



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**

Hugo René Yax Ordoñez

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO RENÉ YAX ORDOÑEZ

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIO	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de noviembre de 2014.



Hugo René Yax Ordoñez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de octubre de 2016.
REF.EPS.DOC.725.10.16.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Hugo René Yax Ordóñez**, Carné No. **199630402** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. *Jaime Humberto Batten Esquivel*
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de octubre de 2016.
REF.EPS.D.445.10.16

Ingeniero
Juan José Peralta
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Peralta:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Hugo René Yax Ordóñez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.173.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Hugo René Yax Ordoñez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2016.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**




FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.149.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Hugo René Yax Ordoñez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 462.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DE SAN MARCOS, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario: **Hugo René Yax Ordoñez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el Ingeniero, Perfecto Diseñador y Creador del Universo, hecho con amor y sabiduría para la humanidad, quien es el máximo guía de mi vida.
- La Virgen Santísima** Que me guía siempre, y a quien suplico que desde hoy me cubra con su santo manto en esta nueva etapa de mi vida profesional.
- Mis padres** Lázaro Yax Soch y María Antonieta Recancoj, por su amor será siempre mi inspiración.
- Mis abuelos** Víctor Yax Camacho (q.d.e.p.) y Juana Soch (q.d.e.p), José María Ordoñez Itzep (q.d.e.p) y Francisca Recancoj Escalante (q.d.e.p). Los sabios consejos que me dieron los llevo en el corazón.
- Mis hermanos** Osvaldo, Fredy, María Elizabeth, Angel Mauricio, Iliana Marleni e Ingrid Surama Yax, por el apoyo y consejos que me han brindado.
- Mis sobrinos y sobrinas** Cristian Alexis, Evelin Paola, Darlyn Yojana, Ruth Nicté, Ana María Ixmucané, Melanie Dellaneyra, Nayeli Jeannette, Juan Mauricio.

Mis tíos y primos

Porque cada uno de ustedes tiene un lugar especial en mi corazón.

La niña de mis ojos

Por haberme motivado a terminar mis estudios universitarios.

Mis amigos

Sergio Cayax QPD, Edgar Batz, Axel Serrano, Edgar González, Julio Wuj y Luis Muñoz, con especial cariño y respeto para todos ustedes.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad San Carlos
de Guatemala**

A la Gloriosa y Tricentenaria Universidad, por abrirme las puertas al conocimiento y por ser un centro de estudios de apoyo social.

Facultad de Ingeniería

Por haberme dado la oportunidad de hacerme profesional.

**Municipalidad de San
Marcos**

Por darme la oportunidad de culminar mi desarrollo profesional.

MANCUERNA

Por darme la asesoría y el respaldo incondicional en mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Nombre de la institución	1
1.1.1. Tipo de institución	1
1.1.2. Visión	1
1.1.3. Misión	1
1.1.4. Política institucional	2
1.1.5. Estructura orgánica	2
1.1.6. Recursos municipales	5
1.1.7. Recursos humanos	5
1.1.8. Maquinaria y equipo	7
1.2. Acuerdos, convenios y reglamentos	7
1.3. División política de San Marcos	9
1.4. División administrativa	10
1.5. Microregionalización	11
1.5.1. Microregión norte	11
1.5.2. Microregión occidente	11
1.5.3. Microregión sur	12
1.6. Servicio básico de infraestructura	12

1.6.1.	Energía eléctrica.....	12
1.6.2.	Agua.....	12
1.6.3.	Educación.....	13
1.6.4.	Salud	13
1.6.5.	Drenaje y alcantarillado	13
1.7.	Estructura productiva	14
1.7.1.	Vías de comunicación y acceso.....	14
1.7.2.	Transporte.....	14
1.8.	Reseña histórica de la comunidad.....	15
1.9.	Delimitación geográfica	17
1.10.	Latitud y longitud	17
1.11.	Extensión territorial	17
1.12.	Orografía.....	17
1.13.	Topografía.....	18
1.14.	Clima.....	18
1.15.	Recursos naturales	18
1.15.1.	Agua.....	19
1.15.2.	Bosque y flora	19
1.15.3.	Fauna	19
1.16.	Suelo.....	20
1.16.1.	Tipos de suelos	20
1.16.2.	Grupo II. A.....	20
1.16.3.	Grupo II. D.....	20
1.16.4.	Grupo II. IV.....	20
1.17.	Economía.....	21
1.18.	Mercados y condiciones de entorno	21
1.19.	Cultura	22
1.19.1.	Idioma	22
1.19.2.	Costumbres y tradiciones	22

1.19.3.	Artesanías.....	22
1.19.3.1.	Tejidos.....	22
1.19.3.2.	Cerámica.....	22
1.20.	Población.....	23
1.20.1.	Por edad y por sexo.....	23
1.21.	Ubicación geográfica de departamento de San Marcos.....	24
1.22.	Ubicación geográfica del municipio de San Marcos.....	24
2.	DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES.....	27
2.1.	Diagnóstico de la situación actual.....	27
2.1.1.	Análisis FODA.....	27
2.1.2.	Volumen de residuos sólidos generados en San Marcos por mes en el año 2014.....	31
2.1.3.	Peso de subproductos recuperados en la PTRS San Marcos.....	51
2.1.4.	Diagrama de Flujo de Operaciones de la PTRS San Marcos.....	59
2.1.5.	Pronóstico según crecimiento de la población del volumen de ingresos de residuos sólidos para los siguientes 10 años (de 2015 a 2024).....	79
2.1.6.	Rutas del vehículo recolector de basura.....	83
2.1.7.	Información del personal de la PTRS, San Marcos.....	84
2.1.7.1.	Condiciones de trabajo.....	84
2.1.7.2.	Distribución de horario del personal de la PTRS, San Marcos.....	85
2.1.7.3.	Distribución de áreas de trabajo.....	86
2.1.8.	Análisis de los residuos a recolectar.....	87

2.1.9.	Mejoría del método de recolección de los desechos sólidos domiciliarios	88
2.1.9.1.	Reestructuración de rutas de recolección de residuos sólidos	90
2.1.9.2.	Horarios de puntos de referencia del vehículo compactador y separativo..	107
2.1.9.3.	Elaboración de formatos de usuarios por ruta y por zona.....	120
2.1.9.4.	Elaboración de formatos de kilometraje y tiempo por ruta y por zona	127
2.1.9.5.	Equipo de recolección	130
2.1.9.6.	Control de recolección	132
2.1.10.	Clasificación de los desechos sólidos.....	135
2.1.10.1.	Residuos orgánicos o biodegradables	136
2.1.10.2.	Residuos Inorgánico o no biodegradables	137
2.1.11.	Tratamiento para los desechos orgánicos	140
2.1.11.1.	Compostaje	140
2.1.11.2.	Reciclaje.....	143
2.1.12.	Tratamiento de los desechos inorgánicos.....	145
2.1.12.1.	Reciclaje.....	146
2.1.12.2.	Incineración	151
2.1.12.3.	Relleno Sanitario	160
2.1.13.	Técnicas para la construcción de un relleno sanitario.....	165
2.1.14.	Mantenimiento de un relleno sanitario	167
2.1.15.	Análisis de costo del proyecto	169
2.1.15.1.	Mano de obra	169

	2.1.15.2.	Maquinaria	171
	2.1.15.3.	Herramienta y equipo	171
	2.1.15.4.	Papelería.....	172
	2.1.15.5.	Combustible	173
	2.1.15.6.	Energía eléctrica y agua potable	174
	2.1.15.7.	Insumos	174
3.	IMPLEMENTACIÓN DEL CUIDADO DEL AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SAN MARCOS, SAN MARCOS		177
3.1.	Diagnosticar la situación actual del uso del agua en el patio de separación de orgánicos e inorgánicos.....		177
3.2.	Identificación de oportunidades de mejoría.....		178
	3.1.1.	Minimización de insumos peligrosos	179
	3.1.2.	Precaución en la contaminación del agua	180
3.2.	Lavado del patio de separación de orgánico e inorgánico		182
3.3.	Uso de hidrolavadora.....		185
3.4.	Depósito de agua.....		191
3.5.	Tratamiento del agua.....		195
3.6.	Disposiciones finales del agua.....		199
4.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL QUE INTERVIENE EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS.....		205
4.1.	Selección del tema de capacitación		205
4.2.	Plan estratégico		206
4.3.	Programación de las capacitaciones		209
4.4.	Metodología del trabajo		210
	4.4.1.	Capacitación de entidades educativas	211
	4.4.2.	Capacitación del personal de MANCUERNA	211

4.5.	Evaluación	212
4.5.1.	Evaluación mediante entrevistas no estructuradas.....	212
4.5.2.	Evaluación a través de cuestionarios.....	212
4.5.3.	Intercambio de experiencias	214
4.6.	Resultados	214
4.6.1.	Tablas	215
4.6.2.	Gráficas.....	218
4.6.3.	Hoja de evaluación	228
4.6.4.	Hojas de control de asistencia	228
CONCLUSIONES		231
RECOMENDACIONES		233
BIBLIOGRAFÍA.....		235
APÉNDICE		237

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la Municipalidad de San Marcos	4
2.	Ubicación geográfica del municipio de San Marcos	25
3.	Gráfica de ingreso de vidrio por mes en el año 2014	35
4.	Gráfica de ingreso de papel por mes en el año 2014	37
5.	Gráfica de ingreso de plástico por mes en el año 2014	39
6.	Gráfica de ingreso de inorgánico suelto por mes en el año 2014	41
7.	Gráfica de ingresos de cartón por mes en el año 2014	43
8.	Gráfica de ingreso de orgánico por mes en el año 2014	45
9.	Gráfica de ingreso de inorgánico por mes en el año 2014.....	47
10.	Gráfica de ingresos de residuos sólidos del camión municipal en el año 2014.....	49
11.	Gráfica del total del residuos sólidos por mes en el año 2014.....	51
12.	Gráfica de peso del vidrio recuperado en el año 2014	53
13.	Gráfico de peso del papel recuperado en el año 2014	54
14.	Gráfico de peso del plástico recuperado en el año 2014	45
15.	Gráfico de peso del aluminio, chatarra y cobre recuperados en el año 2014.....	56
16.	Gráfico de subproductos recuperados en el año 2014	57
17.	Toma de tiempos	61
18.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador.....	65
19.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo	69

20.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de compactación de orgánico seco	73
21.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de incineración de residuos sólidos secos no reciclables	77
22.	Distribución del área de trabajo	86
23.	Método utilizado para hallar la densidad.....	88
24.	Camiones recolectores en ruta	91
25.	Sectorización de las rutas de recolección de residuos sólidos de San Marcos.....	93
26.	Topografía de las rutas	96
27.	Ruta de recolección del tren de aseo, lunes, primer recorrido	98
28.	Ruta de recolección del tren de aseo, lunes, segundo recorrido	99
29.	Ruta de recolección del tren de aseo, martes, primer recorrido	100
30.	Ruta de recolección del tren de aseo, martes, segundo recorrido.	101
31.	Ruta de recolección del tren de aseo, miércoles, primer recorrido.....	102
32.	Ruta de recolección del tren de aseo, miércoles, segundo recorrido .	103
33.	Ruta de recolección del tren de aseo, jueves, primer recorrido.....	104
34.	Ruta de recolección del tren de aseo, jueves, segundo recorrido	105
35.	Ruta de recolección del tren de aseo, viernes, primer recorrido	106
36.	Ruta de recolección del tren de aseo, viernes, segundo recorrido	107
37.	Usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos.....	120
38.	Gráfica de usuarios por día.....	121
39.	Formatos de ingreso de residuos sólidos del camión separativo	122
40.	Formatos de ingreso de residuos sólidos del camión compactador ...	123
41.	Formatos de ingreso de residuos sólidos del camión municipal.....	124
42.	Formatos de nuevos usuarios.....	125
43.	Formatos de control de actividades diarias del tren de aseo.....	126
44.	Gráfica de kilometraje de ruta.....	128
45.	Formato de kilometraje del camión compactador.....	129

46.	Equipo de recolección	130
47.	Equipo de seguridad e higiene industrial	131
48.	Convenio de clasificación de residuos sólidos del tren de aseo	134
49.	Clasificación de los residuos sólidos	135
50.	Tipo de residuos que se puede clasificar	139
51.	Tipo de residuos que no se pueden clasificar.....	139
52.	Proceso de compostaje.....	143
53.	Residuos orgánicos que se pueden clasificar.....	144
54.	Tratamiento de los desecho inorgánicos	145
55.	Proceso de reciclaje de residuos sólidos.....	148
56.	Proceso de incineración	154
57.	Proceso de compactación de residuos inorgánicos secos.....	157
58.	Proceso del llenado del relleno sanitario	162
59.	Relleno sanitario	163
60.	Patio de separación de residuos sólidos	178
61.	Lavado de la planta.....	183
62.	Hidrolavadora de gasolina.....	187
63.	Caudales recomendados según la aplicación de la hidrolavadora	189
64.	Depósito de agua	191
65.	Especificaciones de depósitos de agua.....	193
66.	Tinaco de agua	194
67.	Diagrama del proceso	198
68.	Ficha de evaluación de capacitaciones	213
69.	El tema tratado es adecuado para la PTRS	219
70.	La conferencia agrega valor a su conocimiento	220
71.	Metodología utilizada por el capacitador	220
72.	Calidad del material utilizado	221
73.	Contenido de las actividades.....	222
74.	El dominio del tema por parte del conferencista	223

75.	Esta conferencia ha logrado el objetivo	224
76.	Las actividades llenaron sus expectativas	225
77.	La capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral.....	226
78.	Le gustaría recibir más capacitaciones	227

TABLAS

I.	Puestos de trabajo de la planta de tratamiento de residuos sólidos San Marcos, San Marcos	6
II.	División política de las aldeas de San Marcos, San Marcos	10
III.	Población por edad y por sexo	23
IV.	Matriz Foda	28
V.	Interpretación de resultados de los residuos ingresados en San Marcos	32
VI.	Ingreso de vidrio para el año 2014	34
VII.	Ingreso de papel año 2014	36
VIII.	Ingreso de plástico en el año 2014	38
IX.	Ingreso de inorgánico suelto, en el año 2014	40
X.	Ingreso de cartón en el año 2014	42
XI.	Ingreso de orgánico en el año 2014.....	44
XII.	Ingreso de inorgánico en el año 2014.....	46
XIII.	Ingreso de residuos sólidos del camión municipal para el año 2014	48
XIV.	Total de residuos sólidos, en el año 214.....	50
XV.	Interpretación de resultados de los subproductos recuperados en la planta de San Marcos	52
XVI.	Peso de vidrio recuperado en el año 2014.....	53
XVII.	Peso de papel recuperado en el año 2014	54
XVIII.	Peso de plástico recuperados en el año 2014	55

XIX.	Peso del aluminio, chatarra y cobre recuperados en el año 2014.....	56
XX.	Total de subproductos recuperados en el año 2014.....	57
XXI.	Empresas recicladoras en Guatemala	58
XXII.	Ejemplo de tiempos cronometrados y tiempo promedio	61
XXIII.	Simbología del diagrama de proceso de operaciones	63
XXIV.	Proceso de separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador.....	64
XXV.	Proceso de separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo.....	68
XXVI.	Proceso de compactación de residuos sólidos secos	72
XXVII.	Proceso de incineración de residuos sólidos secos	76
XXVIII.	Proyección de ingresos de residuos sólidos para los años comprendidos entre el 2015 al 2024, PTRS, San Marcos	81
XXIX.	Proyección de ingresos de residuos sólidos para los años del 2015 al 2024, PTRS, San Marcos	82
XXX.	Rutas de recolección actuales	83
XXXI.	Distribución de horarios del personal de recolección de basura domiciliar.....	85
XXXII.	Tabla de densidades de residuos sólidos de San Marcos	88
XXXIII.	Kilometraje actual vs. Kilometraje nuevo.....	97
XXXIV.	Horario en ruta, lunes, primer recorrido.....	108
XXXV.	Horario en ruta, lunes, segundo recorrido	110
XXXVI.	Horario en ruta, martes, primer recorrido	111
XXXVII.	Horario en ruta, martes, segundo recorrido	112
XXXVIII.	Horario en ruta, miércoles, primer recorrido	113
XXXIX.	Horario en ruta, miércoles, segundo recorrido.....	115
XL.	Horario en ruta, jueves, primer recorrido	116
XLI.	Horario en ruta, jueves, segundo recorrido	117

XLII.	Horario en ruta, viernes, primer recorrido	118
XLIII.	Horario en ruta, viernes, segundo recorrido.....	119
XLIV.	Usuarios por ruta y zona.....	121
XLV.	Kilometraje de ruta	127
XLVI.	Procedimiento de reciclaje de los residuos orgánicos.....	141
XLVII.	Procedimiento de reciclaje de los residuos inorgánicos	146
XLVIII.	Procedimiento de incineración de los residuos inorgánicos secos.....	152
XLIX.	Procedimiento de compactación de los residuos inorgánicos secos.....	156
L.	Sueldos de mano de obra.....	170
LI.	Costos de maquinaria.....	171
LII.	Herramienta y equipo	172
LIII.	Papelería.....	173
LIV.	Combustible	174
LV.	Energía eléctrica y agua potable	174
LVI.	Insumos.....	175
LVII.	Control de consumo mensual de agua	184
LVIII.	Tratamiento del agua que se lleva a cabo en función de los contaminantes presentes	199
LIX.	Programación de las capacitaciones	209
LX.	Calificación de las actividades	215
LXI.	Porcentaje de afirmación sobre el logro de los objetivos	215
LXII.	Hoja de control de asistencia.....	229

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperaje
HP	Caballos fuerza
cms	Centímetros
GPM	Galones por minutos
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L	Litro
LPM	Litros por minuto
MPa	Mega pascales
m³	Metros cúbicos
mts	Metros
mg	Miligramos
min	Minutos

GLOSARIO

Cocode	Consejo comunitario de desarrollo
Compostaje	Proceso de descomposición de la materia orgánica
Comude	Concejo municipal de desarrollo
Conama	Comisión nacional del medio ambiente
DEA	Población económicamente activa
Deocsa	Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.
Disposición final	Es la última actividad operacional del servicio de aseo urbano, mediante la cual la basura es descargada en forma definitiva.
Emap	Empresa Municipal de Agua Potable
EPA	Estación potabilizadora de agua
Etap	Estación de tratamiento de agua potable
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Incineración	Es el proceso controlado por el cual los desechos combustibles sólidos, líquidos o gaseosos son quemados y convertidos en gases, y el desecho obtenido contiene poco o nada de materia combustible.
Lixiviados	Es el líquido que percolado a través de los desechos sólidos, acarrea materiales disueltos o suspendidos.
Mancuerna	Mancomunidad de municipios de la cuenca del río Naranjo.
MIRS	Manejo integrado de residuos sólidos.
PDM	Plan de desarrollo municipal
PET	Polietileno tereftalano
PTRS	Planta de tratamiento de residuos sólidos
Reciclaje	Es un proceso por el cual los materiales reutilizables se separan y se recogen, se clasifican y se almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.
Recolección	Acto de recoger y llevar los desechos sólidos.

RESUMEN

En este documento se darán a conocer los conceptos básicos sobre el tema de los desechos sólidos, describiendo las propiedades con las que cuentan, además de la determinación de dichas propiedades; asimismo, la manera en que se pueden clasificar para determinar la forma adecuada de tratar cada tipo de desecho, esto para que el daño que generen al medio ambiente sea el menor posible. Además, se realizará un análisis de la situación actual del sistema de limpieza con respecto del manejo, así como del tratamiento de los desechos sólidos del Municipio de San Marcos, San Marcos, para mejorar las deficiencias con las que cuenta dicho sistema.

Se realizó un estudio de campo, en el cual se determinó el tamaño ideal de la muestra que se debería tomar para obtener información confiable acerca de la tasa de generación, de la composición de los desechos, de la densidad aparente, de los contenido de humedad y de otras propiedades con las que cuentan los desechos sólidos residenciales del Municipio de San Marcos.

Con los datos obtenidos del análisis de las características de los desechos sólidos, se elaboraron propuestas para mejorar el manejo adecuado de estos en el municipio. Entre las propuesta se incluye un programa de educación ambiental donde se dé a conocer todo lo relacionado con los desechos para sensibilizar a la población, y a la vez lograr que esta pueda ayudar a clasificarlos desde el hogar en orgánicos e inorgánicos; además de propiciar información sobre cada tipo de tratamiento que deben recibir los desechos del municipio.

OBJETIVOS

General

Brindar herramientas que permitan formular, implementar y mejorar la calidad en el proceso de recolección de residuos sólidos generados en el área urbana de San Marcos, San Marcos.

Específicos

1. Elaborar un análisis de la situación actual en relación con los recursos materiales del proceso de recolección de residuos sólidos en San Marcos, San Marcos.
2. Documentar los procesos actuales en el proceso de recolección de residuos y desechos sólidos.
3. Registrar datos estadísticos del manejo de los residuos sólidos generados hasta la fecha.
4. Documentar, a través de planos, los recorridos de las rutas de los vehículos tipo compactador y separativo de residuos sólidos en San Marcos San Marcos.
5. Crear una herramienta de análisis del diseño del proceso de recolección de residuos sólidos en San Marcos.

6. Generar materia prima de calidad mediante el aprovechamiento del reciclaje de residuos sólidos a menor costo, ahorrando recursos naturales y energía.
7. Capacitar a los trabajadores de la Mancuerna sobre la importancia del reciclaje de los residuos sólidos domiciliarios.
8. Trabajar módulos de reciclaje, fortaleciendo el proceso de enseñanza aprendizaje como una herramienta para la minimización de desechos sólidos por medio de la realización de talleres.
9. Desarrollar instrumentos para sensibilizar y educar a los diferentes grupos de interés en el adecuado manejo y reaprovechamiento de los residuos sólidos.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala siempre han existido iniciativas para buscar soluciones al problema de la basura. Estas van desde intentos privados de manejo de desechos sólidos por medio del reciclaje o la recuperación, hasta planes muy ambiciosos de disposición final en rellenos sanitarios de parte de los gobiernos municipales; en este sentido, se han elaborado diversos estudios de acercamiento al problema por parte de universidades, alcaldías, organismos internacionales y empresa privadas.

Por Guatemala han pasado numerosos consultores expertos de la Organización Panamericana de la Salud, se han realizado diversos trabajos buscando salidas técnica y económicamente viables y las municipalidades han planificado en varias ocasiones el manejo de la basura. Sin embargo, siempre se continúa observando un mal manejo de la basura, quizás se ha fallado en no atacar la fuente del problema: la actitud de producir basura. La mayoría de las estrategias de solución se ha orientado a tener una naturaleza curativa y no preventiva. Una vez que se ha generado basura, se busca qué hacer con ella, cuando probablemente se debe buscar cómo evitar tenerla.

El problema de crecimiento desmedido de la población recae en la municipalidad, que no tiene capacidad económica y de gestión para procesar adecuadamente la enorme cantidad de basura generada.

De ahí que el problema persista a través de los años sin que se logren soluciones técnicas que contribuyan a disminuir la generación de basura y así solucionar el problema de manera integral.

En el aspecto económico, los costos de eliminación de desechos aumentan considerablemente. En este sentido, cobra gran relevancia la política de velar por la imputación del precio total de la eliminación segura de desechos a quienes los generan, como forma de establecer un equilibrio costo/beneficio en el reciclaje de los desechos y la recuperación de recursos. Todo esto bajo el lema de que quien contamina paga.

Para esto es necesario efectuar un estudio que sirva como un aporte concreto en el control efectivo de la generación de basura. Por eso se presentan los antecedentes de la producción de desechos sólidos, las rutas de recolección y su clasificación, así como la situación geográfica y las características físicas de San Marcos.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Nombre de la institución

Municipalidad de San Marcos, San Marcos.

1.1.1. Tipo de Institución

Municipal

1.1.2. Visión

Ser una institución de derecho público, reconocida y posicionada en el municipio de San Marcos, que cuenta con capacidad y calidad técnica, política y humana que avanza hacia su sostenibilidad y defensa de la autonomía Municipal conforme lo establece la Constitución Política de la República de Guatemala y el Código Municipal.

1.1.3. Misión

Impulsar planificada y organizativamente el desarrollo integral del Municipio de San Marcos, desde una perspectiva pluricultural, resguardando su integridad territorial, el fortalecimiento de su patrimonio económico, la preservación y reconocimiento de su patrimonio cultural y natural, promoviendo la participación respectiva de hombres, mujeres y juventud, en la gestión y desarrollo desde lo local.

1.1.4. Política institucional

La Municipalidad de San Marcos, en busca de la protección y cuidado del medio ambiente, tiene en funcionamiento el programa de unidad de fomento económico que ayuda a un grupo de mujeres con microempresas, como invernaderos en comunidades del municipio, granjas integrales; control urbano y rural, que es la oficina encargada de extender licencias de construcción; y catastro municipal, donde se asignan nomenclaturas, se emiten certificaciones catastrales, registros y verificación de escrituras y desmembraciones.

La oficina de servicios públicos es la oficina más grande que existe. Tiene a su cargo los servicios de mantenimiento de calles, conserjería, atención al alumnado y público en general, manejo de residuos sólidos urbanos a través de una planta de tratamiento, la cual no es trabajada por ellos sino mediante un acuerdo con otra institución llamada Mancuerna (Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del río Naranjo). La Mancuerna se compromete, según acuerdo municipal del 2002, a la implementación de Proyectos MIRS (Manejo Integrado de Residuos Sólidos); a cambio, la municipalidad le da un aporte mensual a la Mancomunidad para que maneje los desechos sólidos generados en la cabecera departamental de San Marcos.

1.1.5. Estructura orgánica

La Municipalidad de San Marcos cuenta con el recurso humano necesario para el logro de sus objetivos. Este personal queda distribuido según el organigrama de la institución, el cual se puede observar en la figura 1. Los niveles del mismo se enmarcan en un organigrama tipo vertical que determina el mando de arriba hacia abajo, desde el mando superior hasta el mando inferior. Cada nivel

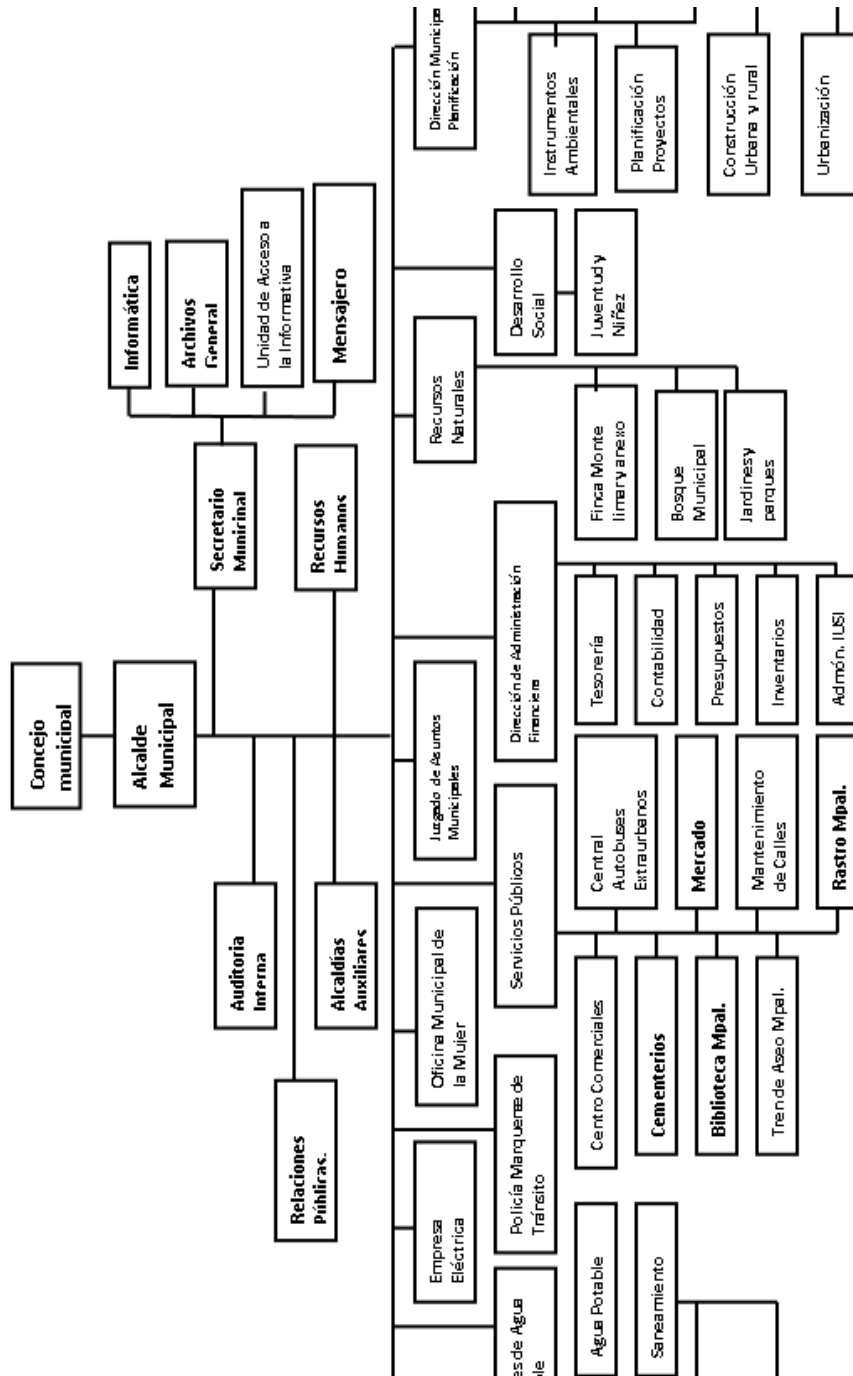
jerárquico tiene autoridad sobre el nivel inferior y tiene responsabilidades ante el nivel superior. La estructura orgánica se determina de la siguiente manera:

- Comude
- Concejo municipal
- Alcalde municipal
- Juzgado de tránsito
- Empresa de agua potable
- Empresa eléctrica
- Policía marquense de tránsito
- Oficina municipal de la mujer
- Servicios públicos juzgado de asuntos municipales
- Dirección de administración financiera
- Recursos
- Naturales
- Desarrollo social
- Dirección municipal de planificación

El manejo de residuos sólidos le corresponde a la empresa de agua potable, la cual se subdivide en:

- Agua potable
- Saneamiento
- Planta de tratamientos
- Alcantarillados

Figura 1. Organigrama de la Municipalidad de San Marcos



Fuente: Municipalidad de San Marcos, San Marcos.

1.1.6. Recursos municipales

La Municipalidad cuenta con ingresos de recaudaciones de impuestos como lo son el IUSI, el valor del boleto de ornato, las multas del boleto de ornato, la licencia de construcción, el ingreso de feria, la licencia de arrendamiento de locales, las multas administrativas, las multas de tránsito, las multas de construcción, el estacionamiento de taxis, las nomenclaturas, el estacionamiento en el mercado, estacionamiento en la terminal, alquiler de casetas en terrenos municipales, venta de formularios, piso de plaza, rastro, cementerio, extracción de ripio y basura y donaciones internas.

1.1.7. Recurso humano

Los trabajadores municipales se dividen en dos grupos los cuales son:

- Empleados que laboran en oficinas dentro del palacio municipal.
- Empleados que laboran en el campo, fuera del palacio municipal.
- Empleados de empresa privadas contratadas para la ejecución de servicios públicos y ejecución de obras públicas.
- Trabajadores de planta de tratamiento de residuos sólidos.

El siguiente trabajo está enfocado en los trabajadores de la planta de tratamiento de residuos sólidos de San Marcos.

Los puestos de trabajo para el manejo de residuos sólidos y operacionales del área administrativa de planta de tratamiento residuos sólidos de San Marcos, la cuales está bajo el cargo de Mancuerna, se encuentran distribuidos de la siguiente forma

Tabla I. **Puestos de trabajo de la planta de tratamiento de residuos sólidos, San Marcos, San Marcos**

PUESTOS DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN GENERAL
Area administrativa de oficina	
Administración	Personal encargado de velar que se cumplan los convenios con la Municipalidad, así como también de velar porque se lleven a cabo todos los procesos debidos en planta.
Area administrativa de planta	
Administración	Área de Mancuerna que ejerce sus funciones en el PTRS por medio del administrador, que tiene como función velar por mantener los insumos necesarios en la planta y que la maquinaria tenga el mantenimiento necesario, así como también comercializar los subproductos recuperados en planta.
Jefe de planta	Persona responsable de la PTRS. Sus funciones son: velar por que se cumplan todos los procesos debidos desde la recolección hasta la disposición final; la seguridad industrial; y que los productos recuperados sean de la mejor calidad.
Area Técnica	
Encargado de incinerador	Personal encargado del llenado de incineradores, quemado de los residuos, retiro de las cenizas del incinerador, transporte de los residuos del área de descarga hacia el incinerador y de la limpieza adecuada del incinerador.
Separador y clasificador de orgánicos	Personal encargado de seleccionar y triturar los residuos orgánicos, operar las pilas de compostaje, controlar el secado de compost y preparar el abono orgánico para la venta.
Separador y clasificador de plástico	Personal encargado de separar todos los subproductos plásticos que ingresan a la planta, clasificar cada uno de ellos en los espacios asignados para almacenaje y prepararlos para su comercialización.
Separador y clasificador de vidrio	Personal encargado de separar el vidrio, clasificarlo por colores y almacenarlo en bodega.
Separador y clasificador de papel y cartón	Personal encargado de separar el papel y cartón en buen estado que ingresa a la planta y de almacenarlo en las bodegas asignadas.
Separador y clasificador de inorgánico	Separar y clasificar los residuos inorgánico en inorgánicos reciclables y no reciclables, así como de almacenarlos adecuadamente.
Operador de minicargador (<i>bobcat</i>)	Personal encargado de cargar los camiones de orgánico que van al relleno controlado; así como también del traslado de residuos acumulados en la planta y de agilizar los procesos que sea necesario.
Operador de máquina compactadora de orgánico	Personal encargado de compactar las pacas de orgánico para su debido proceso de traslado.

