drástica las áreas de recolección ya que reducir de gran manera un área implica crear nuevas áreas, pero es una alternativa.

También podrían considerarse como alternativas de solución incrementar la frecuencia de recolección sobre esa área, asignar mas camiones de recolección para esa área y como otra de las alternativas es combinar áreas de recolección cercanas con el fin de que las nuevas áreas resultantes estén acorde a la capacidad del camión o los camiones de recolección.

Rutas de recolección:

A partir de las proporciones de recorrido obtenidas en el Cuadro 3-6, se puede diagnosticar la eficiencia de cada ruta en cuanto a la distancia que cada camión recorre para recolectar los desechos. La proporción del recorrido debe ser por lo menos de 0.70, en caso de ser menor significa que la ruta no es eficiente y debe ser modificada para eliminar al máximo los recorridos improductivos o muertos. En el Cuadro 3-8 que se muestra a continuación se evalúan cada una de las rutas.

Ruta	proporción	%	Diagnostico
1	0.53	53%	Es una proporción totalmente ineficiente y por lo tanto debe ser rediseñada.
2	0.66	66%	Debe modificarse para eliminar recorridos muertos y poder entrar en el rango de recorrido eficiente
3	0.61	61%	Debe modificarse, la zona en la cual se realiza es propicia para que alcance el mayor recorrido productivo
4	0.74	74%	Estas rutas están dentro de los valores de eficiencia recomendados, pero debido a la geografía del área donde se ejecutan estas rutas, estas pueden alcanzar el máximo de eficiencia.
5	0.77	77%	
6	0.62	62%	Son rutas que se deben modificar, para evitar que los camiones pasen en repetidas ocasiones por un mismo lugar para realizar las tareas de recolección, de esta manera se eliminaran los recorridos improductivos.
7	0.60	60%	
8	0.57	57%	Esta ruta debe modificarse en el sentido que las zonas asignadas para brindar el servicio de recolección están muy distanciadas, por lo tanto la modificación es necesaria para reducir los recorridos improductivos.
9	0.65	65%	Debe modificarse para eliminar recorridos muertos y poder entrar en el rango de recorrido eficiente
10	0.51	51%	Es una proporción totalmente ineficiente y por lo tanto debe ser rediseñada. Las zonas de recolección están distanciadas, por lo que es necesario que las rutas abarquen zonas que estén próximas.

Cuadro 3-8: Diagnostico de las rutas de recolección

Diagnostico de rutas de recolección actual:

Solamente las rutas 4 y 5 estén dentro del rango recomendado de eficiencia para una ruta de recolección, pero estas debido a la geografía de las zonas en las que se ejecutan se podrían modificar para que alcancen una promoción de 0.90 a 0.95 lo que las haría altamente eficientes.

Las rutas 1 y 10 son las que presentan la menor proporción, lo cual las hace muy ineficientes. Estas rutas necesitan cambios sustanciales, se debe buscar eliminar los recorridos improductivos grandes que hay de una zona de recolección a otra, esa es un factor común en ambas rutas. También estas rutas son las que mayor cantidad de desechos sólidos deben recolectar, por lo cual la solución debe ir acompañada de medidas que permitan recolectar la mayor cantidad de desechos sólidos que sea posible.

Las rutas restantes necesitan cambios que permitan eliminar recorridos improductivos los cuales surgen por que no se planifica la manera en que se realizara la ruta de recolección.

Es necesario que la modificación de las rutas de recolección presenten algunas alternativas que permitan que las rutas de recolección tengan la mayor cantidad de recorrido productivo posible pero también que se lleve el menor tiempo posible, pero siempre con el objetivo de dar el mejor servicio de recolección a la población.

Entre las alternativas que se pueden utilizar para disminuir los recorridos improductivos y el tiempo de recolección están la utilización de contenedores en puntos estratégicos, que sean de fácil acceso para los equipos de recolección y para la población. Por medio de la utilización de contenedores los camiones no deben ir a corta velocidad (5km/h) recolectando todo lo que hay en el camino, sino llegar a un punto específico y así vaciar los contenedores.

Resumen de diagnostico de áreas y rutas:

El Cuadro 3-9 presenta los resultados de áreas y rutas de recolección, las cuales para encontrar una solución aceptable se deben de relacionar ya que el problema de la falta de cobertura no es algo que se trate desde un solo punto de vista.

Área/Ruta	Prop. Área	Prop. Ruta	Evaluaciones
1	1.44	0.53	- Incremento de la frecuencia de recolección para esta área quitar de esta área zonas que estén distantes de la mayor concentración de colonias. - Disminuir al máximo los recorridos improductivos de las rutas de recolección por medio de la reducción del área. - Utilización de contenedores para disminuir el tiempo de ejecución de cada una de las rutas.
2	0.59	0.66	- Incrementar el área de recolección, talvez incrementándole una porción del área 3 o del área 1 las cuales están próximas a esta área. - Disminuir los recorridos improductivos modificando la secuencia de la ruta.
3	1.88	0.61	- Disminuir el área de recolección o incrementar la frecuencia de recolección por semana - Diseñar recorridos que abarquen desde la periferia del área hacia adentro, esto disminuirá recorridos improductivos. - Utilización de contenedores para disminuir el tiempo de ejecución de cada una de las rutas
4	1.14	0.74	- Utilizar camiones con mayor capacidad, para lograr la recolección de los desechos sólidos generados en estas áreas. - Utilización de contenedores de desechos en las periferias del área de recolección para disminuir los tiempos de recolección y para realizar la recolección desde las calles principales del área.
5	1.14	0.77	
6	2.32	0.62	- Dividir de la mayor concentración de colonias de esta área de recolección las colonias que estén alejadas de esta y que sea de mayor beneficio si estas son anexadas a otra área. - Utilizar contenedores en las principales calles del área ya que el recorrido improductivo resulta de recolectar desechos en sectores donde con la ayuda de contenedores de puede realizar la tarea.
7	2.21	0.60	
8	2.22	0.57	- Dividir el área de recolección y diseñar para cada una de estas nuevas áreas rutas de recolección que sea alternativa a la ruta actual. - Utilización de contenedores para disminuir el tiempo de ejecución de cada una de las rutas
9	1.83	0.65	- Incrementar la frecuencia de recolección, para que se pueda dar abasto a la demanda de recolección que se da semanalmente - Disminuir los recorridos improductivos modificando la secuencia de la ruta.
10	1.48	0.51	Disminuir el área de recolección debido, esto permitirá que se reduzcan los recorridos improductivos, ya que hay dos grandes zonas pertenecientes a esta área que están bastante separadas.

Cuadro 3-9: Recomendaciones a partir de la combinación de resultados de proporciones de área y ruta

3.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE RECOLECCION

En esta etapa se buscaran alternativas de rediseño para las rutas de recolección, ya que las rutas actuales no muestran la eficiencia recomendada para el recorrido de cada una de estas, a excepción de las rutas 4 y 5 que están con una proporción de área adecuada. El rediseño de las rutas, lo cual es necesario, debe incluir en su diseño un factor importante como es el área de recolección, ya que si bien la mayoría de áreas de recolección son grandemente mayores para la capacidad de recolección de los camiones cada vez que llegan a esas áreas, este problema se podría reducir incrementando la frecuencia de recolección sobre esa área, por ejemplo.

3.2.1. BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El problema de la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos básicamente relaciona variables:

- 1- Las áreas de recolección son demasiado grandes para la capacidad de los camiones que se asignan para recolectar los desechos sólidos en esas áreas, y
- 2- Las rutas de recolección actualmente tienen exceso de recorrido improductivo y tardan mucho tiempo en realizarse, a tal grado que un camión en optimas condiciones de operación solamente realiza dos viajes al día como máximo.

La solución final que se proponga para el problema debe tener como objetivo la mayor cobertura de recolección para los desechos sólidos. Para encontrar la alternativa adecuada se deben poner en practica los conocimientos y la información obtenida durante la investigación.

Cada una de las rutas y cada una de las áreas de recolección pueden presentar diferentes alternativas de solución, ya que algunas de estas lo que necesitan es que tengan mayor eficiencia en la recolección, otras que se reduzca el área de recolección o se modifique

esta y otras lo que necesitan es que se modifique tanto las rutas como las áreas de recolección.

Alternativas de solución

Después de haber realizado el análisis técnico de las rutas de recolección así como de las áreas que estas cubren, se hace una proposición de alternativas, con las cuales se busca dar la mejor solución al problema de la falta de recolección de los desechos sólidos.

Las alternativas de solución sujetas a evaluación son las siguientes:

- Continuación con las áreas de recolección actuales:
Esta es una alternativa que debe tomarse en cuenta ya que es la forma en la cual se está trabajando para recolectar los desechos sólidos del municipio de Ilopango actualmente y no puede ser descartada mientras no sea evaluada frente a otras alternativas.
- Incremento de la frecuencia de viajes para un área de recolección:
Esta alternativa implica incrementar la frecuencia de los viajes de recolección de los desechos en una determinada área de recolección, la frecuencia de recolección es por semanas y actualmente es un promedio de 2 veces por semana.
- Diseño de rutas y áreas de recolección:
Esta alternativa implica hacer un rediseño de las rutas de recolección para eliminar al máximo los recorridos improductivos y también que tengan el menor tiempo de ejecución posible. Como se trata básicamente de un nuevo diseño de rutas se deben aplicar técnicas para que estas sean lo más eficiente posible, también se pueden utilizar elementos que no se utilizan actualmente en el sistema actual, contenedores y sincronización de recolección para los camiones.
El diseño de rutas de recolección más convenientes está sujeto a que designen áreas de recolección que favorezcan la eficiencia de las rutas de recolección, esto implica disminuir o incrementar el tamaño de áreas de recolección según sea conveniente.

Estudio de alternativas

A1: Continuar con rutas y áreas de recolección actuales

Actualmente en el municipio de Ilopango solamente se cubre el 68.38% de la demanda de recolección, lo que significa que con el sistema actual solamente se alcanza a cubrir con ese porcentaje de demanda.

En el Cuadro 3-10 se muestran las cantidades de desechos sólidos generados en el municipio de Ilopango, de los cuales solamente se recolecta el 68.38%:

área	Generación %	Kg/día	Kg/vez	Ton/vez	Ton/mes
1	12.881%	9,840.61	34,442.14	37.89	324.69
2	2.357%	1,800.48	6,301.68	6.93	59.41
3	10.732%	8,198.68	28,695.38	31.56	270.51
4	5.677%	4,336.98	15,179.43	16.70	143.10
5	5.677%	4,336.98	15,179.43	16.70	143.10
6	11.548%	8,822.17	30,877.58	33.97	291.08
7	10.983%	8,390.50	29,366.75	32.30	276.84
8	12.709%	9,709.00	33,981.50	37.38	320.34
9	10.475%	8,002.00	28,007.00	30.81	264.02
10	16.961%	12,957.50	45,351.25	49.89	427.53
	100%	76,394.90	267,382.14	294.12	2,520.61

Cuadro 3-10: Generación actual por áreas de desechos sólidos en el municipio de Ilopango

El cuadro 3-10 presenta la proporción de generación de desechos sólidos que cada una de las áreas actuales de recolección tienen dentro de la generación calculada en esta investigación. Por ejemplo, el área 1 genera el 12.88% de todos los desechos sólidos del municipio, 324.69 toneladas mensuales.

La proporción toneladas por vez de recolección varía según la frecuencia de recolección para cada una de las áreas, la cual es de 2 veces por semana en promedio. Es evidente que con las áreas de recolección actuales y con la cantidad promedio de camiones en buen funcionamiento (5 camiones) es imposible dar cobertura a la actual demanda de recolección.

Como lo sugerido es que se mantengan las mismas áreas de recolección, es necesario que se invierta en la adquisición de mas camiones para dar la cobertura a toda la zona urbana del municipio.

En el Cuadro 3-11 se muestra un ejemplo de la cantidad de camiones y sus capacidades, los cuales serian necesarios para cubrir con una determinada área de recolección, suponiendo que la proporción de área es el valor máximo recomendado para un área.

Área	Ton / vez	Proporción Óptima	Capacidad Requerida	N° Camiones	Capacidad camiones
1	37.89	1.05	36.08	3	1 de 10 ton y 2 de 13 ton
2	6.93	1.05	6.60	1	8 ton
3	31.56	1.05	30.06	3	10 ton
4	16.70	1.05	15.90	3	10 ton
5	16.70	1.05	15.90	3	10 ton
6	33.97	1.05	32.35	3	2 de 11.5 ton y 1 de 10 ton
7	32.30	1.05	30.77	3	10 ton
8	37.38	1.05	35.60	3	1 de 10 ton y 2 de 13 ton
9	30.81	1.05	29.34	3	10 ton
10	49.89	1.05	47.51	4	3 de 13 ton y 1 de 10 ton

Cuadro 3-11: Cantidad de camiones y capacidades para cubrir con demanda de áreas de recolección

Actualmente se cuenta con 5 camiones que están funcionando: un camión de 8 toneladas, dos de 10 toneladas y 2 de 11.5 toneladas. En el cuadro anterior la columna 5 representa la cantidad de camiones necesaria para hacer la recolección, pero no significa que lo requerido sea la sumatoria de cada una de las áreas. Por ejemplo el área de recolección 1 requiere de 3 camiones de recolección, 1 de 10 toneladas y dos de 13 toneladas, para este caso se cuenta actualmente con dos camiones de 10 toneladas, pero es necesario que se adquieran 2 camiones de 13 toneladas ya que no se cuenta con ninguno.

Por el contrario el área 3 requiere de 3 camiones de 10 toneladas para cubrir con la demanda de recolección, por lo que es necesario que se adquiera un camión para cubrir con la recolección.

Esta alternativa implica hacer la inversión para adquirir 3 camiones con capacidad 13 toneladas, ya que actualmente no se cuenta con ninguno de esta capacidad y existe una ruta que necesita 3 de estos, y también adquirir un camión de 10 toneladas de capacidad, ya que actualmente solamente se cuenta con dos camiones de 10 toneladas y hay un área que necesita de tres camiones para cubrir con la demanda.

Buscar la implementación de esta alternativa demanda de los siguientes costos:

- Costo de camión recolector de desechos sólidos de 13 toneladas: \$90,000
Cantidad requerida de camiones: 3
- Costo de camión recolector de desechos sólidos de 10 toneladas: \$80,000
Cantidad requerida de camiones: 1
- Inversión total en camiones de recolección: \$350,000

A2: Incremento de frecuencia de viajes para un área de recolección.

Esta alternativa tiene por objetivo encontrar la proporción optima de área de recolección a partir de tener la frecuencia optima de viajes por semana.

Si actualmente todos los camiones disponibles, 5 camiones, trabajan los dos turnos para recolectar el 68.38% de los desechos sólidos del municipio de Ilopango, es necesario que ese incremento de la frecuencia de recolección sea cubierto por otros camiones de recolección, esto implica hacer inversión en la adquisición de camiones de recolección.

El Cuadro 3-12 muestra la cantidad de camiones y las capacidades que los camiones deben tener para dar cobertura a la demanda de recolección que se da por los desechos sólidos.

área	Frec.	Ton / vez Frec. Prop.	Ton / vez Frec. Act.	Diferencia	Prop.	Capacidad requerida	Nº Camiones	Capacidad de Camiones
1	3	25.26	37.89	12.63	1.05	12.03	1	13 ton
2	2	6.93	6.93	0.00	1.05	0.00	0	
3	3	21.04	31.56	10.52	1.05	10.02	1	10 ton
4	3	11.13	16.70	5.57	1.05	5.30	1	11.5 ton
5	3	11.13	16.70	5.57	1.05	5.30	1	11.5 ton
6	3	22.64	33.97	11.32	1.05	10.78	1	11.5 ton
7	3	21.54	32.30	10.77	1.05	10.26	1	11.5 ton
8	3	24.92	37.38	12.46	1.05	11.87	1	13 ton
9	3	20.54	30.81	10.27	1.05	9.78	1	10 ton
10	3	33.26	49.89	16.63	1.05	15.84	2	10 ton y 8 ton

Cuadro 3-12: Camiones y capacidades para cubrir con demanda de recolección según el incremento de frecuencia.