Fuente: elaboración propia.

1.1.8. Maquinaria y equipo

Se cuenta con la siguiente herramienta y equipo:

- Un camión compactador de residuos orgánicos para recolectar en ruta
- Un camión separativo para recoger los residuos en otros municipios
- Un *bobcat* para cargar camiones y mover los residuos
- Una trituradora de desechos orgánicos
- Un horno para incinerar los residuos orgánicos secos
- Tres bandas transportadoras para separar los subproductos
- Una máquina compactadora de residuos orgánicos
- Bieldos
- *Suach* de tres y cuatro dientes
- Palas
- Carretillas
- Cajas metálicas para separar el vidrio

1.2. Acuerdos, convenios y reglamentos

Constitución Política de la República de Guatemala

En la sección séptima, sobre Salud, Seguridad y Asistencia Social, Artículo 97, de Medio ambiente y equilibrio ecológico, La Constitución Política de la República de Guatemala dice: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente

En el Capítulo I, Principios Fundamentales, Artículo 8, de la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) dice: para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5,000.00 a Q100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

En el Capítulo II, Del sistema Hídrico, Artículo 15, inciso d, de la Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, se indica que deben demostrarse técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo con las normas de calidad del agua. Esto, al igual que las especificaciones sobre el lugar correcto para instalar una planta para tratamiento de residuos sólidos, busca evitar la contaminación del manto freático o la fuente directa de agua potable.

Así también, en el Capítulo V, de la prevención de la contaminación visual, Artículo 18, se mencionan que será El Organismo Ejecutivo quien emitirá los reglamentos correspondientes relacionados con las actividades que puedan

causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, que provoquen ruptura del paisaje y otros factores considerados como agresión visual y cualquier otra situación de contaminación visual que afecte la salud mental y física y la seguridad de las personas.

Código Municipal

La literal “a” del Artículo 68 de este Código (Decreto Número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala), indica que es de competencia municipal el abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; así como también el alcantarillado, el alumbrado público, los mercados y rastros; la administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; la limpieza y el ornato; la formulación y coordinación de políticas, planes y propagandas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final. La municipalidad es la encargada de los residuos sólidos en el municipio, por eso en San Marcos se tiene un contrato de servicio con Mancuerna .

1.3. División política de San Marcos

En el 2002 se hallaban 44 centros poblados identificados de la siguiente manera: una ciudad que es la cabecera municipal, dieciséis aldeas, dieciocho caseríos, ocho cantones y una colonia. En el 2009 se hallan cincuenta y seis centros poblados, distribuidos de la siguiente manera: una ciudad que es la cabecera municipal, dieciséis aldeas, veintitrés caseríos, catorce cantones, un paraje y una colonia. El municipio de San Marcos posee una extensión territorial de 121 kilómetros y una extensión máxima de 35 kilómetros desde San Marcos hasta los centros poblados.

El municipio se encuentra dividido además del perímetro urbano en diecisiete aldeas, caseríos y cantones, los cuales se mencionan a continuación.

Tabla II. **División política de las aldeas de San Marcos, San Marcos**

No.	Comunidad	Distancia en kilómetros
1	San Marcos, San Marcos	0
2	Aldea San Sebastián	24
3	Aldea El Rodeo	25
4	Aldea San Antonio Serchil	18
5	Aldea Santa Lucía Ixcamal	17
6	Aldea La Federación	4
7	Aldea Barranca de Gálvez	31
8	Aldea El Canaque	32
9	Aldea El Rincón	5
10	Aldea Caxaqué	4
11	Aldea El Bojonal	35
12	Aldea Las Lagunas	3
13	Aldea San Rafael Soche	2
14	Aldea Ixtagel	13
15	Aldea San José Las Islas	13
16	Aldea Agua Caliente	7
17	Aldea El Recreo	3

Fuente: Municipalidad de San Marcos.

1.4. División administrativa

Integrada por la corporación municipal, alcaldías auxiliares, concejos comunitarios de desarrollo (Cocode), consejo municipal de desarrollo (Comude) y comisión de trabajos; basada en lo promulgado en el Código Municipal, Decreto Número 12-2002, del Congreso de la República de Guatemala.

1.5. Microregionalización

La organización territorial administrativa del municipio presenta tres microrregiones en donde predomina la ubicación geográfica y el agrupamiento de centros poblados y territorios que comparten características sociales, culturales, económicas y medioambientales.

Según el PDM de San Marcos del 2009, se plantea la microrregionalización del municipio y se organiza el territorio en tres grandes áreas de influencia, donde se utilizan características medioambientales a partir de la división de cuencas y de aspectos topográficos. Se agrupan las zonas de ladera y planicies, además de tener en consideración la cercanía de la red vial principal y de los centros poblados existentes, así como también el proceso de expansión que vincula el término cultural y de identidad como un factor determinante en el proceso de microrregionalización. Aunque dicha propuesta técnica planteada por Mancuerna no ha sido pertinente para la corporación municipal actual (2008-2012). Pero la misma se detalla a continuación por considerarse efectiva para el territorio.

1.5.1. Microregión norte

Aldea San Sebastián, San Antonio Serchil, Santa Lucía Ixcamal.
Caseríos: Los cerezos, Chisguachín, La Caballería y Canoa de Piedra.

1.5.2. Microregión occidente

Aldea El Rodeo, el Bojonal, aldea El Canaque, aldea Barranca de Gálvez;
y lugares poblados como el Dominante y Palo Blanco.

1.5.3. Microregión sur

Cabecera departamental de San Marcos; las aldeas: Caxaqué, Las Lagunas, El Rincón, La Federación, Ixtajel, San Rafael Soche, Agua Caliente, El Rodeo, San José Las Islas; caseríos: Ixquihuilá y Las Escobas.

1.6. Servicios básicos de infraestructura

El municipio cuenta con infraestructura básica como educación, salud, agua, energía eléctrica, drenajes, sistema de tratamiento de aguas servidas, sistemas de recolección de basura, tratamiento de desechos sólidos, latinización y cementerios.

1.6.1. Energía eléctrica

La cobertura del servicio de energía eléctrica para el municipio en el 2007, es del 97 % de las 6 542 viviendas que están registradas, lo cual se considera una cobertura muy buena; el tres por ciento utiliza otros sistemas para alumbrarse como paneles solares y candelas de petróleo (gas).

El servicio de energía eléctrica es prestado por la Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos y por Deocsa.

1.6.2. Agua

De las dieciséis aldeas del municipio y cabecera municipal, solamente cinco de las comunidades y el área urbana poseen sistemas de agua potable. La empresa al cargo mantiene un control a través de un sistema de cloración.

Las restantes once comunidades no utilizan ningún tipo de purificación más que el tradicional (hervir el agua).

Todos los sistemas son captados por medio de pozos y nacimientos y por lo general las fuentes se encuentran en áreas boscosas.

1.6.3. Educación

El nivel de educación de la población es bajo, la mayor parte de las familias viven en situaciones de pobreza, lo cual no permiten cubrir las necesidades de educación, sobre todo en el área rural.

1.6.4. Salud

De acuerdo con las estructuras del Ministerio de Salud Pública, a nivel departamental funcionan las áreas de salud como entes coordinadores de las actividades relacionadas con la prevención y erradicación de enfermedades; a través de las unidades aplicativas como: hospital nacional, centro de salud del ministerio de salud, hospitales privados, clínicas médicas, bomberos voluntarios, cruz roja, farmacias y puestos de salud; en las aldeas: Barranca de Gálvez, San Sebastián, San Antonio Serchil, La Montaña, El Bojonal y San José las Islas.

1.6.5. Drenaje y alcantarillado

El sistema de drenaje municipal fue introducido en 1975 y se amplió en 1980. Las viviendas que cuentan con servicio de drenaje municipal para descargar las aguas servidas son 2 973. Las aguas servidas y pluviales son evacuadas a través de un drenaje cambiando, con excepción de los sectores

que se construyeron últimamente para drenajes sanitarios como en las aldeas de: San Rafael Soche, Sochito, El Recreo, Cantón San Antonio, Telncán, y Las Lagunas.

1.7. Estructura productiva

La infraestructura productiva es el conjunto de bienes muebles e inmuebles de instituciones públicas y privadas que proporcionan servicios, ya sea directa o indirectamente, a las unidades empresariales y a la sociedad, estos tienen un efecto significativo en el desarrollo económico de la misma.

1.7.1. Vías de comunicación y accesos

Según el trabajo de campo realizado en las dieciséis aldeas del municipio, trece aldeas poseen carreteras transitables durante todo el año: las aldeas de Barranca de Gálvez, Canaque y El Bojonal. En época de invierno se tornan difíciles de transitar, ya que las vías de acceso son muy angostas y de topografía quebrada; a pesar de estar empedrados, por ser área montañosa sufren algunos derrumbes en temporada de lluvia

1.7.2. Transporte

El municipio cuenta con el servicio de transporte urbano, que cubre las cabeceras municipales de San Pedro Sacatepéquez y San Marcos; así como también con el transporte extraurbano que presta el servicio a destinos fuera del municipio, como el altiplano. El transporte extraurbano consiste en buses que recorren el altiplano, la zona costera marquense y el trayecto a la ciudad capital; el valor actual al último destino mencionado es de Q 60,00 (buses Pulman) y Q 40,00 (buses convencionales).

En el interior del municipio circula un total de treinta y cuatro buses que recorren la ruta del municipio de San Pedro Sacatepéquez al Hospital Nacional de San Marcos. Además algunos de ellos cubren rutas a las aldeas Agua Caliente, Las Lagunas, El Recreo, San Rafael Soche y el municipio de Esquipulas Palo Gordo.

El costo del transporte en los buses urbanos es de un quetzal con cincuenta centavos por persona. Además existe el servicio de taxis que cubren las rutas siguientes: del parque central de San Marcos al hospital nacional, el trayecto a la cabecera de San Pedro Sacatepéquez y el trayecto a las aldeas vecinas; el costo es de tres quetzales por persona; del Parque Central de San Marcos al Parque Central de San Pedro y viceversa con un costo de cuatro quetzales; del Hospital Nacional de San Marcos a la cabecera municipal de San Pedro y a las aldeas vecinas.

1.8. Reseña histórica de la comunidad

San Marcos fue fundado el 25 de abril de 1533; día del arribo de la Colonia Militar, integrada por cincuenta hombres españoles que enviara el conquistador Pedro de Alvarado al mando del Capitán Juan de León Cardona, con el propósito de extender los dominios a estos lugares. Llegaron al bosque llamado "*Candacuchex*" que significa "Tierra de Frío".

El 25 de septiembre de 1675, el Oidor de la Real Audiencia, Lic. Juan Bautista de Arqueola, distribuye las tierras bajo la idea latifundista, surgiendo San Marcos como barrio de Quetzaltenango, al estilo español.

El Padre Juarros, en su "Historia de Guatemala", dice que el barrio de San Marcos, aldea de ladinos en la provincia de Quetzaltenango, fue mandado erigir por la Real Audiencia el año de 1755.

Don José Luis García A., dice sobre la fundación de San Marcos lo siguiente: Con la construcción de viviendas al estilo español y con la necesidad de encauzar la vida colectiva dentro de normas administrativas, en 1752 San Marcos, representado por cuatro vecinos, solicitó la instalación de su ayuntamiento municipal; iniciándose con esto la carrera política autónoma del pueblo y la actividad cívica de sus ciudadanos, principiando a figurar el apellido Barrios para nominar a hombres que dedicaron su vida pública al nacimiento de la entidad de este nuevo pueblo.

Se sabe que en San Marcos, al principio de su formación, se le conocía como El Barrio y se le levantó un templo donde funcionaría la iglesia católica consagrada a San Marcos Evangelista, de donde se sabe que el departamento tomó su nombre, por haber sido puesto bajo la advocación de San Marcos.

Describe también el mismo documento que el 8 de mayo de 1866, por Decreto Gubernativo, se le eleva de distrito a departamento, y el 16 de agosto de 1898 asciende a cabecera departamental. Mientras que para el 27 de noviembre de 1933 el Decreto 477 dispone trazar una nueva población entre San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, con el nombre de "La Unión" y es bajo este criterio que inicia la construcción de la obra arquitectónica "Palacio Maya", cuyo propósito principal era dejar evidencia de la unificación de los pueblos. Por esa razón se construye el edificio en el lugar en el cual se encuentra hasta la fecha. El 9 de febrero de 1942 se establece este nuevo municipio denominado San Marcos La Unión. Pero en el año de 1945 desaparece y se restablecen nuevamente los municipios de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez.

1.9. Delimitación geográfica

Dos centinelas rodean a la cabecera departamental, en la parte sur el Cerro Ixtagel, al Oeste el Cerro Serchil, al oriente las montañas de San Pedro Sacatepéquez, creando así un paisaje muy particular, digno de visitar.

1.10. Latitud y longitud

Según el PDM del 2008, el municipio posee una altitud de 2 398 metros sobre el nivel del mar, ubicado en la latitud norte de 14° 57' 40"; y longitud este 91° 47' 44".

1.11. Extensión territorial

Posee una extensión territorial de 121 kilómetros cuadrados, la cual está subdividida en dieciséis aldeas y ocupa el 3,2 % del territorio departamental.

Para el 2002 la densidad de población era de 300 habitantes por kilómetro cuadrado. La estimación de población que presenta el INE para el 2010 es de 48 913 habitantes, lo que significa que la densidad de población actual es de 404 habitantes por kilómetro cuadrado. Este dato indica que la población de años atrás tenía mayor tenencia de tierra que la población actual y que existía menos competencia por el uso de los recursos naturales disponibles que a la fecha.

1.12. Orografía

El municipio de San Marcos presenta un relieve muy accidentado, debido a que está ubicado en la Sierra Madre de Guatemala, en la zona volcánica del

extremo occidental del país. Posee un área de agua que va desde la cima del volcán Tajumulco (4 220 mts. sobre el nivel del mar) pasa por el cerro Serchil (3 166 mts. sobre el nivel del mar) y un bosque municipal.

Esta línea montañosa define tres cuencas hidrográficas de San Marcos: del río Naranjo, del río Cuilco y del río Suchiate; de igual manera incluye la Sierra Madre y los cerros Concepción, Ixtajel y Serchil.

1.13. Topografía

La cordillera de los Andes penetra por Niquihuil y atraviesa la parte norte del departamento. La parte sur que llega hasta el mar es plana con escasos accidentes geográficos. Tiene los volcanes más altos de Centroamérica: Tacaná y Tajumulco.

1.14. Clima

El clima del Municipio de San Marcos es templado, con una temperatura promedio de 12,4^o centímetros; oscila entre una máxima de 19,0^o centígrados y una mínima de 5,7 centígrados; una precipitación pluvial de 2 138 milímetros, 118 días de lluvias entre los meses de mayo y noviembre y una humedad relativa media del 83 %.

1.15. Recursos naturales

Los recursos naturales pueden ser edáficos, hidrológicos y forestales. Los edáficos son un conjunto de materia orgánica e inorgánica de la superficie terrestre capaz de sostener la vida vegetal, los hidrológicos conllevan los ríos y los forestales los bosques.

1.15.1. Agua

Dentro de la hidrografía del Municipio de San Marcos se encuentran algunos nacederos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: Santa Lucía Ixcamal (aldea Santa Lucía Ixcamal); nacimiento Cerro Chil, denominado la Cadena (aldea Serchil); río Cabuz; Las Trojas y microcuencas que forman el cabuz (aldea El Canaque); El Aliso y Las Rocas (aldea el Recreo); cinco riachuelos (aldea El Bojonal); río La Joya (aldea El Rincón); tres nacimientos que se manifiestan solamente en época de invierno (aldea San Rafael Soche); cuatro nacimientos (aldea San Antonio Serchil), entre otros.

1.15.2. Bosques y flora

El municipio de San Marcos tiene 4 117,68 manzanas de área boscosa, y 1 843,24 manzanas de área para reforestar. Los bosques están compuestos principalmente por especies de coníferas (ciprés, pino blanco, y colorado) y especies de hoja ancha como el aliso, el encino, roble y madrón, romano, canaque, cerezo, aguacate, pinabete, el eucalipto normal y plateado.

1.15.3. Fauna

Respecto a la fauna, existen diversas especies de animales domésticos y silvestres, entre las cuales se mencionan: equino, bovino, caprino, cunino, porcino, ovino, patos, gallinas, chompipes, pavos de cacho, , codornices, palomas, quetzales, perros, gatos, gatos de monte, tigrillos, ardillas, mapaches, armadillos, comadreja, micoleones, coyotes, zorros, tuzas, pizotes, tecolotes, tacuacines, gavilanes y zanates.

1.16. Suelos

En el municipio de San Marcos existen diversos tipos de suelo.

1.16.1. Tipos de suelo

Los suelos en el municipio de San Marcos se clasifican de la siguiente manera:

1.16.2. Grupo II A

Se describe como suelos profundos sobre materiales volcánicos, con el suelo superficial de color café oscuro, textura franco arcillosa y franco arenosa, finos con un espesor aproximado de un metro y drenaje interno. Tal es el caso de las aldeas: El Recreo, El Rincón, Las Lagunas y La Federación.

1.16.3. Grupo II D

En este grupo se catalogan los suelos con texturas arcillosa, rocosas bien marcadas y de topografía con pendientes fuertes. Tal es el caso de las aldeas Barranca de Gálvez, Caxaque, San Sebastián y San Antonio Serchil.

1.16.4. Grupo II IV

Presenta textura arenosa, arcillosa y de tierra negra. Se encuentra en bosques y angulares medianos moderadamente desarrollados. La consistencia es suave y la retención de humedades alta, debido a su alto contenido de arcilla drenaje normal, erosiones por época de lluvia. Tal es el caso de las aldeas San Rafael Soche, Canaque, El bojonal, Santa Lucía Ixcamal, Agua Caliente e Ixtagel.

1.17. Economía

Su pueblo se dedica a la industria, así como al turismo y a la fabricación de artesanías y cerámica. Para los sistemas agrícolas se encuentra una proporción de 20 % de productores hombres y 80 % de mujeres. La menor tendencia de participación de los hombres se debe a razones de migración, pero la mujer tiene mayor participación y se debe generalmente a que las labores están encaminadas a huertos familiares y actividades de traspatio, como también a otras actividades que no son propiamente labores domésticas.

1.18. Mercados y condiciones de entorno

En su mayoría el mercado es comunitario y se realiza con mayor rigor los días de plaza, tanto del municipio de San Marcos como de la plaza de la aldea San Sebastián. Es un mercado tradicional con uso de dinero en efectivo, aunque dentro del territorio se utiliza moneda virtual a través del uso de tarjetas de débito y crédito, también se pueden realizar transacciones internacionales a través del sistema bancario para remesas familiares. Este mercado en cierta medida se asemeja a los que se definen en la actualidad como mercados físicos y virtuales.

Las actividades artesanales se caracterizan porque los artesanos poseen poco capital de trabajo y no han establecido los canales de comercialización. Esta situación permite que intermediarios se aprovechen y perciban mayores niveles de rentabilidad. Esta dinámica se evidencia también en las condiciones de vida que tiene la población, dado el índice de necesidades básicas insatisfechas que se evidencian dentro del municipio, aunque haya presencia de entidades bancarias dentro del territorio. Además de que el gobierno municipal no implementa políticas municipales que favorezcan la apertura y el desarrollo económico del municipio.

1.19. Cultura

1.19.1. Idioma

El idioma predominante es el español.

1.19.2. Costumbres y tradiciones

Por acuerdo gubernativo del 16 de mayo de 1934, la feria titular de la cabecera departamental, conocida como Feria Departamental de Primavera, se celebra del 22 al 28 de abril, siendo el día principal el 25, fecha en que la Iglesia Católica conmemora a San Marcos Evangelista, patrono del municipio y departamento.

1.19.3. Artesanía

1.19.3.1. Tejidos

Se elaboran tejidos de lana y de algodón, tales como, blusas, camisas, camisetas, cortes, güipiles, que son para uso de los habitantes del departamento.

1.19.3.2. Cerámica

Para elaborar este tipo de artesanías se utiliza el torno y se quema con leña la pieza, para darle la firmeza que requiere. Se elaboran jarros, porrones, candelabros, incensarios, comales y ollas.

1.20. Población

"La población total proyectada del Municipio de San Marcos para el 2015 es de 56 971 habitantes", con un total de 11 395 hogares; los cuales están conformados por cinco habitantes en promedio, con una tasa de crecimiento anual de 3,03 %.

1.20.1. Por edad y sexo

Desde el punto de vista demográfico el sexo constituye una de las características principales del grupo de estudio. A continuación se muestra la distribución de la población por sexo y por edad:

Tabla III. Población por edad y sexo

Municipio de San Marcos San Marcos				
Población por edad y sexo				
Año 1994-2002-200015				
Edad	Censo 1994	Censo 2002	Proyección 2015	%
DE 00 a 14	11 707	14 158	22 205	38,98
De 15 a 64	14 029	20 234	31 734	55,70
De 65 y mas	1 352	1 933	3 032	5,32
Total	27 088	36 325	56 971	100,00

Sexo	Censo 1994	Censo 2002	Proyección 2015	%
Masculino	13 102	17 705	30 877	54,20
Femenino	13 986	18 629	26 094	45,80
Total	27 088	36 334	56 971	100,00

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

De acuerdo con la información presentada, para el 2015 el rango de edades de 0 a 14 corresponde a niños y adolescentes que constituyen el 38,98 % de la población. De 15 a 64 años lo constituye el 55,70 % y corresponde a la población generadora de ingresos y demuestra el predominio de jóvenes y adultos en edad de generar ingresos en sus hogares, en relación con la población de 65 años en adelante que constituye un 5,32 %.

Para el 2015 predomina el sexo masculino, el cual representa el 54,20 % del total de la población proyectada. El sexo femenino representa el 45,80 %, porcentaje que disminuyó en un uno por ciento en relación con los censos poblacionales de 1994 y 2002.

1.21. Ubicación geográfica del departamento de San Marcos

El Departamento de San Marcos se encuentra situado en la región suroccidental de Guatemala. Su extensión territorial es de 3 791 kilómetros cuadrados. Limita al Norte con Huehuetenango, al Sur con el océano Pacífico y Retalhuleu, al Este con Quetzaltenango; y al Oeste con el estado mexicano de Chiapas.

1.22. Ubicación geográfica del municipio de San Marcos

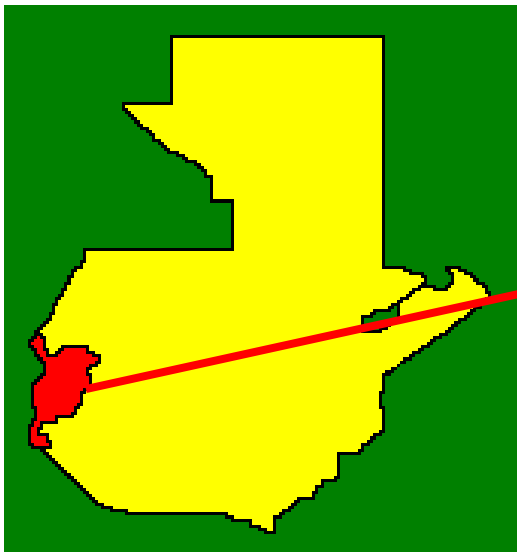
San Marcos es la cabecera municipal del departamento de San Marcos en Guatemala, su extensión territorial es de 121 kilómetros cuadrados, está ubicado en latitud norte 14° 57' 55"N y longitud 91° 47' 45" O, altitud 2 398 metros sobre el nivel del mar. La cabecera departamental se encuentra a una distancia de 252 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

El municipio de San Marcos está dividido en cantones, colonias y aldeas. Los cantones son: San Francisco, Santo Domingo, San Nicolás, San Ramón, Santa Isabel, San Antonio, Santa Rosalía, Guadalupe.

La colonia se denomina Justo Rufino Barrios. las aldeas son las siguientes: Agua Caliente Grande, Barranca de Gálvez, El Bojonal, El Canaque, El Recreo, El Rincón, El Rodeo, La Federación, Ixtajel, Las Lagunas, San José Las Islas, San Sebastián, Serchil, San Rafael Soche, Caxaque y Santa Lucía Ixcamal.

Figura 2. **Ubicación geográfica del municipio de San Marcos**

Departamento de San Marcos



Municipio de San Marcos



Fuente: elaboración propia.

2. DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS RESIDENCIALES

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Se describen los aspectos más importantes que forman parte del entorno de los servicios de recolección de residuos sólidos domiciliarios que se estudian en este documento; la forma y condiciones de trabajo con que se labora actualmente en el proceso de recolección de residuos sólidos municipales.

Instituciones como Mancuerna, de la embajada española en Guatemala, han mostrado interés en ayudar a la municipalidad para mejorar los métodos de trabajo, principalmente en temas de manejo de desechos sólidos, cuidado y calidad del agua potable y del medio ambiente.

2.1.1. Análisis Foda

Antes de tomar cualquier decisión estratégica es imprescindible realizar un diagnóstico de nuestra organización. El análisis Foda es el método más sencillo y eficaz para decidir sobre el futuro. Ayuda a plantear las acciones que se deberían poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y a preparar la organización contra las amenazas, teniendo conciencia de las debilidades y fortalezas.

La Municipalidad de San Marcos, San Marcos se encuentra en un proceso de crecimiento institucional, por lo que el análisis Foda permite mostrar los aspectos internos y externos que influyen en el mejoramiento de mejorar la

prestación de los servicios públicos municipales. Dichos aspectos se presentan a continuación.

Tabla IV. **Matriz Foda**

	Fortalezas:	Debilidades:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Profesionales universitarios a cargo de la dirección y la coordinación del servicio de recolección de residuos sólidos. 2. Apoyo de las autoridades municipales a la oficina EMAP (Empresa Municipal de Agua Potable), que es la encargada de coordinar los servicios de residuos sólidos en San Marcos, en las acciones de mejoras en los métodos de trabajo. 3. Edificio apropiado para el manejo de los residuos sólidos. 4. Espacio disponible para el crecimiento de la planta. 5. Conocimientos operativos de los procesos. 6. Condiciones adecuadas de seguridad e higiene Industrial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de capacitación a los operarios para mejorar el proceso de recolección. 2. No se cuenta con personal dedicado a analizar cada servicio, para identificar problemas y presentar propuestas de mejoras. 3. Falta de procedimientos de trabajo establecidos. 4. Falta de manuales de puestos y funciones. 5. Escasos recursos financieros municipales para mejorar la cobertura y calidad de los servicios públicos. 6. No se promueve la comercialización del abono orgánico. 7. No se cuenta con un depósito de agua potable. 8. Incinerador en malas condiciones.
<p>Oportunidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apoyo financiero y profesional internacional de MANCUERNA para mejorar los servicios públicos municipales en la región. 2. Empresas privadas interesadas en prestar servicios públicos en carácter de concesión 	<p>Estrategias-FO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crear una campaña de limpieza sobre la importancia del cuidado del medio ambiente dirigida a la población. (F1, O1, O3, O5). 2. Concesionar la prestación del servicio de recolección de basura domiciliar a empresas privadas (F2, O2). 	<p>Estrategias-DO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crear reglamentos internos para garantizar la mejora continua de los procesos de recolección (D2, D3, D4, O1). 2. Establecer procedimientos de trabajos (D3, O1, O2). 3. Establecer manuales de puestos y funciones para el personal de la Planta

Continuación de la tabla IV.

<p>3. Oportunidad de incrementar la cantidad de usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios.</p> <p>4. Aprovechamiento de los subproductos reciclados.</p> <p>5. Eliminación de basureros clandestinos.</p>	<p>3. constantes al personal municipal y de Mancuerna, para mejorar la forma en la que se prestan los servicios del proceso de recolección de residuos (F1, F2, F3, F4, O1, O5).</p> <p>4. Solicitar estudiantes para realizar trabajos de graduación que permitan mejorar los procedimientos en la prestación de estos servicios públicos (F1, F2, O1, O3, O5).</p> <p>5. Ampliar el personal de recolección y separación y disposición final de los residuos sólidos. (F3, F4, F5, F6, O4, O5).</p>	<p>de Tratamientos de Residuos Sólidos (D4, O1, O2).</p> <p>4. Solicitud de recursos financieros y apoyo profesional para formular y ejecutar propuestas de mejoras (D5, O1).</p> <p>5. Reestructuración de las rutas de recolección de cada año. (D1, D2, D3, O3, O5).</p> <p>6. Solicitar a las USAC estudiantes que quieran hacer sus prácticas supervisadas para analizar los procesos constantes. (D1, D2, D3, D4, D5, O3, O4, O5).</p>
<p>Amenazas:</p> <p>1. Baja demanda de la población en la cobertura de los servicios de recolección.</p> <p>2. Resistencia de grupos de vecinos para realizar el pago por los servicios públicos recibidos.</p> <p>3. La población emigra del municipio de San Marcos por miedo a los sismos muy frecuentes dejando su casa deshabitada.</p> <p>4. El precio del servicio de recolección no sostiene el proyecto y tiene que ser subsidiada por la municipalidad.</p> <p>5. Aceptación de la población de las tarifas de recolección.</p> <p>6. Costo de mantenimiento de la disposición final de los desechos.</p>	<p>Estrategias-FA</p> <p>1. Creación de una oficina municipal de Residuos Sólidos Domiciliarios para mejorar la atención y prestación de este servicio (F1, F2, F3, F4, A1, A2, A4, A5).</p> <p>2. Redistribuir horarios y áreas de trabajo para ampliar la cobertura de la recolección de desechos sólidos (F1, F2, F5, F6, A1, A2, A4, A5).</p> <p>3. Crear plan de sensibilización a través de reuniones de convenios y traslado de información en temas relacionados a los servicios de recolección (F1, F2, F4, A1, A2, A4).</p> <p>4. Implementar uniformes adecuados para la época de verano y para la época de invierno. (F1, F2, F5,</p>	<p>Estrategias-DA</p> <p>1. Asegurar mediante reglamentos internos y procedimientos de trabajo la prestación eficiente y continua de los servicios públicos, sin importar los nombres, sino los puestos de trabajo (D1, D3, A1, A2).</p> <p>2. Dar a conocer a la población los costos del proyecto de la prestación de servicios de recolección de residuos sólidos domiciliarios (D2, D5, A1, A4).</p> <p>3. Cuidado y protección de las cuencas de agua y del medio ambiente de donde proviene el agua y en donde se depositan los desechos sólidos recolectados (D1, D2, D5, A1, A2, A3, A4, A5).</p> <p>4. Disminución de la</p>

Continuación de la tabla IV.

7.	F6, A2, A5). 5. Establecer bien el código de colores utilizado para cada residuo para minimizar los desechos en el relleno. (F1, F2, F6, A1, A2, A4, A5).	cantidad de los residuos sólidos en el relleno controlado. (D1,D2, D3, D4, D5, A1, A2, A4, A6).
----	--	---

Fuente: elaboración propia.

Las conclusiones del Foda son las siguientes:

- El manejo de los residuos sólidos en San Marcos tiene sus procedimientos bien estructurados desde la gerencia hasta el personal de campo.
- La fuerza del programa MIRS es que el personal de trabajo opera en armonía, y está en constante comunicación, dispuesto a hacer cambios para el bien de la planta.
- Cuentan con los respectivos procesos y procedimientos establecidos en la planta de tratamientos, sin embargo tienen que estar actualizándose constantemente.
- Los procesos establecidos pueden implementarse en otras plantas que estén iniciando sus operaciones.

2.1.2. Volumen de residuos sólidos generados en San Marcos cada mes en el año 2014

Al terminar el recorrido los camiones de recolección de los desechos sólidos ingresaban a la planta y se procedía a tomar las mediciones de alto, ancho y largo de cada residuo ingresado y de esta forma se hallaron los volúmenes de los residuos ingresados diariamente, ya que el camión separativo tiene sus compartimientos especiales para cada residuo recolectado en ruta: compartimiento celeste para el papel, compartimiento rojo para el vidrio, compartimiento amarillo para el plástico, compartimiento verde para el orgánico. El camión compactador es el encargado de recolectar los residuos inorgánicos.

Después de hallar los volúmenes de cada residuo recolectado diariamente se procedía a guardar los datos en libretas para llevar un control de los ingresos mensuales de cada residuo con el fin de luego tabularlos.

Según la clasificación de residuos sólidos los volúmenes de ingreso durante el 2014 se presentan en las tablas VI a XV y en las figuras de la 3 a la 11, las cuales se muestran a continuación.

Tabla V. **Interpretación de resultados de los residuos ingresados en San Marcos**

Vidrio	Al analizar la tabla VI y la figura 3 se puede observar que los ingresos de vidrio para el año 2014 aumentaron en el mes de enero a 91,22 m ³ . Es decir que se triplica el ingreso normal, esto se debe a que en este mes, todos sacan sus residuos de navidad y año nuevo, así como las botellas de vidrio que es un material que se desecha en estas épocas.
Papel	Al analizar la tabla VII y la figura 4 se puede observar que los ingresos de papel aumentaron para los meses de noviembre, diciembre y enero. Esto es debido a que la época escolar ya terminó y los cuadernos y libros que no sirven son desechados a la basura.
Plástico	En la tabla VIII y la figura 5 se analiza que los ingresos de plástico para el 2014 aumentaron en el mes de diciembre a un 74,45, y en enero a un 85.82 m ³ . Esto se debe a que en estas épocas todos sacan sus residuos de navidad y año nuevo y los refrescos en envases desechables tiene un alto consumo en estas épocas.
Inorgánico suelto	La tabla IX y la figura 6 muestran el residuo inorgánico suelto. Estos residuos se mantienen muy constantes durante todo el año y la poca variación que tiene depende de la debida clasificación que tengan los usuarios desde sus hogares.
Cartón	En la tabla X y la figura 7 se analiza como el cartón es un residuo que se mantiene constante todo el año, aunque tiende a aumentar en los meses de diciembre y enero debido

Continuación de la tabla V.

	a la época navideña.
Orgánico	De la tabla XI y la figura 8. Los ingresos de orgánico aumentan en los meses de diciembre y enero, pero no en gran cantidad. El aumento es debido a las fiestas de fin de año.
Inorgánico	En la tabla XII y la figura 9 se observa que los ingresos de inorgánico se mantienen muy constantes en todas las épocas del año y que aumentan conforme aumenta la población en la región.
Camión municipal	Según la tabla XIII y la figura 10 se observa que el camión municipal recolecta más basura en el mes de enero debido a la basura que se tira por las fechas de navidad y año nuevo, así como también en el mes de abril, ya que en este mes se celebra la feria titular de San Marcos y las personas tienden a tirar mucha basura en la feria.
Total de residuos recolectados	Los residuos sólidos recolectados en el municipio de San Marcos se muestran en la tabla XIV y la figura 11. Se determina que se elevan los residuos en los meses de diciembre y enero por las fiestas de fin de año, esto hace que se eleve el volumen de los residuos.

Fuente: elaboración propia.

Vidrio:

En la tabla siguiente se pueden observar los ingresos de vidrio en el 2014.

Tabla VI. **Ingreso de vidrio en el año 2014**

Ingreso de vidrio por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Vidrio ingresado por mes para el año 2014 en m ³
Enero	11,76	11,80	21,01	23,28	23,37	91,22
Febrero	4,92	4,23	6,48	3,67	6,35	25,66
Marzo	5,54	5,23	4,67	4,23	6,73	26,40
Abril	5,23	4,80	4,86	3,43	5,98	24,29
Mayo	4,42	4,17	3,92	4,36	10,21	27,09
Junio	4,86	4,36	4,23	4,67	7,91	26,03
Julio	7,41	13,39	7,41	10,03	8,34	46,58
Agosto	4,68	5,17	6,99	5,07	7,68	29,59
Septiembre	2,83	3,18	2,12	2,22	5,62	15,95
Octubre	3,55	4,61	4,80	4,67	6,17	23,79
Noviembre	4,23	4,86	6,10	5,46	5,92	26,57
Diciembre	7,35	6,29	8,41	6,60	5,23	33,88
Promedio/día	5,57	6,01	6,75	6,47	8,29	397,06

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Gráfica de ingreso de vidrio por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Papel:

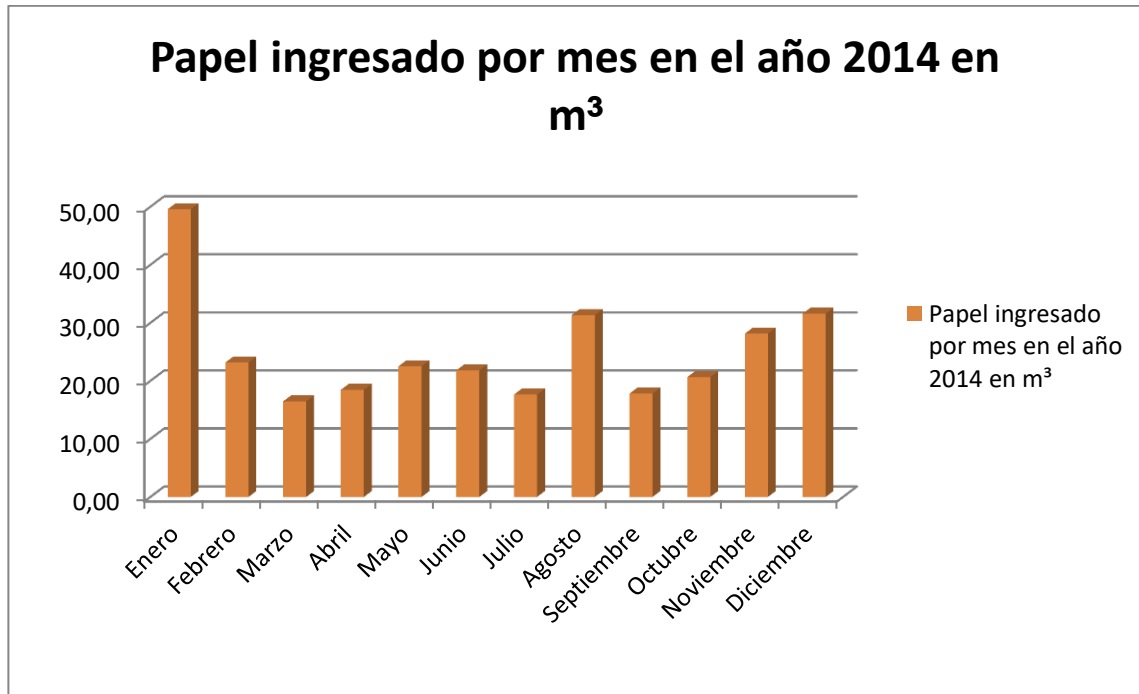
En la tabla siguiente se pueden observar los ingresos de papel en el 2014.

Tabla VII. **Ingreso de papel año 2014**

Ingreso de papel por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Papel ingresado por mes en el año 2014 en m³
Enero	8,74	9,65	11,42	14,56	5,20	49,57
Febrero	1,27	3,71	5,88	8,05	4,25	23,16
Marzo	2,44	4,52	3,98	2,17	3,35	16,47
Abril	3,53	5,16	3,08	5,16	1,54	18,46
Mayo	4,89	3,17	3,98	4,80	5,70	22,53
Junio	3,08	4,16	5,07	4,80	4,70	21,80
Julio	2,99	1,63	2,26	8,32	2,44	17,64
Agosto	5,21	5,52	8,60	6,42	5,59	31,34
Septiembre	3,35	4,98	2,35	3,91	3,22	17,81
Octubre	4,43	3,17	4,07	4,43	4,52	20,63
Noviembre	4,16	5,70	6,42	5,79	6,06	28,14
Diciembre	7,33	4,16	7,96	7,24	4,89	31,58
Promedio/día	4,28	4,63	5,42	6,30	4,29	299,12

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Gráfica de ingreso de papel por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Plástico:

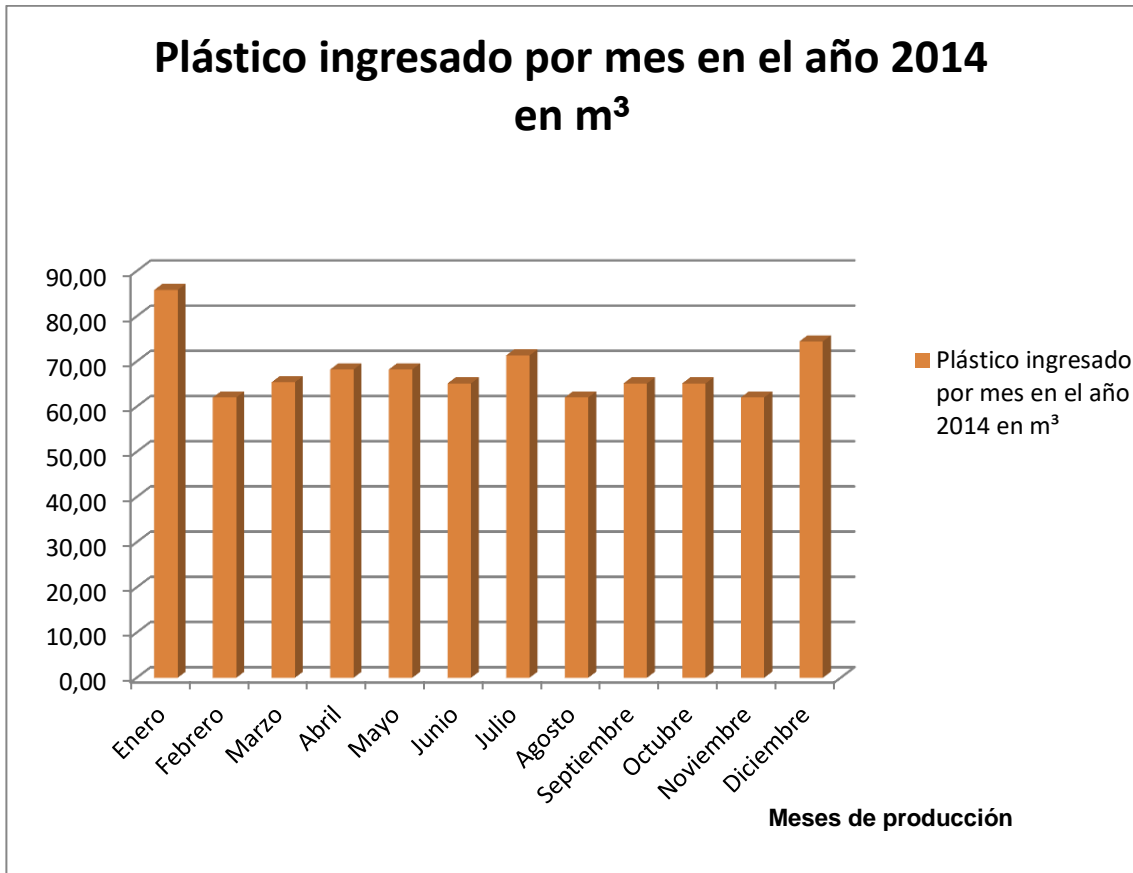
En la tabla siguiente se pueden observar los ingresos de plástico en el 2014.

Tabla VIII. Ingreso de plástico en el año 2014

Ingreso de plástico por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Plástico ingresado por mes en el año 2014 en m ³
Enero	15,46	14,69	18,56	18,56	18,56	85,82
Febrero	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	62,04
Marzo	15,51	12,41	12,67	12,41	12,41	65,40
Abril	12,41	15,51	15,51	12,41	12,41	68,24
Mayo	12,41	12,41	12,41	15,51	15,51	68,24
Junio	15,51	12,41	12,41	12,41	12,41	65,14
Julio	12,41	15,51	15,51	15,51	12,41	71,35
Agosto	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	62,04
Septiembre	12,41	15,51	12,41	12,41	12,41	65,14
Octubre	12,41	12,41	12,41	12,41	15,51	65,14
Noviembre	12,41	12,41	12,41	12,41	12,41	62,04
Diciembre	15,51	15,51	15,51	15,51	12,41	74,45
Promedio/día	13,44	13,63	13,72	13,70	13,44	815,05

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Gráfica de ingreso de plástico por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Inorgánico suelto:

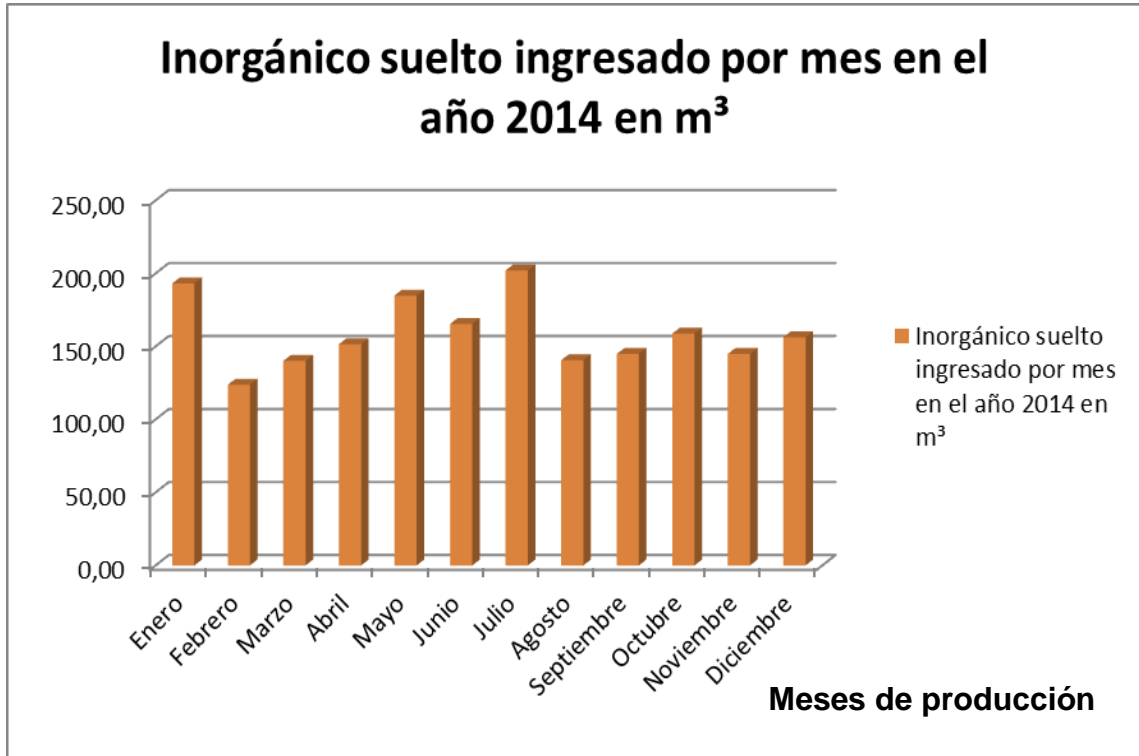
Este tipo de inorgánico consiste en las bolsas de nylon, bolsas de golosinas; así como también cartón y papel sucio, y plástico sucio que no puede reciclarse y es incinerado.

Tabla IX. Ingreso de inorgánico suelto en el año 2014

Ingreso de inorgánico suelto por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Inorgánico suelto ingresado por mes para el año 2014 en m ³
Enero	26,04	27,92	45,01	50,19	43,98	193,15
Febrero	19,80	21,70	29,50	29,12	23,60	123,73
Marzo	26,08	24,94	27,98	29,69	31,41	140,10
Abril	27,03	34,26	38,26	26,08	25,89	151,52
Mayo	23,60	33,50	35,98	46,26	45,49	184,83
Junio	26,08	26,65	34,64	39,21	38,83	165,41
Julio	24,75	38,45	47,02	53,03	38,83	202,08
Agosto	19,61	24,94	33,31	34,19	28,48	140,52
Septiembre	19,83	29,31	34,61	27,37	33,69	144,82
Octubre	25,13	23,60	35,79	36,74	37,50	158,75
Noviembre	18,84	22,46	31,22	36,36	35,98	144,86
Diciembre	29,50	25,32	31,98	37,31	32,17	156,28
Promedio/día	23,86	27,75	35,44	37,13	34,65	1 906,04

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Gráfica de ingreso de inorgánico suelto por mes en el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

Cartón:

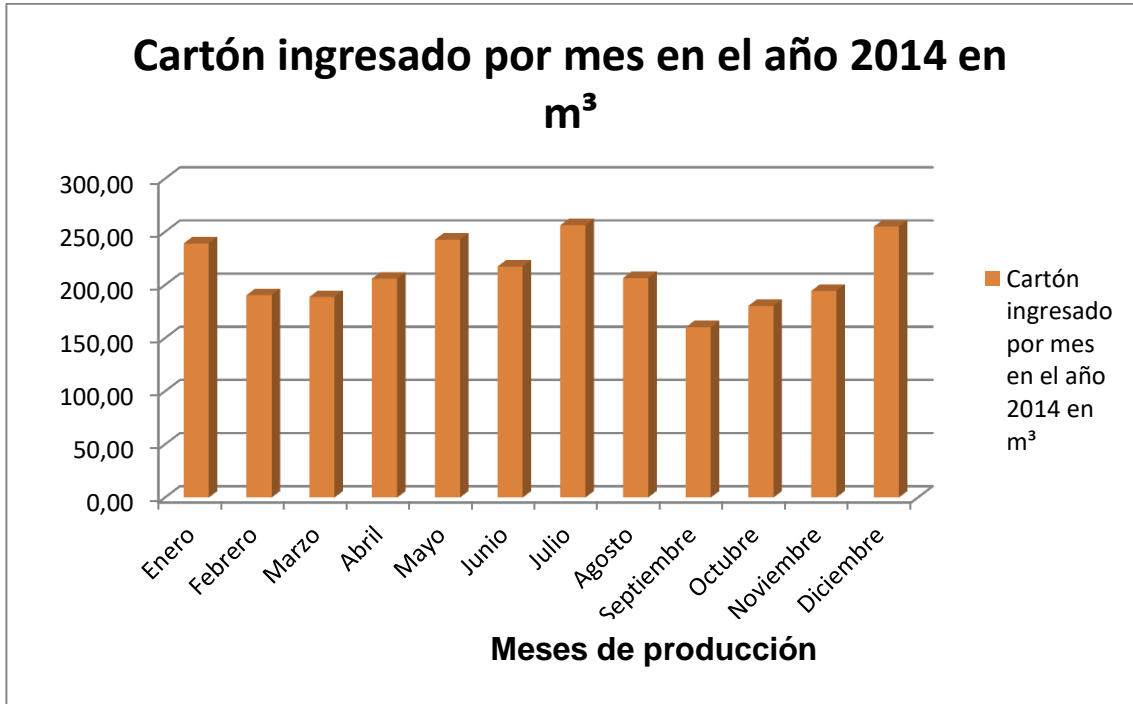
Son cajas de cartón que están en buen estado y que pueden utilizarse para reciclar.

Tabla X. **Ingreso de cartón en el año 2014**

Ingreso de cartón por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Cartón ingresado por mes para el año 2014 en m³
Enero	31,54	33,10	61,44	62,26	50,85	239,19
Febrero	32,32	34,11	47,58	45,56	30,97	190,54
Marzo	33,44	30,07	44,21	45,78	35,23	188,74
Abril	28,28	43,09	60,15	37,70	36,81	206,02
Mayo	30,52	43,31	51,39	61,27	56,11	242,60
Junio	32,32	35,01	50,05	53,86	46,23	217,47
Julio	30,97	47,35	61,94	62,17	53,86	256,29
Agosto	30,52	39,50	47,94	45,65	42,95	206,56
Septiembre	29,22	27,96	34,88	32,36	35,82	160,24
Octubre	26,48	27,16	38,60	43,99	44,21	180,44
Noviembre	25,58	31,87	47,13	42,64	47,13	194,35
Diciembre	45,11	43,54	63,51	52,96	49,82	254,95
Promedio/día	31,36	36,34	50,73	48,85	44,17	2 537,39

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Gráfica de ingreso de cartón por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Orgánico:

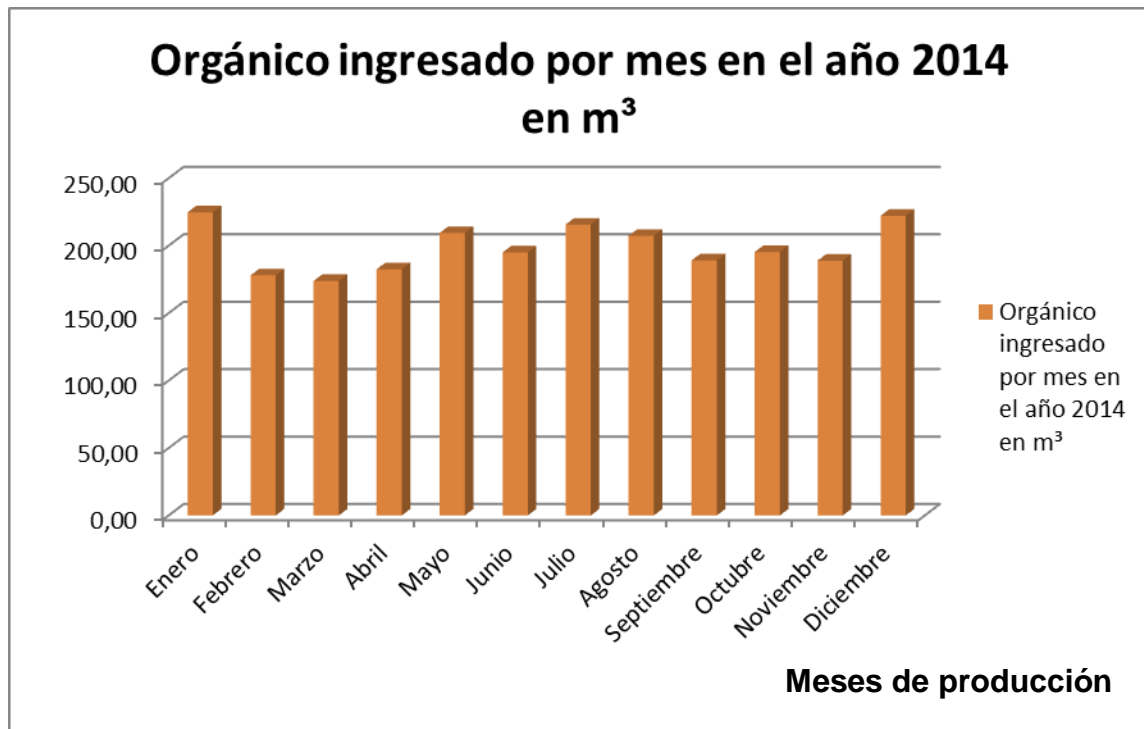
Según la tabla siguiente se pueden observar los ingresos de orgánico para el 2014.

Tabla XI. **Ingreso de orgánico en el año 2014**

Ingreso de orgánico por mes en el año 2014						
MES	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Orgánico ingresado por mes para el año 2014 en m³
Enero	29,81	32,02	53,52	57,22	52,18	224,74
Febrero	28,50	31,20	40,89	42,64	34,79	178,01
Marzo	32,99	31,20	36,31	38,60	34,79	173,88
Abril	28,73	40,17	49,37	31,64	32,54	182,46
Mayo	27,83	31,64	43,31	53,41	53,19	209,39
Junio	33,44	31,42	41,29	43,54	45,33	195,03
Julio	24,69	41,74	52,07	54,09	43,09	215,67
Agosto	28,95	34,65	46,64	47,35	49,73	207,32
Septiembre	25,40	42,10	44,39	39,95	37,25	189,10
Octubre	28,28	29,18	43,31	42,42	52,07	195,25
Noviembre	26,71	29,40	41,52	44,89	46,41	188,92
Diciembre	37,03	36,81	55,21	49,60	43,54	222,18
Promedio/día	29,36	34,29	45,65	45,45	43,74	2 381,96

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Gráfica de ingreso de orgánico por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Inorgánico:

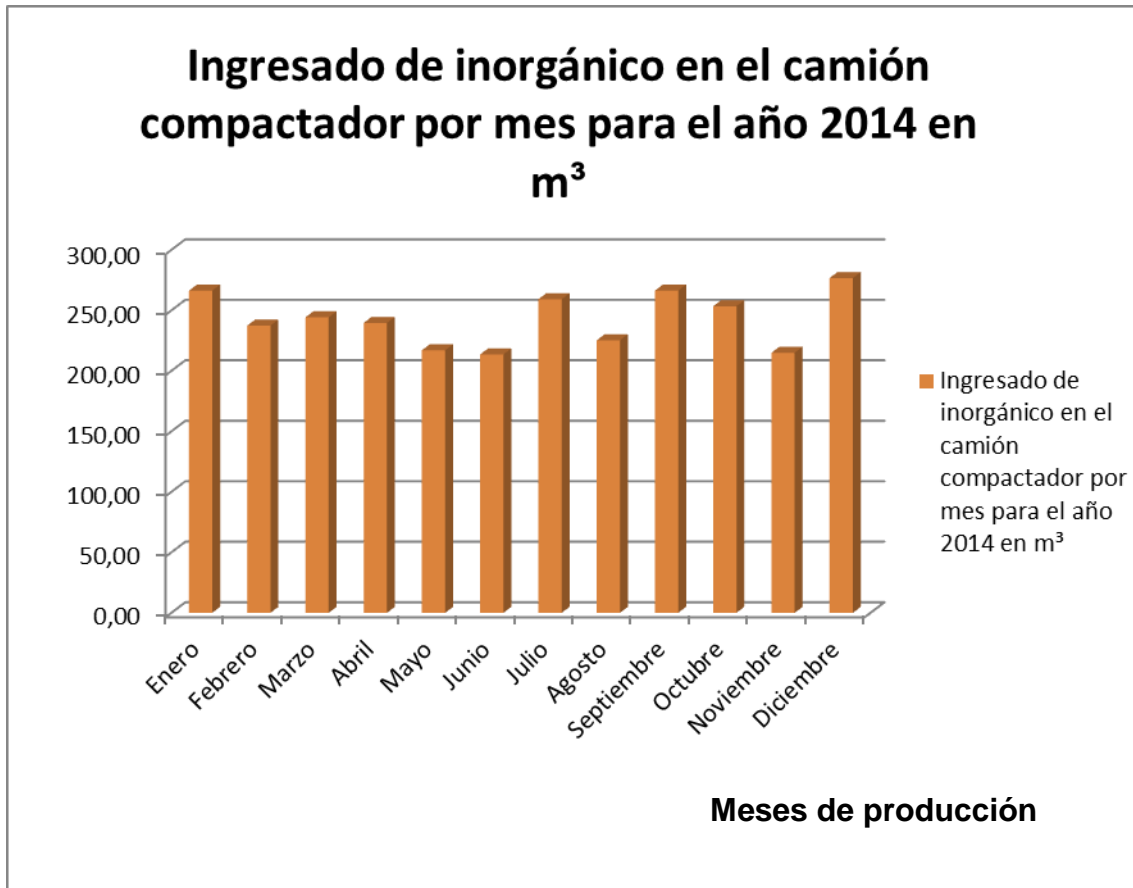
En la tabla siguiente se pueden observar los ingresos de inorgánico para el 2014.

Tabla XII. **Ingreso de inorgánico en el año 2014**

Ingreso de inorgánico en el camión compactador, por mes, en el año 2014						
MES	lunes	Martes	miércoles	jueves	viernes	Inorgánico ingresado por mes para el año 2014 en m³
Enero	44,19	43,43	60,57	55,85	62,22	266,26
Febrero	45,54	45,21	50,59	47,07	48,93	237,35
Marzo	56,93	41,73	52,79	42,64	50,14	244,22
Abril	39,62	50,63	64,09	40,28	44,96	239,58
Mayo	43,22	31,05	44,51	45,62	52,58	216,98
Junio	49,22	39,04	44,42	33,82	47,07	213,58
Julio	42,72	50,14	59,12	52,50	54,73	259,21
Agosto	43,18	40,65	49,72	41,98	49,72	225,26
Septiembre	56,14	30,80	66,61	56,55	56,18	266,28
Octubre	50,38	35,81	57,84	52,74	56,64	253,41
Noviembre	41,28	34,03	45,37	42,10	52,16	214,95
Diciembre	50,96	62,31	60,69	45,54	57,26	276,76
Promedio/día	46,95	42,07	54,69	46,39	52,72	2 913,83

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Gráfica de ingreso de inorgánico por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

Camión municipal:

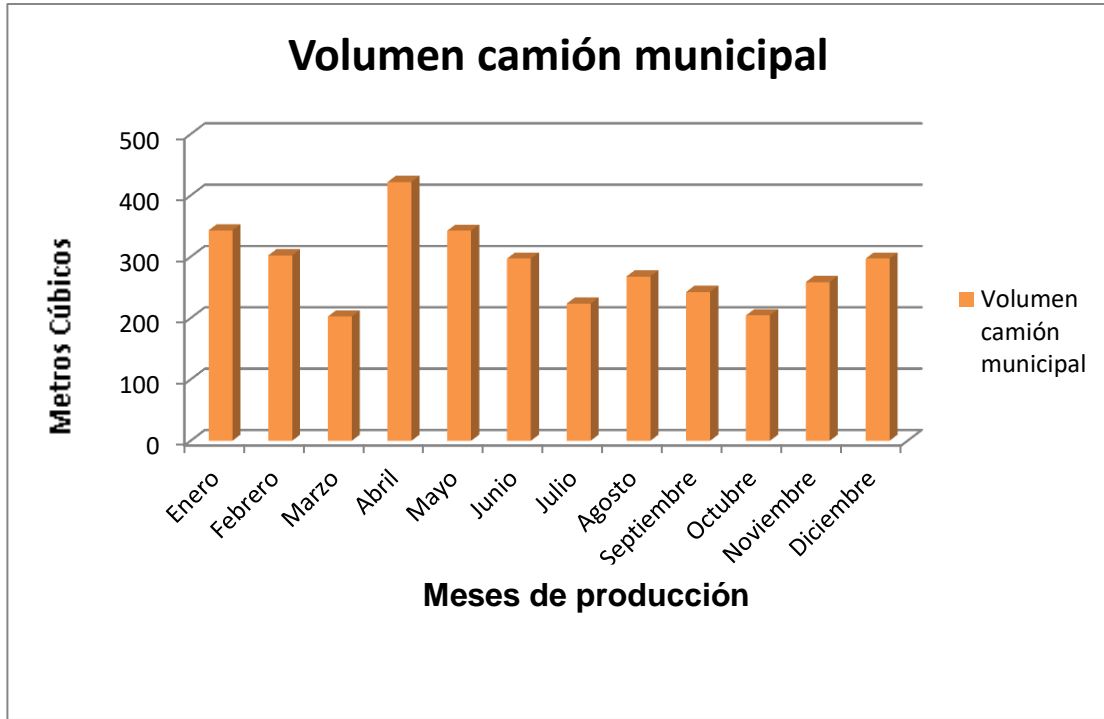
La basura del camión municipal la que se recolecta en parques, calles, mercados y basureros clandestinos.

Tabla XIII. **Ingreso de residuos sólidos del camión municipal para el año 2014**

MES	Volumen camión municipal
Enero	343,03
Febrero	302,31
Marzo	202,65
Abril	422,06
Mayo	342,60
Junio	297,11
Julio	223,71
Agosto	267,93
Septiembre	242,80
Octubre	204,58
Noviembre	258,78
Diciembre	297,05
TOTAL	3 404,62

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfica de ingreso de residuos sólidos del camión municipal en el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

Total de residuos sólidos por mes:

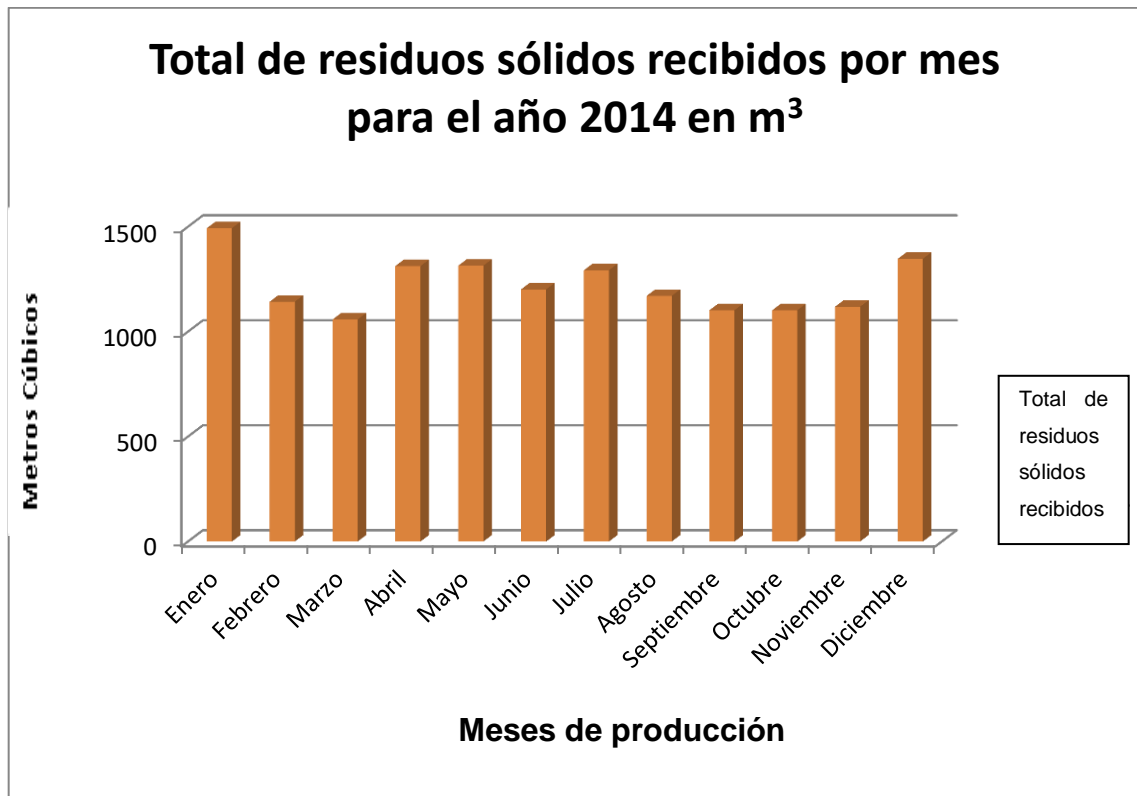
En la tabla siguiente se puede observar que los ingresos de residuos domiciliarios para el 2014 son los siguientes:

Tabla XIV. **Total de residuos sólidos en el año 2014**

Ingreso promedio de residuos sólidos por mes en el año 2014						
MES	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total de residuos sólidos recibidos por mes para el año 2014 en m ³
Enero	23,93	24,66	38,79	40,28	36,62	1 493
Febrero	20,68	21,80	27,62	26,93	23,04	1 143
Marzo	24,70	21,44	26,09	25,08	24,86	1 058
Abril	20,69	27,66	33,62	22,39	22,87	1 313
Mayo	20,98	22,75	27,93	33,03	34,11	1 314
Junio	23,50	21,86	27,45	27,47	28,93	1 202
Julio	20,85	29,74	35,05	36,52	30,53	1 293
Agosto	20,65	23,26	29,37	27,58	28,08	1 171
Septiembre	21,31	21,98	28,19	24,97	26,31	1 102
Octubre	21,52	19,42	28,12	28,20	30,94	1 102
Noviembre	19,03	20,10	27,17	27,09	29,44	1 119
Diciembre	27,54	27,70	34,75	30,68	29,33	1 347
Promedio/día	22,12	23,53	30,34	29,18	28,76	14 655,07

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Gráfica del total de residuos sólidos por mes en el año 2014



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Peso de subproductos recuperados en PTRS, San Marcos

La compra y venta de desechos es un negocio que con el pasar de los años ha ido creciendo en Guatemala, llegando así a ser la oportunidad de crear empresas propias. Según la información que se obtuvo de los subproductos recuperados en la PTRS estos son los precios que se manejan en la venta de subproductos reciclados en Guatemala, también se muestra cuáles son los productos reciclados más comprados a nivel nacional. Los precios de estos productos recuperados varían constantemente.