La cantidad de camiones y sus capacidades es el resultado de hacer una comparación de la recolección de toneladas de desechos sólidos que se recolectan por cada vez que llega el servicio de recolección a un área determinada, tanto con la frecuencia actual como con la propuestas.

Por ejemplo; con la frecuencia de recolección propuesta, 2 veces por semana, y con la cantidad de camiones actuales para recolección, 2 camiones, se recolectan en el área 1 unas 25.26 toneladas por vez de recolección, pero se generan 37.89 toneladas por vez de recolección, entonces se debe cubrir esa diferencia de demanda con mas unidades de recolección que no sean las actuales ya que las demás áreas también necesitan mas unidades de recolección. Es por eso que el área 1 requiere de un camión de 13 toneladas para cubrir con la demanda.

La cantidad de toneladas de desechos que aparece en la columna tres, generación real de recolección, es la cantidad de desechos que pueden ser recolectados por los camiones asignados actualmente, mientras que el valor de la columna cinco, numero de camiones de recolección, representa las toneladas que deben ser recolectadas con un nuevo camión.

Esta alternativa sugiere la inversión en la adquisición de 3 camiones: 1 de 13 toneladas de capacidad, 1 de 10 toneladas y otro de 11.5 toneladas de capacidad.

Buscar la implementación de esta alternativa demanda de los siguientes costos:

- Costo de camión recolector de desechos sólidos de 13 toneladas: \$90,000
Cantidad requerida de camiones: 1
- Costo de camión recolector de desechos sólidos de 11.5 toneladas: \$83,500
Cantidad requerida de camiones: 1
- Costo de camión recolector de desechos sólidos de 10 toneladas: \$80,000
Cantidad requerida de camiones: 1
- Inversión total en camiones de recolección: \$253,500

A3: Diseño de rutas y áreas de recolección

En ocasiones es mejor comenzar desde cero, y eso es lo que propone esta alternativa de solución. Hacer nuevas rutas las cuales hagan un recorrido que maximice el recorrido productivo de la ruta y reduzca el tiempo de ejecución de cada una de estas al mínimo.

También sugiere modificar el área de recolección separando las colonias o comunidades que están aisladas de la porción mayor del área de recolección, esto también permite la reducción de recorridos improductivos.

La reducción del tiempo de ejecución puede lograrse a través de la utilización de contenedores, con los cuales el equipo de recolección en vez de ir a 3 –5km por hora se dirigirán directamente donde están los contenedores, siempre que la zona permita su instalación, también se reduce el tiempo de ejecución de las rutas utilizando para el recorrido únicamente las calles principales de las colonias y empezando los recorridos de la periferia del área de recolección hacia su interior

Hacer un rediseño de rutas y áreas de recolección que permita dar la mayor cobertura a la población implica que se deben de maximizar los recursos con los que se cuenta actualmente y que en el caso que sea necesaria la inversión en algún recurso esta sea mínima.

Básicamente esta alternativa propone cumplir los siguientes puntos:

- Aprovechar al máximo la capacidad actual de recolección.
- Reducir al mínimo los recorridos improductivos de cada una de las rutas
- Separar de las áreas de recolección las zonas que no estén pobladas y que separen a otras zonas pobladas que podrían estar en diferentes áreas de recolección ya que estas zonas despobladas generan recorrido improductivo y por tal desperdicio de recursos.
- Que las rutas de recolección estén sujetas a un calendario de ejecución.

Buscar la implementación de esta alternativa demanda de las siguientes actividades:

- Capacitación sobre la utilización del nuevo sistema
- Mantenimiento preventivo y periódico para camiones de recolección
- Inversión en contenedores y otras herramientas, el costo promedio de cada contenedor es de aproximadamente \$210 por unidad
- Diseño de controles eficientes para la implementación del nuevo sistema.
- Con la cantidad actual de camiones disponibles (5: 1 de 8ton, 2 de 10ton y 2 de 11.5ton) trabajando 2 veces diarias durante 26 días en el mes se puede cubrir con la demanda de recolección.

3.2.2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para la evaluación de las alternativas de solución se utilizaran los siguientes criterios:

Criterio:	Ponderación:
C1. Costo mínimo	25
C2. Maximización de recursos	20
C3. Beneficio a la población	25
C4. Viabilidad	10
C5. Durabilidad del proyecto	10
C6. Fácil implementación	10

Evaluación de variables:

La evaluación de variables consiste en evaluar las variables de salida presentadas en el análisis del problema, estas variables son:

V1: Proporción de demanda cubierta por municipalidad	100%
V2: Cantidad de camiones para brindar el servicio de recolección	# optimo
V3: Pronósticos de demanda y recolección	Existentes
V4: Contenedores para población y empresas	# optimo
V5: Plan de mantenimiento preventivo para los camiones	Existente
V6: Controles eficientes para operaciones, actividades y recursos en la recolección	Existentes
V7: Rutas de recolección de desechos sólidos	# optimo

En el cuadro 3-12 se muestra la evaluación de las variables de salida presentadas en el análisis del problema:

Criterio Variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total
V1	10	15	25	8	10	5	73
V2	25	20	15	5	5	5	75
V3	15	20	10	5	9	10	69
V4	20	20	15	5	5	5	70
V5	20	20	10	5	6	5	66
V6	10	20	10	10	9	9	68
V7	10	20	15	10	5	5	65

Cuadro 3-12: Evaluación de variables de salida

Las variables 1, 2 y 4 se maximizan con la evaluación en base a los criterios seleccionados. Por lo que lo importante es cubrir con la demanda de la población, tener la cantidad adecuada de camiones de recolección para brindar este servicio y que se empleen contenedores para hacer mas sencilla la labor de recolección de desechos sólidos.

Evaluación de alternativas

A1: Continuación con las áreas de recolección actuales:

A2: Incremento de la frecuencia de viajes para un área de recolección:

A3: Diseño de rutas y áreas de recolección:

El cuadro 3-13 se muestra la evaluación de las alternativas, resultado de la búsqueda de alternativas de solución:

Criterio Alternativa	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total
A1	10	5	20	5	10	7	57
A2	10	5	20	5	10	7	57
A3	20	20	25	7	7	7	86

Cuadro 3-13: Evaluación de alternativas de solución

3.2.3. ESPECIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La alternativa que basada en los criterios de evaluación es la mas conveniente para solucionar el problema de falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos en el municipio de Ilopango es: la alternativa “A”- DISEÑO DE AREAS Y RUTAS DE RECOLECCION.

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO

La propuesta del sistema de organización y recolección para los desechos sólidos en el municipio de Ilopango, presenta nuevas áreas de recolección, donde cada una de estas áreas tendrá una frecuencia semanal de recolección acorde a la capacidad del camión que sea designado para llevar a cabo la recolección en esta área y de la cantidad desechos sólidos que se generen en la misma.

También se propone un calendario semanal de recolección, indicando, los días, el turno y el camión que se dirigirá a recolectar los desechos sólidos de esta área.

Otro punto importante para este sistema es que se proponen nuevas rutas de recolección las cuales presentan un mínimo de recorridos improductivos y tiempo de ejecución.

También se proponen controles para las rutas, áreas y los recursos utilizados para la recolección de los desechos sólidos y para el mantenimiento adecuado de los camiones de recolección.

3.3.1. DETERMINACIÓN ÁREAS DE RECOLECCIÓN

Las nuevas áreas de recolección se han determinado conforme a la proximidad de las colonias y comunidades que estarán en cada una de las áreas de recolección y también asegurando que no se exceda la capacidad del camión encargado de hacer la recolección en esa área. La forma en que se determinara que se reciba un servicio optimo es mediante la medición de la proporción de área de cada una de las mismas.

Las áreas de recolección se van conformando tomando una colonia o comunidad para la cual se ha calculado previamente la cantidad de desechos sólidos que genera diariamente, posteriormente se le agregan otras colonias si es necesario y se comienza a probar con diferentes frecuencias de recolección hasta encontrar una proporción de área optima y un camión que sea el que hará la recolección en esa área, de esta manera se

determinan las colonias que conformaran una determinada área de recolección, la frecuencia de recolección que se tendrá en esa área y la capacidad del camión necesaria para hacer la recolección.

3.3.1.1. Calculo de áreas de recolección²⁴

Los cálculos de las áreas de recolección se han hecho en base a la cantidad de desechos sólidos que puede recolectar un camión determinado teniendo una frecuencia de recolección establecida, de modo que se puedan recolectar la totalidad de desechos sólidos generados en determinada área.

El criterio para la asignación de los camiones de recolección es que estos se programen todos los días, 2 viajes diarios de lunes a sábado, y que no se intercepte un camión con diferentes áreas de recolección que tenga que visitar un mismo día y a una misma hora.

A continuación se presentan los cálculos de cada área de recolección, las cuales para ser optimas deben presentar una proporción de área entre los valores de 0.90 y 1.05.

Área n° 1:

Colonias o sectores: Centro de Ilopango y colonias aledañas.

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; L – Mi – V – S, por la tarde

Capacidad de camión: C4; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 6150.57\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 6150.57\text{Kg} * 7\text{días} / 4 \text{ veces} = 10763.5\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10763.5\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.84\text{ton}$$

$$\text{Proporcion de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.84\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.03$$

²⁴ Nota: La generación de desechos sólidos por fuentes para cada área de recolección consultar el Anexo 3-3

Esta área de recolección es nueva ya que con el sistema que se utiliza actualmente esta zona del municipio es cubierta por camiones que van al sector Santa Lucia. El servicio de recolección se realizara lunes, miércoles, viernes y sábado por la tarde.

Área n° 2:

Colonias o sectores: Zona franca, CONELCA, Productos de cafe.

Frecuencia de recolección: 2 veces por semana; Mi – S

Capacidad de camión: C5; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 3000\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 3000\text{Kg} * 7\text{dias} / 2 \text{ veces} = 10500\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10500\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.55\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.55\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.00$$

En esta área de recolección se prestara el servicio los miércoles por la tarde y los sabados por la mañana.

Área n° 3:

Colonias o sectores: San Jorge, Monte alegre, Selsutt, Rivas, Residencial San Felipe

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; L – M – V, por la tarde

Capacidad de camión: C2; 10 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 4027.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 4027.5\text{Kg} * 7\text{dias} / 3 \text{ veces} = 9397.5\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 9397.5\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 10.34\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 10.34\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.03$$

La proporción de área indica que es permitida la sobrecarga a que será expuesto el camión recolector de 10 toneladas.

Área n° 4:

Colonias o sectores: La selva, Apulo.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; Ma – J – S, por la tarde

Capacidad de camión: C3; 10 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 3335.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 3335.5\text{Kg} * 7\text{dias} / 3 \text{ veces} = 7782.83\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 7782.83\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 8.56\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 8.56\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.86$$

Para esta área de recolección se utilizara la proporción de 0.86 debido a que la zona de recolección presenta pendientes pronunciadas como es el caso de la calle al turicentro Apulo

Área n° 5:

Colonias o sectores: Urb cuscatlan, Centro Urbano San Bartolo “CUSB” (granados), CUSB (granados 2), San Jose, Libertad Obrera, Urb San Bartolo, Prados de San bartolo, Complejo ministerio de hacienda, Jardines de San Bartolo.

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; L – Mi – V – S, por la mañana

Capacidad de camión: C4; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 6056\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 6056\text{Kg} * 7\text{dias} / 4 \text{ veces} = 10598\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10598\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.66\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.66\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.01$$

Esta es una de las áreas mas pobladas del municipio, por consiguiente es necesario que se preste el servicio de manera constante ya que se reduce la frecuencia seria necesario mas camiones de recolección.

Área n° 6:

Colonias o sectores: Reparto las cañas.

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; L – Mi – V – S, por la mañana

Capacidad de camión: C2; 10 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 5524.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 5524.5\text{Kg} * 7\text{días} / 4 \text{ veces} = 9667.8\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 9667.8\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 10.63\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 10.63\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.06$$

Esta área de recolección trabajara con un camión que siempre que recolecte en esta área tendrá que utilizarse la capacidad máxima permitida. También es una de las zonas mas pobladas del municipio.

Área n° 7:

Colonias o sectores: Residencial la cima, Tycsa, San Bartolo Tycsa, la Campiña.

Frecuencia de recolección: 6 veces por semana; L a S, por la mañana

Capacidad de camión: C1; 8 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 6410\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 6410\text{Kg} * 7\text{días} / 6 \text{ veces} = 7477.75\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 7477.75\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 8.23\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 8.23\text{ton} / 8\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.03$$

Esta es una área bastante poblada, se utilizara el camión de 8 toneladas por la zona al generar tantos desechos es necesario recolectar mas seguido y a mayor frecuencia de recolección se necesita menor capacidad de camión recolector. Además por ser un camión de pequeña capacidad de recolección es necesario que realice mas viajes para cubrir la demanda.

Área n° 8:

Colonias o sectores: CUSB 4, 6 y 9, Italia, lomas de San Bartolo, brisas de San Bartolo

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; Ma – J – S

Capacidad de camión: C2; 10 y C1; 8 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 4704\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 4704\text{Kg} * 7\text{días} / 4 \text{ veces} = 8232\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 8232\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 9.06\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 9.06\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.91$$

Esta área de recolección recibirá el servicio los días Martes por la mañana con un camión de 10 toneladas y por la tarde con uno de 8 tonelada; los jueves por la mañana con un camión de 10 toneladas y los sábados con un camión de la misma capacidad. Debido a que el camión de 8 toneladas pasara el mismo día que el camión de 10 no se espera que supere la capacidad de recolección permitida.

Área n° 9:

Colonias o sectores: CUSB 5, Col Alta Vista, Bella Vista, Buena Vista, Veracruz.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; L – Mi – V, por la mañana

Capacidad de camión: C3; 10 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 3986.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 3986.5\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 9301.83\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 9301.83\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 10.23\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 10.23\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.02$$

La proporción de área indica que es permitida la sobrecarga a que será expuesto el camión recolector de 10 toneladas.

Área n° 10:

Colonias o sectores: Urb Alta Vista.

Frecuencia de recolección: 5 veces por semana; L – Mi – J – V - S, por la tarde

Capacidad de camión: C1; 8 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 5309\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 5309\text{Kg} * 7\text{días} / 5 \text{ veces} = 7432.6\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 7432.6\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 8.18\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 8.18\text{ton} / 8\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 1.02$$

Esta es una área bastante poblada, se utilizara el camión de 8 toneladas por la zona al generar tantos desechos es necesario recolectar mas seguido y a mayor frecuencia de recolección se necesita menor capacidad de camión recolector.

Área n° 11:

Colonias o sectores: Altos de san Felipe, Nuevo San Felipe, Nuevos Horizontes.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; L – Mi – V, por la mañana

Capacidad de camión: C5; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/día} = 4137.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 4137.5\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 9654.17\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 9654.17\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 10.62\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 10.62\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.92$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades ya que por cada viaje no sera empleada toda la capacidad recomendada de recolección.

Área n° 12:

Colonias o sectores: Las Palmas, Residencial Santa Lucia, Santa Lucia Norte, Santa Eduvigis, Montecristo, Jardines de Santa Lucia.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; Ma – J - S

Capacidad de camión: C5; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 4433.76\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 4433.76\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 10345.44\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10345.44\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.38\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.38\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.99$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades debido a que sobrara capacidad de carga de este camión. Esta área de recolección recibirá el servicio de la siguiente manera: martes y jueves por la mañana y sábados por la tarde.

Área n° 13:

Colonias o sectores: Bosques de la paz (calles de la 1 a la 18), empresas en calle a Soyapango.

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; Ma – J – S, por la mañana

Capacidad de camión: C3; 10 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 3824\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 3824\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 8922\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 8922\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 9.81\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 9.81\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.98$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades debido a que sobra capacidad de recolección de este camión..