Tabla XV. **Interpretación de resultados de los subproductos recuperados en la planta de San Marcos**

Vidrio	Según el análisis de la tabla XVI y la figura 12, podemos ver que el vidrio blanco es el más reciclado, con un 82 % de producción con respecto al vidrio verde y el vidrio café.
Papel	Según el análisis de la tabla XVII y la figura 13, el papel es un producto de alta demanda para el reciclaje. El papel tipo revuelto es el de mayor producción con un 49,15 % en la PTRS, seguido del cartón con un 44,20 % de producción.
Plástico	El plástico es uno de los productos que aporta el mayor ingreso en la PTRS, según los datos de la tabla XVIII y de la figura 14. El plástico más recuperado en la planta es el plástico PET cristal con un 49,31 % de la producción, lo que produce un ingreso de Q56 674,80, seguido del plástico PET verde con un 19,73 %, y el plástico blanco con un 17,12 %.
Aluminio, chatarra y cobre	De los datos de la tabla XIX y la figura 15 podemos deducir que <i>la chatarra</i> se produce en un peso de más 42,157 Lbs., pero tiene un menor costo por libra (Q0,34) por lo que produce un ingreso de Q 14 333,38; mientras que <i>el aluminio</i> se produce en menor proporción (5 051 Lb.), pero produce un ingreso mayor (Q 21 971,85), debido al precio por libra en el mercado, que es de Q 4,35; el <i>cobre</i> tiene un mayor precio por libra pero se produce en menor escala.
Total de subproductos recuperados	Según la tabla XX y la figura 16, podemos afirmar que el plástico es el productico más reciclado, con 82 105 libras producidas, y es también el que representa los mayores ingresos; el vidrio es el segundo en producción pero representa menores ingresos que el aluminio.

Fuente: elaboración propia.

Vidrio

Al analizar los productos recuperados se pueden observar los diferentes tipos de vidrio reciclable..

Tabla XVI. **Peso de vidrio recuperado en el año 2014**

Vidrio	LIBRAS RECICLADAS	PRECIO POR LIBRA	INGRESO PROMEDIO	%
Vidrio blanco	60 102	Q0,18	Q10 818,36	82
Vidrio verde	5 562	Q0,18	Q1 001,16	8
Vidrio café	7 607	Q0,18	Q1 369,26	10
TOTAL DE INGRESOS	73 271		Q13 188,78	

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Gráfico de peso de vidrio recuperado en el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

Papel

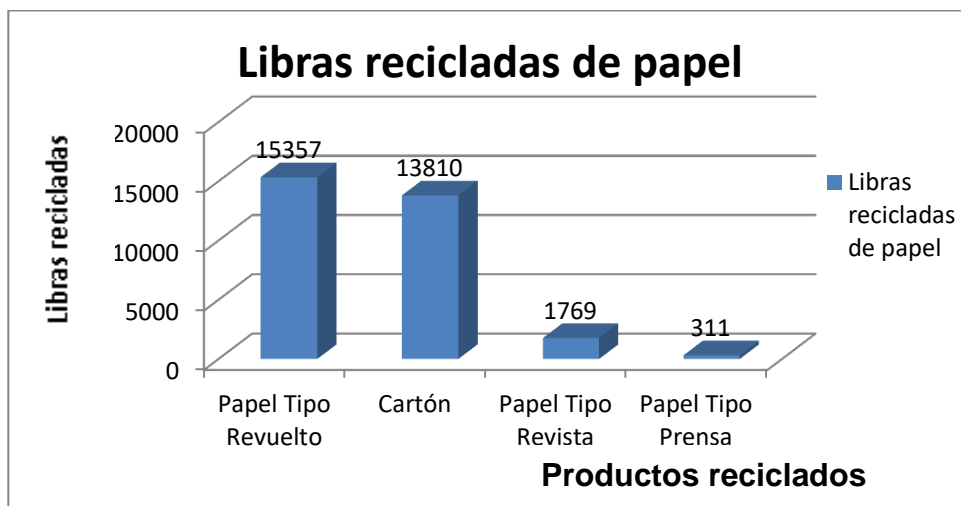
El papel juega un papel importante en el reciclaje de los productos y los diferentes tipos de papel reciclable son:

Tabla XVII. **Peso del papel recuperado en el año 2014**

Ingreso promedio de papel en el año 2014	Libras recicladas	Precio promedio por libra	Ingreso promedio	%
Papel tipo revuelto	15 357	Q0,29	4510,3509	49,15
Cartón	13 810	Q0,15	2 071,5	44,20
Papel tipo revista	1 769	Q0,22	389,18	5,66
Papel tipo prensa	311	Q0,22	68,42	1,00
TOTAL DE INGRESOS	31 247		Q7.039,45	

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Gráfica de peso del papel recuperado en el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

Plástico:

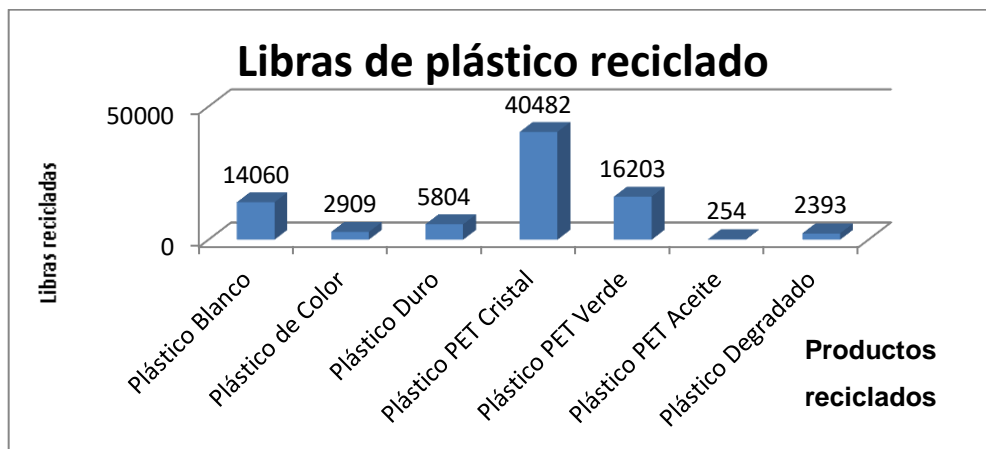
Existen diferentes tipos de plástico:

Tabla XVIII. **Peso de plástico recuperados en el año 2014**

PLÁSTICO	Libras recicladas	Precio promedio por libra	Ingreso promedio	%
Plástico blanco	14 060	Q 1,00	Q 14 060,00	17,12
Plástico de color	2 909	Q 1,00	Q 2 909,00	3,54
Plástico duro	5 804	Q 0,45	Q 2 611,80	7,07
Plástico PET cristal	40 482	Q 1,40	Q 56 674,80	49,31
Plástico PET verde	16 203	Q 0,50	Q 8 101,50	19,73
Plástico PET aceite	254	Q 0,50	Q 127,00	0,31
Plástico degradado	2 393	Q 0,30	Q 717,90	2,91
TOTAL	82 105		Q 85.202,00	

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Gráfica de plástico recuperado para el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

Aluminio, chatarra y cobre:

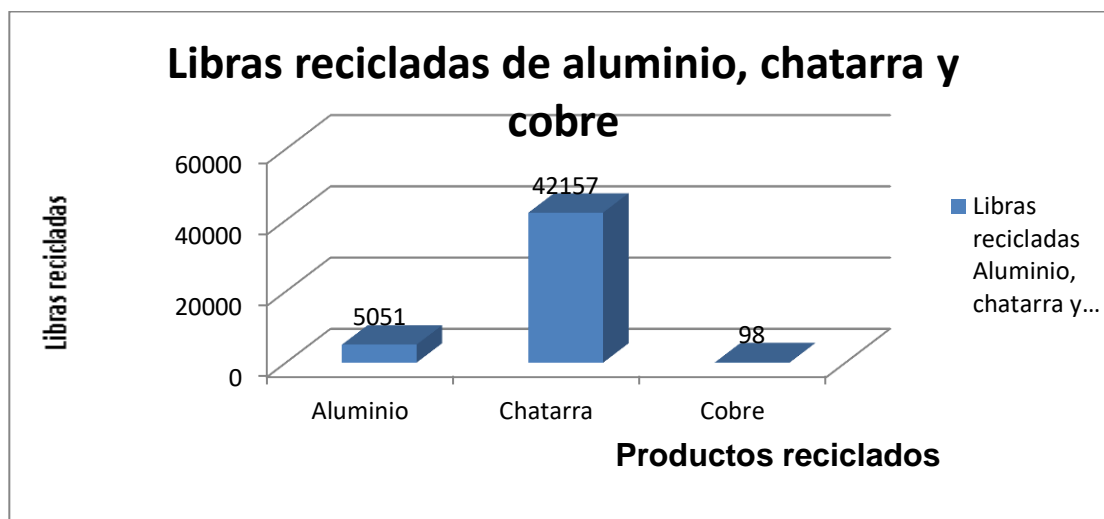
Estos son otros productos de importancia: el reciclaje de residuos orgánicos, los cuales se producen como lo muestra la tabla XIX.

Tabla XIX. **Peso de aluminio, chatarra y cobre recuperados en el año 2014**

	LIBRAS RECICLADAS	PRECIO POR LIBRA	INGRESO PROMEDIO
Aluminio	5 051	Q 4,35	Q 21 971,85
Chatarra	42 157	Q 0,34	Q 14 333,38
Cobre	98	Q 7,00	Q 686,00
TOTAL DE INGRESOS	47 306		Q 36 991,23

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfica del peso de aluminio, chatarra y cobre recuperados en el año 2014**



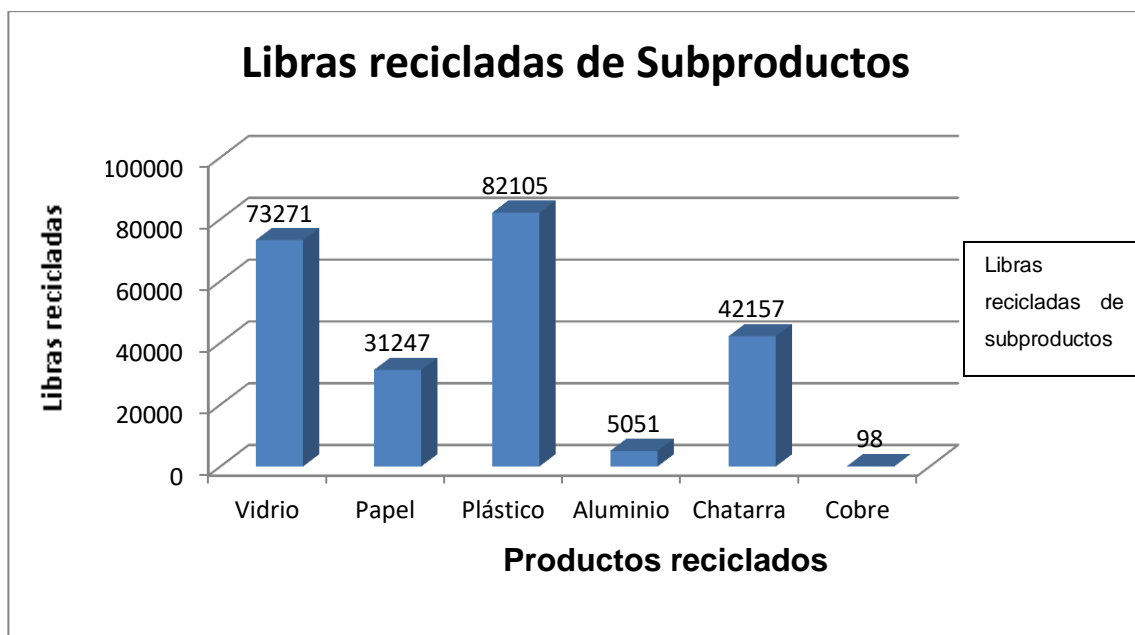
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Total de subproductos recuperados en el año 2014**

	Libras recicladas de subproductos	Precio promedio por libra	Ventas/año en Quetzales	Promedio de ventas al mes	Promedio de ventas diarias
Vidrio	73 271	0,18	13 188,78	1 099,07	36,64
Papel	31 247	0,23	7 039,45	586,62	19,55
Plástico	82 105	1,04	85 202,00	7 100,17	236,67
Aluminio	5 051	4,35	21 971,85	1 830,99	61,03
Chatarra	42 157	0,34	14 333,38	1 194,45	39,81
Cobre	98	7,00	686,00	57,17	1,91
TOTAL DE VENTAS			142 421,46	11 868,46	395,62

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfica de subproductos recuperados en el año 2014**



Fuente: elaboración propia.

En Guatemala existen varias empresas recicladoras, de las cuales algunas se dedican solamente a reciclar cierto tipo de desecho; para finalidades de la Mancuerna se cuenta con las empresas Polimar, Biguá, Pro verde, Polimarcket, Interfisa, y detallistas menores para las ventas de los subproductos reciclados.

Lista de algunas empresas que se dedican a comprar productos para reciclar en Guatemala:

Tabla XXI. **Empresas recicladoras en Guatemala**

Nombre	Dirección	Teléfono	plástico	metal	aluminio	papel/cartón	vidrio	orgánico seco
Viguá	Avenida Petapa y 48 calle, Guatemala	24226400						
Pro verde	Diagonal 6 10-65 zona 10, centro comercial Las Margaritas , torre1 nivel 12 oficina 1201	22864158						
Polimar	7ª. Av. 11-78 Z-7 Mixco Cond Paraíso 2 Guatemala, Guatemala	57084919						
Interfisa	7ª. avenida 39-15 Zona 3	24409800						
Ecoplast, S.A.	13 calle 3-92, zona 7, Colonia Landívar	24407410, 2475-5756						
Recicla, S.A.	8ª calle 13-67 zona 8 de Mixco, granja San Cristóbal							

Continuación de la tabla XXI.

Sepaca	1era calle "A" L 22, zona 18, colonia Lomas de Lavarreda	22582006, 22582009						
Diso, S.A.	21 calle 1-33 zona 1 14 Av. 14-49 zona 12	22211372, 22321390						
Recipa	3ª. Ave 2-16 Z. 9, 2ª. calle 2-16 zona 9	23611555, 23621717						
Fumente	8ª. calle 13-67 zona 8 de Mixco, Granja San Cristóbal	24781502, 57584007						
Euro PET	Kilómetro 21 carretera a La Antigua Guatemala, lote No 7, Villa Nueva, Guatemala, C.A.	Tel. 66442400, Fax. 66442417						
Wendy´s, S.A.	Villa Nueva	56441478						

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Diagrama de Flujo de Operaciones de la PTRS San Marcos

Para conocer los métodos de trabajo actuales, en la prestación del servicio de separación de residuos sólidos domiciliarios, se elaboran los procedimientos de trabajo donde se indica cada actividad que realizan los trabajadores de la PTRS. Esto permite identificar los puntos débiles para presentar propuestas de mejora y así mejorar los métodos de trabajo actuales.

Con diagramas de flujo de operaciones se presenta en una forma gráfica cada actividad realizada por los operarios de la planta, para lograr hacer bien su trabajo de separación de residuos sólidos, ya que dentro de la planta de trabajo existe una constante rotación de personal, con el objetivo de que cualquier persona pueda desempeñar cualquier puesto de operación y no se dependa así

de un operario para trabajar. Por esto es indispensable dejar establecidos los procedimientos de cada puesto de trabajo.

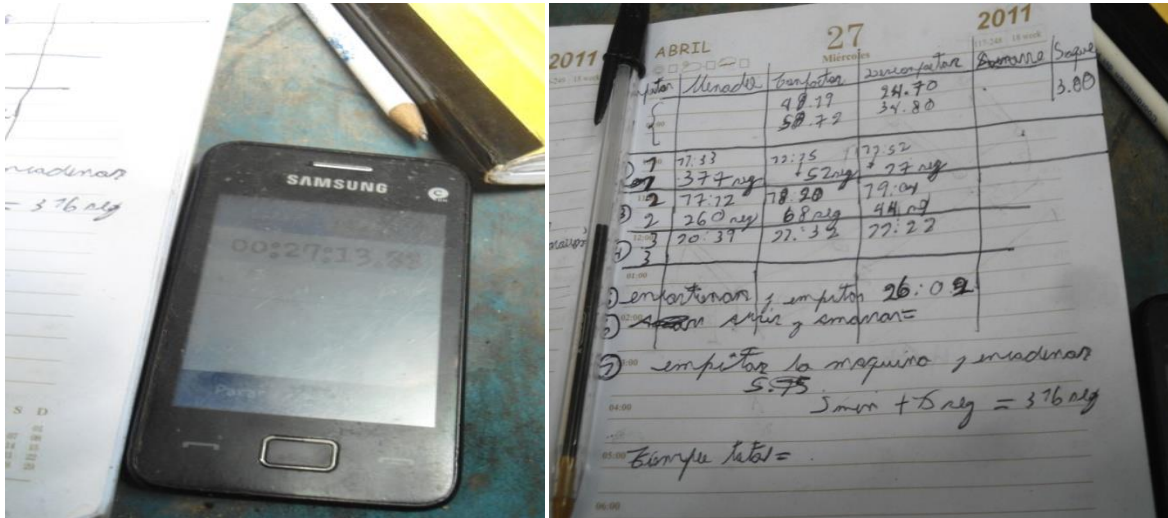
Al documentar los procedimientos de trabajo se tiene una herramienta administrativa para ser utilizada por los coordinadores de cada área y de esta forma se facilita la capacitación de los trabajadores de la PTRS y se puede mantener o mejorar la calidad de los trabajos realizados, tanto en el área administrativa como operativa.

Para la toma de tiempos aplicamos el método continuo ya que demuestra de una forma precisa como se emplea el tiempo durante el estudio.

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo la medición de los tiempos fueron un cronometro, una tablilla, las formas para el estudio y una calculadora.

El método fue el siguiente: con un cronometro se tomó diez veces el tiempo de las operaciones y se anotaron en las formas para el estudio o libretas de apuntes, para luego sacar el tiempo promedio de cada una de estas operaciones y así diagramar los procedimientos de la planta.

Figura 17. Toma de tiempos



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Ejemplo de tiempos cronometrados y tiempo promedio

Operación	T1	T2	T3	T4	T5	X
Preparación de las pitas	5 min y 48 seg	6 min y 6 seg	6 min y 12 seg	5 min y 54 seg	6 min	6 min
Subir el cilindro compactador	37 seg	42 seg	38 seg	40 seg	41 seg	40 seg
Empitar la máquina y encadenar	6 min y 12 seg	6 min	5 min y 53 seg	6 min y 6 seg	6 min y 6 seg	6 min y 6 seg
Llenado de la compactadora por primera vez	8 min y 48 seg	8 min y 18 seg	8 min	7 min y 48 seg	7 min y 42 seg	8 min y 4 seg
Compactar por primera vez	1 min y 6 seg	1 min y 5 seg	57 seg	0.54 seg	1 min	59 seg
Subir el cilindro compactador	41 seg	40 seg	41 seg	39 seg	38 seg	40 Seg








Continuación de la tabla XXII.

Llenado de la compactadora por segunda vez	5 min y 42 seg	5 min y 30 seg	5 min 24 seg	5 min y 36 seg	5 min 24 seg	5 min y 31 seg
Compactar por segunda vez	1 min 12 seg	1 min	57 seg	54 seg	1 min	1 min
Subir el cilindro compactador	40 seg	42 seg	39 seg	40 seg	38 seg	40 seg
Llenado de la compactadora por tercera vez	5 min 17 seg	5 min 12 seg	5 min 6 seg	5 min 18 seg	5 min 19 seg	2 min 15 seg 6
Compactar por tercera vez	1 min	1min 6 seg	55 seg	57 seg	1 min 3 seg	1min 12 seg
Subir el cilindro compactador	40 seg	41 seg	39 seg	40 seg	40 seg	40 seg
Encartonar la parte superior y acomodar las pitas	2 min 6 seg	1 min 48 seg	1 min 48 seg	2 min	2 min 12 seg	1min 59 seg
Abrir la compactadora y amarrar las pitas	4 min y 12 seg	4 min y 19 seg	4 min 12 seg	3 min y 54 seg	3 min 42 seg	4 min 4 seg
Sacar la paca de orgánico	1 min 42 seg	1 min 42 seg	1 min 36 seg	1 min 36 seg	1 min 24 seg	1 min 36 seg
Trasportar al área de empacado y almacenarlo	4 min 54 seg	4 min y 48 seg	4 min 54 seg	5 min y 5 seg	5 min 10 seg	4 min 58 seg

Fuente: elaboración propia.



La simbología utilizada para describir los procesos de manejo de residuos sólidos llevados a cabo en la PTRS de San Marcos, son los siguientes:

Tabla XXIII. **Simbología del diagrama de procesos de operaciones**

Nombre	Símbolo	Descripción
Operación		Actividad que se realiza sobre la materia prima.
Inspección		Mediciones o comparaciones con estándares.
Operación, Inspección		Actividad sobre la materia, más comparaciones con estándares.
Transporte		Traslado de material en proceso
Demora		Retraso del proceso
Operación transporte		Traslado del material y actividad sobre la materia prima.
Almacenaje		Fin del proceso

Fuente: NIEBEL, Benjamín W.

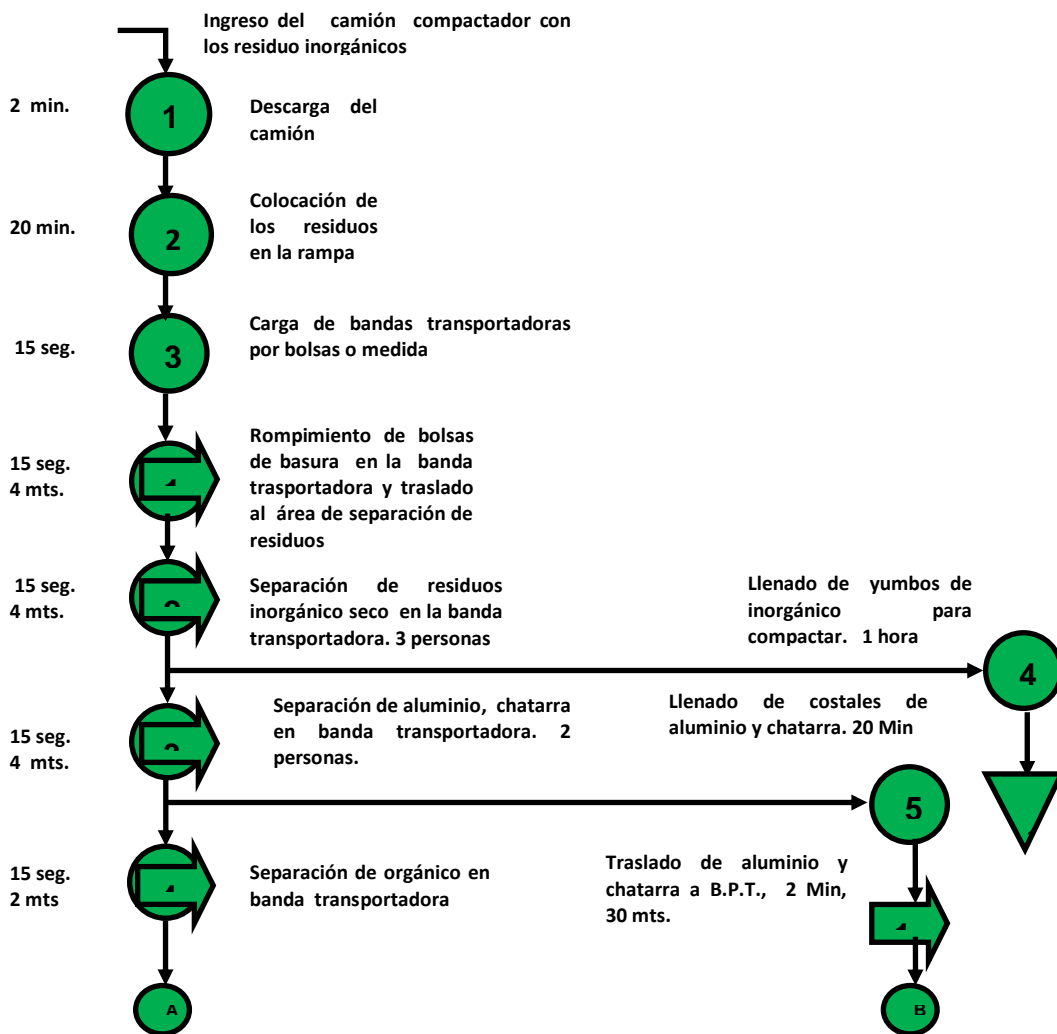
Tabla XXIV. **Proceso de separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos	 <p>MANCUERNA Trabajando por el agua para promocionar y mejorar las condiciones</p>
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos	
	Proceso: Separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador	
	Empresa: Mancuerna	
	Elaborado por : Hugo René Yax Ordoñez	
Fecha: Febrero de 2015	Aprobado por: Ing. Víctor Orozco	Página: 1/1
Proceso	Recepción y clasificación de desechos inorgánicos	
Descripción	Consiste en separar los residuos inorgánicos provenientes de los usuarios del servicio de recolección de basura domiciliar del Municipio de San Marcos.	
Objetivos	Recibir todos los residuos no aprovechables en el camión compactador. Registrar los volúmenes y pesos de los residuos inorgánicos producidos.	
Responsables	Trabajadores de la PTRS.	
Entrada (input)	Todo material no aprovechable del camión compactador.	
Salida (output)	Material aprovechable para compactar. Material no aprovechable para incinerar o para el relleno sanitario.	
Relación con otros subprocesos	Incineración. Compactación. Relleno sanitario.	

Fuente: elaboración propia.

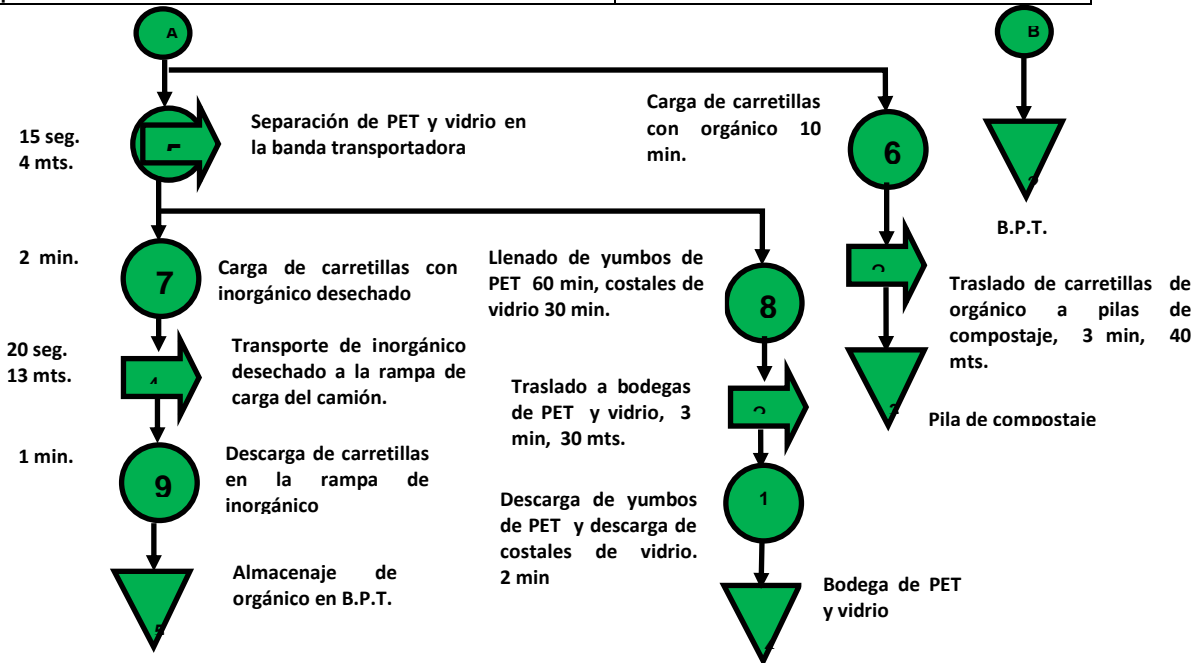
Figura 18. Diagrama de Flujo de Operaciones del proceso de separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos.	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez	Fecha: 02/02/2015
Departamento: Clasificación de residuos sólidos	Hoja: 1 de 2
Proceso: Separación de desechos inorgánicos del camión recolector compactador	Método: Propuesto
Empresa: mancuerna	
Observaciones: el proceso empieza cuando el camión recolector compactador ingresa a la planta.	










Continuación de la figura 18.

Planta de tratamiento de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos.	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez	Fecha: 02/02/2015
Departamento: Clasificación de residuos sólidos	Hoja: 2 de 2
Proceso: Separación de desechos inorgánicos del camión compactador	Método: Propuesto
Empresa: MancuernA	





Continuación de la figura 18.

RESUMEN	Símbolo	Número	Tiempo (Min.)	Distancia (Mts.)
Operación		10	147,25 min	-----
Inspección		0	0,0 min	-----
Operación, inspección		0	0,0 min	-----
Transporte		4	8,33 min	113 mts.
Demora		0	0,0 min	-----
Operación de transporte		5	1,25 min	18 mts.
Almacenaje		4	-----	-----
Total			156,83 min	131 mts.

Fuente: elaboración propia.

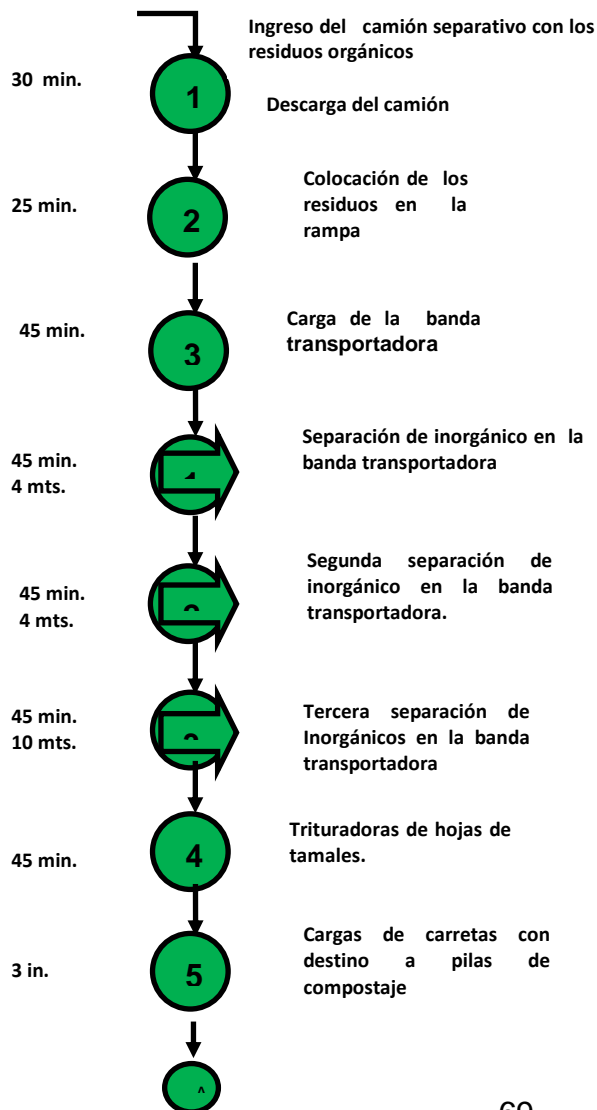
Tabla XXV. **Proceso de separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos	 <p>MANCUERNA Trabajando por el agua para presente y futura generaciones</p>
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos	
	Proceso: Separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo	
	Empresa: Mancuerna	
	Elaborado por : Hugo René Yax Ordoñez	
Fecha: Febrero de 2015	Aprobado por: Ing. Víctor Orozco	Página: 1/1
Proceso	Recepción y clasificación de desechos orgánicos	
Descripción	Consiste en separar y limpiar residuos orgánicos provenientes de los usuarios del servicio de recolección de basura domiciliar del Municipio de San Marcos.	
Objetivos	<p>Recibir todos los residuos orgánicos en el camión separativo.</p> <p>Registrar los volúmenes y pesos de los residuos orgánicos producidos.</p> <p>Eliminar los contaminantes de los residuos orgánicos.</p>	
Responsables	Trabajadores de la PTRS.	
Entrada (<i>input</i>)	Todo material orgánico del camión separativo.	
Salida (<i>output</i>)	<p>Residuos orgánicos para el compostaje.</p> <p>Residuos inorgánicos contaminados.</p>	
Relación con otros subprocesos	compostaje	

Fuente: elaboración propia.

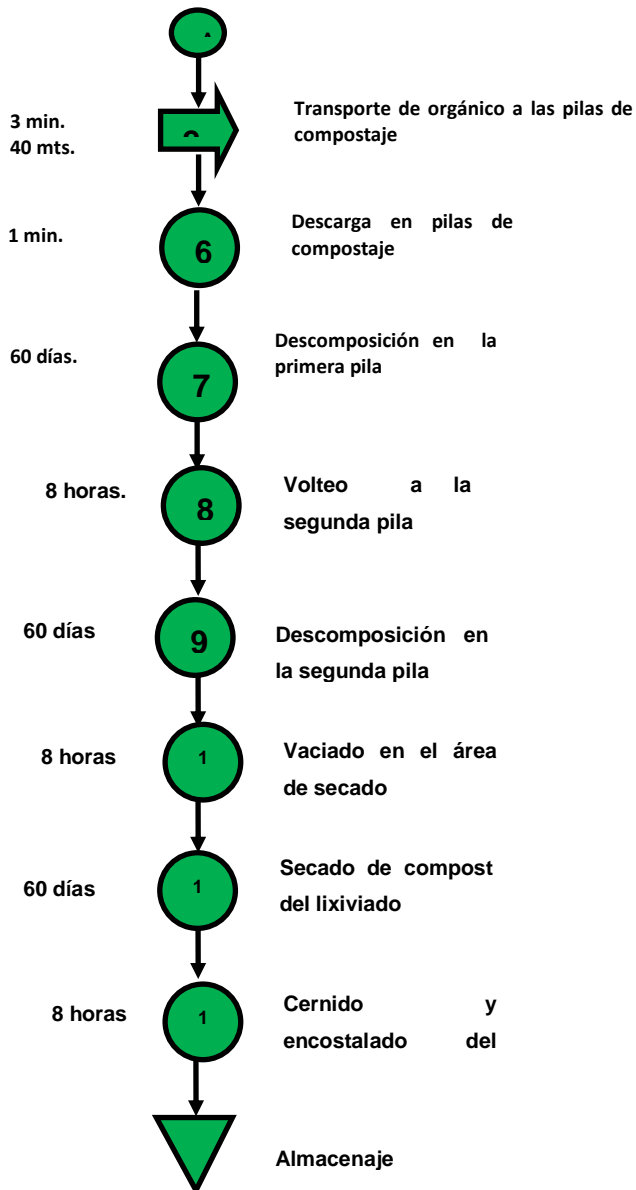
Figura 19. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos.	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: Separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo. Empresa: Mancuerna Observaciones: el proceso empieza cuando el camión recolector separativo ingresa a la planta.	Fecha: 03/02/2015 Hoja: 1 de 3 Método: Propuesto



Continuación de la figura 19.

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo. Empresa: Mancuerna Observaciones: El proceso empieza cuando el camión recolector separativo ingresa a la planta.	fecha: 03/02/2015 hoja: 2 de 3 método: propuesto





Continuación de la figura 19.

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: Separación de desechos orgánicos del camión recolector separativo Empresa: Mancuerna Observaciones: El proceso empieza cuando el camión recolector separativo ingresa a la planta.	Fecha: 03/02/2015 Hoja: 3 de 3 Método: Propuesto

RESUMEN	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia (mts.)
Operación		12	183,31 días	-----
Inspección		0	-----	-----
Operación, inspección		0	-----	-----
Transporte		1	3 min	40 mts.
Demora		0	-----	-----
Operación de transporte		3	135 min	18 mts.
Almacenaje		1	-----	-----
Total			6,12 meses	94 mts.

Fuente: elaboración propia.

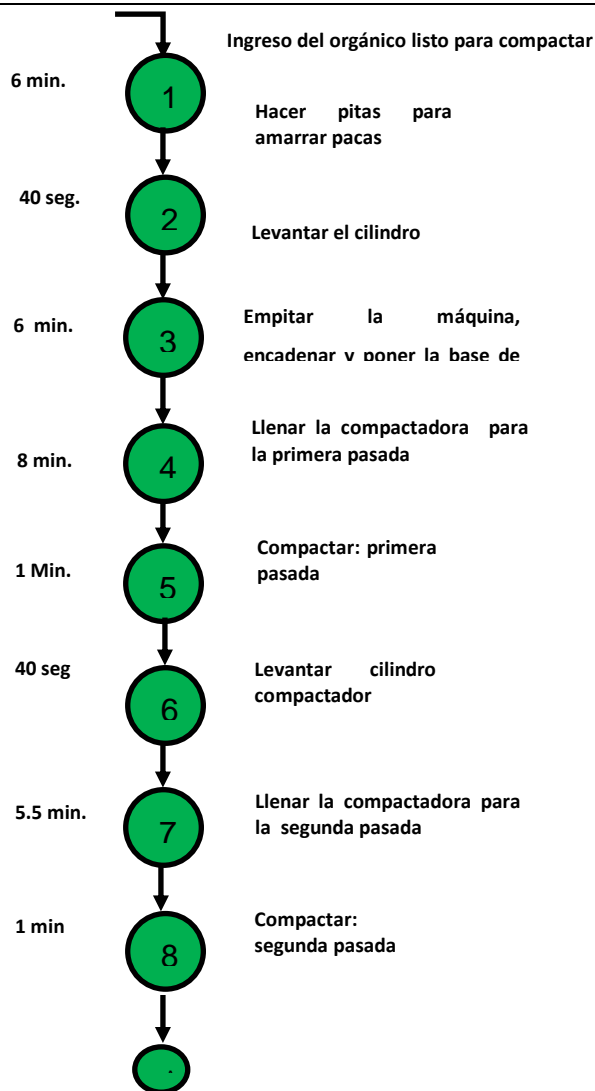
Tabla XXVI. **Proceso de compactación de residuos sólidos secos**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos	
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos	
	Proceso: Compactación de residuos sólidos secos	
	Empresa: Mancuerna	
	Elaborado por : Hugo René Yax Ordoñez	
Fecha: Febrero de 2015	Aprobado por: Ing. Víctor Orozco	Página: 1/1
Proceso	Compactación de residuos inorgánicos secos	
Descripción	Por medio de este proceso se compactan los residuos orgánicos secos para formar pacas, las cuales tiene dimensiones de 50 cms. de ancho por 50 cms de largo por 110 cms de alto, con un peso aproximado de 270 libras.	
Objetivos	Compactar los residuos inorgánicos secos para comercializarlos.	
Responsables	Trabajadores de la PTRS.	
Entrada (<i>input</i>)	Residuos inorgánicos secos	
Salida (<i>output</i>)	Pacas de residuos inorgánicos secos	
Relación con otros subprocesos	Recepción y clasificación de desechos inorgánicos	

Fuente: elaboración propia.

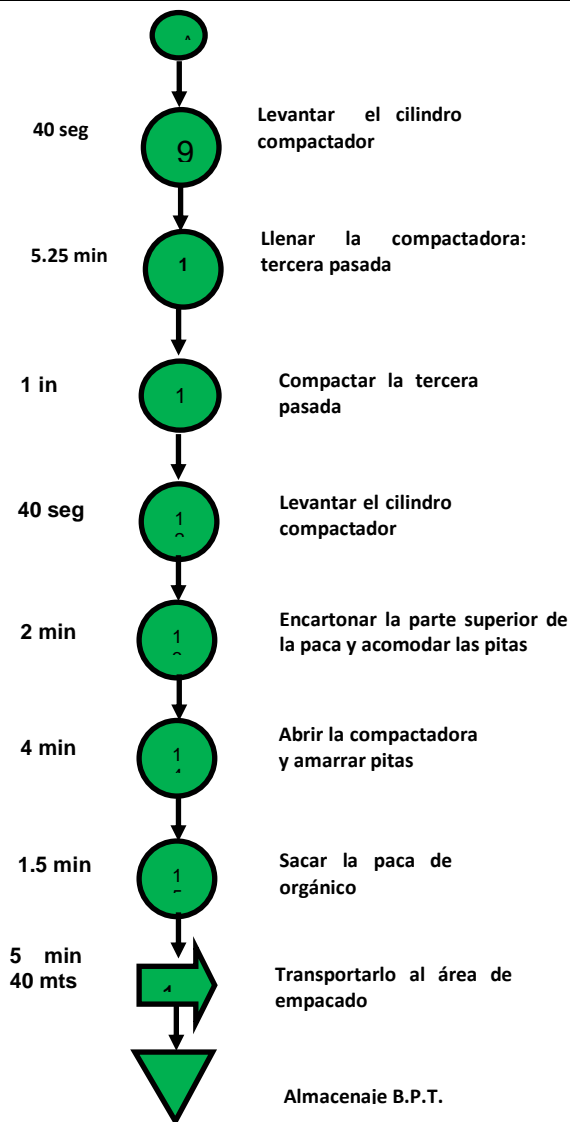
Figura 20. Diagrama de Flujo de Operaciones del proceso de compactación de orgánico seco

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: Compactación de residuos sólidos secos Empresa: Mancuerna Observaciones: el proceso inicia cuando es separado el orgánico seco en las bandas trasportadoras.	Fecha: 09/02/2015 Hoja: 1 de 3 Método: Propuesto










Continuación de la figura 20.

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: Compactación de residuos sólidos secos Empresa: Mancuerna Observaciones: el proceso inicia cuando es separado el orgánico seco en las bandas trasportadoras.	Fecha: 09/02/2015 Hoja: 2 de 3 Método: Propuesto




Continuación de la figura 20.

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: Compactación de residuos sólidos secos Empresa: Mancuerna Observaciones: el proceso inicia cuando es separado el orgánico seco en las bandas trasportadoras	Fecha: 09/02/2015 Hoja: 3 de 3 Método: Propuesto

Resumen	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia (mts)
Operación		15	43,91 min	-----
Inspección		0	0,0 min	-----
Operación, inspección		0	0,0 min	-----
Transporte		1	5,0 min	40 mts
Demora		0	0,0 min	-----
Operación transporte		0	0,0 min	-----
Almacenaje		1	----- -----	-----
Total			48,92 min	40 mts

Fuente: elaboración propia.

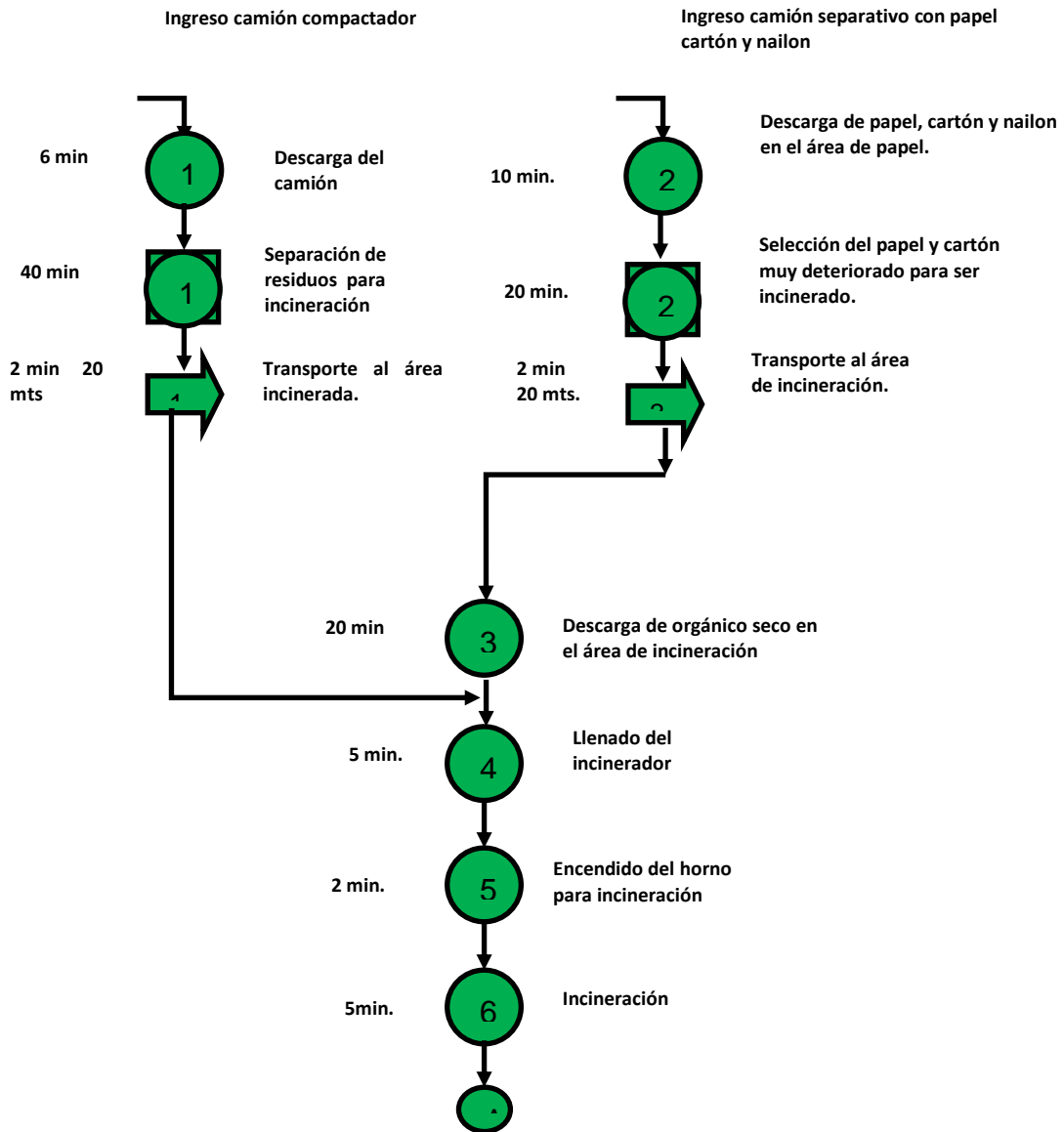
Tabla XXVII. **Proceso de incineración de residuos sólidos secos**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos		
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos		
	Proceso: Incineración de residuos sólidos secos		
	Empresa: Mancuerna		
	Elaborado por : Hugo René Yax Ordoñez		
Fecha: Febrero de 2015	Aprobado por: Ing. Víctor Orozco		Página: 1/1
Proceso	Incineración de residuos inorgánicos secos		
Descripción	Es la combustión de materiales no aprovechables.		
Objetivos	Incinerar todos los residuos inorgánicos secos no aprovechables.		
Responsables	Trabajadores de la PTRS.		
Entrada (<i>input</i>)	Residuos inorgánicos secos no aprovechables.		
Salida (<i>output</i>)	Ceniza de los residuos incinerados.		
Relación con otros subprocesos	Recepción y clasificación de desechos inorgánicos, compactación de residuos inorgánicos secos.		

Fuente: elaboración propia.

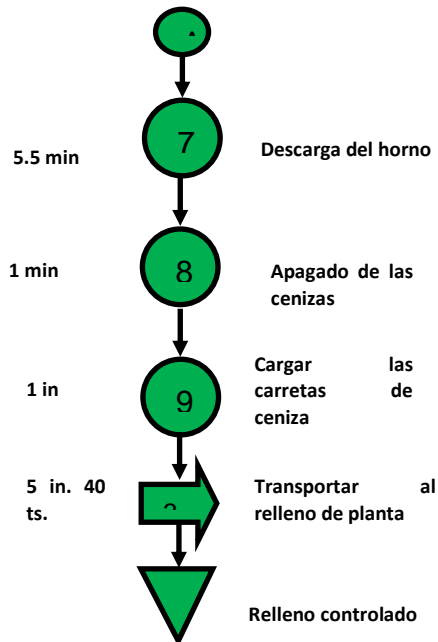
Figura 21. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de incineración de residuos sólidos secos no reciclables

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
Analista: Hugo René Yax Ordoñez	Fecha: 10/02/2015
Departamento: Clasificación de residuos sólidos	Hoja: 1 de 2
Proceso: : Incineración de residuos sólidos secos	Método: Propuesto
Empresa: Mancuerna	
Observaciones el proceso empieza cuando el camión recolector separativo ingresa a planta	






Continuación de la figura 21.

Planta de tratamientos de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, San Marcos	
<p>Analista: Hugo René Yax Ordoñez Departamento: Clasificación de residuos sólidos Proceso: : Incineración de residuos sólidos secos Empresa: Mancuerna Observaciones: el proceso empieza cuando el camión recolector separativo ingresa a la planta.</p>	<p>Fecha: /10/02/2015 Hoja: 2 de 2 Método: Propuesto</p>



Continuación de la figura 21.

Resumen	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia (mts)
Operación		9	55,5 min	-----
Inspección		0	0,0 min	-----
Operación, inspección		2	60,0 min	-----
transporte		3	9,0 min	80,0 mts
Demora		0	0,0 min	-----
Almacenaje		1	-----	-----
Total			124,5 min	80,0 mts

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Pronóstico, según el crecimiento de la población, del volumen de ingreso de residuos sólidos para los siguientes 10 años (de 2015 a 2024)

Según el Instituto Nacional de Estadística, en el documento de estimación de población para el 2014, el municipio de San Marcos cuenta con 55 304 habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 3,03 %. Además se considera que la población urbana asciende al 62 % de la población total del municipio, con un aumento porcentual estimado del 0,9 % por año.

Tomando como base todos estos datos, se estima un crecimiento en el ingreso de residuos sólidos de 3,93 % por año.

Al hacer los análisis, se tomaron como referencia los ingresos mensuales de residuos sólidos del 2014; estos datos se multiplicaron con el factor estacional de 3,93 % para proyectar el 2015, ya que los residuos van a aumentar en la misma forma que aumente la población, este mismo procedimiento se aplica para proyectar los siguientes años.

El factor tomado es de 1 03013, ya que según datos del INE, para hallar el factor estacional de la población del año actual se divide con la población del año anterior multiplicado por 100 menos 100. Por ejemplo:

Año	Población
2014	55 304
2015	56 971

$$\text{Factor} = 56\,971/55\,304 = 1,03013$$

$$\text{Factor estacional} = 56\,971/55\,304 * 100 - 100 = 3,03 \%$$

Partiendo de los datos la tabla XXVII de los ingresos por mes del 2014, se pronostica para el próximo año multiplicando cada mes por el factor 1,03013.

Tabla XXVIII.

Proyección de ingresos de residuos sólidos para los años comprendidos entre 2015 y 2024, PTRS, San Marcos

MES	Total de residuos sólidos recibidos en el año 2014 por mes en M ³	Año										
		Pronostico, según el crecimiento de la población, del volumen de ingreso de residuos sólidos para los siguientes 10 años										2024
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Enero	1492.99	1537.98	1584.33	1632.07	1681.25	1731.92	1784.11	1837.87	1893.25	1950.30	2009.08	
Febrero	1142.79	1177.23	1212.71	1249.25	1286.89	1325.67	1365.62	1406.77	1449.17	1492.84	1537.82	
Marzo	1057.86	1089.74	1122.58	1156.41	1191.26	1227.15	1264.13	1302.23	1341.47	1381.89	1423.53	
Abril	1312.63	1352.18	1392.93	1434.91	1478.14	1522.69	1568.57	1615.84	1664.53	1714.69	1766.36	
Mayo	1314.26	1353.87	1394.66	1436.69	1479.98	1524.58	1570.52	1617.85	1666.60	1716.82	1768.56	
Junio	1201.58	1237.79	1275.09	1313.51	1353.09	1393.87	1435.87	1479.14	1523.71	1569.63	1616.92	
Julio	1292.53	1331.48	1371.60	1412.93	1455.51	1499.37	1544.55	1591.10	1639.04	1688.43	1739.31	
Agosto	1170.56	1205.84	1242.17	1279.60	1318.16	1357.89	1398.81	1440.96	1484.38	1529.11	1575.19	
Septiembre	1102.15	1135.36	1169.58	1204.82	1241.13	1278.53	1317.05	1356.74	1397.63	1439.74	1483.13	
Octubre	1101.99	1135.20	1169.40	1204.64	1240.94	1278.34	1316.86	1356.54	1397.42	1439.53	1482.91	
Noviembre	1118.61	1152.31	1187.04	1222.81	1259.66	1297.62	1336.72	1377.00	1418.49	1461.24	1505.27	
Diciembre	1347.12	1387.71	1429.53	1472.61	1516.99	1562.70	1609.79	1658.30	1708.27	1759.75	1812.78	
Promedio por año	1221.26	1258.06	1295.97	1335.02	1375.25	1416.69	1459.38	1503.36	1548.66	1595.33	1643.41	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX.

Proyección de ingresos de residuos sólidos para los años del 2015 al 2024, PTRS, San Marcos

Año	Proyecciones de ingreso de residuos sólidos del 2015 al 2024 en M ³										Total
	Población	Población urbana 62%	Vidrio	Papel	Plástico	Orgánico	Cartón	Inorgánico			
2014	55304	34289	397	299	815	2382	2537	8224	14655		
2015	56971	35322	409	308	840	2454	2614	8472	15097		
2016	58660	36369	421	317	865	2526	2691	8723	15544		
2017	60383	37437	434	327	890	2601	2770	8980	16001		
2018	62122	38516	446	336	916	2676	2850	9238	16462		
2019	63858	39592	458	345	941	2750	2930	9497	16922		
2020	65571	40654	471	355	966	2824	3008	9751	17376		
2021	67547	41879	485	365	995	2909	3099	10045	17899		
2022	69583	43141	500	376	1025	2997	3192	10348	18439		
2023	71680	44441	515	388	1056	3087	3289	10660	18994		
2024	73840	45781	530	399	1088	3180	3388	10981	19567		

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Rutas del vehículo recolector de basura

La Municipalidad de San Marcos ha establecido una recolección semanal para usuarios del servicio del Tren de Aseo. Los desechos tienen que estar debidamente clasificados y separados de acuerdo al tipo de basura que se produzca en las casas (orgánica, inorgánica, plástica, vidrio, papel).

Actualmente se cuenta con diez rutas de recolección. Se trabajan dos rutas por zona debido a que en San Marcos solo existen 5 zonas, y solamente se trabaja de lunes a viernes en la recolección. Sin embargo, en la planta se trabaja de lunes a sábado en la separación.

Tabla XXX. Rutas de recolección actuales

RUTAS DE RECOLECCIÓN	
Lunes	Zona 1
Martes	Zona 2
Miércoles	Zona 3
Jueves	Zona 4
Viernes	Zona 5

Fuente: elaboración propia.

Se cuenta con dos camiones: un camión compactador y un camión separativo, los cuales salen juntos a recolectar, uno detrás del otro. El camión compactador recoge todos los residuos inorgánicos y el camión separativo recoge los residuos orgánicos y los residuos como el plástico, el papel, el cartón y el vidrio.

2.1.7. Información del personal de la PTRS, San Marcos

Para mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios es necesario conocer la información del personal que labora en cada proceso, ya que las condiciones de trabajo son diferentes para cada uno. La información obtenida permite identificar las condiciones de trabajo actuales y las consecuencias que estas generan; así como también presentar propuestas concretas para optimizar los procedimientos de trabajo.

2.1.7.1. Condiciones de trabajo

Las condiciones bajo las que se realizan los trabajos de recolección y manejo de residuos y desechos sólidos domiciliarios son las adecuadas, ya que se tiene todo el equipo de protección industrial y los operarios y los camiones recolectores de residuos se encuentran debidamente identificados.

- El camión recolector y compactador inicia sus actividades a las 3:30 de la mañana, para que en la planta se puedan empezar a trabajar los procesos a las 8 de la mañana.
- Los camiones tienen sus debidos espacios, donde van los operarios de recolección para no subirse a la cabina del piloto y agilizar el proceso.
- El desayuno lo realizan en la planta, ya que tienen un área de comedor, para no comer en el área de trabajo.
- Los trabajadores tiene derecho al IGSS por si ocurre un accidente o se enferman de alguna enfermedad ocupacional.

2.1.7.2. Distribución de horario del personal de la PTRS, San Marcos

Dentro del personal de residuos sólidos existen tres horarios de trabajo debido a las caracterizaciones de cada puesto de trabajo.

Los trabajadores de recolección de ruta y los choferes de los camiones tienen un horario de 3:30 a.m. a 11:00 a.m. Se debe a que la recolección tiene que iniciar temprano para que se puedan comenzar los procesos en la planta a primeras horas del día. Los trabajadores de la planta, como los administradores y separadores, inician sus actividades a las 8:00 a.m. con el objetivo de aprovechar el día para trabajar y terminar a las 5:00 p.m.

Se presenta un análisis de la distribución de horarios del personal que trabaja en la prestación de los servicios de recolección de residuos sólidos.

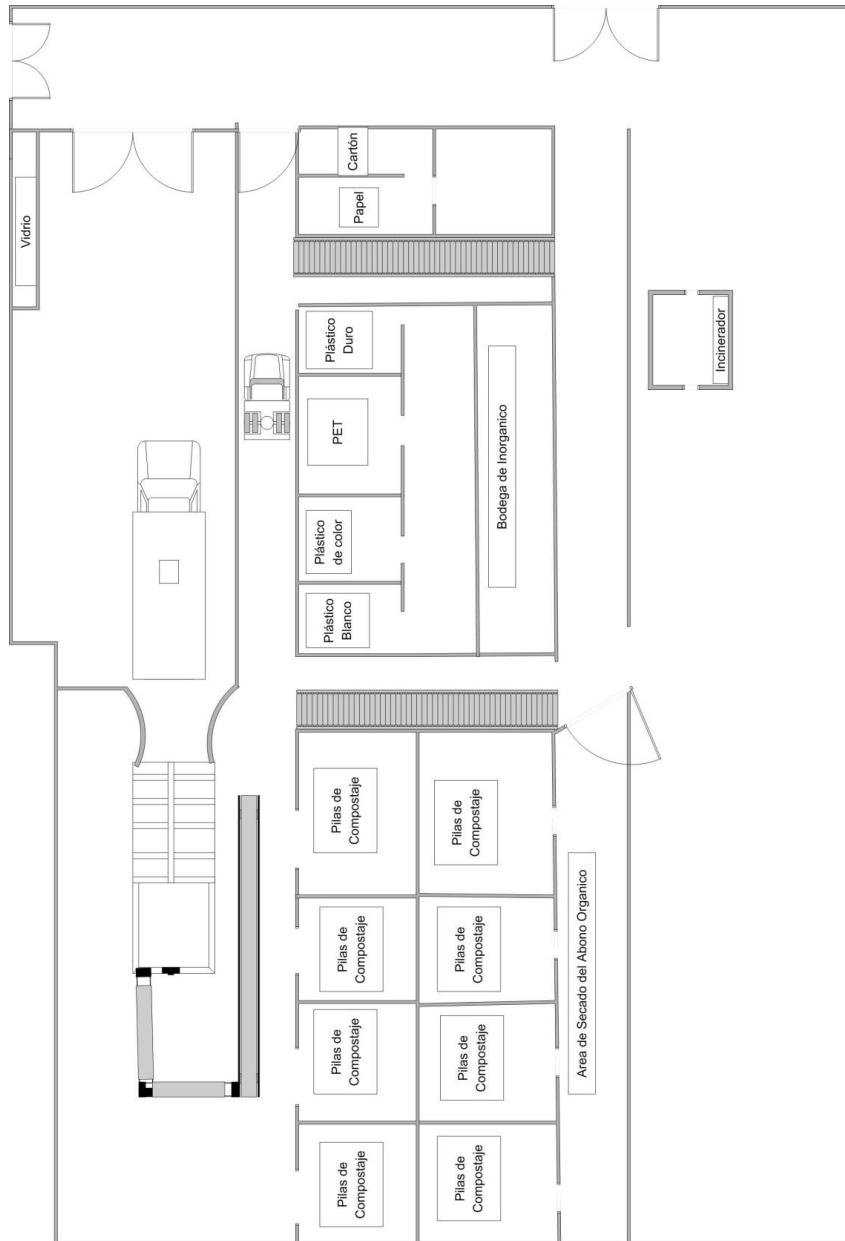
Tabla XXXI. **Distribución de horarios del personal de recolección de basura domiciliar**

Días	Horarios	Puestos
Lunes a viernes	3:30 a.m. a 11:30 a.m.	Recolector de ruta
Lunes a viernes	3:30 a.m. a 11:30 a.m.	Chofer de camión compactador
Lunes a viernes Sábados	8:00 a. m. a 13:00 p. m. y de 14:00 p. m. a 17:00 p. m. 07:00 a. m. a 12:00 p. m.	Trabajador de la planta
Lunes a viernes Sábados	8:00 a. m. a 13:00 p. m. y de 14:00 p. m. a 17:00 p. m. 07:00 a. m. a 12:00 p. m.	Personal administrativo
24 horas por 24 horas	8:00 a. m. a 8:00 a. m. del otro día	Guardianía

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.3. Distribución del área de trabajo

Figura 22. Distribución del área de trabajo



Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Análisis de los residuos que se van a recolectar

Antes de continuar con las mejoras es importante analizar cuáles son y cómo se clasifican los residuos domiciliarios más comunes en San Marcos.

Por el área donde se encuentra ubicado San Marcos, cerca de la costa, los residuos orgánicos son muy variados, pero predominan las hojas de mashán que es con lo que se envuelven los tamales; también los restos del consumo alimenticio, así como cáscaras de frutas, tanto de tierra fría como de la costa; así como también. restos de planta de jardín.

Entre los residuos inorgánicos predominan las bolsas de empaque como: el nailon, bolsas de detergentes, pañales desechables, platos desechables, plásticos (PET) en gran cantidad, botellas, chatarra, y aluminio.

La densidad del residuo orgánico en San Marcos fue hallada de una forma técnica, como se describe a continuación.

Se utilizó una caja de cartón con las dimensiones siguientes: 24 cms de alto 24 por 24 cms de ancho y 30 cms de largo. Con lo cual se obtuvo un volumen total del recipiente de 0,01728 mts.³. Se llenó el recipiente de residuos sólidos y luego se procedió a pesar diez muestras de cada caja para hallar un peso promedio del residuo, tanto del orgánico como del inorgánico. Con estos datos se hallaron las densidades del orgánico y del inorgánico con la fórmula $d = m/v$.

Figura 23. **Método utilizado para hallar la densidad**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Tabla de densidad de residuos sólidos de San Marcos**

	Masa (libras)	Densidad (libras/mts ³)	Volumen del recipiente utilizado (mts ³)
Masa de orgánico	7,85	454,282407	0,01728
Masa de inorgánico	4,85	280,671296	0,01728

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. **Mejorar el método de recolección de los desechos sólidos domiciliarios**

Para mejorar el servicio de recolección domiciliar actual, se elabora un convenio anualmente entre la Municipalidad y Mancuerna, donde se enmarcan los compromisos de cada una de estas. Mancuerna es la institución encargada del proyecto Manejo Integrado de Residuos Sólidos (MIRS) en San Marcos, San Marcos.

La Municipalidad se compromete a hacer el pago mensual de una cantidad de dinero, dirigido a las a la institución recolectora. Este pago se tiene que hacer los primeros cinco días de cada mes, sin necesidad de cobro o requerimiento alguno. Además debe implementar una oficina municipal de manejo integrado de residuos sólidos que permita la sostenibilidad del proyecto; reunirse anualmente o cuando sea requerida por las partes, para evaluar el proceso y ajustar los costos de operación y de mantenimiento de todo el proceso MIRS, de tal manera que ninguna de las partes salga afectada.

- Mancuerna se compromete a brindar asistencia técnica a la Municipalidad de San Marcos para mejorar el sistema de recolección de los residuos sólidos de la cabecera municipal.
- Generar una política de recolección de residuos sólidos, por tipo de usuario, que enmarque claramente la obligación de los usuarios del servicio a clasificar sus residuos sólidos de acuerdo con los colores de recipientes establecidos por el proyecto MIRS, para la recolección separativa eficiente.
- Implementar un nuevo contrato que enmarque los compromisos de los usuarios y del prestador del servicio de recolección, transporte y tratamiento de los residuos sólidos, de acuerdo con lo establecido en el Código Municipal y el reglamento vigente. Y compromete a los usuarios a cumplir con las responsabilidades que les corresponden, para crear una cultura en beneficio del medio ambiente y del ornato del área urbana de la cabecera municipal, tanto para los prestadores del servicio como para los usuarios del mismo.

Para las áreas públicas como el mercado municipal, parque central, terminal de buses extraurbanos, calles y avenidas y cementerio general, se considera lo siguiente:

Mejorar las condiciones de trabajo para que los empleados municipales puedan realizar de manera más efectiva la limpieza de las áreas que les son asignadas, implementándoles el equipo de seguridad e higiene necesaria para evitar enfermedades, accidentes y permisos por quebrantos de salud que afectan el rendimiento del trabajo.

Esto se lleva a cabo por medio de EMAP, la Oficina Municipal encargada de los residuos sólidos en la Municipalidad de San Marcos. En los apéndices se presenta el convenio elaborado por la municipalidad y Mancuerna.