Área n° 14:

Colonias o sectores: Bosques de la paz (calles 19 a la 27), Boulevard del ejercito

Frecuencia de recolección: 3 veces por semana; L – Mi – V, por la tarde

Capacidad de camión: C3; 10 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 3794.5\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 3794.5\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 8853.83\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 8853.83\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 9.74\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 9.74\text{ton} / 10\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.97$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades ya que por cada viaje no sera empleada toda la capacidad recomendada de recolección.

Área n° 15:

Colonias o sectores: Vista al Lago I y II.

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; Ma – J, en ambos turnos

Capacidad de camión: C4 y C5; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 5890.9\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 5890.9\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 10309\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10309\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.34\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.34\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.99$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades. En esta área de recolección es muy factible la colocación de contenedores, por esta razón no es muy preocupante que los desechos sólidos se acumulen en la vía pública y se recolectaran en dos días.

Área n° 16:

Colonias o sectores: Centro Urbano Santa Lucia, Camp. Santa Lucia, Santa Lucia poniente.

Frecuencia de recolección: 4 veces por semana; L - Ma – J – V, por la tarde

Capacidad de camión: C4 y C5; 11.5 Toneladas

$$\text{Kg/dia} = 5815.58\text{kg}$$

$$\text{Kg/vez} = 5815.58\text{Kg} * 7\text{días} / 3 \text{ veces} = 10177.28\text{kg}$$

$$\text{Ton/vez} = 10177.27\text{Kg} / 909.09 \text{ kg} = 11.2\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = (\text{Ton} / \text{vez}) / \text{Cap. camión} = 11.2\text{ton} / 11.5\text{ton}$$

$$\text{Proporción de área} = 0.97$$

El camión utilizado para esta área podría servir de apoyo ocasionalmente ante posibles eventualidades ya que por cada viaje no será empleada toda la capacidad recomendada de recolección.

Las áreas de recolección determinadas, son adecuadas para la capacidad de los camiones que se designan para cada una de estas ya que la proporción de área esta dentro de los valores técnicamente establecidos

Estas áreas de recolección indican que ya no será necesario designar mas de un camión por cada viaje para una área determinada, a excepción del área 8 la cual tendrá dos rutas los días martes y que para programar de la mejor manera los camiones de recolección en el turno de la tarde será el C1 el que hará la recolección.

Esto ayudara a que se utilice al máximo la capacidad de cada uno de los camiones ya que tendrá una área específica en días específicos en que en esta se recolectaran los desechos sólidos lo que significa que tanto trabajadores, motoristas y peones de recolección sabrán con antelación los días y horas de recolección y la población también.

A continuación en el cuadro 3-14 se presenta el resumen de cada una de las nuevas áreas de recolección así como de su proporción de área y la capacidad de camión que esta utilizara.

Área	Frecuencia Rec.	Kg/día	Kg/vez	Ton /vez	%	Capacidad camión (Ton)	Proporción de área
1	4	6,150.57	10,763.50	11.84	7.212%	11.5	1.03
2	2	3,000.00	10,500.00	11.55	7.035%	11.5	1.00
3	3	4,027.50	9,397.50	10.34	6.297%	10	1.03
4	3	3,335.50	7,782.83	8.56	5.215%	10	0.86
5	4	6,056.00	10,598.00	11.66	7.101%	11.5	1.01
6	4	5,524.00	9,667.00	10.63	6.477%	10	1.06
7	6	6,410.00	7,478.33	8.23	5.011%	8	1.03
8	4	4,704.00	8,232.00	9.06	5.516%	10	0.91
9	3	3,986.50	9,301.83	10.23	6.233%	10	1.02
10	5	5,309.00	7,432.60	8.18	4.980%	8	1.02
11	3	4,137.50	9,654.17	10.62	6.469%	11.5	0.92
12	3	4,433.76	10,345.44	11.38	6.932%	11.5	0.99
13	3	3,824.00	8,922.67	9.81	5.979%	10	0.98
14	3	3,794.50	8,853.83	9.74	5.932%	10	0.97
15	4	5,890.90	10,309.08	11.34	6.907%	11.5	0.99
16	4	5,815.58	10,177.27	11.20	6.819%	11.5	0.97
Totales		76,399.31	149,416.04	164.36	100%		

Cuadro 3-14: áreas de recolección propuestas, frecuencias y camiones de recolección²⁵

Las nuevas áreas y frecuencias de recolección presentan las siguientes ventajas:²⁶

- Se atiende a toda la población de forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- Se aprovecha al máximo la capacidad de los camiones recolectores para cada área.
- Cada una de las áreas de recolección será cubierta por un camión con capacidad específica y un equipo de recolección, por lo que se evitan especulaciones improvisadas para designar un camión a un área específica.
- Las áreas de recolección están compuestas por colonias y comunidades que están próximos en cuanto a distancia, esto beneficia un buen diseño de las rutas de recolección para que estas sean eficientes.

²⁵ Nota: La generación de desechos sólidos por fuentes para cada área de recolección consultar el Anexo 3-3

²⁶ Las nuevas áreas de recolección propuestas se pueden observar gráficamente en el Anexo 3-5

Este sistema busca brindar un servicio eficiente de recolección de los desechos sólidos a toda la población de las zonas urbanas del municipio de Ilopango con la misma cantidad de camiones con que se cuenta actualmente se debe maximizar la programación de los camiones ya que son pocos y la demanda es mucha, es por eso que se deben designar a cada área según las características de cada una de estas, si son empresas, si son densamente pobladas, etc.

A continuación el Cuadro 3-15 muestra la forma en que se han programado los camiones, de manera que no coincidan al momento de cubrir determinada área.

Cuadro 3-15: Distribución de camiones de recolección según su capacidad y las áreas de recolección diseñadas

Días		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Área	camión						
1	C4						
2	C5						
3	C2						
4	C3						
5	C4						
6	C2						
7	C1						
8	C2 y C1		C2 C1		C2		C2
9	C3						
10	C1						
11	C5						
12	C5						
13	C3						
14	C3						
15	C4 y C5		C4 C5		C4 C5		
16	C4 y C5	C5	C4		C4	C5	

Donde:

C1: 8 toneladas C2 y C3: 10 toneladas

C4 y C5: 11.5 toneladas



Turno “Mañana”

Turno “Tarde”

Para cada una de las áreas de recolección diseñadas se cumple con la frecuencia de recolección que se requiere para cumplir con la proporción de área recomendada; cada área prácticamente tiene un camión designado para que sea este y el equipo que en el se dirige los que den la cobertura adecuada.

El programa muestra que los 5 camiones de recolección hacen un máximo de 12 viajes por semana, lo que corresponde a realizar dos viajes por día, mañana y tarde, y tomando en cuenta que las rutas de recolección apoyadas por contenedores en algunas áreas hará que se reduzca el tiempo de cada recorrido lo que permitirá que cada camión pueda recibir inspecciones o mantenimiento en caso sea necesario.

3.3.2. DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCIÓN²⁴

Las nuevas rutas de recolección han sido diseñadas tomando como base para su elaboración las nuevas áreas de recolección que se diseñaron para poder tener una optima recolección.

Para cada una de las áreas de recolección se diseño una ruta de recolección, lo que significa serán 16 rutas de recolección en lugar de 10 como las hay en el sistema actual. Entre las nuevas rutas de recolección se presenta una ruta para lo que es el centro del municipio de Ilopango, para el cual en el sistema actual no hay una ruta determinada

Las nuevas rutas de recolección presentan longitudes de recorrido menores que las rutas actuales de recolección, esto se debe a que solamente hacen el recorrido en las principales calles de las áreas de recolección en las que estas son ejecutadas, también utilizan menos tiempo de ejecución por cada uno de los viajes lo que hace que cada una de las rutas de recolección sea mas rápida y que se disponga de mas tiempo para dar mantenimiento a los camiones de recolección, emplear en otras tareas los trabajadores,

²⁴ La representación grafica de las nuevas rutas de recolección verlas en Anexo 3-5

etc. También con el diseño de las nuevas rutas de recolección se eleva la eficiencia de cada uno de los recorridos esto se da al disminuir los recorridos improductivos.

En el cuadro 3-16 se presenta las nuevas rutas de recolección, las colonias a las que cada una de estas brinda el servicio, el tiempo de recolección de cada una de estas y las distancias que son productivas e improductivas.

Ruta	Cobertura	Tiempo de ejecución (horas)	Distancia (metros)			Proporción de recorrido
			Total	Productivo	Inprod.	
1	Centro de Ilopango y colonias aledañas.	1.50	4,660	4,300	360	0.92
2	Zona franca san bartolo, CONELCA, productos de café	1.00	5,350	4,185	1,165	0.78
3	San Jorge, monte alegre, selsutt, Rivas, residencial san Felipe	2.00	3,910	3,370	540	0.86
4	La selva, Apulo	2.00	8,050	4,850	3,200	0.60
5	Urb. Cuscatlan, CUSB (granados y granados II), san José, libertad obrera, urbanización san bartolo, prados de san bartolo, complejo ministerio de hacienda, jardines de san bartolo	2.50	7,445	5,525	1,920	0.74
6	Reparto las cañas	1.00	1,970	1,600	370	0.81
7	Residencial la cima, tycsa, san bartolo tycsa, la campiña	2.00	3,160	2,850	310	0.90
8	CUSB 4, 6, 9, comunidad italia, lomas de san bartolo, brisas de san bartolo	1.75	2,405	2,405	0	1.00
9	CUSB5 colonia alta vista, bella vista, buena vista, Veracruz, la esperanza	1.50	2,605	2,170	435	0.83
10	Urbanización alta vista	1.00	2,480	2,120	360	0.85
11	Altos de san felipe, nuevo san felipe, nuevos horizontes	1.75	3,125	2,520	605	0.81
12	Las palmas, residencial santa lucia, santa lucia norte, santa eduviges, montecristo, jardines de santalucia	1.50	6,676	5,589	1,087	0.84
13	Bosques de la paz (calles 1-18), empresas e instituciones a calle a Soyapango	1.25	3,990	3,410	580	0.85
14	Bosques de la paz (calles 19-27), empresas e instituciones del boulevard del ejercito, comunidad banco hipotecario	1.75	4,455	3,510	945	0.79
15	Vista al lago I y II	1.50	4,505	4,130	375	0.92
16	Centro urbano santa lucia, santa lucia poniente, campamento santa lucia	2.25	2,735	2,605	130	0.95
Total			67,521	55,139	12,382	

Cuadro 3-16: Distribución de las nuevas rutas de recolección de desechos sólidos para el municipio de Ilopango.

La ruta numero 8 es la que presenta la mayor eficiencia al tener el 100% de su recorrido como productivo, no posee recorridos improductivos, ya que la ruta para cada una de las zonas una sola vez y no repite recorridos. Por el contrario la ruta 4 es la única que no presenta el nivel de eficiencia mínimo recomendado, presenta una eficiencia de 0.6, esto es debido a que solamente hay una ruta de acceso al sector de Apulo, y esto hace que en el regreso no se hagan mayores labores de recolección por lo que esto es recorrido improductivo.

3.3.2.1. Recorrido total de cada ruta de recolección

Cada una de las rutas recorre diferentes distancias en la recolección de los desechos sólidos, pero los camiones parten desde un mismo punto para iniciar la recolección y recorren una distancia de 33.9Km desde el límite del municipio de Ilopango hasta el botadero ecológico de Nejapa. El cuadro 3-17 muestra el recorrido total de cada ruta de recolección desde su punto de partida hasta su punto final de ejecución.

Ruta	Tiempo total (horas)	Distancia de ruta (Kms)	Distancias (Kms)			Total de distancia (Kms)
			Del plantel a ruta	De ruta a limite municipal	Ilop. - Nejapa	
1	1.5	4.66	0.05	2.00	33.90	40.61
2	1	5.35	0.9	1.90	33.90	42.05
3	2	3.91	0.8	2.30	33.90	40.91
4	2	8.05	1.275	2.30	33.90	45.53
5	2.5	7.45	1.05	2.23	33.90	44.62
6	1	1.97	1.6	2.95	33.90	40.42
7	2	3.16	2.5	2.50	33.90	42.06
8	1.75	2.41	1.9	2.40	33.90	40.61
9	1.5	2.61	2.05	3.01	33.90	41.56
10	1	2.48	2.3	3.15	33.90	41.83
11	1.75	3.13	2.2	2.75	33.90	41.98
12	1.5	6.68	2.7	1.00	33.90	44.28
13	1.25	3.99	2.3	0.75	33.90	40.94
14	1.75	4.46	2.3	1.00	33.90	41.66
15	1.5	4.51	3.01	1.80	33.90	43.22
16	2.25	2.74	2.7	1.00	33.90	40.34
Total						672.59

Cuadro 3-17: Recorrido total de cada ruta de recolección por vez.

En total la flota de camiones de recolección recorre cada vez que realizan las tareas de recolección 672,586 metros lo que equivale 672.59Km.

También hay que mencionar que desde el botadero de Nejapa hasta el plantel de los camiones, estos recorren una distancia de 37.4 Km cada uno lo que hace un total de 598.4 Km en total para todos los camiones cada vez que estos realizan viajes de recolección.

El total de kilómetros que cada uno de los camiones recorre en las labores de recolección semanal o mensualmente depende de la frecuencia de recolección que tenga la ruta y de las distancias que se tengan que desplazar el camión para llegar al área de recolección.

El cuadro 3-18 muestra el total de kilómetros recorrido por cada ruta semanal y mensualmente, esto es con el objetivo de predecir los costos en que se incurrirá para el funcionamiento de los camiones que realizan esas rutas, tanto en el consumo de combustible como en la revisión de los camiones como una medida de mantenimiento.

Ruta	Frecuencia	Dist. Ida (km)	Dist Regreso (km)	Total recorrido	Total / semana	Total / mes
1	4	40.61	37.40	78.01	312.04	1,338.65
2	2	42.05	37.40	79.45	158.90	681.68
3	3	40.91	37.40	78.31	234.93	1,007.85
4	3	45.53	37.40	82.93	248.78	1,067.24
5	4	44.62	37.40	82.02	328.08	1,407.46
6	4	40.42	37.40	77.82	311.28	1,335.39
7	6	42.06	37.40	79.46	476.76	2,045.30
8	4	40.61	37.40	78.01	312.02	1,338.57
9	3	41.56	37.40	78.96	236.88	1,016.22
10	5	41.83	37.40	79.23	396.15	1,699.48
11	3	41.98	37.40	79.38	238.13	1,021.56
12	3	44.28	37.40	81.68	245.03	1,051.17
13	3	40.94	37.40	78.34	235.02	1,008.24
14	3	41.66	37.40	79.06	237.17	1,017.44
15	4	43.22	37.40	80.62	322.46	1,383.35
16	4	40.34	37.40	77.74	310.94	1,333.93
Total					4,604.55	19,753.53

Cuadro 3-18: Recorrido total por ruta; semanal y mensualmente.

La columna 3 muestra la distancia recorrida en una ruta desde el plantel de los camiones hasta el sitio de disposición final de los desechos, a eso se suma la distancia de retorno al plantel la cual es constante. El total se multiplica por la frecuencia de recolección y obtenemos la cantidad de Kms que se recorre por cada ruta de recolección. En total se recorren 19,753.35 km en la recolección de los desechos sólidos, una cifra muy elevada debido a lo distanciado del lugar de disposición final de los desechos sólidos.

3.3.2.2. Distancias recorridas por camión.

Si bien todos los camiones hacen la misma cantidad de recorridos semanalmente hay camiones que recorren mas kilómetros que otros por lo cual es necesario conocer a que camión hay que dar mejor mantenimiento para que no sufra desperfectos mecánicos.

En el cuadro 3-19 se muestra la cantidad de kilómetros que recorre semanal y mensualmente cada camión.