2.1.9.1. Reestructuración de rutas de recolección de residuos sólidos

En San Marcos se utilizan dos camiones para la recolección de residuos sólidos domiciliarios un camión compactador y un camión separativo que hacen el mismo recorrido juntos, lo que da lugar a un elevado consumo de combustible por lo que es imprescindible una reestructuración en el diseño de las rutas de recolección de basura. Uno de los caminos para alcanzar esta meta es analizar las rutas actuales con el objetivo de encontrar recorridos innecesarios y tiempos muertos, y así rediseñar nuevas rutas para ahorrar tiempo y recursos para la empresa .

Figura 24. **Camiones recolectores en ruta**



Fuente: elaboración propia.

El método aplicado para la reestructuración de las rutas es el método de peine o barrido de calle, que es el método apropiado por la forma geográfica del municipio y debido a que las calles son muy estrechas.

Los propósitos del diseño de las rutas son:

Dividir el municipio en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, ni mucha ni poca carga.

Desarrollar una ruta para cada subsector, de modo que facilite a cada equipo llevar a cabo el trabajo en una menor cantidad de tiempo y con menor recorrido.

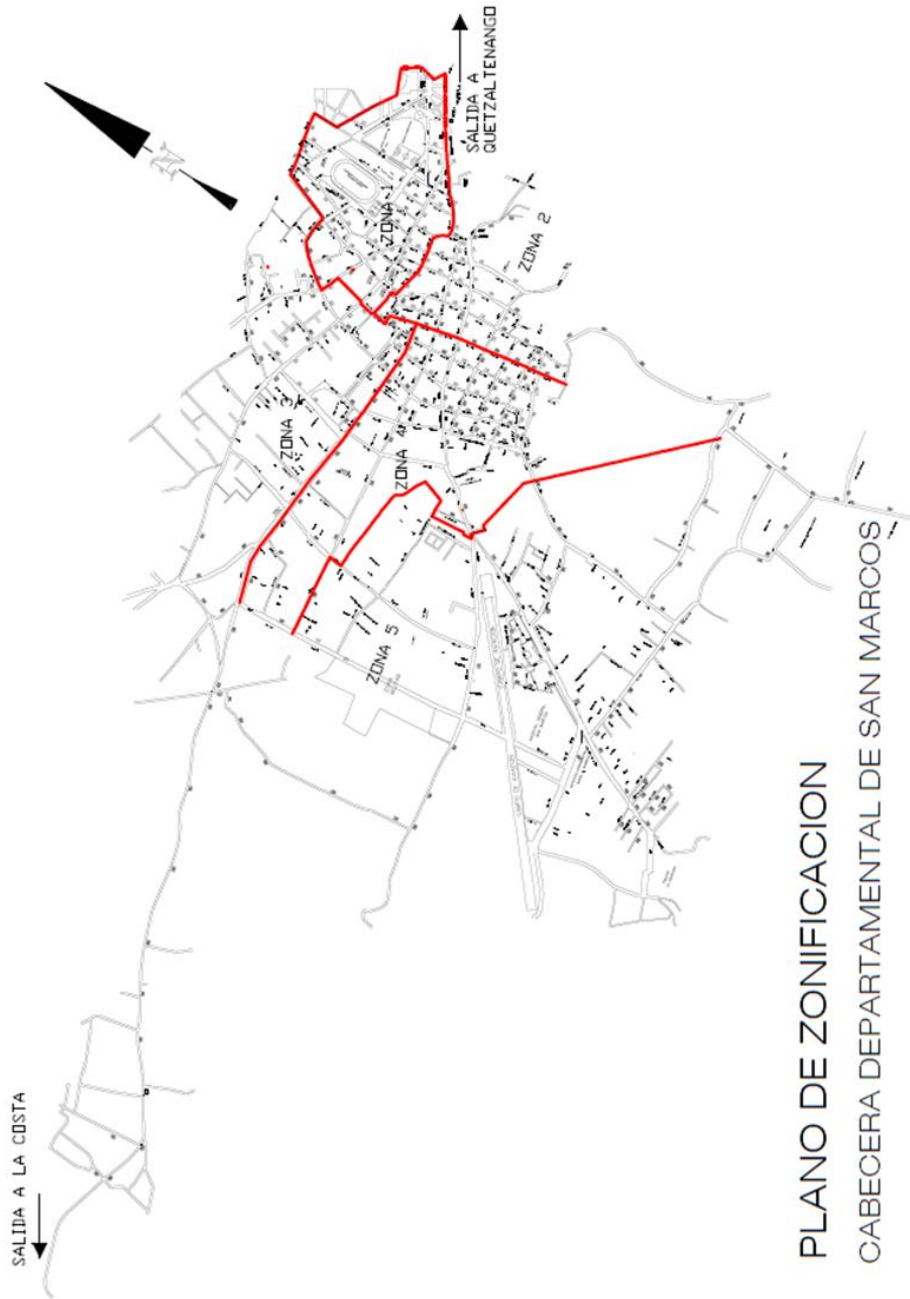
Sectorización:

Según Kunitoshi Sakurai, la sectorización es la primera etapa del diseño de las rutas, la cual consiste en dividir la ciudad en sectores, de manera que cada sector asigne a cada equipo de recolección una cantidad más apropiada de trabajo, utilizando toda su capacidad. Los sectores pueden ser divididos en subsectores.

Para el municipio de San Marcos se dividirá por zonas y cada zona estará dividida en dos rutas de recolección realizada por los mismos camiones, el mismo día y por los mismos operarios, solo que en diferente horario.

La primera ruta se inicia a las 3:45 a.m. y se termina aproximadamente a las 7:00 a.m., la segunda ruta se empieza a las 8:00 a.m. de la mañana para terminar hacia las 10:00 a.m.

Figura 25. Sectorización de las rutas de recolección de residuos sólidos en San Marcos



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2004.

Diagramación:

La diagramación es la segunda etapa del diseño de las rutas y consiste en desarrollar una ruta de recorrido para cada subsector, de manera que permita a cada equipo llevar a cabo el trabajo de recolección de basura con una menor cantidad de tiempo y recorrido.

Datos necesarios:

Para llevar a cabo el trabajo de diagramación se necesitan los siguientes datos:

- Lugar del estacionamiento.
- Lugar de disposición final.
- Sentidos de circulación.
- Hora de mayor cantidad de tránsito y situación de la congestión.
- Topografía.
- Vías transitables y vías no transitables.
- Tipo de trazo de rutas

En cuanto a trazo de rutas de recolección, existen varias técnicas, la utilizada para este estudio es la de barrido de calle, la cual consiste en la recolección en ambos lados de la vía a la vez, de manera que se hace un solo recorrido por calle.

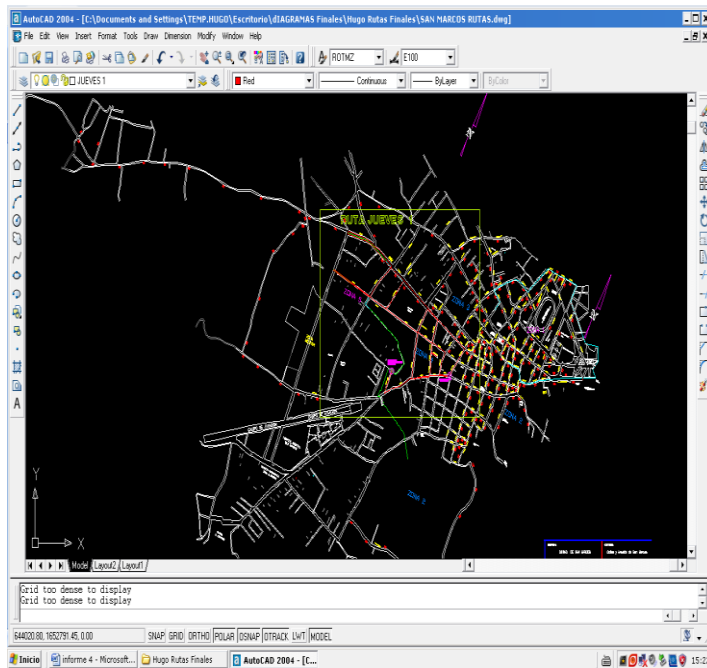
Reglas comunes de diagramación. Las rutas deberán tener las siguientes características:

- Deben evitar duplicaciones, repeticiones y movimientos innecesarios
- Deben contemplar las disposiciones de tránsito

- Deben minimizar el número de vueltas izquierdas y redondas, con el propósito de evitar pérdidas de tiempo al cargar, así como de reducir peligros a la tripulación y minimizar la obstaculización del tráfico.
- Las rutas con mucho tráfico no deben recorrerse en la hora de mayor tránsito.
- Dentro de lo posible, las rutas deberían iniciarse en los puntos más cercanos al lugar de estacionamiento, y conforme avanza el día, ir acercándose al lugar de disposición final con el propósito de disminuir el tiempo de acarreo.
- Las partes más elevadas deben recorrerse en los inicios de ruta
- Dentro de lo posible, las vías empinadas deben recorrerse cuesta abajo, realizando la recolección de ambos lados de las vías, con el fin de aumentar la seguridad del trabajo, acelerar la recolección, minimizar el desgaste del equipo y reducir el consumo de combustible y aceite
- Cuando se usa el trazo "peine" (recolección de ambos lados de las vías, recorriéndose una sola vez cada vía), generalmente es preferible desarrollar las rutas con recorridos largos y rectos en lugar de dar vueltas a la derecha.
- Cuando se usa el trazo "doble peine" (recolección de un solo lado de las vías, por lo cual es necesario recorrer por lo menos dos veces cada vía), generalmente es preferible desarrollar las rutas con las vueltas en el sentido de las agujas del reloj, alrededor de las manzanas.

La siguiente tabla muestra el kilometraje recorrido por las rutas actuales y por las rutas propuestas, así como el kilometraje de recorridos muertos y el kilometraje desde la planta, al inicio de ruta hasta el fin de la ruta de regreso a la planta. Esta medición se llevó a cabo con la topografía realizada con GPS en el área urbana del municipio de San Marcos, con el programa AutoCAD 2004 y con el programa google Earth como se ve a continuación:

Figura 26. Topografía de las rutas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2004.

Tabla XXXIII. **Kilometraje actual vs. Kilometraje nuevo**

Rutas	comparación	Planta a inicio de ruta (mts)	Total de ruta (mts)	Fin de Ruta a planta (mts)	Distancia recorrido (mts)	ahorro en metros
Lunes Ruta 1	Actual	1 094	5 871,25	12 379	19 344,25	33,25
	Propuesta	1 094	5 838	12 379	19 311	
Lunes Ruta 2	Actual	1 095	1 917	932	3 944	0
	Propuesta	1 095	1 917	932	3 944	
Martes Ruta 1	Actual	1 519,79	7 594,07	994,43	10 108,29	755,39
	Propuesta	1 504	7 329,9	519	9 352,9	
Martes Ruta 2	Actual	1 440,5	7 549,06	514,68	9 504,24	2035,49
	Propuesta	2 381,58	3 906,17	1 181	7 468,75	
Miércoles Ruta 1	Actual	1 531,98	5 478,33	1 082,2	8 092,51	378,39
	Propuesta	1 603	5 028,92	1 082,2	7 714,12	
Miércoles Ruta 2	Actual	1 388,3	10 544,78	2 294,76	14 227,84	2 398,73
	Propuesta	1 603	9 144,11	1 082	11 829,11	
Jueves Ruta 1	Actual	1 703,59	5 820,75	1 352,26	8 876,6	483,63
	Propuesta	1 703,59	5 420,12	1 269,26	8 392,97	
Jueves Ruta 2	Actual	1 349,49	3 594,12	1 067	6 010,61	553,67
	Propuesta	969,69	3 344,99	1 142,26	5 456,94	
Viernes Ruta 1	Actual	2 616,42	9 714,37	1 586,43	13 917,22	964,11
	Propuesta	1 764,68	9 230,21	1 958,22	12 953,11	
Viernes Ruta 2	Actual	1 748,77	5 518,99	2 235,22	9 502,98	560,39
	Propuesta	1 748,77	4 958,6	2 235,22	8 942,59	
						8 163,05

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIII se observa el kilometraje de las rutas nuevas y la comparación de las mismas con las rutas antiguas. El ahorro es de 8,16 km por semana. Los días en que se logra mayor ahorro son los días martes y miércoles, ya que el área se presta mejor para aplicar las reglas de

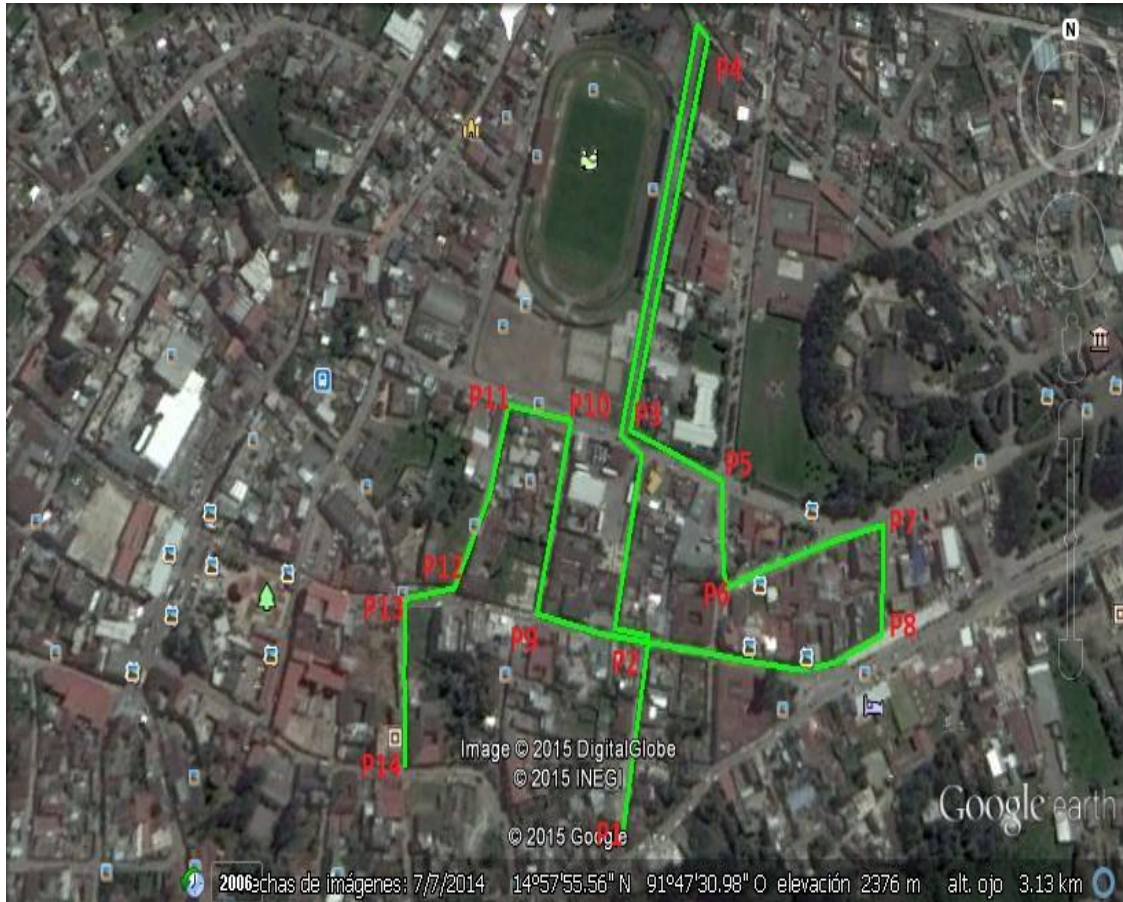
reestructuración de rutas debido a que las calles de San Marcos no están bien estructuradas.

Figura 27. Ruta de recolección del tren de aseo, lunes, primer recorrido



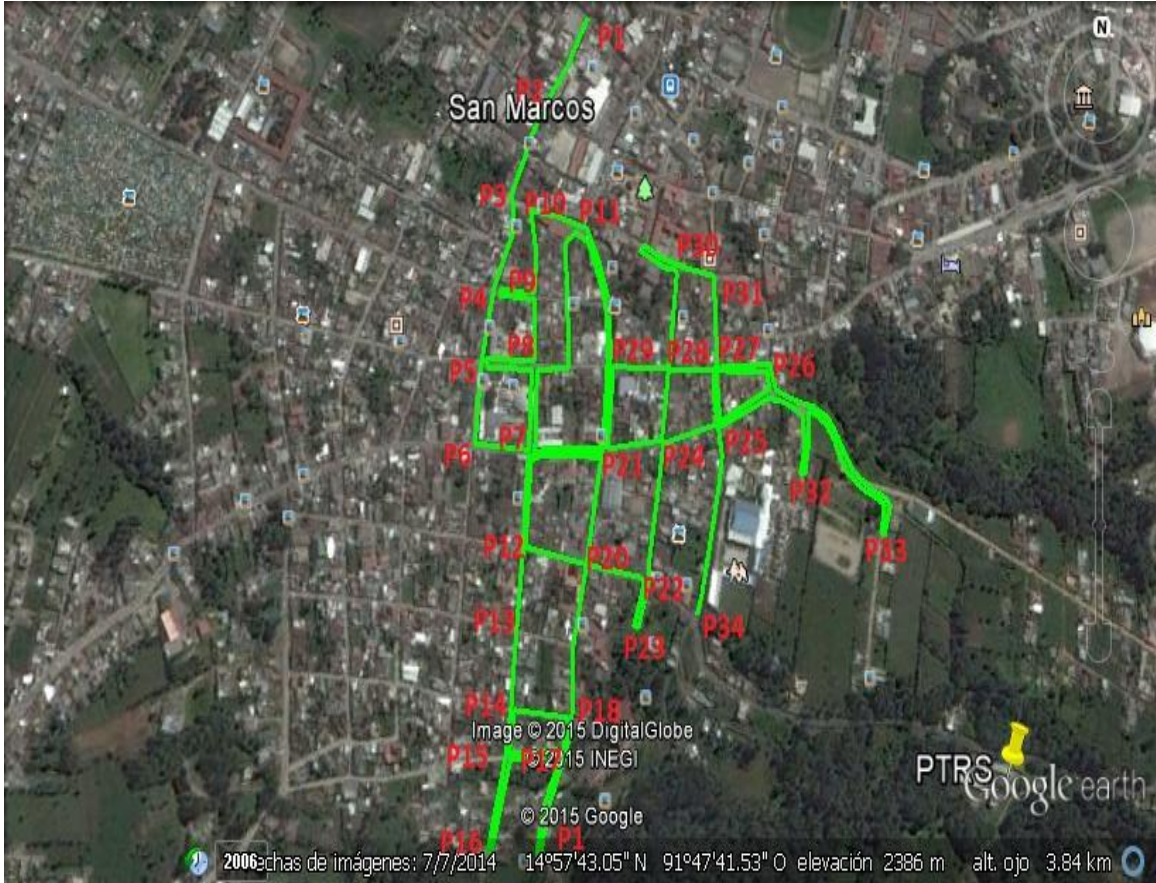
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 28. Ruta de recolección del tren de aseo, lunes, segundo recorrido



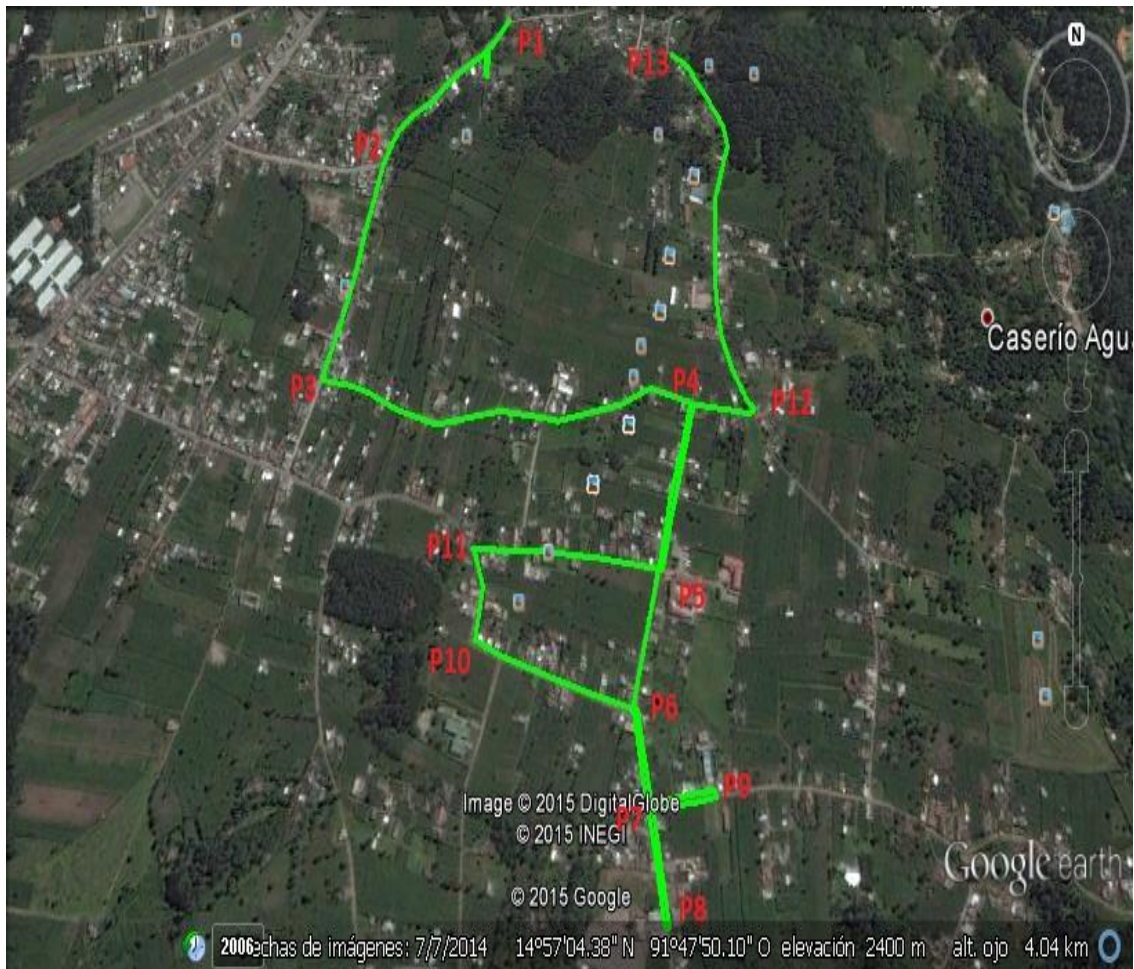
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 29. Ruta de recolección del tren de aseo, martes, primer recorrido



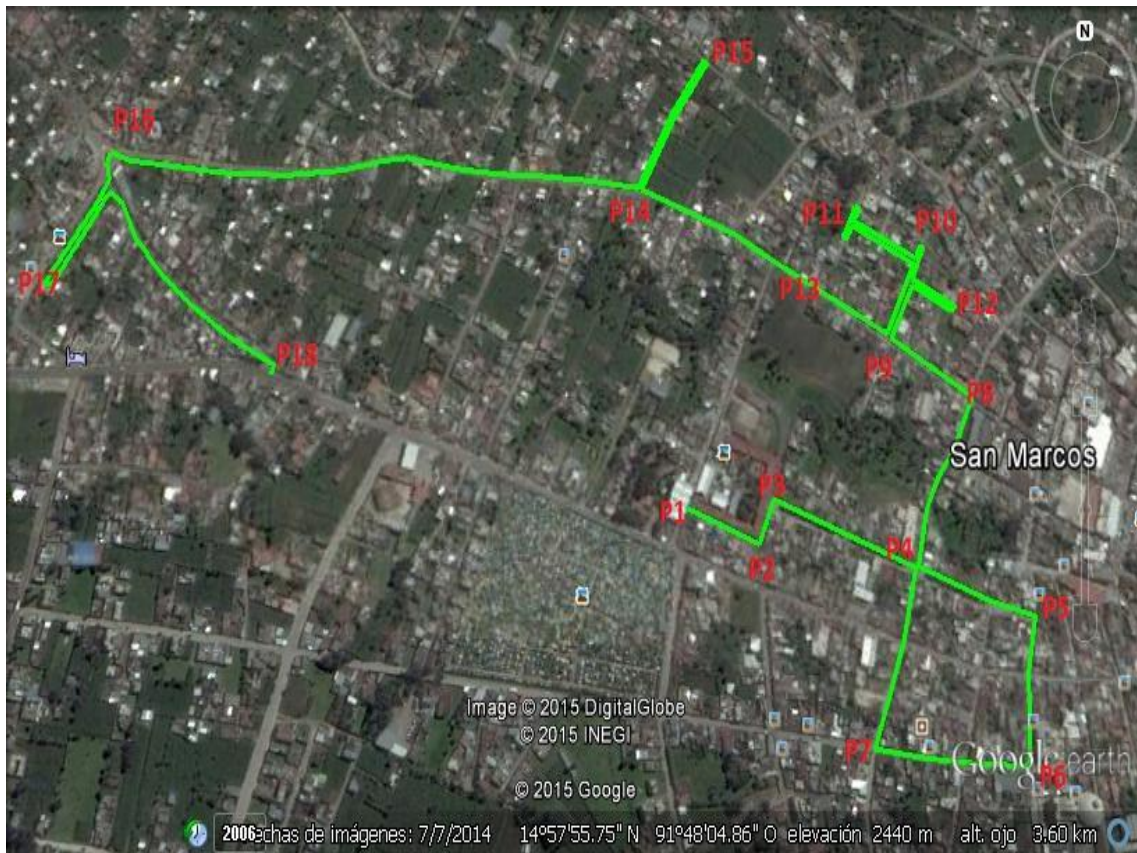
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 30. Ruta de recolección del tren de aseo, martes, segundo recorrido



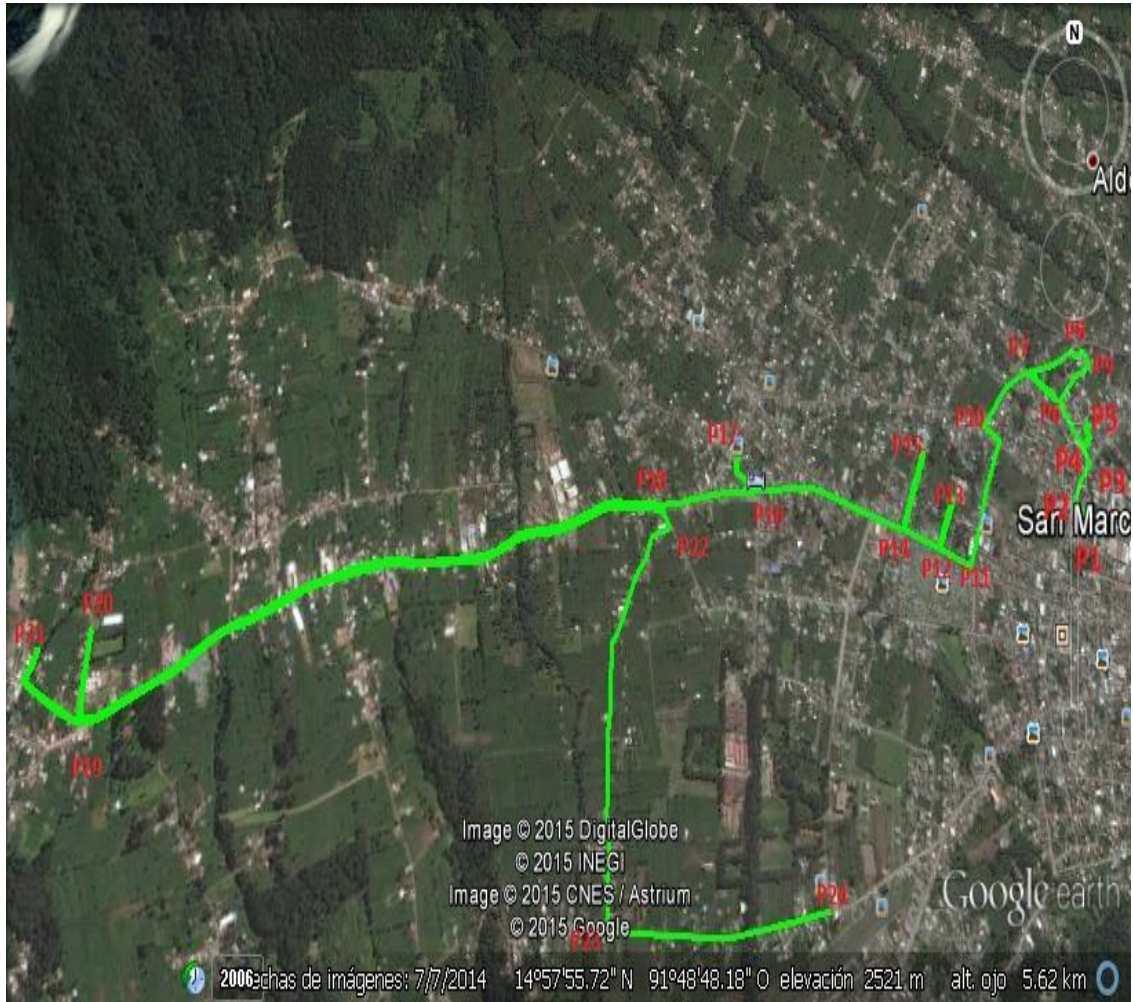
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 31. Ruta de recolección del tren de aseo, miércoles, primer recorrido



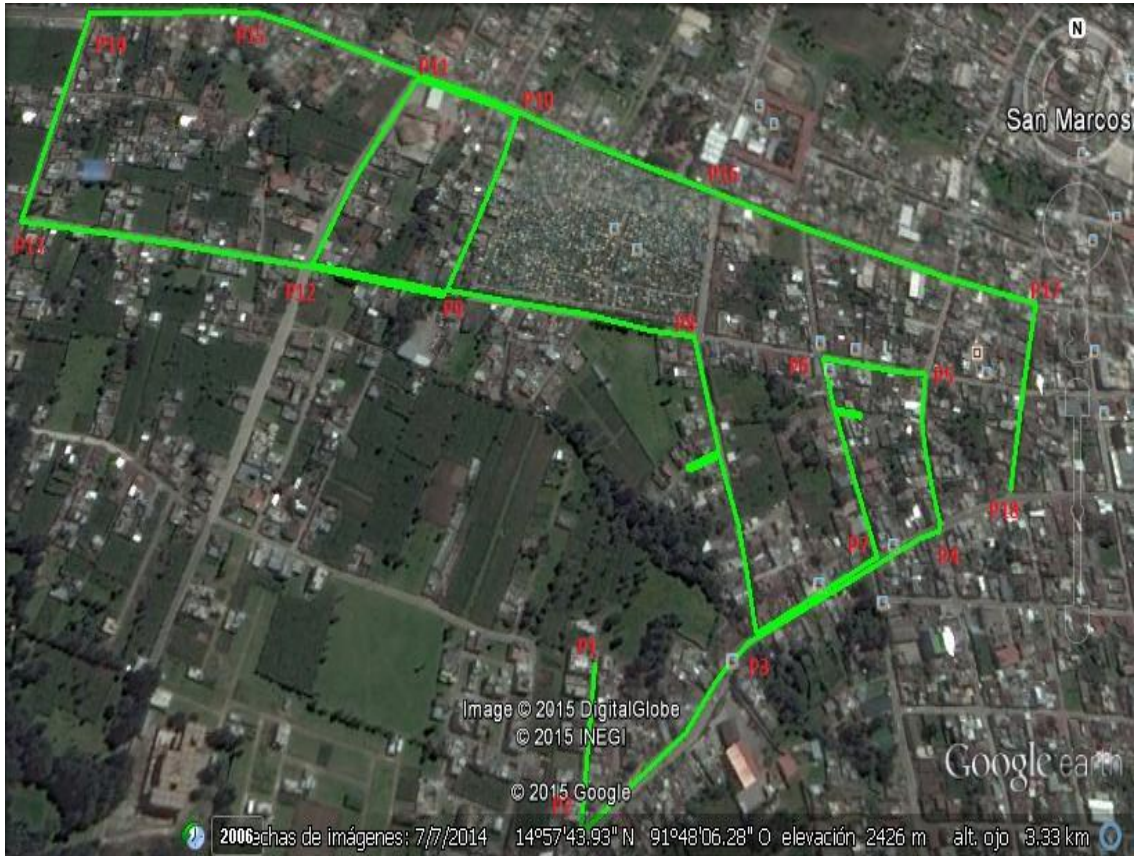
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 32. Ruta de recolección, miércoles, segundo recorrido



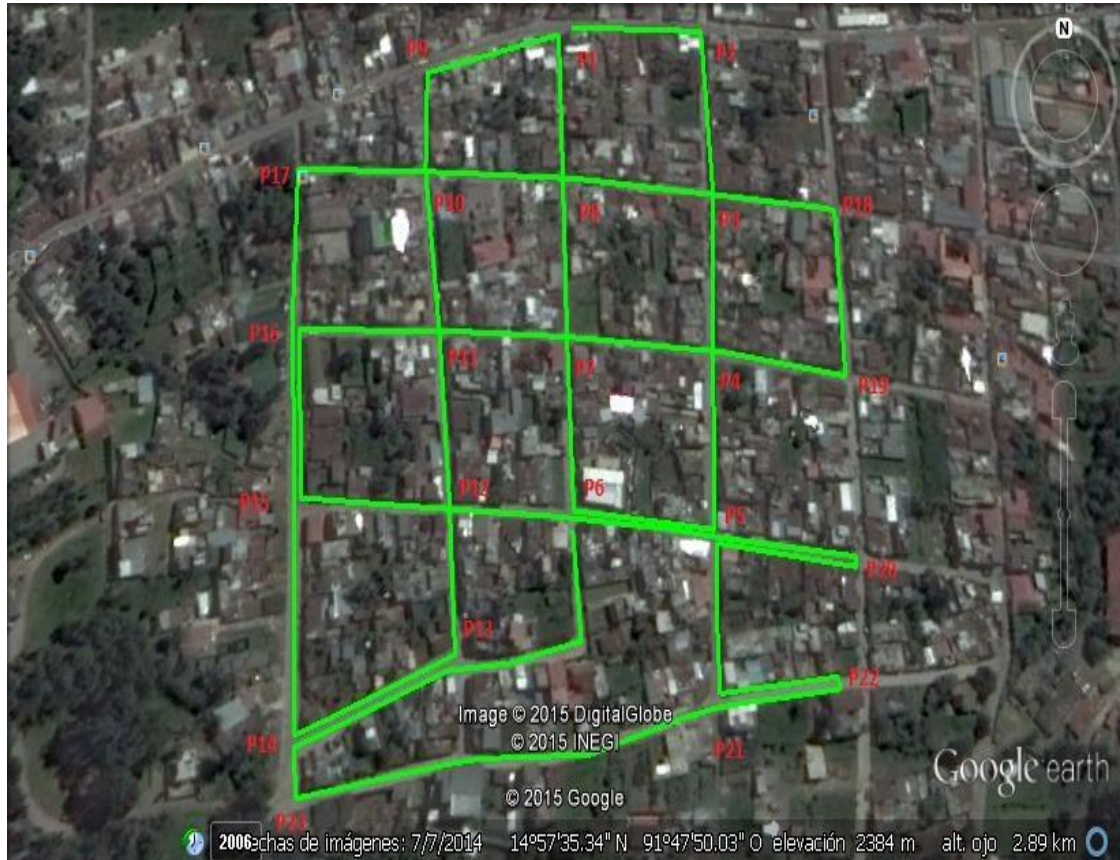
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 33. Ruta de recolección del tren de aseo, jueves, primer recorrido



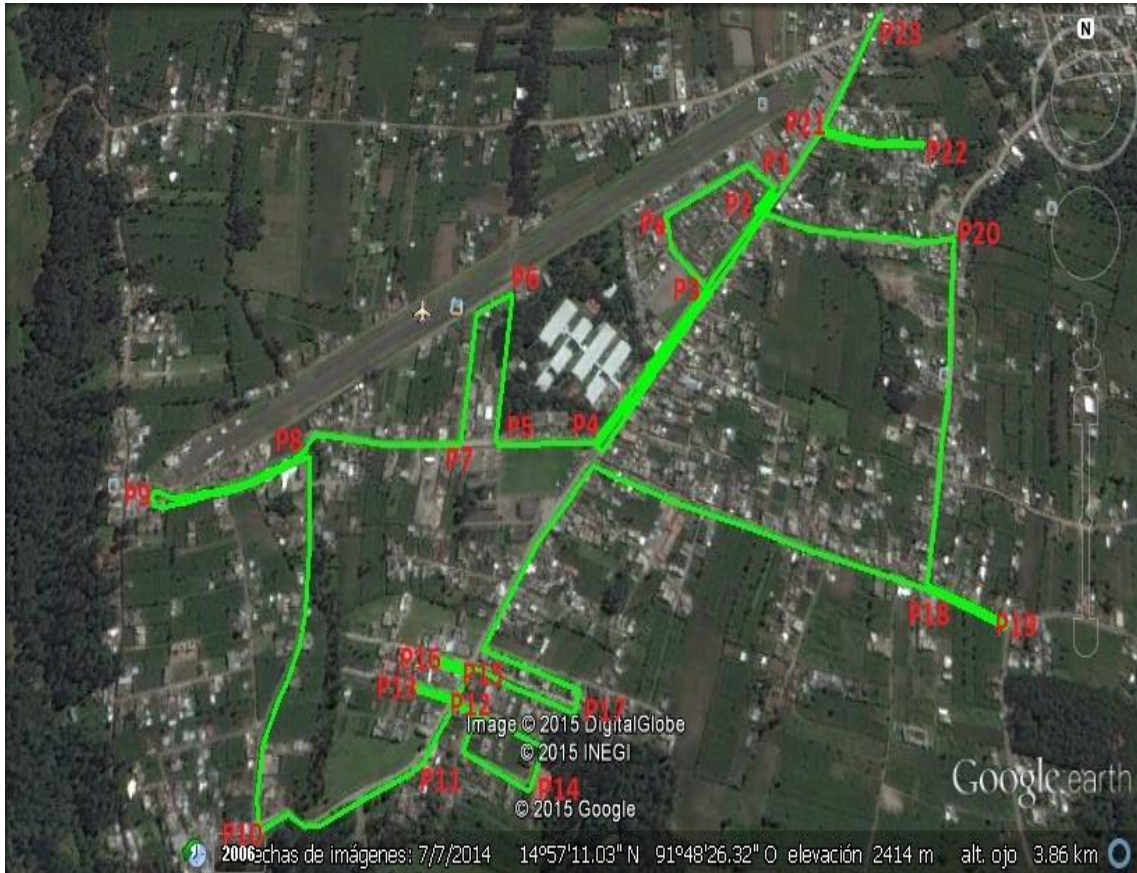
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 34. Ruta de recolección del tren de aseo, jueves, segundo recorrido



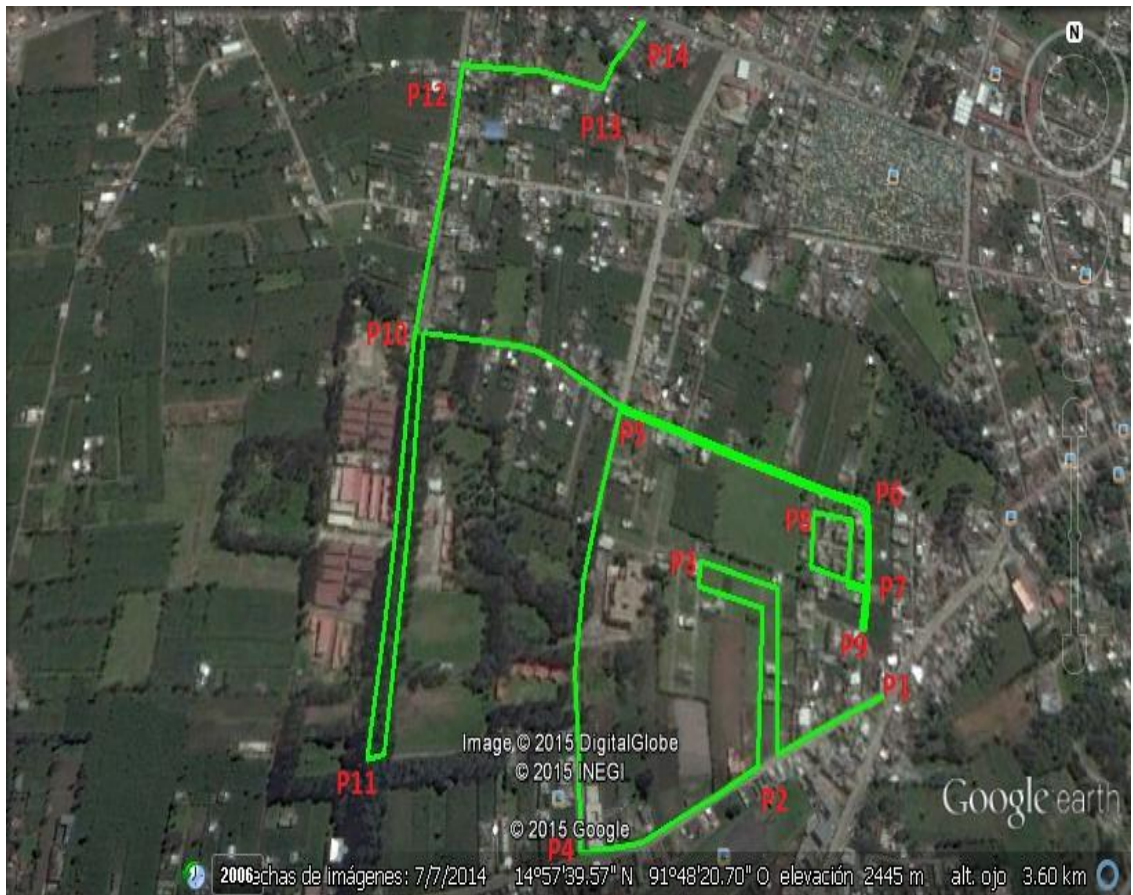
Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 35. Ruta de recolección del tren de aseo, viernes, primer recorrido



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

Figura 36. **Ruta de recolección del tren de aseo, viernes, segundo recorrido**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

2.1.9.2. Horarios de puntos de referencia del vehículo compactador y separativo

Los horarios de punto de referencia proporcionan información de cómo está la ruta, si van en tiempo normal o si van atrasados, y así los usuarios saben con exactitud a qué hora sacar su basura para que no sea derramada por los perros en las calle.

Los tiempos y los usuarios por cuadra se establecen al realizar los recorridos con el camión compactador y el camión recolector. Se tomaron los tiempos en los puntos de referencia y se sacó la topografía de las rutas para medir las distancia cuadra por cuadra, para establecer la información de las tabla siguientes con el respaldo de la Municipalidad de San Marcos y de Mancuerna.

Tabla XXXIV. **Horario de ruta, lunes, primer recorrido**

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: lunes, primera ruta					
Hora inicio: 3:45 a.m.		Hora final: 6:45 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 3 horas y 15 min	
Km inicio: 21891		Km final: 21899		Km recorrido: 8	
Punto I	Punto F	Dirección	Vueltas	Usuarios	Observaciones
P1	P2	5a Avenida Zona 1	Vía	7	Inicia 3:45 a.m. retroceso
P2	P3	7a calle "A"	Izq.	1	
p3	p4	7a Calle "A"	Vía	12	
P4	P5	Litificación Villagrán	Der. Callejón	12	03:55:00 a.m.
P4	P6	7a Calle "A" y Calzada la Revolución del 71.	Vía	13	Al Palacio Maya
P6	P7	Calzada la Revolución del 71	Retorno en vía	3	
P7	P8	2a Avenida	Der.	4	
P8	P9	11a Calle	izq.	1	Telgua
P9	P10	3a Avenida	Der.	8	
P10	P11	12a calle "C"	Der.	2	
P11	P12	12a calle "C"	Retorno en vía	9	
P12	P13	2a Avenida	Der.	2	
P13	P14	13a Calle	Izq.	1	

Continuación de la tabla XXXIV.

P14	P15	4a Avenida "B"	lzq.	5	
P14	P16	13a Calle	vía	1	
P16	P17	5a Avenida "B"	lzq.	5	
P16	P18	13a Calle	Vía	1	
P18	P31	7a Avenida "A"	lzq.	9	
P18	P19	13a Calle	vía	1	
P19	P20	8a Avenida	lzq.	18	4:30 a.m. Terminal
P20	P21	1er callejón	callejón	16	
P20	P22	8a avenida	vía	5	
P22	P23	8a Avenida	vía	9	
P23	P24	8a Avenida	vía	5	
P24	P25	10a Calle	lzq.	5	5:00 a.m.
P25	P26	10a Calle	vía	17	
P26	P27	12a Avenida "A"	Der.	1	
P27	P23	12a Calle "A"	Der.	6	
P27	P22	12a Calle "B"	vía	13	
P22	P28	12 calle "A"	vía	5	
P28	P29	12 calle "A"	vía	1	
P29	P30	5a Avenida "B"	lzq.	6	5:20 a.m. por el Estadio
P30	P31	5a Avenida "B"	lzq.	1	
P31	P28	7a Avenida "A"	vía	4	
P28	P32	7a Avenida "A"	vía	5	
P32	P33	7a Avenida "A"	Vía.	11	
P33	P34	11a Calle	lzq.	5	06:00:00 a.m.
P33	P25	7a Avenida "A"	vía	3	
P25	P35	10a Calle	lzq.	5	
P35	P36	9a calle	Der.	8	
P36	P37	8a avenida	lzq.	5	
P37	P38	8a calle "B"	lzq.	3	6:25:00 a.m.
P38	P39	7a Avenida "A"	lzq.	2	Fin de ruta frente a la municipalidad
Total de usuarios				256	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Horario de ruta, lunes, segundo recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: lunes, segunda ruta					
Hora inicio: 7:00 a.m.		Hora final: 9:15 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 2 horas y 15 min	
Km inicio: 21899		Km final: 21909		Km recorrido: 10	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	4a Avenida "A"	vía	12	Inicio 7:00 a.m.
P2	P3	4a Avenida "A"	vía	5	
P3	P4	4a Avenida "A"	vía	8	
P3	P5	11a Calle	lzq.	4	
P5	P6	3a Avenida "A"	Der.	3	7:30 a.m. Telgua
P6	P7	10a Calle	lzq.	4	
P7	P8	2a Avenida	Der.	7	
P8	P9	9a Calle	vía	6	
P9	P10	4a Avenida "B"	Der.	8	08:00:00 a.m.
P10	P11	11a Calle	lzq.	1	
P11	P12	5a Avenida "A"	lzq.	4	
P12	P13	9a Calle	jaladas	2	
P13	P14	6a Avenida	lzq.	1	8:30:00 a.m. fin ruta
A recoger basura de la Cervecería					
Total de usuarios				65	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Horario de ruta, martes, primer recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta martes, primera ruta					
Hora inicio: 3:45 a.m.		Hora final: 7:00 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 3 horas y 15 min	
Km inicio:21910		Km final: 21920		Km recorrido: 10	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	10a Avenida	vía	6	03:45:00 a.m. Inicio de ruta
P2	P3	10a Avenida	vía	1	
P3	P4	10a Avenida	vía	2	
P4	P5	10a Avenida	vía	4	
P5	P6	10a Avenida	Izq.	4	
P6	P7	5a Calle	Izq.	1	
P7	P8	9a Avenida	vía	6	
P8	P9	9a Avenida	vía	7	
P9	P10	9a Avenida	vía	4	4:15 a.m.
P10	P11	8a Calle "A"	Der.	1	por el Parque Central
P8	P11	8a Avenida "A"	Der.	15	
P11	P7	8a Avenida	Der.	26	
P7	P12	10a Avenida	Izq.	2	
P12	P13	10a Avenida	vía	6	
P13	P14	10a Avenida	vía	9	
P14	P15	10a Avenida	vía	9	4:30 a.m.
P15	P16	10a Avenida	vía	6	callejón Los Perales
P15	P17	1a Calle	Reversa	3	
P14	P18	2a Calle	Der.	5	
P18	P19	8a Avenida	Der.	6	
P18	P20	8a Avenida	vía	13	5:00 a.m.
P20	P21	8a Avenida	Izq.	6	Colegio San Carlos
P12	P22	4a Calle	Der.	18	
P22	P23	7a Avenida	vía	1	
P22	P24	7a Avenida	vía	18	

Continuación de la tabla XXXVI.

P24	P25	5a calle	Der.	7	5:30 a.m.
P25	P26	5a Calle	vía	7	
P26	P27	6a Calle	Izq.	5	
P27	P28	6a Calle	vía	4	
P28	P29	6a Calle	vía	8	6:00 a.m.
P29	P30	7a Avenida	Izq.	25	
P30	P31	8a Calle "B"	Der.	9	
P31	P32	6a Avenida	Der.	12	
P32	P33	Lotificación San Marcos	Der.	26	6:30 a.m.
P32	P34	Camino a las Castalias	Der.	2	Camino a Las Castalias
P32	P35	6a Avenida	Izq.	11	Colegio San Marcos
P35	P36		vía	8	Camino a Agua Tibia
P36	P37		vía	1	7:00 a.m. Camino a Champolla
Total de usuarios				304	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Horario de ruta, martes, segundo recorrido**

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: martes, segundo recorrido.					
Hora inicio: 7:00 a.m.		Hora final: 9:30 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 2 horas y 30 min	
Km inicio: 21924		Km final: 21935		Km recorrido: 11 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	1a Calle	vía	29	Inicio ruta 7:30 A.M.

Continuación de la tabla XXXVII.

P2	P3	1a Calle	vía	11	
P3	P4	Calle de La Colonia	Izq.	19	
P4	P5	Ingreso a Intervida	Der.	7	Intervida 8:00 A.M.
P5	P6	Calle Principal Sector El Carmen, Las Lagunas	vía	8	
P7	P8	Caserío Navidad	vía	1	Escuela Las Lagunas
P7	P9	Ingreso a Escuela de Niños Especiales	Der.	6	Escuela de Niños Especiales
P6	P10	Calle Principal Sector El Carmen Las Lagunas	Izq.	8	08:20:00 a.m.
P10	P11	15 Avenida	Der.	3	
P11	P5	Calle Principal Sector El Carmen Las Lagunas	Der.	10	
P4	P12	Calle de La Colonia	Der.	1	
P12	P13	0 Calle	Izq.	14	Fin de Ruta 8:40 A.M.
Total de usuarios				117	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Horario en ruta, miércoles, primer recorrido**

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: Miércoles, primer recorrido					
Hora inicio: 3:35 a.m.		Hora final: 7:20 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 3 horas y 45 min	
Km inicio:21935		Km final: 21942		Km recorrido: 7 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	7a Calle "A"	inicio	9	Inicio de Ruta 3:45 A.M.

Continuación de la tabla XXXVIII.

P2	P3	13a Avenida "A"	Izq.	3	Detrás de la Universidad
P3	P4	8a Calle	Der.	23	
P4	P5	8a Calle	vía	21	
P5	P6	10a Avenida	Der.	10	
P6	P7	6a Calle	Der.	17	
P7	P4	12a Avenida	Der.	13	
P4	P8	12a Avenida	vía	16	
P8	P9	9a Calle	Izq.	17	Arriba de la Policía Nacional (4:25 a.m)
P9	P10	12a Avenida "A"	Der.	13	
P10	P11	Lotificación San Jorge II	Retroceso	17	
P10	P12	Lotificación San Jorge I	Retroceso	11	Oficinas de Mancuerna (5:00)
P9	P13	9a Calle	vía	26	
P13	P14	9a Calle	vía	25	5:25 a.m.
P14	P15	15 Avenida	Der.	18	
P14	P16	9a Calle	vía	40	6:30 A.M.
P16	P17	9a Calle	vía	2	Redondel a la escuela de Sochel
P16	P18	Entrada a San Rafael Sochel	Der.	13	07:00:00 a.m.
Total de usuarios				294	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. Horario de ruta, miércoles, segundo recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: miércoles, segundo recorrido					
Hora inicio: 8:00 a.m.		Hora final: 10:30 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 2 horas y 30 min	
Km Inicio:21935		Km final: 21949		Km recorrido: 14 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	9a Calle	Inicio	6	Inicio de ruta 8:00 a.m.
P2	P3	12a Avenida	Der.	12	
P3	P4	10a Calle	Izq.	3	
P4	P5	Lotificación Vía Norte	Retroceso	15	08:15:00 a.m.
P4	P6	10a Calle	vía	21	
P6	P7	10a Calle	vía	12	
P7	P8	14a Avenida	Der.	10	
P8	P9	Atrás Pasaje Minerva	Der.	7	
P9	P6	Reserva Militar	Der.	14	08:45:00 a.m.
P7	P10	14a Calle	Izq.	20	
P10	P11	14a Avenida "A"	Vía.	31	
P11	P12	7a Calle	Der.	16	frente al cementerio (9:00 a.m.)
P12	P13	Avenida Rosario	Retroceso	14	
P12	P14	7a Calle	Vía.	10	
P14	P15	15a Avenida	Retroceso	22	
P14	P16	7a Calle	vía	8	Pollo dorado (9:30 a.m.)
P16	P17	a Escuela de San Rafael Sochil	vía	3	
P16	P18	7a Calle	Der.	6	
P18	P19	7a Calle	vía	17	Camino a la costa (10:00 a.m.)
P19	P20	Escuela El Rincón	Vía	6	
P19	P21	Escuela El rincón	Vuelta en "U"	1	
P22	P23	18 Avenida	Der.	10	
P23	P24	5a Calle "A"	Izq.	29	Fin ruta 10:30 A. M.
Total de usuarios			293		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Horario de ruta, jueves, primer recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: jueves, primer recorrido					
Hora inicio: a.m. 3:45		Hora final: a.m. 7:00		Tiempo recorrido en promedio: 3 horas y 15 min	
Km inicio:21808		Km final: 21816		Km recorrido: 8 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	Callejón Juanita	Inicio de R	11	Inicio Ruta 3:45
P2	P3	5a Calle	vía	35	
P3	P4	5a Calle	vía	24	Gasolinera Puma 4:15
P4	P5	12a Avenida	lzq.	14	
P5	P6	6a Calle	lzq.	11	
P6	P7	14a Avenida	lzq.	29	
P7	P8	5a Calle	Der.	41	05:00:00 a.m.
P8	P9	6a Calle	lzq.	46	detrás del cementerio
P9	P10	14a Avenida "A"	Der.	17	
P10	P11	7a Calle	lzq.	1	
P11	P12	15 Avenida	lzq.	15	
P12	P9	5a Calle	lzq.	5	
P12	P13	5a Calle	Vía	12	06:00:00 a.m.
P13	P14	16 Avenida	Der.	8	avenida de la zona
P14	P15	7a Calle	Der.	11	
P15	P16	7a Calle	vía	1	
P16	P17	7a Calle	vía	31	
P17	P18	11 Avenida	Der.	22	Fin ruta 7:00 A.M.
Total de usuarios				334	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Horario de ruta, jueves, segundo recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: jueves, segundo recorrido					
Hora/ inicio: a.m. 8:00		Hora final: a.m. 10:30		Tiempo recorrido en promedio: 2 horas y 30 min	
Km inicio:21816		Km final: 21822		Km recorrido: 6 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	observaciones
P1	P2	5a Calle	Der.	5	Inicio 8:00 A.M.
P2	P3	10a Avenida	vía	8	
P3	P4	10a Avenida	vía	10	
P4	P5	10a Avenida	vía	6	
P5	P6	2a Calle	Der.	7	
P6	P7	11a Avenida	Der.	3	08:20:00 a.m.
P7	P8	11a Avenida	vía	6	
P8	P9	5a Calle	lzq.	8	
P9	P10	12a Calle	lzq.	7	
P10	P11	12a Calle	vía	7	
P11	P12	12a Calle	vía	4	
P12	P13	12a Calle	vía	6	08:40:00 a.m.
P13	P14	1a Calle "A"	Der.	7	
P14	P15	13a Avenida	Der.	13	
P15	P16	13a Avenida	vía	2	
P16	P17	13a Avenida	vía	8	
P17	P18	4a Calle	Der.	21	09:00:00 a.m.
P18	P19	9a Avenida	Der.	9	
P19	P16	3a Calle	Der.	32	
P15	P20	2a Calle	lzq.	23	
P20	P21	10a Avenida	Der.	6	
P21	P22	1a Calle	Retroceso	7	
P21	P14	1a Calle	Vía	6	Por el Rastro Municipal
P14	P6	1a Calle "A"	Der.	20	10:25 A.M. fin ruta
Total de usuarios			231		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Horario de ruta, viernes, primer recorrido

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: viernes, primer recorrido					
Hora inicio: a.m. 3:45		Hora final: 8:10 a.m.		Tiempo recorrido en promedio: 4 horas y 25 min	
Km inicio: 21825		Km final: 21836		Km recorrido: 11 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	5 Calle	vía	1	Hora de inicio 3:45
P2	P3	5 Calle	vía	34	
P3	P4	5 Calle	vía	16	
P4	P5	5 Calle "B"	vía	1	
P5	P6	16 Avenida Sur	Der.	3	4:15 A.M.
P6	P7	17 Avenida "A"	Izq.	4	
P7	P8	5 Calle	Der.	15	
P8	P9	Arriba del aeropuerto	Vía	9	Arriba del Aeropuerto (4:45 A.M.)
P9	P10	Al colegio la Asunción	Der.	5	
P10	P11	5 Calle	Der.	1	
P11	P12	5 Calle	vía	1	
P12	P13	Acceso 5	Izq.	12	
P12	P14	Litificación San Miguel	Der.	11	
P12	P15	5 Calle	vía	3	
P15	P16	4to Callejón	Izq.	14	
P15	P17	5to Callejón	Der.	22	
P15	P4	5 Calle	vía	18	
P4	P18	15 Avenida	Der.	79	5:15 A.M.
P18	P19	15 Avenida	vía	8	Camino a Las Lagunas
P18	P20	1 Calle	Izq.	6	6:30 A.M.
P20	P2	14 Avenida "A"	Izq.	36	
P2	Pa	Colonia Justo Rufino Barrios	Izq.	39	7:30 A.M.
Pa	P21	5 Calle	Der.	16	Se entra al hospital
P21	P22	Avenida Primavera	Der.	32	

Continuación de la tabla XLII.

P21	P23	5 Calle	Vía	15	Fin ruta 8:10 A.M.
Total de usuarios			401		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Horario de ruta, viernes, segundo recorrido**

Horario en punto de referencia del vehículo recolector y dirección en ruta #: viernes, segundo recorrido					
Hora inicio: a.m. 9:30		Hora final: a.m. 11:30		Tiempo recorrido en promedio: 2 horas	
Km inicio: 21839		Km final: 21847		Km recorrido: 8 km	
Punto I	Punto F	Dirección	Vuelta	Usuarios	Observaciones
P1	P2	5 Calle "A"		19	Inicio de ruta 9:30 A.M.
P2	P3	Litificación El Jordán		1	Litificación El Jordán
P2	P4	5 Calle "A"		11	
P4	P5	15 Avenida		10	
P5	P6	6 Calle "A"		6	
P6	P7	Callejón Los Cerezales		1	
P7	P8	Litificación Los Cerezales		21	10:10:00 a.m.
P7	P9	Callejón Los Cerezales		5	
P5	P10	6 Calle "A"		20	10:45 a.m.
P10	P11	16 Avenida		1	Se entra a la zona
P10	P12	16 Avenida		12	
P12	P13	7a Calle		17	
P13	P14	7a Calle		1	Fin ruta 11:30 A.M.
Total de usuarios			125		

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3. Elaboración de formatos de usuarios por ruta y por zona

Se diseñaron los formatos según a la cantidad de residuos generados por días de recolección, y de cada ruta, con el objetivo de llevar un control diario de cuánto se genera de residuos por ruta y cuál es el promedio de producción de cada usuario.

Los formatos se diseñaron con el personal involucrado en el servicio de recolección de residuos sólidos: los recolectores, el piloto del camión compactador, el piloto del camión separativo, el encargado de la PTRS de San Marcos y el encargado de la Municipalidad que recorre las rutas y que tiene como función revisar si los usuarios están al día con el pago de su servicio, dar información de cómo escribir su servicio de recolección en la Municipalidad y controlar cualquier problema en ruta de recolección.

Figura 37. **Usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos**



Fuente: Municipio de San Marcos.

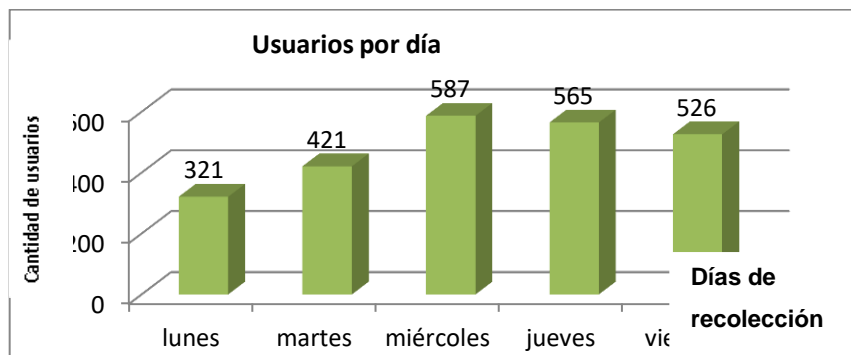
La tabla XLIV y la figura 38 muestran la cantidad de usuarios de cada ruta y de cada día de recorrido del camión recolector y el camión compactador. Según los datos de esta tabla, el día lunes solo se cuenta con 321 usuarios y el martes se cuenta con 421 usuarios, son los días que se tiene menos servicios de recolección, ya que las rutas son más cortas, esto es debido a que es la zona céntrica del departamento y hay muy pocas viviendas y bastantes comercios.

Tabla XLIV. **Usuarios por ruta y zona**

USUARIOS	Ruta 1	Ruta 2	Usuarios por día
lunes	256	65	321
martes	304	117	421
miércoles	294	293	587
jueves	334	231	565
viernes	401	125	526
Total de usuarios			2420


Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Gráfica de usuarios por día**




Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Formatos de ingreso de residuos sólidos del camión separativo**



Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del río El Naranjo
Proyecto: Manejo Integrado de Residuos Sólidos
Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos
Boleta de control de residuos del Camión separativo

No. 0001



Horario de inicio de Ruta: _____

Horario de Final de Ruta: _____

Tiempo Efectivo: _____

Kilometraje de inicio de Ruta: _____

Kilometraje de Final de Ruta: _____

Distancia Recorrida: _____

Fecha: _____

No. De Ruta: _____

Placas: _____

Piloto: _____

Residuo	Medidas en M ³			Volumen M ³
	Alto	Ancho	Largo	
Vidrio				
Papel				
Plástico				
inorgánico				
Suelto				
Cartón				
Orgánico				


Observaciones: _____

Encargado PTRS

Piloto del Camión Separativo

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Formatos de ingreso de residuos sólidos del camión municipal**



Municipio de San Marcos


Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del río El Naranjo

Proyecto: Manejo Integrado de Residuos sólidos

Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos

Boleta de control de residuos camión municipal

No. 0001



MANCOMUNIDAD
de Municipios de la Cuenca del río El Naranjo

Fecha: _____

Placas: _____

Día: _____

No. Ingreso: _____

Piloto: _____

De _____

	Medidas en M ³	
	R1	R2
Alto		
Ancho		
Largo		
Volumen		

Procedencia: _____


Observaciones: _____

Encargado PTRS

Piloto del camión municipal

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Formato de control de actividades diarias del Tren de Aseo

 <p>Municipalidad de Municipios de la Cuenca del río El Naranjo Proyecto: Manejo Integrado de Residuos sólidos Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Boleta de control de actividades diarias del Tren de Aseo No. 0001</p> 		
No.	Actividad	Ubicación
Obseveaciones: _____ _____ _____		Jefe de EMAP _____ Encargado de la Municipalidad.

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.4. Elaboración de formatos de kilometraje y tiempo por ruta y por zona

Los formatos de kilometraje son muy importante debido a que en estos se establece cual es la distancia de cada ruta, medida con el espirómetro del camión, y si hubo algún actividad diferente que no sea la de recolectar residuos sólidos, como por ejemplo si salió el camión a mantenimiento o si tuvo que ir a traer residuos a algún lugar fuera de ruta.

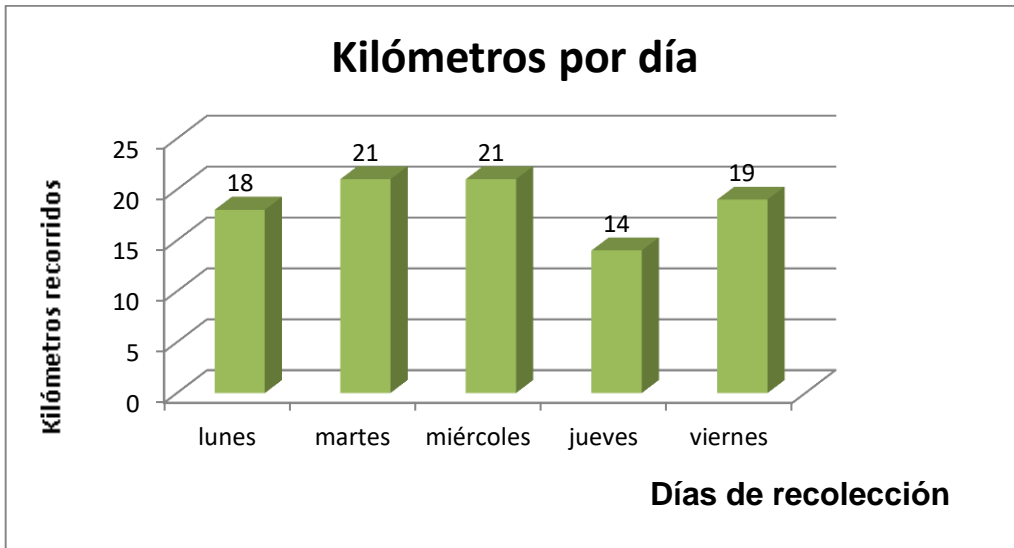
Con los datos de la tabla XLV y de la figura 44 se evidencia que la ruta más corta es la del jueves y que las rutas más largas son las del martes y la del miércoles.