Ruta	Kilómetros recorridos mensual y semanalmente por cada camión									
	C1		C2		C3		C4		C5	
	Semanal	Mensual	Semanal	Mensual	Semanal	Mensual	Semanal	Mensual	Semanal	Mensual
1							312.04	1,338.65		
2									158.90	681.68
3			234.93	1,007.85						
4					248.78	1,067.24				
5							328.08	1,407.46		
6			311.28	1,335.39						
7	476.76	2,045.30								
8	78.01	334.64	234.02	1,003.92						
9					236.88	1,016.22				
10	396.15	1,699.48								
11									238.13	1,021.56
12									245.03	1,051.17
13					235.02	1,008.24				
14					237.17	1,017.44				
15							161.23	691.68	161.23	691.68
16							155.47	666.97	155.47	666.97
Total	950.92	4,079.43	780.23	3,347.17	957.84	4,109.13	956.82	4,104.76	958.75	4,113.05

Cuadro 3-19: Kilometraje recorrido por cada camión de la alcaldía de Ilopango

3.3.3. CALCULO DEL NUMERO DE CONTENEDORES

Hay zonas en las cuales es posible que se tengan contenedores para agilizar la recolección de los desechos sólidos, estos ayudan a que los desechos sólidos no sean esparcidos en la vía pública, estén en un solo lugar y sean recolectados de forma mas rápida los desechos.

Los contenedores utilizados generalmente son de 2mt^3 de capacidad de recolección y están diseñados para que el sistema hidráulico del camión los levante y deposite los desechos sólidos en la bóveda de este, haciendo esto sin necesidad que los trabajadores estén vaciando cada contenedor poco a poco. Lastimosamente no se pueden colocar contenedores en cualquier parte ya que es necesario que estos estén en sitios donde no interfieran con el movimiento vehicular y con los peatones.

Para el presente estudio es importante que se tenga la mayor cantidad de contenedores que sea posible ya que si bien debido al factor espacio no se puede distribuir el numero ideal los contenedores que se distribuyan son un parámetro para la población de donde puede colocar los desechos sólidos mientras son recolectados.

El cuadro 3-20 detalla la cantidad de contenedores que se utilizaran en el nuevo sistema de recolección.

Contenedores para área 1:

- Toneladas recolectadas por vez: $\text{Ton} / \text{vez} = 11.84\text{ton}$
- Peso volumétrico de los desechos sólidos: $0.2\text{ton} / \text{mt}^3$
- Volumen estándar de contenedor: 2mt^3
- Metros cúbicos recolectados por vez $= 11.84 \text{ ton} / (0.2\text{ton} / \text{mt}^3) = 59.2 \text{ mt}^3 / \text{vez}$
- Cantidad de contenedores requeridos en base a la capacidad de estos:

$$\text{Cantidad de contenedores} = (59.2 \text{ mt}^3 / \text{vez}) / 2 = 29.6$$

Se requieren 30 contenedores.

Área	Ton /vez	mt3 / vez	n° teórico	N° practico	Motivo
1	11.84	59.20	30	6	Falta de espacio
2	11.55	57.75	29	0	Son empresas
3	10.34	51.69	26	3	Falta de espacio
4	8.56	42.81	21	13	Falta de espacio
5	11.66	58.29	29	9	Falta de espacio
6	10.63	53.17	27	5	Falta de espacio
7	8.23	41.13	21	4	Falta de espacio
8	9.06	45.28	23	9	Falta de espacio
9	10.23	51.16	26	6	Falta de espacio
10	8.18	40.88	20	10	Falta de espacio
11	10.62	53.10	27	0	Falta de espacio
12	11.38	56.90	28	3	Falta de espacio
13	9.81	49.07	25	8	Falta de espacio
14	9.74	48.70	24	4	Falta de espacio
15	11.34	56.70	28	10	Falta de espacio
16	11.20	55.98	28	7	Falta de espacio
Total			411	97	

Cuadro 3-20: Cantidad teórica y cantidad practica de contenedores

En el caso del área n° 2 no se asigna ningún contenedor debido a que esta área esta compuesta por empresas, las cuales deben de son responsables de manejar los desechos sólidos producidos de la mejor manera dentro de la empresa. Se podría incrementar el numero de contenedores en las demás áreas de recolección pero seria responsabilidad de empresas e instituciones las cuales se encargaran de colocarlos en su lugar de conveniencia.

En cuanto a los contenedores que son para el uso de la población en general, la forma en que están construidas las calles no permite que se distribuyan mas contenedores ya que estos obstruirían el trafico peatonal y vehicular.

3.4. PLAN DE IMPLEMENTACION

La implementación del nuevo sistema de recolección de los desechos sólidos debe de realizarse en forma secuencial y sin prisas. Primeramente como paso fundamental se debe presentar el proyecto al Consejo Municipal de la alcaldía de Ilopango para su estudio y aprobación. Esta es una de las etapas que mas tiempo necesitan debido a la burocracia que existen en las instituciones que son manejadas desde la óptica del partidismo político.

Para la implementación del sistema de recolección se deben hacer pruebas y ajustes por algún parámetro que sea necesario cambiar, también se debe dar capacitación a los empleados que serán los que operaran el nuevo sistema, hay que insistirles que no se pueden ejecutar las rutas de recolección de manera antojadiza, hay que capacitarlos en la ejecución de las rutas y en la utilización de los formularios para los que tengan esa responsabilidad.

Otro aspecto importante de hacer la implementación es de llevar a los camiones de recolección a su punto óptimo de funcionamiento porque como se vio anteriormente en el cuadro 3-15, tendrán que ser utilizados todos los días y no se puede permitir que falle alguno. También se deben de realizar otras actividades como la adquisición de los contenedores, la notificación sobre las nuevas rutas, días y turnos de recolección a los residentes, empresas e instituciones del municipio, y también se deben de distribuir los contenedores. Las actividades de capacitación a los motoristas y peones de recolección deben no deben de ser con folletos que sean difíciles de explicar ya que la mayoría de trabajadores no tienen un grado de educación que les permita leer e interactuar con fluidez con los folletos. La capacitación debe ser principalmente practica, haciéndoles entender que para que el nuevo sistema de recolección tenga los resultados esperados se debe respetar el diseño de las rutas de recolección así como las áreas que se han determinado y que solamente se harán cambios de ruta o cambiara la programación de estas cuando los encargados de la dirección del sistema lo consideren conveniente basándose en información concreta.

Plan de Implantación de las nuevas Rutas y áreas de recolección de Desechos sólidos en el Municipio de Ilopango

ACTIVIDAD	SEMANAS PARA LA IMPLANTACIÓN														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Presentación del proyecto al Consejo Municipal															
2. Pruebas y ajustes para rutas y áreas de recolección															
3. Notificación a motoristas y empleados															
4. Adquisición de contenedores															
5. Reparación optima de camiones de recolección															
6. Capacitación a motoristas y demás empleados															
7. Notificación a residentes y empresas del municipio															
8. Distribución de contenedores															
9. Inicio del nuevo sistema de recolección															

3.5. CONTROL DEL SISTEMA DE RECOLECCION²⁵

El nuevo sistema de recolección de los desechos sólidos para el municipio de Ilopango necesita que se controle de la forma mas adecuada para su óptimo funcionamiento. Se necesitan controles para el consumo de combustible, control de cantidades de desechos recolectados, controles para medir la eficiencia de las rutas y áreas de recolección, controles para el seguimiento de las rutas, mantenimiento de los camiones, etc.

También es importante conocer los principales parámetros que son importantes para la evaluación y control del sistema de recolección. Parámetros como consumo de combustible por galón, recolección de basura por kilómetro, velocidad de ruta, etc.

A continuación se presentan los principales parámetros que se busca evaluar con los controles para el sistema de recolección de los desechos sólidos.

Parámetro	Ident.	Relación	Unidad
Gasto de combustible por kilómetro	GCK	$\frac{\text{Galones}}{\text{Kilómetro}}$	Gls / km
kilómetro por galón de combustible	KXG	$\frac{\text{Kilómetro}}{\text{Galones}}$	Km / Gl.
recolección por empleado	RXE	$\frac{\text{Cantidad recolectada}}{\text{\# empleados}}$	Ton / hombre
Eficiencia por recolección por empleado	ERE	$\frac{\text{Producción recolectada}}{\text{\# trabajadores * tiempo viaje}}$	Ton / hombre / hora
Producción de basura por kilómetro	PBK	$\frac{\text{Toneladas recolectadas}}{\text{kilómetros de recolección}}$	Ton / km
Velocidad en ruta	VER	$\frac{\text{kilómetros de recolección}}{\text{tiempo de recolección}}$	km / hora
Velocidad de transporte	VDT	$\frac{\text{kilómetros de ida y regreso}}{\text{tiempo de ida y regreso}}$	km / hora
Costo por tonelada recolectada	CTR	$\frac{\{(\text{costo hora recolector * n}^\circ \text{ recolectores + costo hora motorista) * tiempo de recolección} + \text{costo de galón * GCK * km de recolección}\}}{\text{n}^\circ \text{ toneladas}}$	\$ por ton
Costo por tonelada transportada	CTT	$\frac{\{(\text{costo hora recolector * n}^\circ \text{ recolectores + costo hora motorista) * tiempo de transporte} + \text{costo de galón * GCK * km de transporte}\}}{\text{n}^\circ \text{ toneladas}}$	\$ por ton

Cuadro 3-21: parámetros de evaluación

²⁵ En Anexo 3-5 se encuentran ejemplos de la utilización de formularios

3.5.1. FORMULARIO DE SEGUIMIENTO DE TIEMPOS Y KILOMETRAJE DE RUTA

Objetivo:

Obtener por cada día de trabajo la información que permita, ejecutar una evaluación de tiempo y movimiento de las rutas. Este formulario es para jefes y supervisores.

FORMULARIO DE SEGUIMIENTO DE TIEMPO Y KILOMETRAJE DE RUTA

Ruta n°: _____

Frecuencia: _____

Fecha: _____

Capacidad del camión:

8 Ton _____ 10 Ton _____ 11.5 Ton _____ Otro _____

Nombre de motorista: _____

N° de ayudantes: _____

Salida de parqueo	Kms:	Hora:
Inicio 1er viaje	Kms:	Hora:
Fin 1er viaje	Kms:	Hora:
Llegada a disposición final	Kms:	Hora:
Salida de disposición final	Kms:	Hora:
Inicio 2do viaje	Kms:	Hora:
Fin 2do viaje	Kms:	Hora:
Llegada a disposición final	Kms:	Hora:
Salida de disposición final	Kms:	Hora:
Llegada al parqueo	Kms:	Hora:

Para uso de Jefatura

Recolección	Toneladas	Horas	Kilómetros
1er viaje	(fin – inicio)	(fin – inicio)	(fin – inicio)
2do viaje	(fin – inicio)	(fin – inicio)	(fin – inicio)
Sub – total			

Otro	Horas	Kilómetros
Llegada a ruta	(inicio 1er viaje – salida de plantel)	(inicio 1er viaje – salida de plantel)
Regreso al plantel	(inicio 1er viaje – salida de plantel)	(inicio 1er viaje – salida de plantel)
Sub - total		

3.5.2. FORMULARIO DE SEGUIMIENTO SEMANAL DE RUTAS

Objetivo:

Consolidar y acumular la información obtenida de otras fuentes y poder apreciar cual es el comportamiento de la zona de trabajo. Este formulario es para jefes y supervisores.

FORMULARIO DE SEGUIMIENTO SEMANAL DE RUTA

Ruta: _____

Mes: _____

Año: _____

Semana n°: _____

Día	L	Ma	M	J	V	S	Total
Fecha / mes							
Combustible (gal)							
Toneladas recolectadas							
Kilómetros de recolección							
Kilómetros de transporte							
Kilómetros otro							
Tiempo de recolección							
Tiempo de transporte							
N° de peones de recolección							
Unidad (camión) utilizada							

Observaciones:

Este formulario consiste en llevar un resumen semanal de todos los resultados de la recolección de los desechos sólidos, se hace una sumatoria semanal del combustible, cantidad de desechos recolectada, kilómetros de recolección y transporte a disposición final, tiempo de recolección y transporte, así como la confirmación del camión que se utilizo para cubrir la ruta en caso que el camión programado para esa ruta no la pueda ejecutar.

3.5.3. FORMULARIO PARA CALCULO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ÁREAS DE RECOLECCIÓN.

Objetivo:

Calcular constantemente la generación de desechos sólidos para determinada área de recolección, para poder hacer futuras modificaciones a las rutas o áreas cuando sea necesario. Formulario para jefes y oficinistas del departamento de servicios generales

FORMULARIO PARA CALCULO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN AREAS DE RECOLECCION.

Ruta n°: _____ Fecha: _____

Frecuencia: _____ Área o sectores: _____ Días de recolección: _____

Entidades	N° entidades	Unidad	Total /unidades por entidad	Generación por unidad día, Kg	Kg / día	Kg / vez	Kg / semana
Viviendas		Habitantes		0.5			
Mercados		Puestos		1.7			
Hospitales		Empleados		0.2			
Centro educativo		Empleados		0.2			
Industrias		Empleados		0.2			
Comercios		Empleados		0.5			
Instituciones		Empleados		0.2			
Restaurantes		Sillas		0.5			
Barrido de calles		Metros lineales		0.2			
Total							

3.5.4. CALCULO DE DISTANCIAS PRODUCTIVAS Y EFICIENCIAS

Objetivo:

Proveer una herramienta que permita tener información en forma clara y ordenada que facilite la revisión de las rutas de recolección. Serán utilizados por supervisores cuando se evalúen las rutas de recolección.

CALCULO DE DISTANCIAS PRODUCTIVAS Y EFICIENCIA

Área n°: _____ Ruta n°: _____

Fecha de calculo: _____

Distancia de ruta = distancia productiva + distancia muerta

Proporción de ruta de recolección = Distancia productiva / distancia de ruta

Responsable del calculo: _____

	Colonia de inicio 1	Colonia 2	Dist. prod	Dist. muerta	Prop. Ruta
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
	Total o pasa				

Nota: los valores considerados son entre el inicio y el fin de la recolección, no se toma en cuenta las distancias del parqueo a la zona, ni la distancia a disposición final

3.5.5. CONTROL SEMANAL DE TONELADAS RECOLECTADAS

Objetivo:

Conocer la cantidad de Toneladas de desechos sólidos recolectadas por unidad en una semana laboral

ALCALDIA MUNICIPAL DE ILOPANGO
CONTROL DE TONELADAS DEPOSITADAS EN EL SANITARIO DE NEJAPA
SEMANA COMPRENDIDA DEL _____ AL _____ 200__

Área	Encargado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
	Totales								

OBSERVACIONES:

3.5.6. ORDEN DE MANTENIMIENTO PARA UNIDADES DE RECOLECCIÓN.

Objetivo: Conocer los costos de periodos determinados de las unidades de recolección, el numero de reparaciones, tipo de reparaciones.

ORDEN DE MANTENIMIENTO DE UNIDADES DE ASEO PUBLICO			
Fecha de Ingreso:	Fecha de egreso:		
TIPO DE MANTENIMIENTO	CORRECTIVO	☐	PREVENTIVO ☐
Nombre del motorista:			
Numero de Equipo:			
Tipo de Reparación:			
Costo de Reparación:			
Repuestos Adquiridos:			
Reparaciones:			
Autoriza:			
Observaciones:			

3.5.7. CONTROL DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Objetivo: Conocer la cantidad de combustible utilizado por viaje, cantidad de kilómetros recorridos.

CONTROL DE COMBUSTIBLE

Precio del combustible \$

[illegible]

Reviso: _____

3.5.8. CONTROL DE INCAPACIDADES

Objetivo: Por ser un trabajo considerado de riesgo es importante tener información sobre accidentes

[illegible]

OBSERVACIONES

REVISO

CARGO

3.5.9. ENTREGA DE MATERIALES

Objetivo:

Conocer la cantidad de materiales utilizados durante el mes en la operación de recolección de desechos.

ALCALDIA MUNICIPAL DE ILOPANGO ENTREGA DE MATERIAL

FECHA	SUPERVISOR	Nombre del Empleado	Material Entregado	COSTO \$	# de Equipo

OBSERVACIONES

Encargado

3.5.10. CONTROL DE MANTENIMIENTO

Objetivo: Reconocer los costos realizados en un año por unidad.

UNIDAD #

MES	Camión	Lubricantes	Reparaciones	Llantas	Matto. Preventivo	Km. Recorridos
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SEPTIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						
TOTALES						

Observaciones:

3.5.11. FORMULARIO PARA SUPERVISIÓN DE ZONAS

Este formulario es de uso de los supervisores y se empleara cuando se evalúen las áreas de recolección.

Formulario de Supervisión de Unidades de Aseo Público.

Alcaldía Municipal de Ilopango

Supervisor: _____ Semana: _____

Día	Zonas Visitadas	Toneladas Recolect.	Turno	Tripulación	Unidad #	Observación	% cubierto
Lunes							
Martes							
Miércoles							
Jueves							
Viernes							
Sábado							

Comentarios

Reviso:

Nombre:

_____ f. _____

3.5.12. CONTROL DE ASISTENCIA PARA MOTORISTAS Y PEONES DE RECOLECCIÓN

Objetivo: Llevar un control efectivo de la asistencia de los motoristas y peones de recolección en los turnos y en los equipos correspondientes para evitar improvisaciones y posibles conflictos laborales.

Semana de: _____ a _____ de _____

[illegible]

Supervisor: _____

3.6. DEMANDA FUTURA Y REQUERIMIENTOS SEMANALES DE RECOLECCION

La población del municipio de Ilopango se estima tendrá un crecimiento entre 3.1% y 2.4%²⁶ para los años 2002 al 2005, esto es un aumento en la generación de desechos sólidos. Es necesario conocer la demanda de recolección para esos años. Basados en la demanda de recolección que se ha tenido en los últimos 28 meses se puede determinar cual será el promedio de demanda para los meses de los años 2002, 2003, 2004 y 2005.

N	Recolección Ene 2000 - Abr 2002	Demanda de recolección (Y)	X	X*Y	X ²
1	1,321.01	1,931.87	121.526	234,771.18	14,768.47
2	1,356.90	1,984.35	121.526	241,149.59	14,768.47
3	1,426.31	2,085.86	121.526	253,485.20	14,768.47
4	1,498.02	2,190.73	121.526	266,229.57	14,768.47
5	1,759.21	2,572.70	121.526	312,648.51	14,768.47
6	1,282.51	1,875.56	121.526	227,928.92	14,768.47
7	1,383.94	2,023.90	121.526	245,955.16	14,768.47
8	1,709.12	2,499.44	121.526	303,746.47	14,768.47
9	1,317.17	1,926.25	121.526	234,088.73	14,768.47
10	1,901.22	2,780.37	121.526	337,886.66	14,768.47
11	1,401.03	2,048.89	121.526	248,992.41	14,768.47
12	1,500.96	2,195.03	121.526	266,752.07	14,768.47
13	1,904.42	2,785.05	121.526	338,455.37	14,768.47
14	1,794.75	2,624.67	121.526	318,964.71	14,768.47
15	1,911.15	2,794.90	121.526	339,651.43	14,768.47
16	1,704.22	2,492.28	121.526	302,875.63	14,768.47
17	1,799.77	2,632.01	121.526	319,856.87	14,768.47
18	1,598.55	2,337.74	121.526	284,095.86	14,768.47
19	1,645.01	2,405.69	121.526	292,352.77	14,768.47
20	1,773.23	2,593.20	121.526	315,140.16	14,768.47
21	1,565.68	2,289.68	121.526	278,254.17	14,768.47
22	1,797.07	2,628.06	121.526	319,377.03	14,768.47
23	1,500.89	2,194.93	121.526	266,739.63	14,768.47
24	1,688.91	2,469.89	121.526	300,154.73	14,768.47
25	1,605.63	2,348.10	121.526	285,354.12	14,768.47
26	1,565.32	2,289.15	121.526	278,190.19	14,768.47
27	1,678.95	2,455.32	121.526	298,384.62	14,768.47
28	1,789.65	2,617.21	121.526	318,058.34	14,768.47
		66,072.83	3,402.72	8,029,540.10	413,517.20

Cuadro 3-22: Cantidad de desechos sólidos recolectados y generados en Ilopango durante Enero de 2000 y Abril de 2002

²⁶ Fuente: Dirección general de Estadística y Censos

Los valores de demanda de recolección son el resultado de dividir la cantidad de toneladas recolectadas en esos meses entre la proporción de cobertura realizada la cual es de 0.6838, lo que es lo mismo un 68.38% de cobertura en el municipio.

Donde:

N = numero de periodos; Y = demanda de recolección

X = población promedio del municipio, en miles de personas

La demanda futura se calcula de la siguiente manera:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = demanda estimada; X = variable independiente (ocasiona Y)

a = intersección de Y; b = pendiente de la tendencia

Con las expresiones:

$$a = \sum Y / n - b * \sum X * \sum Y \quad b = (n * \sum XY - \sum X * \sum Y) / (n * \sum X^2 - \sum^2 X)$$

Sustituyendo los valores del cuadro 3-22 encontramos los valores de a y b.

$$a = 1,146.91 \quad y \quad b = 9.98$$

A partir de los dos valores anteriormente expresados tenemos que la ecuación para pronosticar la demanda futura es: $Y = 1,146.91 + 9.98X$

El cuadro 3-23 muestra los pronósticos de generación de desechos sólidos para los años 2002 al 2005, así como el pronóstico del promedio mensual de desechos sólidos generados durante esos años.

Año	X	Y anual	Y mensual
2002	125.29	28,768.05	2,397.34
2003	128.93	29,203.19	2,433.60
2004	132.28	29,604.64	2,467.05
2005	135.45	29,984.84	2,498.74

Cuadro 3-23: Pronósticos de generación de desechos sólidos para el período 2002 - 2005

3.6.1. REQUERIMIENTOS SEMANALES DE RECOLECCIÓN

Área	Camión	Capacidad Ton	N° peones	Frecuencia recolección	Rec. hrs.	Viaje hrs.	Demanda Ton./vez	Demanda Ton /sem	Rec. Km	Viaje Km	Km semana	km /gl combustible	Gl requeridos combustible
1	C4	11.50	4	4	1.50	4.00	11.84	47.36	4.66	78.01	312.04	8.5	36.71
2	C5	11.50	3	2	1.00	3.50	11.55	23.1	5.35	79.45	158.9	8.5	18.69
3	C2	10.00	3	3	2.00	4.50	10.34	31.02	3.91	78.31	234.93	9.2	25.54
4	C3	10.00	3	3	2.00	4.50	8.56	25.68	8.05	82.93	248.79	9.2	27.04
5	C4	11.50	4	4	2.50	5.00	11.66	46.64	7.45	82.02	328.08	8.5	38.60
6	C2	10.00	3	4	1.00	3.50	10.63	42.52	1.97	77.82	311.28	9.2	33.83
7	C1	8.00	4	6	2.00	4.50	8.23	49.38	3.16	79.46	476.76	9.9	48.16
8	C2 y C1	10.00	4	4	1.75	4.25	9.06	36.24	2.41	78.01	312.04	9.2	33.92
9	C3	10.00	4	3	1.50	4.00	10.23	30.69	2.61	78.96	236.88	9.2	25.75
10	C1	8.00	3	5	1.00	3.50	8.18	40.9	2.48	79.23	396.15	9.9	40.02
11	C5	11.50	4	3	1.75	4.25	10.62	31.86	3.13	79.38	238.14	8.5	28.02
12	C5	11.50	4	3	1.50	4.00	11.38	34.14	6.68	81.68	245.04	8.5	28.83
13	C3	10.00	3	3	1.25	3.75	9.81	29.43	3.99	78.34	235.02	9.2	25.55
14	C3	10.00	3	3	1.75	4.25	9.74	29.22	4.46	79.06	237.18	9.2	25.78
15	C4 y C5	11.50	4	4	1.50	4.00	11.34	45.36	4.51	80.62	322.48	8.5	37.94
16	C4 y C5	11.50	4	4	2.25	4.75	11.2	44.8	2.74	77.74	310.96	8.5	36.58
Total								588.34	67.52	1271	4604.67		510.95

Cuadro 3-14: Plan de requerimiento semanal

3.7. INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO

MANTENIMIENTO DE EQUIPO.

Un incentivo real para el trabajador y lograr el éxito deseado es proporcionar a los trabajadores del servicio de aseo un buen equipo de trabajo. Resulta desalentador tener el equipo siempre arruinado o en condiciones no aptas para prestar el servicio deseado. Los camiones en buen estado son necesarios para alcanzar las metas trazadas.

El mantenimiento de los camiones va mas allá del cambio de aceite y filtro cada número de millas trabajadas, significa que debemos seguir el mantenimiento requerido por el fabricante de está manera nos aseguramos el funcionamiento adecuado.

El costo de un buen programa de mantenimiento siempre será beneficioso para la municipalidad en términos de tiempo, lo que es importante tener en cuenta es el costo por tonelada recolectada, para realizar los ajustes necesarios, la razón más importante para darle mantenimiento a los camiones es la seguridad de la operación.

Podemos citar un ejemplo sencillo de lo que un costo preventivo resulta más barato que un correctivo:

Problema: El sello de la bomba hidráulica esta goteando, costo de mantenimiento preventivo \$ 100.00, costo con mantenimiento correctivo mas de \$ 1000.00.

Si cualquier problema fuera localizado y manejado adecuadamente, el sello fue identificado a tiempo esto nos da tiempo de cambiarlo el único gasto sera el cambio del sello de la bomba hidráulica, si no se chequea o se sigue el procedimiento de mantenimiento correctivo, la bomba con el tiempo se quema debido a la falta de aceite, no estamos hablando solamente de cambiarle la bomba, que sucede en el caso que el camión se nos arruine con la carga o a media jornada o en una calle a la hora pico. Con

el ejemplo anterior podemos asegurar que a largo plazo el mantenimiento preventivo es mas barato.

INSPECCION PREVENTIVA.

- Inspección diaria de chasis por parte del motorista, cualquier problema o irregularidad debe ser identificado y reparado con la brevedad posible.
- Chequeo del motor transmisión, power steering, diferencial trasero, sellos de las llantas.
- Chequeo de las fajas, mangueras del motor, mangueras de combustibles, mangueras del radiador, mangueras de agua, ductos del aire.
- Chequear la presión del aire de llantas, y asegurarse que tienen la cantidad necesaria para el tipo de trabajo realizado.
- Chequear el grabado de las llantas y su aspecto.
- Chequear los rines y cualquier fisura.

CALENDARIO DE LUBRICACION

Aceite del motor	Cada 250 horas de trabajo
Aceite de la transmisión automática	Cada 500 horas de trabajo
Transmisión Standard	Cada 1000 horas de trabajo
Aceite de los diferenciales	Cada 600 horas de trabajo
Aceite de Power Steering	Cada 1000 horas de trabajo
Antifreeze	Cada 1000 horas de trabajo
Aceite hidráulico	Cada 1000 horas de trabajo

3.8. INVERSIÓN Y BENEFICIOS DEL PROYECTO

3.8.1. INVERSIÓN

La inversión de este proyecto incluye básicamente los costos de la implantación del nuevo sistema, ya que los costos de operación como salarios a los trabajadores, pago por tonelada recolectada de desechos sólidos, herramientas utilizadas, combustible y otros costos que se puedan determinar para un periodo de tiempo, no están incluidos en lo que es la inversión inicial del proyecto.

• Realización de estudio	\$3,531.42
• Pruebas y ajustes para rutas y áreas:	
Combustible	\$364.11
Aceite y otros gastos	\$500.00
• Notificación a motoristas y empleados	\$22.86
• Adquisición de 97 contenedores (\$210.00 c / u)	\$20,370
• Adquisición de 1 computadora	\$1,200.00
• Fondo inicial para reparación de camiones	\$11,428.57
Sistema hidráulico de caja de compresión de desechos	
Sistema eléctrico de caja de compresión de desechos	
Reparación de casquetes oxidados y carcomidos	
• Capacitación	
Pago por servicios profesionales de capacitación	\$140.00
Bono económico \$34.29 (13 motoristas)	\$445.71
Bono económico \$11.84 (40 peones)	\$473.60
Otros gastos	\$65.71
• Notificación a empresas y residentes	\$700.50
• Distribución de contenedores	\$831.43
Total de inversión:	\$39,614.56

3.8.2. BENEFICIOS

Los beneficios del proyecto básicamente son de carácter cualitativo, ya que lo que se busca primordialmente es dar un mejor servicio de recolección de los desechos sólidos a la población de Ilopango.

Entre los beneficios mas importantes de este proyecto están:

- Se aprovecha al máximo la capacidad de los camiones recolectores para cada área. De esta manera también se protege a los camiones ya que no serán sobrecargados.
- Se atiende a toda la población de forma sanitaria y con una frecuencia adecuada, lo que ayudara a que no se acumulen desechos sólidos.
- Los nuevos controles del sistema permitirán llevar un seguimiento detallado de las actividades e insumos utilizados en la recolección
- Mayor eficiencia en las actividades de recolección de los desechos sólidos, control de la información y utilización de los recursos técnico y humano.
- Minimiza el impacto sanitario – ambiental causado por la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos. Se contribuye al bienestar ambiental.
- Reducción del riesgo de proliferación de enfermedades gastro – intestinales y respiratorias.
- Mejora de sistema de registros históricos, de modo que se puedan hacer predicciones y pronósticos de generación de desechos sólidos y utilización de recursos para el futuro.
- Mejora las condiciones de organización y control para futuros estudios que refuercen el sistema que se ha diseñado.
- Mejor información para otros departamentos de la alcaldía y para la Gerencia y el Consejo Municipal.
- Se promueve la participación y la conciencia ciudadana
- Se mejora la imagen del municipio, haciéndolo atractivo para inversionistas, empresas y turistas.
- Se da cobertura a la empresas del municipio, ayudando en su proceso productivo.

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1-1: Relacion causa – efecto (Generalizado)

Anexo 1-2: Resumen del planteamiento problemático

Anexo 1-3: Diagrama causa – efecto (problemática interna)

Anexo 1-4: Diagrama de flujo del diseño de rutas de recoleccion

Anexo 2-1: Encuesta para empresas comerciales e industriales

Anexo 2-2: Encuesta para motoristas y recolectores de la alcaldía de Ilopango

Anexo 2-3: Encuesta para jefes y supervisores

Anexo 2-4: Encuesta para población del municipio de Ilopango

Anexo 3-1: Generacion de desechos solidos por fuente en el sector Santa Lucia – Ilopango

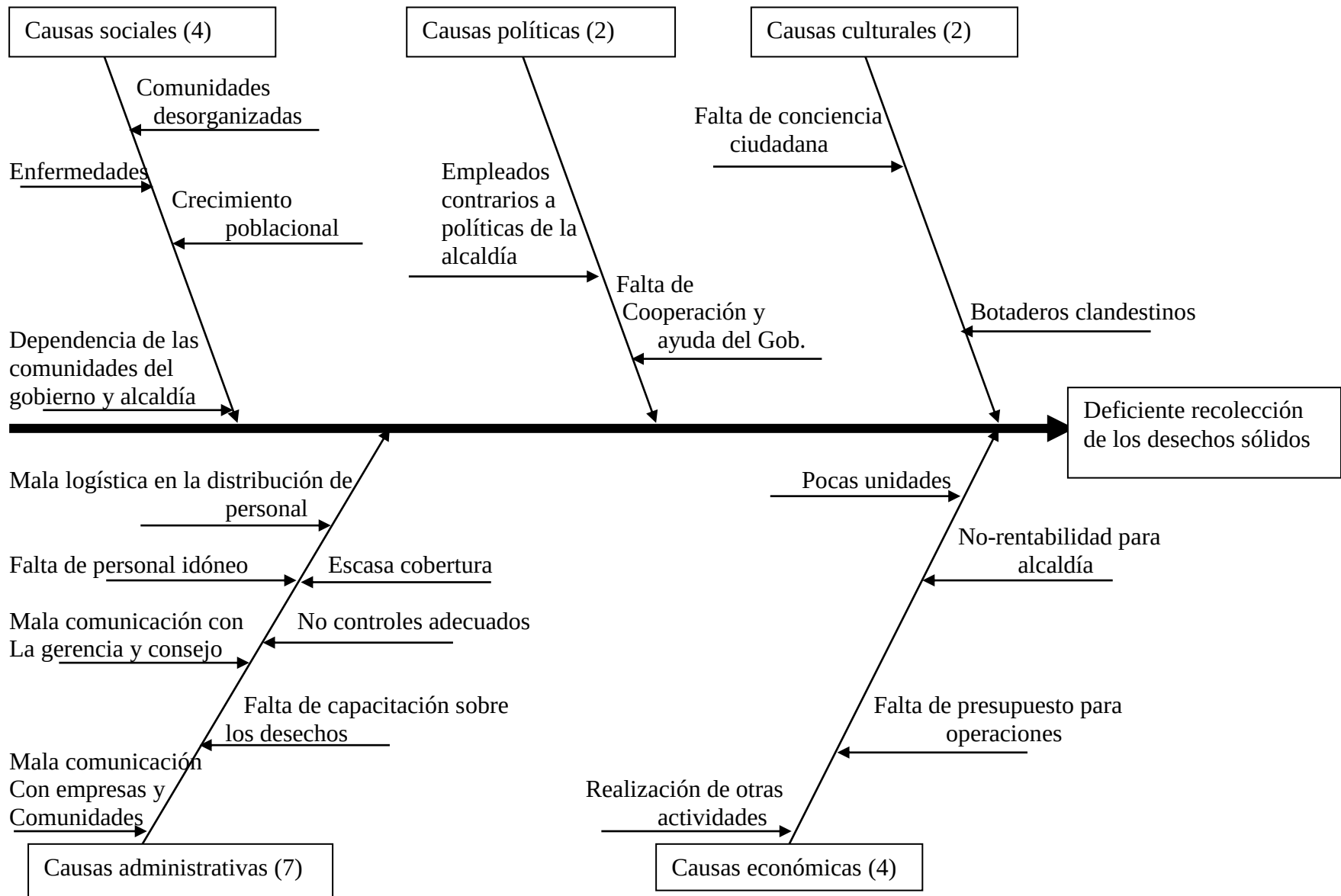
Anexo 3-2: Generacion de desechos solidos por fuente en el sector San Bartolo, para el sistema actual

Anexo 3-3: Generación de desechos solidos por fuentes en el municipio de Ilopango, para el sistema propuesto

Anexos 3-4: Representación grafica de areas y rutas de recoleccion del sistema actual

Anexos 3-5: Representación grafica de areas y rutas de recoleccion de sistema propuesto

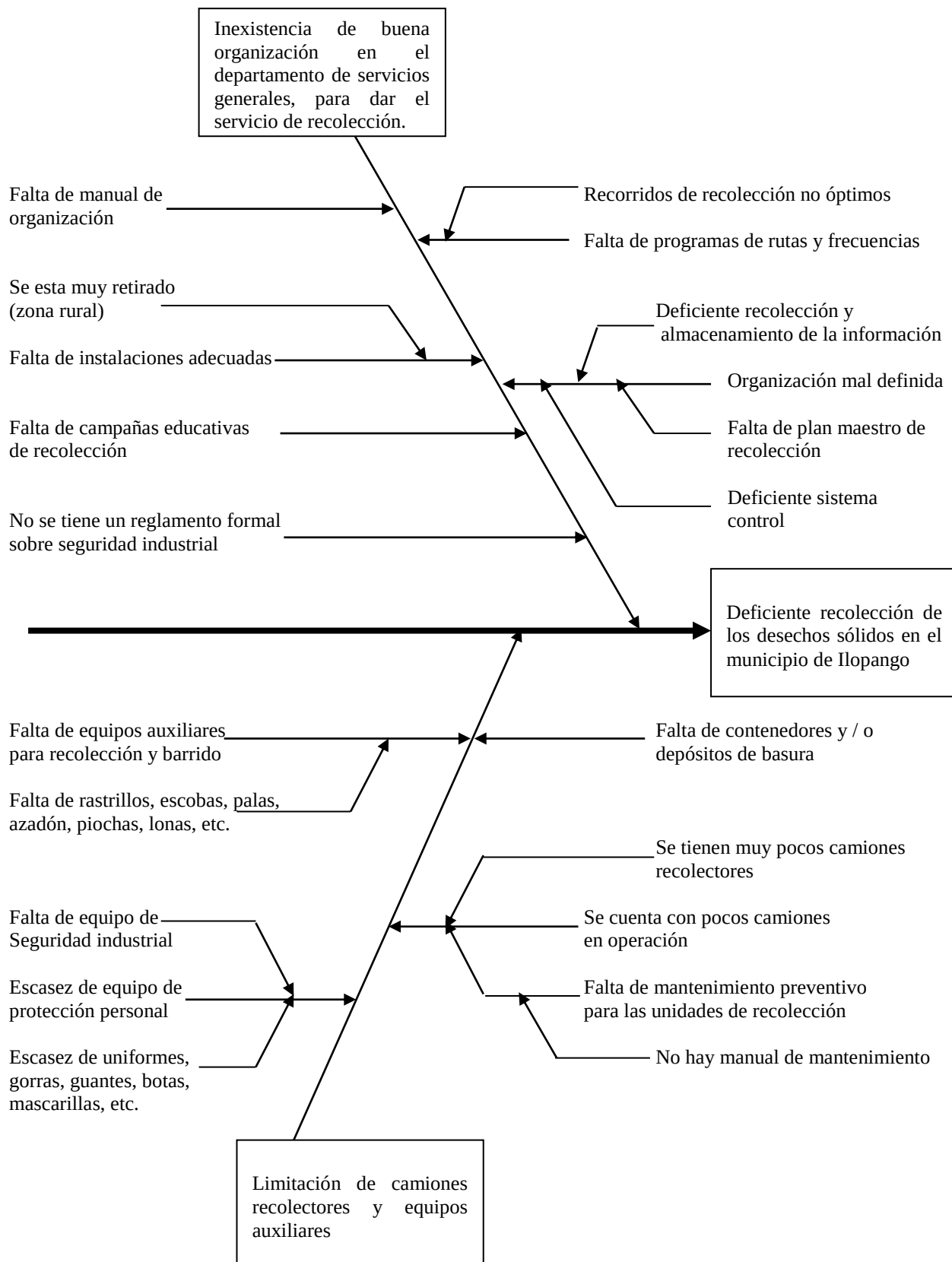
Anexo 1-1: Relación Causa – Efecto (Generalizado)

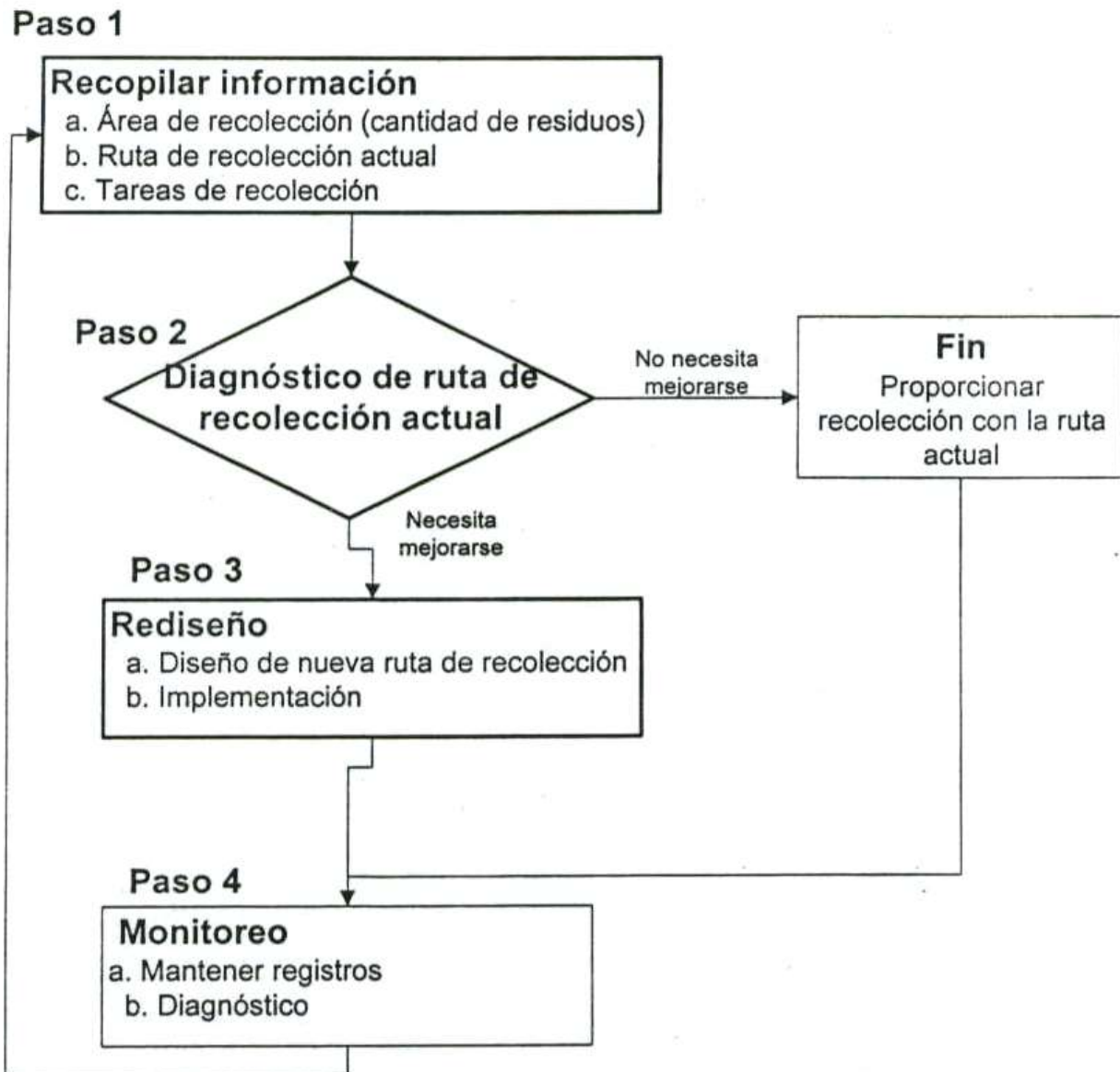


Efecto	Causas	Pronósticos	Control a pronósticos
Falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos	Administrativas (7) Económicas (4) Sociales (4) Culturales (3)	- Epidemias - Contaminación - Conflictos laborales y administrativos - Mayor desperdicio de recursos - Destierres de los inversionistas de cara a futuro	Diseño de un sistema de organización y control para la recolección de los desechos sólidos.

Anexo 1-2: Resumen del Planteamiento Problemático

Anexo 1-3: Diagrama causa – efecto (problemática interna)





Anexo 1-4: Diagrama de flujo del rediseño de rutas de recolección

Anexo 2-1a

MODELO DE ENCUESTA QUE PRESENTARA A SUPERVISORES Y JEFES DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES DE LA ALCALDÍA DE ILOPANGO

1. ¿Cómo considera usted la organización de los procesos administrativos en el departamento de servicios generales?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

2. ¿Considera que los archivos para el almacenamiento de información, los formularios para la recolección de esta y los medios en que estos se trasportan son los adecuados?

Si _____ No _____ Por que _____

3. ¿Cómo considera que son las rutas actuales de recolección de los desechos sólidos?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

4. ¿Esta usted abierto a recibir sugerencias de los motoristas y recolectores para designar las rutas de recolección?

Si _____ No _____ Por que _____

5. ¿Considera que son adecuados los canales de comunicación con los empleados que prestan directamente el servicio de recolección?

Si _____ No _____ Por que _____

6. ¿Cómo considera que son actualmente los controles de los insumos y las actividades de recolección?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

7. ¿Cómo considera que se da el flujo de información en el departamento, así como, con otras áreas de la alcaldía?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

8. ¿Cómo percibe el apoyo que reciben ustedes de los mandos superiores de la alcaldía en su trabajo?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

9. ¿Cómo percibe la actitud de sus superiores con relación a las mejoras que ustedes proponen, en cierto momento, para el departamento?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

10. ¿Considera que los camiones con los que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la demanda de recolección?

Si _____ No _____ Por que _____

11. ¿Cómo considera el estado actual de los camiones de recolección?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

12. ¿Considera usted que los camiones están siendo utilizados adecuadamente por los empleados?

Si _____ No _____ Por que _____

13. ¿Cuáles considera son las principales causas que generan las fallas en los camiones?

Mal uso _____ No Mantenimiento _____ Obsoletos _____ Mal mantenimiento _____

14. ¿Considera que se cuenta con la cantidad adecuada de contenedores?

Si _____ No _____ Por que _____

15. ¿Considera que los contenedores están ubicados en los lugares apropiados?

Si _____ No _____ Por que _____

16. ¿Se cuenta actualmente con un manual de mantenimiento formal para los camiones?

Si _____ No _____ Informal _____ Otros _____

17. ¿Qué tan importante considera usted el mantenimiento preventivo para los camiones?

Vital _____ Importante _____ Opcional _____ No importa _____

Anexo 2-1b

MODELO DE ENCUESTA QUE PRESENTARA A MOTORISTAS Y RECOLECTORES DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES DE LA ALCALDÍA DE ILOPANGO

1. ¿Cómo considera usted el papel de sus superiores en la organización de las actividades administrativas en el departamento de servicios generales?

Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Deficiente ____

2. ¿Considera usted que los formularios actuales son los adecuados para el departamento de servicios generales?

Si ____ No ____ Por que _____

3. ¿Cómo considera que son actualmente los controles de los insumos y las actividades de recolección?

Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Deficiente ____

4. ¿Cómo considera que son las rutas actuales de recolección de los desechos sólidos?

Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Deficiente ____

5. En caso de ser su respuesta anterior: buena, regular o deficiente. ¿En que medida cree usted que se deberían de cambiar las rutas actuales de recolección?

Totalmente ____ La mayoría ____ Algunas ____ Ninguna ____

6. ¿Considera usted que sus superiores del departamento de servicios generales están abiertos a recibir sugerencias de su parte?

Si ____ No ____ Por que _____

7. ¿Considera que son adecuados los canales de comunicación con los encargados del departamento de servicios generales?

Si ____ No ____ Por que _____

8. ¿Considera que los camiones con los que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la demanda de recolección?

Si ____ No ____ Por que _____

9. ¿Cómo considera el estado actual de los camiones de recolección?

Muy buena ____ Buena ____ Regular ____ Deficiente ____

10. ¿Cuáles considera son las principales causas que generan las fallas en los camiones?

Mal uso ____ No Mantenimiento ____ Obsoletos ____ Mal mantenimiento ____

11. ¿Se excede generalmente la capacidad de los camiones recolectores?

Si ____ No ____ En ocasiones ____ Otros _____

12. ¿Considera que se cuenta con la cantidad adecuada de contenedores?

Si ____ No ____ Por que _____

13. ¿Considera que los contenedores están ubicados en los lugares apropiados?

Si ____ No ____ Por que _____

14. ¿Se preocupa usted por el buen funcionamiento de la unidades?

Si ____ No ____ En ocasiones ____ Otros _____

15. ¿Qué tan importante considera usted el mantenimiento preventivo para los camiones?

Vital ____ Importante ____ Opcional ____ No importa ____

Anexo 2-1c

MODELO DE ENCUESTA QUE PRESENTARA A POBLADORES DEL MUNICIPIO DE ILOPANGO

1. ¿Cómo considera usted el servicio de recolección de los desechos sólidos que le brinda la alcaldía de Ilopango?

Muy bueno _____ Bueno _____ Regular _____ Deficiente _____

2. ¿Considera usted que los horarios de recolección de los desechos sólidos son los adecuados en su comunidad?

Si _____ No _____ Por que _____

3. Considera usted que la municipalidad esta trabajando lo suficiente para resolver el problema de la falta de cobertura en la recolección de los desechos sólidos?

Si _____ No _____ Por que _____

4. ¿Cómo considera el problema los desechos sólidos en su comunidad?

Muy grave _____ Empeora _____ Leve _____ No preocupa _____

5. ¿Considera que deberían de haber mas depositos y contenedores en su comunidad para depositar los desechos sólidos?

Si _____ No _____ Por que _____

6. ¿Considera que los camiones con los que se cuenta actualmente son suficientes para cubrir la demanda de recolección?

Si _____ No _____ Por que _____

7. ¿Cómo considera el estado actual de los camiones de recolección?

Muy buena _____ Buena _____ Regular _____ Deficiente _____

8. ¿Cuáles considera son las principales tipos de desechos que se generan en su hogar?

Verduras ____ Papel y plasticos ____ Metales ____ Fisiologicos ____

9. ¿Recurre usted a contratar un servicio particular de recoleccion por que no pasa el camion?

Si ____ No ____ En ocasiones ____ Otros ____

10. ¿Considera que se cuenta con la cantidad adecuada de contenedores?

Si ____ No ____ Por que ____

11. ¿Considera que los contenedores están ubicados en los lugares apropiados?

Si ____ No ____ Por que ____

12. ¿Se preocupa usted por el buen funcionamiento de la unidades?

Si ____ No ____ En ocasiones ____ Otros ____

13. ¿Cada cuanto tiempo considera que Es necesario que pase el camion recolector por su comunidad?

Medio dia ____ Cada dia ____ Cada 2 dias ____ Otros esp. ____

Anexos 3-4

Rutas y áreas actuales
de recolección

Anexos 3-5

Rutas y áreas
propuestas de
recolección

ANEXO 3-1

Residuos generados en sector Santa Lucia – Ilopango							
Colonias y empresas	N° de casas	N° puestos o empleados	Kg/día	Kg/vez	Tond/vez	Tond/mes	%
Barrido de calles (metros)		725.65	145.13	507.96	0.56	4.79	0.509%
Lotificacion Las Palmas	126		315.00	1,102.50	1.21	10.39	1.105%
INDECA		200	40.00	140.00	0.15	1.32	0.140%
2 maquila		1,000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.701%
1 restaurante		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Fabrica de estructuras		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
Industria		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
2 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.088%
Liceo Cristiano		70	14.00	49.00	0.05	0.46	0.049%
Residencial Santa Lucia	194		485.00	1,697.50	1.87	16.00	1.701%
Col. Santa Lucia Norte	195		487.50	1,706.25	1.88	16.08	1.710%
Industrias metalicas Dani		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
Fabrica de Helados		25	5.00	17.50	0.02	0.16	0.018%
Col. Santa Eduvigis	221		552.50	1,933.75	2.13	18.23	1.938%
Col. Monte Cristo	225		562.50	1,968.75	2.17	18.56	1.973%
Fabrica INDECA		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Col. Vista al Lago I	1,575		3,937.50	13,781.25	15.16	129.92	13.809%
Area comercial (mercado)		100	170.00	595.00	0.65	5.61	0.596%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Unidad de salud		40	8.00	28.00	0.03	0.26	0.028%
2 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.088%
Escuela		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
Col. Vista al Lago II	677		1,692.50	5,923.75	6.52	55.84	5.936%
Com. Bco. Hipotecario	30		75.00	262.50	0.29	2.47	0.263%
Servicios Mercantil		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.035%
Inversiones INEASCAS		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.035%
Colegio Ioseph		100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.070%
Zinder		15	3.00	10.50	0.01	0.10	0.011%
Fabrica de bloques		25	5.00	17.50	0.02	0.16	0.018%
Fabrica de ladrillos		15	3.00	10.50	0.01	0.10	0.011%

Fabrica INPELCA		400	80.00	280.00	0.31	2.64	0.281%
Cartonera Centroamericana		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Aeropuerto de Ilopango		800	160.00	560.00	0.62	5.28	0.561%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
1 pupuseria (asientos)		25	12.50	43.75	0.05	0.41	0.044%
2 maquilas		1,000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.701%
Seguro Social Ilopango		600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.421%
Santa Lucia poniente	303		757.50	2,651.25	2.92	24.99	2.657%
Punto de buses Ruta 13		25	42.50	148.75	0.16	1.40	0.149%
Mercadito		55	93.50	327.25	0.36	3.08	0.328%
Campamento Santa Lucia	60		150.00	525.00	0.58	4.95	0.526%
Centro Urb. Santa Lucia	1,459		3,647.50	12,766.25	14.04	120.35	12.792%
Mercado		413	702.10	2,457.35	2.70	23.17	2.462%
Supermercado		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.035%
5 pupuserias (asientos)		125	62.50	218.75	0.24	2.06	0.219%
10 Empresas de servicio priv.		60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.042%
Escuela Santa Lucia		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
3 comedores (asientos)		150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.263%
Escuela Gomez		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
INCA		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Zinder		13	2.60	9.10	0.01	0.09	0.009%
Cruz Roja		10	2.00	7.00	0.01	0.07	0.007%
Col. Jardines Santa Lucia	257		642.50	2,248.75	2.47	21.20	2.253%
5 Maquilas		2,500	500.00	1,750.00	1.93	16.50	1.754%
POLISA		600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.421%
3 comedores (asientos)		150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.263%
COLUMBIA		600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.421%
Confecciones y Ensambls		600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.421%
Bosques de la paz	2,664		6,660.00	23,310.00	25.64	219.74	23.357%
Area de equipamiento		20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.014%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Centro de placas Sertracen		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
4 pupuserias (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Centro de Ilopango	145		362.50	1,268.75	1.40	11.96	1.271%

Gasolinera ESSO		20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.014%
Gasolinera TEXACO		20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.014%
ACOPATT de RL		35	59.50	208.25	0.23	1.96	0.209%
Laboratorios McKerson		400	80.00	280.00	0.31	2.64	0.281%
CONELCA		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
1 restaurante		200	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Productos de Café		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Fabrica FACELA		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Fabrica HILOSA		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Hilanderia Sport		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Escuela		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
Alcaldia Municipal		221	44.20	154.70	0.17	1.46	0.155%
Mercado		61	103.70	362.95	0.40	3.42	0.364%
2 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.088%
5 Empresas de servicio priv		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.021%
INSAFOR		100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.070%
Fabrica VIFRIO		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
CORFINSA		300	60.00	210.00	0.23	1.98	0.210%
5 Maquilas		2,500	500.00	1,750.00	1.93	16.50	1.754%
Fabrica Sherwin Williams		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Comunidad Ilopango	112		280.00	980.00	1.08	9.24	0.982%
1 maquila		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Colonia Llano Verde I	322		805.00	2,817.50	3.10	26.56	2.823%
1 maquila		500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.351%
Colonia Llano Verde II	98		245.00	857.50	0.94	8.08	0.859%
2 maquilas		100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.070%
Colonia Escalante	107		267.50	936.25	1.03	8.83	0.938%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.175%
Colonia San Luis	47		117.50	411.25	0.45	3.88	0.412%
Colonia Quiteño	151		377.50	1,321.25	1.45	12.46	1.324%
Colonia Modelo	48		120.00	420.00	0.46	3.96	0.421%
Colonia Buena Vista	61		152.50	533.75	0.59	5.03	0.535%
TOTAL	9,077		28,513.73	99,798.06	109.78	940.80	100%

ANEXO 3-2

Residuos generados en sector San Bartolo							
Colonias y empresas	Nº de casas	Nº puestos o empleados	Kg/día	Kg/vez	Tond/vez	Tond/mes	%
Barrido de calles (metros)		1273.33	254.67	891.33	0.98	8.40	0.532%
Jardines de San Bartolo	775		1,937.50	6,781.25	7.46	63.93	4.046%
1 comedor (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.052%
2 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.052%
Reparto Las Cañas	2165		5,412.50	18,943.75	20.84	178.58	11.304%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
4 pupuserias (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
2 colegios		60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.025%
Urb.Cuscatlan	142		355.00	1,242.50	1.37	11.71	0.741%
C.U.S.B 1	196		490.00	1,715.00	1.89	16.17	1.023%
C.U.S.B 2	144		360.00	1,260.00	1.39	11.88	0.752%
C.U.S.B 3 zona TYCSA	362		905.00	3,167.50	3.48	29.86	1.890%
3 comedores (asientos)		150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.157%
3 pupuserias (asientos)		90	45.00	157.50	0.17	1.48	0.094%
3 maquilas		1500	300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.627%
Colegio Jerusalem		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%
C.U.S.B 4	486		1,215.00	4,252.50	4.68	40.09	2.538%
3 comedores (asientos)		150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.157%
Mercadito		45	76.50	267.75	0.29	2.52	0.160%
C.U.S.B 5	822		2,055.00	7,192.50	7.91	67.80	4.292%
3 Carnicerias (puestos)		15	25.50	89.25	0.10	0.84	0.053%
C.U.S.B 6	199		497.50	1,741.25	1.92	16.41	1.039%
C.U.S.B 9	465		1,162.50	4,068.75	4.48	38.36	2.428%
2 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.052%
Rep. Cima de San Bartolo 1	1305		3,262.50	11,418.75	12.56	107.64	6.814%
Rep. San Arturo TYCSA	524		1,310.00	4,585.00	5.04	43.22	2.736%
4 pupuserias (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
Comunidad La Campiña	181		452.50	1,583.75	1.74	14.93	0.945%
Comunidad Italia	215		537.50	1,881.25	2.07	17.73	1.123%
Colonia San Jose	340		850.00	2,975.00	3.27	28.05	1.775%

Fabrica CONCELCA		700	140.00	490.00	0.54	4.62	0.292%
Com. Lomas de San Bartolo	250		625.00	2,187.50	2.41	20.62	1.305%
1 pupuserias (asientos)		50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.052%
Res. Libertad Obrera	358		895.00	3,132.50	3.45	29.53	1.869%
Urbanizacion San Bartolo	201		502.50	1,758.75	1.93	16.58	1.049%
Hospital de San Bartolo		700	140.00	490.00	0.54	4.62	0.292%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
Escuela		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.013%
Prados de San Bartolo	100		250.00	875.00	0.96	8.25	0.522%
Urb. Alta Vista	2078		5,195.00	18,182.50	20.00	171.41	10.850%
2 colegios		60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.025%
Centro comercial Altavista		60	102.00	357.00	0.39	3.37	0.213%
Col. Brisas de San Bartolo	186		465.00	1,627.50	1.79	15.34	0.971%
Col. Alta Vista	178		445.00	1,557.50	1.71	14.68	0.929%
Com. La Esperanza	150		375.00	1,312.50	1.44	12.37	0.783%
Lotificacion Bella Vista	27		67.50	236.25	0.26	2.23	0.141%
Colonia Buena Vista	167		417.50	1,461.25	1.61	13.78	0.872%
Escuela		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.013%
Col. Veracruz	238		595.00	2,082.50	2.29	19.63	1.243%
Nuevo San Felipe	130		325.00	1,137.50	1.25	10.72	0.679%
Col. Rivas	47		117.50	411.25	0.45	3.88	0.245%
Altos de San Felipe	263		657.50	2,301.25	2.53	21.69	1.373%
1 colegio		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%
Res. San Felipe	274		685.00	2,397.50	2.64	22.60	1.431%
1 colegio		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%
Col. San Jorge	120		300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.627%
Com. Monte alegre	107		267.50	936.25	1.03	8.83	0.559%
Com. El Arenal	67		167.50	586.25	0.64	5.53	0.350%
Jardines de Selsutt	992		2,480.00	8,680.00	9.55	81.83	5.179%
Nuevos Horizontes	1158		2,895.00	10,132.50	11.15	95.52	6.046%
2 maquilas		1000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.418%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
Col. La Selva	450		1,125.00	3,937.50	4.33	37.12	2.350%
1 colegio		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%

Escuela		30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.013%
Sector Apulo	500		1,250.00	4,375.00	4.81	41.24	2.611%
2 escuelas		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%
2 restaurantes (asientos)		400	200.00	700.00	0.77	6.60	0.418%
1 restaurante de hotel		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
25 comedores (asientos)		1250	625.00	2,187.50	2.41	20.62	1.305%
Mercadito		35	59.50	208.25	0.23	1.96	0.124%
Carretera panamericana	100		250.00	875.00	0.96	8.25	0.522%
Policia Nacional Civil		300	60.00	210.00	0.23	1.98	0.125%
Talleres, peluqueras, billar. Etc.		80	16.00	56.00	0.06	0.53	0.033%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
Complejo Ministerio Hacienda		150	30.00	105.00	0.12	0.99	0.063%
Ministerio de Hacienda		1000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.418%
3 maquilas		1500	300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.627%
2 comedores (asientos)		100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.104%
I.U.S.A.		2000	400.00	1,400.00	1.54	13.20	0.835%
Fabrica de bloques Tropical		50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.021%
Zona Franca Sn Barto. (28 maq.)		14000	2,800.00	9,800.00	10.78	92.38	5.848%
Total	16,462		47,881.17	167,584.08	184.34	1,579.82	100%

ANEXO 3-3

DISTRIBUCIÓN DE FUENTES DE GENERACIÓN DE DESECHOS SOLIDOS POR AREAS

Colonias y empresas	Area	Nº de casas	Nº puestos o empleados	Kg/dia	Kg/vez	Tond/vez	Tond/mes	%
Centro de Ilopango	1	145		362.50	1,268.75	1.40	11.96	0.475%
Gasolinera ESSO			20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.005%
Gasolinera TEXACO			20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.005%
ACOPATT de RL			35	59.50	208.25	0.23	1.96	0.078%
Laboratorios McKerson			400	80.00	280.00	0.31	2.64	0.105%
1 restaurante			200	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Fabrica FACELA			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Fabrica HILOSA			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Hilanderia Sport			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Escuela			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Alcaldia Municipal			221	44.20	154.70	0.17	1.46	0.058%
Mercado			61	103.70	362.95	0.40	3.42	0.136%
2 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
5 Empresas de servicio priv			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
INSAFOR			100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.026%
Fabrica VIFRIO			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
CORFINSA			300	60.00	210.00	0.23	1.98	0.079%
5 Maquilas			2,500	500.00	1,750.00	1.93	16.50	0.654%
Policia Nacional Civil			300	60.00	210.00	0.23	1.98	0.079%
3 maquilas			1500	300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.393%
Fabrica Sherwin Williams			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Comunidad Ilopango		112		280.00	980.00	1.08	9.24	0.367%
1 maquila			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Colonia Llano Verde I		322		805.00	2,817.50	3.10	26.56	1.054%
1 maquila			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Colonia Llano Verde II		98		245.00	857.50	0.94	8.08	0.321%
2 maquilas			100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.026%
Colonia Escalante		107		267.50	936.25	1.03	8.83	0.350%

2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Colonia San Luis		47		117.50	411.25	0.45	3.88	0.154%
Colonia Quiteño		151		377.50	1,321.25	1.45	12.46	0.494%
Colonia Modelo		48		120.00	420.00	0.46	3.96	0.157%
Colonia Buena Vista		61		152.50	533.75	0.59	5.03	0.200%
Barrido de calles (metros)			1273.33	254.67	891.33	0.98	8.40	0.333%
Carretera panamericana		100		250.00	875.00	0.96	8.25	0.327%
Talleres, peluqueras, billar. Etc.			80	16.00	56.00	0.06	0.53	0.021%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Ministerio de Hacienda			1000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.262%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
I.U.S.A.			2000	400.00	1,400.00	1.54	13.20	0.524%
Fabrica de bloques Tropical			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Zona Franca Sn Barto. (28 maq.)	2		14000	2,800.00	9,800.00	10.78	92.38	3.665%
CONELCA			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Productos de Café			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Com. El Arenal	3	67		167.50	586.25	0.64	5.53	0.219%
Col. Rivas		47		117.50	411.25	0.45	3.88	0.154%
Jardines de Selsutt		992		2,480.00	8,680.00	9.55	81.83	3.246%
Res. San Felipe		274		685.00	2,397.50	2.64	22.60	0.897%
1 colegio			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Col. San Jorge		120		300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.393%
Com. Monte alegre		107		267.50	936.25	1.03	8.83	0.350%
Col. La Selva	4	450		1,125.00	3,937.50	4.33	37.12	1.473%
1 colegio			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Escuela			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Sector Apulo		500		1,250.00	4,375.00	4.81	41.24	1.636%
2 escuelas			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
2 restaurantes (asientos)			400	200.00	700.00	0.77	6.60	0.262%
1 restaurante de hotel			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
25 comedores (asientos)			1250	625.00	2,187.50	2.41	20.62	0.818%
Mercadito			35	59.50	208.25	0.23	1.96	0.078%
Jardines de San Bartolo	5	775		1,937.50	6,781.25	7.46	63.93	2.536%
1 comedor (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%

2 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
C.U.S.B 1 (granados 1)		196		490.00	1,715.00	1.89	16.17	0.641%
Urb.Cuscatlan		142		355.00	1,242.50	1.37	11.71	0.465%
C.U.S.B 2 (granados 2)		144		360.00	1,260.00	1.39	11.88	0.471%
Colonia San Jose		340		850.00	2,975.00	3.27	28.05	1.113%
Fabrica CONCELCA			700	140.00	490.00	0.54	4.62	0.183%
Urbanizacion San Bartolo		201		502.50	1,758.75	1.93	16.58	0.658%
Hospital de San Bartolo			700	140.00	490.00	0.54	4.62	0.183%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Complejo Ministerio Hacienda			150	30.00	105.00	0.12	0.99	0.039%
Escuela			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Prados de San Bartolo		100		250.00	875.00	0.96	8.25	0.327%
Res. Libertad Obrera		358		895.00	3,132.50	3.45	29.53	1.172%
Reparto Las Cañas	6	2165		5,412.50	18,943.75	20.84	178.58	7.085%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
4 pupuserias (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
2 colegios			60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.016%
Rep. Cima de San Bartolo 1	7	1305		3,262.50	11,418.75	12.56	107.64	4.271%
Rep. San Arturo TYCSA		524		1,310.00	4,585.00	5.04	43.22	1.715%
4 pupuserias (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
C.U.S.B 3 zona TYCSA		362		905.00	3,167.50	3.48	29.86	1.185%
3 comedores (asientos)			150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.098%
3 pupuserias (asientos)			90	45.00	157.50	0.17	1.48	0.059%
3 maquilas			1500	300.00	1,050.00	1.16	9.90	0.393%
Colegio Jerusalem			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Comunidad La Campiña		181		452.50	1,583.75	1.74	14.93	0.592%
C.U.S.B 4	8	486		1,215.00	4,252.50	4.68	40.09	1.590%
3 comedores (asientos)			150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.098%
Mercadito			45	76.50	267.75	0.29	2.52	0.100%
C.U.S.B 6		199		497.50	1,741.25	1.92	16.41	0.651%
C.U.S.B 9		465		1,162.50	4,068.75	4.48	38.36	1.522%
2 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
Comunidad Italia		215		537.50	1,881.25	2.07	17.73	0.704%
Com. Lomas de San Bartolo		250		625.00	2,187.50	2.41	20.62	0.818%

1 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
Col. Brisas de San Bartolo		186		465.00	1,627.50	1.79	15.34	0.609%
C.U.S.B 5	9	822		2,055.00	7,192.50	7.91	67.80	2.690%
3 Carnicerias (puestos)			15	25.50	89.25	0.10	0.84	0.033%
Com. La Esperanza		150		375.00	1,312.50	1.44	12.37	0.491%
Col. Veracruz		238		595.00	2,082.50	2.29	19.63	0.779%
Col. Alta Vista		178		445.00	1,557.50	1.71	14.68	0.583%
Lotificacion Bella Vista		27		67.50	236.25	0.26	2.23	0.088%
Colonia Buena Vista		167		417.50	1,461.25	1.61	13.78	0.547%
Escuela			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Urb. Alta Vista	10	2078		5,195.00	18,182.50	20.00	171.41	6.800%
2 colegios			60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.016%
Centro comercial Altavista			60	102.00	357.00	0.39	3.37	0.134%
Nuevo San Felipe	11	130		325.00	1,137.50	1.25	10.72	0.425%
Nuevos Horizontes		1158		2,895.00	10,132.50	11.15	95.52	3.790%
2 maquilas			1000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.262%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Altos de San Felipe		263		657.50	2,301.25	2.53	21.69	0.861%
1 colegio			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Lotificacion Las Palmas	12	126		315.00	1,102.50	1.21	10.39	0.412%
INDECA			200	40.00	140.00	0.15	1.32	0.052%
2 maquila			1,000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.262%
1 restaurante			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Fabrica de estructuras			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Industria			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
2 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
Liceo Cristiano			70	14.00	49.00	0.05	0.46	0.018%
Residencial Santa Lucia		194		485.00	1,697.50	1.87	16.00	0.635%
Col. Santa Lucia Norte		195		487.50	1,706.25	1.88	16.08	0.638%
Industrias metalicas Dani			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Fabrica de Helados			25	5.00	17.50	0.02	0.16	0.007%
Col. Santa Eduvigis		221		552.50	1,933.75	2.13	18.23	0.723%
Col. Monte Cristo		225		562.50	1,968.75	2.17	18.56	0.736%
Fabrica INDECA			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%

Col. Jardines Santa Lucia		257		642.50	2,248.75	2.47	21.20	0.841%
5 Maquilas			2,500	500.00	1,750.00	1.93	16.50	0.654%
POLISA			600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.157%
3 comedores (asientos)			150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.098%
COLUMBIA			600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.157%
Confecciones y Ensambls			600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.157%
Bosques de la paz	13 y 14	2,664		6,660.00	23,310.00	25.64	219.74	8.718%
Area de equipamiento			20	4.00	14.00	0.02	0.13	0.005%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Centro de placas Sertracen			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
4 pupuserias (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Servicios Mercantil			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Inversiones INEASCAS			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
Colegio Ioseph			100	20.00	70.00	0.08	0.66	0.026%
Zinder			15	3.00	10.50	0.01	0.10	0.004%
Fabrica de bloques			25	5.00	17.50	0.02	0.16	0.007%
Fabrica de ladrillos			15	3.00	10.50	0.01	0.10	0.004%
Fabrica INPELCA			400	80.00	280.00	0.31	2.64	0.105%
Cartonera Centroamericana			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Aeropuerto de Ilopango			800	160.00	560.00	0.62	5.28	0.209%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
1 pupuseria (asientos)			25	12.50	43.75	0.05	0.41	0.016%
2 maquilas			1,000	200.00	700.00	0.77	6.60	0.262%
Seguro Social Ilopango			600	120.00	420.00	0.46	3.96	0.157%
Com. Bco. Hipotecario		30		75.00	262.50	0.29	2.47	0.098%
Col. Vista al Lago I	15	1,575		3,937.50	13,781.25	15.16	129.92	5.154%
Area comercial (mercado)			100	170.00	595.00	0.65	5.61	0.223%
2 comedores (asientos)			100	50.00	175.00	0.19	1.65	0.065%
Unidad de salud			40	8.00	28.00	0.03	0.26	0.010%
2 pupuserias (asientos)			50	25.00	87.50	0.10	0.82	0.033%
Escuela			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
Col. Vista al Lago II		677		1,692.50	5,923.75	6.52	55.84	2.215%
Barrido de calles (metros)	16		725.65	145.13	507.96	0.56	4.79	0.190%
Santa Lucia poniente		303		757.50	2,651.25	2.92	24.99	0.992%

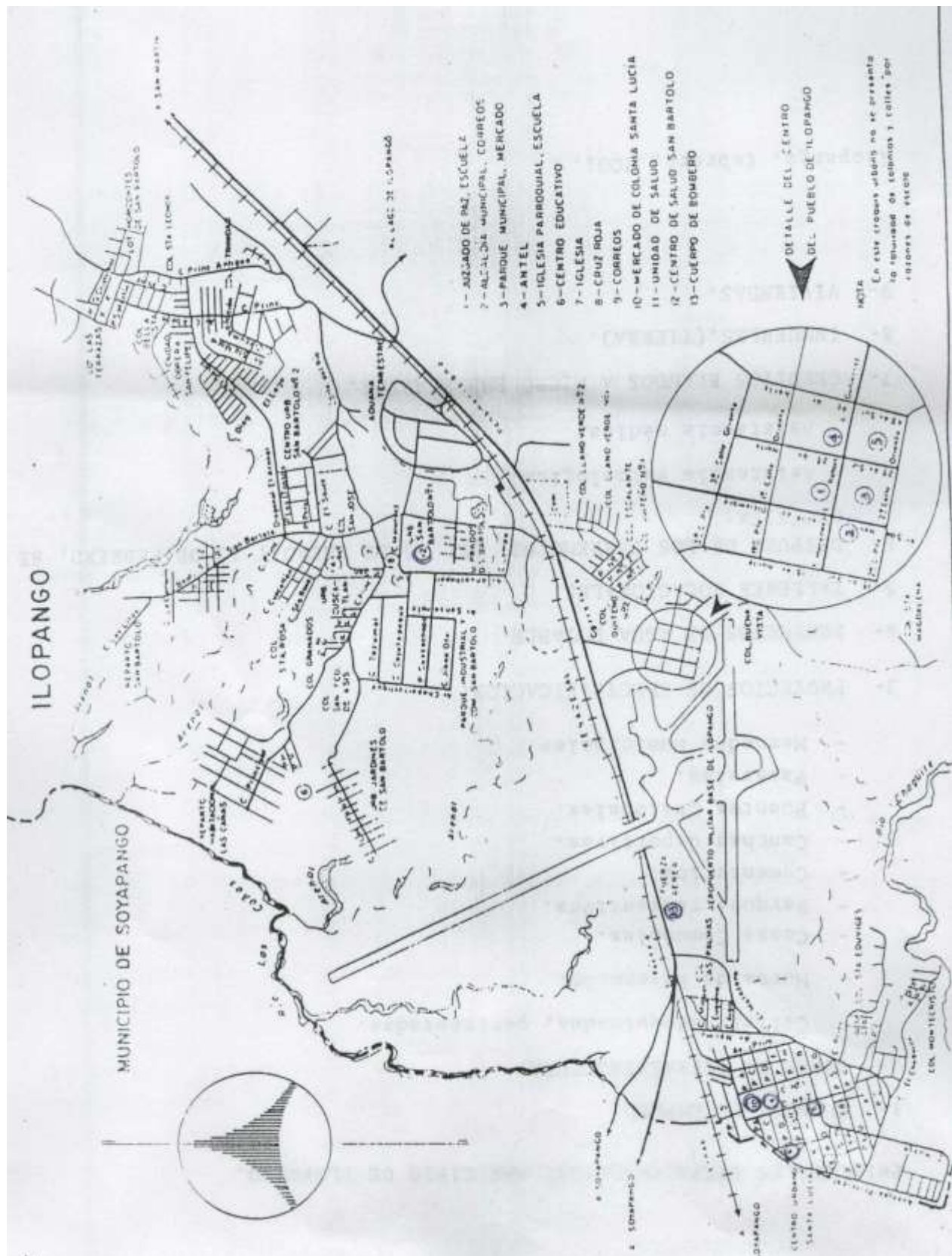
Punto de buses Ruta 13			25	42.50	148.75	0.16	1.40	0.056%
Mercadito			55	93.50	327.25	0.36	3.08	0.122%
Campamento Santa Lucia		60		150.00	525.00	0.58	4.95	0.196%
Centro Urb. Santa Lucia		1,459		3,647.50	12,766.25	14.04	120.35	4.775%
Mercado			413	702.10	2,457.35	2.70	23.17	0.919%
Supermercado			50	10.00	35.00	0.04	0.33	0.013%
5 pupuserias (asientos)			125	62.50	218.75	0.24	2.06	0.082%
10 Empresas de servicio priv.			60	12.00	42.00	0.05	0.40	0.016%
Escuela Santa Lucia			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
3 comedores (asientos)			150	75.00	262.50	0.29	2.47	0.098%
Escuela Gomez			30	6.00	21.00	0.02	0.20	0.008%
INCA			500	100.00	350.00	0.39	3.30	0.131%
Zinder			13	2.60	9.10	0.01	0.09	0.003%
Cruz Roja			10	2.00	7.00	0.01	0.07	0.003%
Total		1,822.00		76,394.90	267,382.14	294.12	2,520.61	100%

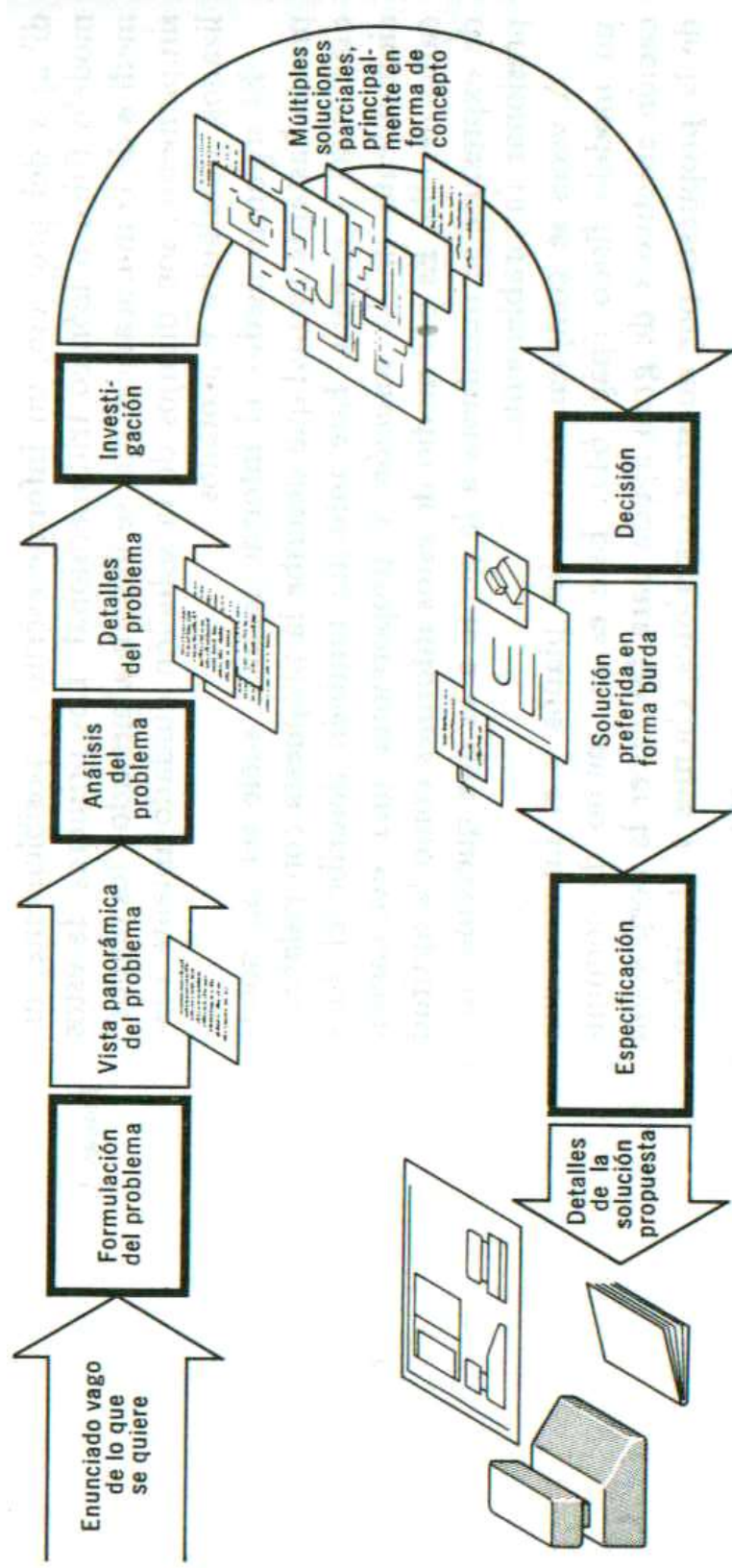
ANEXO 5

DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR



ANEXO 6





ANEXO 4: Fases del proceso de diseño