Tabla XLV. **Kilometraje de ruta**

Kilometraje			
Día	Ruta 1(Km)	Ruta 2(KM)	Kilómetros por día
lunes	8	10	18
martes	10	11	21
miércoles	7	14	21
jueves	8	6	14
viernes	11	8	19
Total Km/semana			93



Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Gráfica de kilometraje de ruta



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Formato de kilometraje del camión compactador

 <p>Municipio de San Marcos</p>	<p>Mancomunidad de Municipios de la cuenca del río El Naranjo Proyecto: Manejo Integrado de Residuos Sólidos Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Boleta de kilometraje del camión compactador</p>	 <p>MANCUERNA <i>Trabajando por el agua para presentir y fortalecer gobiernos</i></p>
<p>Kilometraje</p> <p>Planta a punto de inicio ruta 1: _____</p> <p>Inicio de ruta 1: _____</p> <p>Final de ruta 1: _____</p> <p>Fin de ruta a planta: _____</p> <p>Planta a punto de inicio ruta 2: _____</p> <p>Inicio de ruta 2: _____</p> <p>Final de ruta 2: _____</p> <p>Fin de ruta a planta: _____</p> <p>Distancia de ruta 1: _____</p> <p>Distancia ruta 2: _____</p> <p>Distancia puerta: _____</p> <p>Distancia total: _____</p>		
<p>—</p> <p>Piloto del camión compactador</p>	<p>—</p> <p>Encargado de PTRS</p>	

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.5. Equipo de recolección

El equipo de seguridad industrial que se maneja para recolectar los residuos sólidos en San Marcos es el adecuado, ya que se cuenta con overoles identificados con su nombre, así como también con los implementos de seguridad industrial: guantes, mascarillas, gorras contra el sol, cinturones de fuerza y capas para la época de lluvia.

Cuando el personal de planta se enferma existe un botiquín de primeros auxilios que cubre las necesidades básicas, y cuando los síntomas no se calman los afectados son remitidos al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) para los chequeos necesarios. Según el resultado de estos reportes se toma la decisión de suspenderlos o no.

Figura 46. **Equipo de recolección**



Fuente: PTRS.

Figura 47. **Equipo de seguridad e higiene industrial**

Nombre	Figura	Especificaciones	Tipo
Guantes		Recubrimiento de hule, resistente a la abrasión para mejor agarre en húmedo.	De lona
Capas		Capas impermeables especiales para la época de lluvia resistentes a la abrasión.	Impermeable
Gorras		Gorra de lona gruesa ajustable a la cabeza y transpirable	De lona
Mascarillas		Eficiencia de un 95 %, sello nasal tipo clic.	Desechable
Botas		Hule natural impermeable y lavable	Hule
Cinturón de fuerza		Cinturón de cuero talla única ajustable a la persona.	cuero
Lentes		Color del lente: claro. Resistente a impactos. Protección solar UV al 99,9 %. Lente de seguridad y de lectura. Tiene hule suave en la nariz.	Policarbonato

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6. Control de recolección

El control en ruta es muy importante, ya que con esto se pretende eliminar toda clase de problemas existentes, desde el trato con los clientes por parte de los recolectores, hasta asuntos de pagos el servicio adecuado y la revisión de las mensualidades al día. Este proceso es realizado por un supervisor de la Municipalidad, el cual es el encargado de ir en ruta, haciendo las revisiones respectivas de casa en casa.

Por la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición de basura y desperdicios, se cobraría una tasa mensual de acuerdo al uso que se le dé al inmueble y a la frecuencia del servicio, de la siguiente manera:

Los costos de los servicios fueron establecidos por la municipalidad de San Marcos ya que el proyecto no es autosustentable actualmente.



Usuarios.....	Q. 11,00
Iglesias.....	Q. 11,00
Empresas privadas.....	Q. 11,00
Instituciones.....	Q. 50,00
Colegios.....	Q. 50,00
Restaurantes.....	Q. 50,00
Hoteles.....	Q. 50,00
Panaderías.....	Q. 250,00
Hospitales.....	Q. 250,00

Requisitos para prestar un nuevo servicio

- Copia de recibo de pago
- Copia de boleto de ornato

- Fotocopia de DPI
- Contrato del Tren de Aseo
- Copia del convenio de clasificación de basura del usuario del Tren de Aseo Municipal

Figura 48. **Convenio de clasificación de residuos sólidos del Tren de Aseo**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	<p>MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS TELÉFONO: 77601570 FAX: 77608131</p> <p>CONVENIO DE CLASIFICACIÓN DE BASURA DE USUARIOS DEL TREN DE ASEO MUNICIPAL</p>	 <p>MANCUERNA <i>Trabajando por el agua para presentir y sentir gozándonos</i></p>						
<p>Yo: _____ de _____ años de edad, identificado (a) mediante documento personal de identificación (DPI) No. _____ extendido por RENAP del Municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, con residencia en: _____, registrado en la Municipalidad de San Marcos, con número de tarjeta: _____ con <input type="checkbox"/> un servicio de Tren de Aseo municipal <input type="checkbox"/> dos servicios <input type="checkbox"/> tres servicios, por medio del presente convenio me comprometo a realizar la clasificación de la basura en mi casa de habitación; conforme lo indican los responsables del proyecto “Manejo Integrado de Residuos Sólidos”. Me comprometo también a cuidar y dar un buen uso a los recipientes que me serán entregados en su oportunidad, manteniéndolos en buen estado y en caso de deterioro hacer la reposición correspondiente como me lo indica la Municipalidad. Cuyo servicio considero de mucho beneficio, porque vendrá a ayudar con el proceso que se está implementando por parte de la Municipalidad de San Marcos para la protección del medio ambiente en nuestro municipio, y para validez de lo expuesto, firmo al pie del presente, en el municipio de San Marcos, a los _____ días del mes de _____ del año _____.</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Usuarios del servicio de Tren de Aseo Municipal.</p>								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Uso exclusivo del encargado de almacén</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Recipiente verde</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Costal negro</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Costal amarillo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Costal rojo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Costal celeste</td> </tr> </table>			Uso exclusivo del encargado de almacén	Recipiente verde	Costal negro	Costal amarillo	Costal rojo	Costal celeste
Uso exclusivo del encargado de almacén								
Recipiente verde								
Costal negro								
Costal amarillo								
Costal rojo								
Costal celeste								

Fuente: Planta de Tratamientos de Residuos Sólidos.

2.1.10. Clasificación de los desechos sólidos

Existen varias formas de clasificar los residuos sólidos municipales:

- Por su naturaleza física: seca o mojada.
- Por su composición química: orgánica e inorgánica.
- Por los riesgos potenciales: peligrosos y no peligrosos.
- Por su origen de generación: domiciliarios, comerciales, industriales, de escuelas, de mercados, etc.

Figura 49. Clasificación de los residuos sólidos



Fuente: <http://es.slideshare.net>. Consulta 10 de octubre de 2016.

Al margen de las definiciones anteriores, para lograr definir los desechos sólidos de una forma precisa, lo más importante es hacer una clasificación de estos para identificar sus características principales y conocer de qué clase de desechos se trata.

Por su composición

Los desechos sólidos se clasifican por su composición química en desechos orgánicos (combustibles) y desechos (incombustibles).

2.1.10.1. Residuos orgánicos o biodegradables

Son aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos como lombrices, hongos y bacterias principalmente.

Los residuos orgánicos se generan de los restos de los seres vivos como plantas y animales, por ejemplo: cáscara de frutas y verduras, cáscaras de huevo, restos de alimentos, huesos, papel, cartón, textiles, telas naturales (seda, lino, algodón), desechos de jardín, madera, cuero, etc.

A este desecho se le designa como basura húmeda, por estar compuesto de elementos que son susceptibles de sufrir una descomposición biológica, es decir que se biodegradan. Estos son generados en zonas residenciales y establecimientos comerciales que tienen características similares.

2.1.10.2. Residuos inorgánicos o no biodegradables

Son aquellos residuos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta, estos residuos provienen de minerales y productos sintéticos.

Se les conoce también como basura seca; el cambio que podría sufrir biológicamente llevará mucho tiempo, quizás algunos cientos de años.

Ejemplos: plásticos, vidrios, cristales, cartones plastificados, pilas, cerámicos, latas, aluminio y metales ferrosos etc.

Por el lugar donde son generados

Por la fuente de la que provienen, los desechos sólidos se pueden clasificar en desechos residenciales, comerciales e industriales, de lugares públicos y hospitalarios.

Residenciales

Aquellos que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen son generados en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar a estas.

Comerciales e industriales

Desecho sólido industrial es aquel que es generado en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción. Son los que se generan en los procesos de manufactura o transformación de materias primas.

Desecho sólido comercial es aquel que es generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros.

Lugares públicos

Desechos sólidos de barrido de calles son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otras: basura arrojada clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, desechos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores.

Desechos sólidos de limpieza de parques y jardines: son aquellos originados por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas.

Desecho sólido institucional: se entiende por desecho sólido institucional aquel que es generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otros.

Hospitalarios

Son aquellos elementos, sustancias o materiales que se generan como resultado de las distintas actividades desarrolladas en un establecimiento hospitalario y/o en establecimientos que generan residuos similares, los cuales son desechados al perder utilidad o por el riesgo que representan para la salud ya que pueden tener características que los hagan infectocontagiosos, tóxicos o

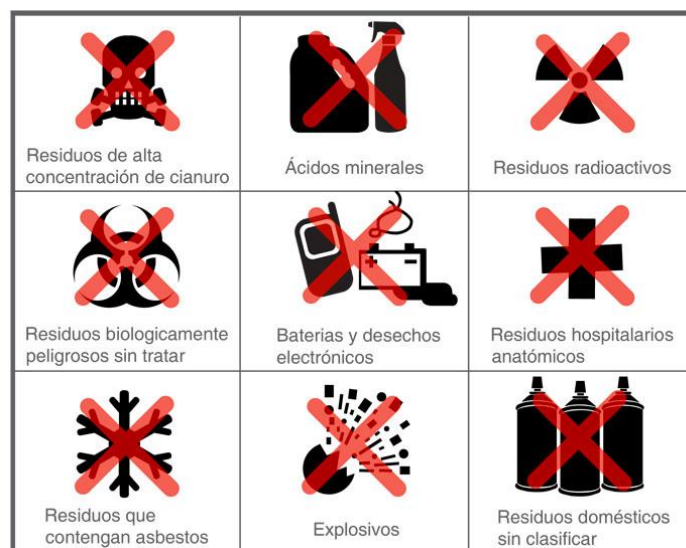
radioactivos. Entre estos tenemos agujas, gasas, telas u otros que, independientemente de su origen (orgánico o inorgánico), se consideran como desechos peligrosos.

Figura 50. **Tipo de residuos que se pueden clasificar**



Fuente: Pro verde.

Figura 51. **Tipo de residuos que no se pueden clasificar**



Fuente. Pro verde.

2.1.11. Tratamiento para los desechos orgánicos

Las operaciones que se realizan para el proceso de selección, clasificación y tratamiento de residuos orgánicos son los que se explican a continuación.

Existen dos métodos que son los más conocidos, el de descomposición a base de las lombrices y el método de compostaje, el cual es el método utilizado en el presente informe.

2.1.11.1. Compostaje



Para el municipio de San Marcos, San Marcos los desechos que van a ser utilizados para el proceso del compost son los que se denominan desechos vegetales y son los que más se producen.

El proceso para compostaje que se utilizará consiste en pilas de compostaje donde se controla la temperatura, el viento y el tiempo para permitir el desarrollo de las bacterias, posteriormente matar a la mayoría de patógenos y gérmenes y así producir compost útil de forma rápida.

Para saber si el compost está maduro se debe recoger un puñado con las manos y comprobar que desprenda un agradable olor a fertilidad. Su color es negro o marrón oscuro y apenas mancha.

Los pasos para hacer el compostaje son los descritos a continuación:

Tabla XLVI. Procedimiento de reciclaje de los residuos orgánicos

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos			 <p>MANCUERNA Tradición por el buen vivir Procedimientos y políticas sustentables</p>
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos			
	Procedimiento: Reciclaje de los residuos orgánicos			
	Tipo: Recolección de residuos y desechos sólidos del sector privado.			
	Elaborado por: Hugo René Yax Ordoñez			
Aprobado por: Ing. Víctor Orozco				
No.	Actividad	Responsable	Descripción	
1.	Separación	Usuario	Los desechos orgánicos son clasificados desde los hogares y separados en una cubeta de color verde.	
2.	Reunión del personal	Piloto	Salida del parque hacia el lugar de inicio de la ruta.	
3.	Sacar la basura	Usuario	Se tiene lista la cubeta y los costales debidamente clasificados para la basura.	
4.	Recolectar	Recolector	Se recorre la ruta.	
5.	Recolectar	Piloto	El camión separador realiza el recorrido en toda la trayectoria y presta el servicio a todos los usuarios activos.	
6.	Separación de impurezas	Separador	Al llegar a planta se descarga el camión en la rampa de residuos orgánicos, la cual lleva un proceso de separación de impurezas o residuos inorgánicos.	

Continuación de la tabla XLVI.

7.	Triturar	Triturador	Los residuos orgánicos ya clasificados pasan a la máquina trituradora. Esto se hace con el objetivo de que se acelere el proceso de descomposición.
	Trasportar	Operario	Almacenar en las pilas de compostaje.
8.	Volteo	Operario	Se almacena en las pilas durante dos meses y luego es volteado.
9.	Volteo	Operario	Se vuelve a esperar dos meses y luego se vacían las pilas de compostaje al área de secado.
10.	Espera	Tiempo	Se espera que se seque el tiempo adecuado para que escurran bien los lixiviados.
11.	Cernido	Operario	Se cierne el compost ya seco para separar el abono del bagazo sobrante, es pesado, encostalado. Finalmente se sellan los costales para su venta.
12.	Fin del procedimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Proceso de compostaje**



Fuente: PTRS.

2.1.11.2. Reciclaje

Los desechos orgánicos que se pueden reciclar son lo que se clasifican en las categorías de papel y cartón.

Para el caso del papel y el cartón se procede primero a la recolección adecuada de estos, para eso se le da al usuario un costal celeste debidamente identificado con el nombre de papel para que clasifique su papel y no lo revuelva con otro residuo.

En PTRS es separado el papel y el cartón reciclable del no reciclable y luego se almacena para su venta, y que de esta manera tenga el tratamiento adecuado para producir nuevos productos.

Figura 53. **Residuos orgánicos que se pueden reciclar**



Fuente: PTRS.

Al reciclar una tonelada de papel se salvan diecisiete árboles, ya que se puede elaborar: más papel, servilletas, toallas de cocina, y toallas húmedas.

2.1.12. Tratamiento de los desechos inorgánicos

La clasificación de los desechos inorgánicos en San Marcos empieza en los hogares, para esto se concientiza a los usuarios cómo deben clasificar debidamente sus residuos: los residuos orgánicos van en la cubeta plástica de color verde, en el costal celeste va el papel y el cartón, en el costal amarillo se depositan los plásticos, en el costal rojo todos los residuos de vidrio y en el costal negro los residuos inorgánicos.

Luego de una correcta clasificación de los desechos inorgánicos generados en el municipio de San Marcos, se procede a darles el tratamiento de reciclaje, incineración, y relleno sanitario dependiendo del tipo de residuo que se esté produciendo.

Figura 54. **Tratamiento de los desechos inorgánicos**





Fuente: PTRS.

2.1.12.1. Reciclaje

El aprovechamiento de los desechos inorgánicos se hace a través del proceso de reciclaje, que al igual que en los desechos orgánicos se trata de la recuperación o reutilización de materiales para crear nuevos productos.

Los desechos inorgánicos que se pueden reutilizar son los residuos de vidrio, los metales, el aluminio, la chatarra y los plásticos. Todos estos desechos son separados de los residuos inorgánicos y se almacenan en la planta para su debida venta para empresas que se dedican a la recuperación de cada tipo de material. De este modo se comercia con dichas empresas y los desechos en cuestión reciben el tratamiento adecuado.

Tabla XLVII. **Procedimiento de reciclaje de los residuos Inorgánicos**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos		 <p>MANCUERNA "Tradición por el que gana Acuerdo y justicia por todos"</p>
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos.		
	Procedimiento: Reciclaje de los residuos Inorgánicos.		
	Tipo: Recolección de residuos y desechos sólidos del sector privado.		
	Elaborado por: Hugo René Yax Ordoñez		
Aprobado por: Ing. Víctor Orozco			
No.	Actividad	Responsable	Descripción
1.	Separación	Usuario	Los desechos inorgánicos son clasificados desde los hogares y separados en costales de color rojo para el vidrio, negro para el inorgánico y amarillo para el plástico.
2.	Reunión del personal	Piloto	Salida del parque hacia el lugar de inicio de la ruta.

Continuación de la tabla XLVII.

3.	Sacar la basura	Usuario	Se tiene lista la cubeta y los costales de basura debidamente clasificados.
4.	Recolectar	Recolector	Se recorre la ruta.
5.	Recolectar	Piloto	El camión compactador es el encargado de recoger los residuos orgánicos húmedos.
6.	Recolectar	Piloto	El camión deparador es el encargado de recolectar el vidrio, el plástico y el inorgánico seco y llevarlo a la Planta de Tratamiento para su debido proceso.
6.	Descarga del camión	Piloto	Al llegar a la planta se descarga el camión en la rampa de residuos orgánicos.
7.	Carga de bandas trasportadoras	Operario	Se cargan las bandas trasportadoras con los residuos inorgánicos húmedos.
8.	Separación	Operario	Con la ayuda de las bandas trasportadoras se procede a la separación y clasificación manual de aluminio, chatarra, cobre, plástico, vidrio y orgánico.
9.	Bodega	Operario	Los productos reciclados se depositan en yumbos y se almacenan en las bodegas respectivas de cada una de estas hasta juntar lo suficiente para comercializar.
10.	Trasportar	Operario	Los residuos inorgánicos son almacenados en la rampa para su traslado al relleno.
11.	Carga de camión	Operario	Se carga el camión con los residuos

Continuación de la tabla XLVII.

			inorgánicos que no se pueden reciclar.
12.	Trasportar	Piloto	Se trasportan los residuos al relleno controlado ubicado en la finca Monte Limar, Malacatán.
13.	Llenado del relleno sanitario	Operarios	Se procede a darle el tratamiento adecuado del relleno sanitario.
14.	Fin del procedimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Proceso de reciclaje de residuos sólidos**



Continuación de la figura 55.



Fuente: PTRS.

Los metales, como el hierro y el aluminio, se procesan por fundición a altas temperaturas, para formar envases de latas y otros productos diversos, como juguetes.

Con el reciclado del aluminio se obtienen productos con las mismas propiedades y con los que se pueden volver a fabricar envases. Además del ahorro energético del 95 % respecto a la producción a partir de bauxita. El acero utilizado para la refabricación de nuevo acero puede proceder de cualquier fuente, quizá la mayor sea la de la industria del automóvil. La chatarra procedente de desechos de construcción y demolición (tuberías, tapas registradoras, elementos estructurales, entre otras.), en ocasiones se encuentra contaminada con hormigón, madera y otros materiales no metálicos, por lo que es preciso adecuarla para que pueda ser reutilizada.

En el caso del vidrio después de haber sido clasificado se buscarán lugares de acopio donde puedan recibir el tratamiento adecuado para originar productos nuevos, en este caso BIGUÁ es la institución encargada del reciclaje del vidrio recuperado.

El vidrio, se procesa por fundición a grandes temperaturas, para luego formar nuevos envases y una gran variedad de objetos de adorno. El reciclado de vidrios ahorra energía, ya que este siempre se puede reciclar. Para su recogida se requiere eliminar del vidrio objetos tales como tapones, alambres, etiquetas, etc. Se obtienen muchos beneficios gracias al reciclaje del vidrio, como evitar la extracción de materias primas, el menor consumo de energía y la disminución del volumen de residuos que se deben recoger y eliminar.

Recomendaciones para el proceso de reciclaje

Para realizar un buen reciclaje de los desechos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Usar productos biodegradables.
- Compostar las sobras de los alimentos.
- Rechazar envases innecesarios cuando se va a comprar. Llevar bolsas de plásticos o cestas y reutilizar las bolsas de plástico.
- Plásticos, metales, vidrio y papel pueden recogerse para aprovechar las materias primas.
- Separar los desechos y tirarlos como tales, es decir entre la misma especie, el vidrio con el vidrio, el cartón con el cartón.
- Depositar siempre las pilas, cartón y papel en contenedores adecuados. Utilizar recipientes con capacidad suficiente, de fácil manejo y limpieza y que tengan las siguientes características:



- Ser de color diferente de acuerdo con el tipo de residuos a depositar. Llevar en letras visibles y con símbolos, indicaciones sobre su contenido. Resistir la manipulación y las tensiones. Permanecer tapados.
- La ropa usada puede ser reutilizada o reciclada.
- Los medicamentos no utilizados pueden ser aprovechados en otros lugares con menos recursos.
- Utilizar, siempre que se pueda, productos que sean recargables.
- Rechazar productos de usar y tirar.
- Utilizar productos de segunda mano y reciclados. Controlar la calidad ecológica de los productos reciclados.
- Preferir las bebidas cuyos envases son retornables y cuidar que el papel sea correctamente usado.

2.1.12.2. Incineración

Otra forma de trato de los residuos sólidos es mediante el proceso de incineración, el cual consiste en producir energía a través de la eliminación, por medio de la combustión, de los desechos. Es decir, la destrucción de estos por medio del fuego.

En la PTRS, San Marcos son separados los residuos inorgánicos apropiados y se clasifican debidamente. Entre estos están: el papel sucio, el cartón sucio, las bolsas de nylon, las bolsas de golosinas, el plástico sin ninguna utilidad, los textiles, los hules, y los residuos inorgánicos secos.

Tabla XLVIII. Procedimiento de incineración de los residuos inorgánicos

Municipalidad de San Marcos			
 Municipio de San Marcos	Departamento: Planta de tratamiento de residuos sólidos		 MANCUERNA <i>Tradicionalmente para el agua pura, desarrollo y paz para las generaciones.</i>
	Procedimiento: Incineración de los residuos		
	Tipo: Recolección de residuos y desechos sólidos del sector privado.		
	Elaborado por: Hugo René Yax Ordoñez		
	Aprobado por: Ing. Víctor Orozco		
No.	Actividad	Responsable	Descripción
1.	Separación	Usuario	Los desechos inorgánicos secos son clasificados desde los hogares y separados en costales de color negro.
2.	Reunión del personal	Piloto	Salida del parque hacia el lugar de inicio de la ruta.
3.	Sacar la basura	Usuario	Se tiene lista la cubeta y los costales debidamente clasificados para la basura.
4.	Recolectar	Recolector	Se recorre la ruta.
5.	Recolectar	Piloto	El camión compactador es el encargado de recoger los residuos orgánicos húmedos.
6.	Descarga del camión	Piloto	Al llegar a planta se descargan el camión en la rampa de residuos orgánicos.
7.	Carga de bandas transportadoras	Operario	Se cargan las bandas transportadoras con los residuos inorgánicos húmedos.
8.	Separación	Operario	Con la ayuda de las bandas transportadoras se procede a la separación y clasificación, manual de

Continuación de la tabla XLVIII.

			aluminio, chatarra, cobre, plástico, vidrio y orgánico.
9.	Bodega	Operario	Los productos reciclados se depositan en yumbos y se almacenan en las bodegas respectivas de cada una de estas hasta juntar lo suficiente para comercializar.
10.	Trasporte	Operario	Los residuos orgánicos secos se trasladan al área de incineración.
11.	Trasporte	oOperario	Los residuos sucios de cartón y papel son colocados en yumbos y transportados al área de incineración.
12.	Carga de incinerador	Operario	Se llena el incinerador manualmente con ayuda de herramientas manuales.
13.		Incinerador	Se enciende con combustible y fosforo y se espera a que se consuma los residuos para una nueva carga.
	Descarga	Operario	Descarga los residuos de ceniza.
14.	Operación	Operario	Se apagan las cenizas con agua.
15.	Trasporte	Operario	Las cenizas apagadas se trasportan al relleno de planta.
16.	Fin del procedimiento		

Fuente: elaboración propia.

Figura 56. Proceso de incineración



Fuente: PTRS.

Recomendaciones para el proceso de incineración

Para realizar un mejor proceso de incineración debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Nunca incinere latas de spray, receptáculo de pintura, o lo que tenga presión de aire, pólvora o algún otro tipo de desecho explosivo.
- Cuando la puerta de entrada esté abierta, sea cuidadoso con su cara o piel, por el calor.

- Solo el encargado del incinerador puede operar el panel de control y el incinerador.
- Siempre mantenga limpios los alrededores del incinerador.
- Limpie la escoria del incinerador, ya que de no ser así, la eficiencia del incinerador disminuye.
- Limpie previamente los agujeros de aire localizados a lo largo del fondo de la cámara.
- Confirme un abastecimiento de aceite o un tanque de combustible.
- Compruebe que la válvula de combustible esté abierta.
- Compruebe que el regulador de aire esté correctamente abierto.
- Antes de la primera carga, abra la puerta del cenicero de la primera cámara y limpie afuera lo acumulado de ceniza quemada de los días anteriores.
- Encienda la energía en el interruptor que abastece el panel de control en cada aparato.
- Cambie el control de energía seleccionado del interruptor a apagado y encendido en cualquier situación.
- Confirme un abastecimiento de agua o un tanque de agua y el nivel de agua de la primera cámara.

Proceso de compactación de residuos sólidos

La compactación es un proceso que ha venido sustituyendo a la incineración, esto es debido a que se adquirió una máquina compactadora para los residuos orgánicos secos.

La separación se hace en planta y luego es empacado con una máquina compactadora en pacas de 0,50 mts de ancho, 0,50 mts de largo y 1 mt de

alto, con un peso aproximado de 275 libras, cada una de las cuales es almacenada hasta acumular de 120 a 140 pacas para su debido transporte.

En la PTRS de San Marcos Pro verde es la encargada de recoger los residuos inorgánicos, los que son transportados a su planta de producción como combustible, para sus calderas, en las cuales producen el Cemento Progreso.

Tabla XLIX. **Procedimiento de compactación de los residuos inorgánicos secos**

 <p>Municipio de San Marcos</p>	Municipalidad de San Marcos			 <p>MANCUERNA Tradición para el agua pura. Agricultura y política agropecuaria.</p>
	Departamento: Planta de tratamientos de residuos sólidos			
	Procedimiento: Compactación de los residuos inorgánicos secos			
	Tipo: Recolección de residuos y desechos sólidos del sector privado			
	Elaborado por: Hugo René Yax Ordoñez			
Aprobado por: Ing. Víctor Orozco				
No.	Actividad	Responsable	Descripción	
1.	Separación	Usuario	Los desechos inorgánicos secos son clasificados desde los hogares y separados en costales de color negro.	
2.	Reunión del personal	Piloto	Salida del parque hacia el lugar de inicio de la ruta.	
3.	Sacar la basura	Usuario	Se tiene lista la cubeta y los costales debidamente clasificados para la basura.	
4.	Recolectar	Recolector	Se recorre la ruta.	

Continuación de la tabla XLIX.

5.	Recolectar	Piloto	El camión separador es el encargado de recolectarlo.
6.	Descarga del camión	Piloto	Al llegar a la planta se descarga el camión en el área de orgánicos.
7.	Carga de bandas trasportadoras	Operario	Se cargan las bandas trasportadoras con los residuos inorgánicos secos.
8.	Separación	Operario	Con la ayuda de las bandas trasportadoras se procede a la separación y clasificación manual de aluminio, chatarra, cobre, plástico, vidrio y orgánico.
9.	Transporte	Operario	Los residuos sucios de cartón y papel son colocados en yumbos y trasportados al área de compactación.
10.	Preparación de pitas	Operario	Preparación de pitas para amarrar la paca
11.	Preparación de compactadora	Operario	Preparar la compactadora y poner pitas.
12.	Llenado	Operario	Llenar la compactadora por primera vez.
13.	Compactado	Operario	Compactar, primera pasada.
14.	Compactadora	Operario	Subir cilindro compactador.
15.	Llenado	Operario	Llenar la compactadora por segunda vez.
16.	Compactado	Operario	Compactar, segunda pasada.
17.	Compactadora	Operario	Subir el cilindro compactador.
18.	Llenado	Operario	Llenar la compactadora por tercera vez.

Continuación de la tabla XLIX.

19.	Compactado	Operario	Compactar por tercera vez.
20.	Compactado	Operario	Subir el cilindro compactador
21.	Encartonar	Operario	Encartonar la parte superior y preparar para amarrar la paca.
22.	Amarrar pitas	Operario	Abrir la compactadora y amarrar las pitas
23.	Vaciado de compactadora	Operario	Sacar las paca de residuos orgánicos secos.
24.	Embodegar	Operario	Apilar las pacas en área en bodega.
25.	Fin del procedimiento.		

Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Proceso de compactación de residuos inorgánicos secos**



Fuente: PTRS.

Recomendaciones para el proceso de compactación

Para realizar un mejor proceso de compactación debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Confirme los niveles de abastecimiento de aceite y de grasa de la compactadora.
- Encienda la energía en el interruptor que abastece el panel de control de la compactadora.
- Cambie el control de energía seleccionado del interruptor a apagado y encendido en cualquier situación.
- Confirme la presión del cilindro de la compactadora.
- Solo el encargado de la compactadora puede operar el panel de control y compactar.
- Nunca compacte latas de spray, receptáculos de pintura que tengan presión de aire, pólvora o cualquier otro desecho explosivo.
- Nunca compacte botellas de vidrio o material explosivo.
- Siempre mantenga limpios los alrededores de la compactadora.

2.1.12.3. Relleno Sanitario

Los desechos inorgánicos que no se pueden eliminar ni por reciclaje ni por incineración son los denominados inservibles, estos son los que se depositarán en el relleno sanitario con el objetivo de proporcionar un ambiente agradable para los habitantes.

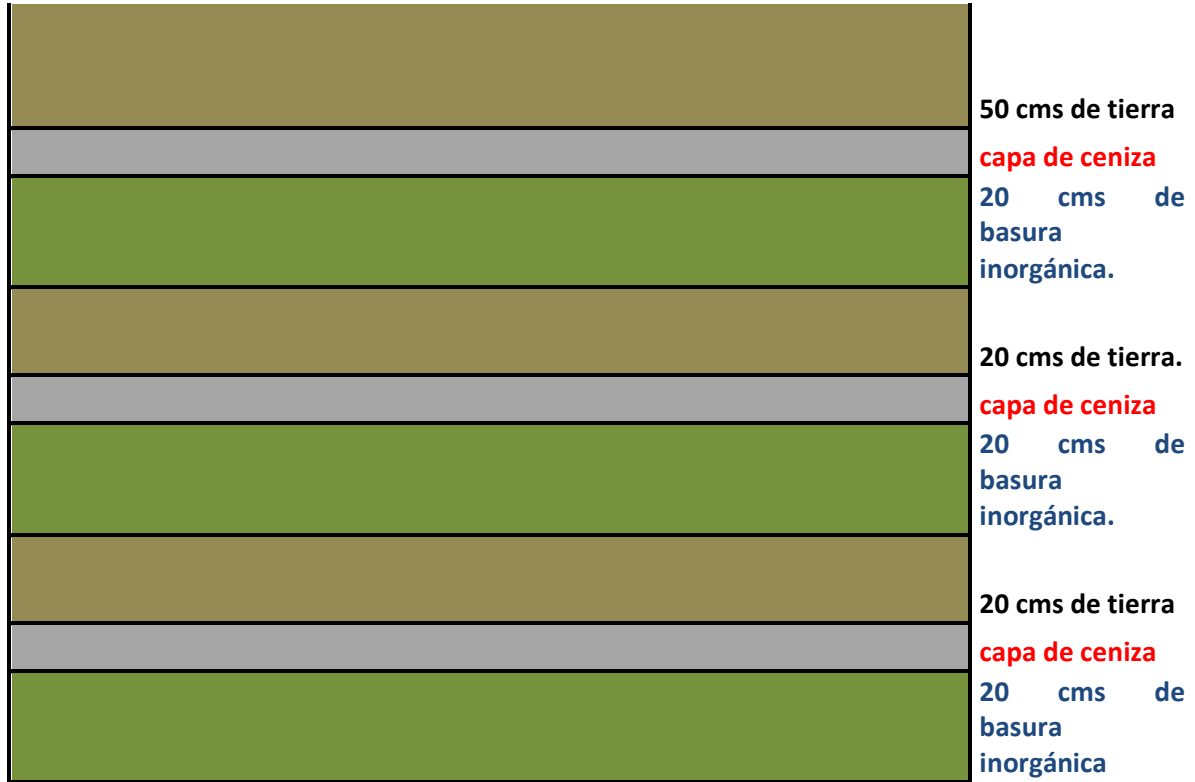
Los primero que debe hacerse es localizar el área en la cual será ubicado el relleno sanitario, después de esto se empezará a excavar una trinchera para depositar la basura. A medida que se va ir colocando la basura, esta se deberá

compactar con maquinaria y cubrirla con una capa de tierra y otros materiales como la ceniza que se obtuvo del proceso de incineración, para posteriormente cubrirla con una capa de tierra que ronda los 20cm de grosor, y sobre esta se deposita otra capa de basura y así sucesivamente, hasta que el relleno sanitario se dé por saturado.

La técnica atizada primeramente consiste en localizar un área en la cual se ubicará el relleno sanitario; luego se escava una trinchera de 30 metros del largo por 15 metros de ancho, con una profundidad de 4 mts. Se depositan los residuos inorgánicos con capas de 20 cms de residuos, se compactan, seguidamente se cubren con una capa de las cenizas del proceso de incineración y se les aplica una capa de 20 cms de tierra, y así se sigue el proceso hasta llegar a una altura de 50 cms, para rellenarlo con tierra y luego sembrar árboles para su debida descomposición.

La figura 59 muestra el proceso que se lleva a cabo en el relleno sanitario.

Figura 58. **Proceso de llenado del relleno sanitario**



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. **Relleño sanitario**



Fuente: Finca Monte Limar, Malacatán.

Recomendaciones para la implementación de un relleno sanitario

Se considera oportuno resaltar algunos principios básicos para realizar un relleno sanitario manual:

- Supervisión constante, mientras se vacía, se recubre la basura y se compacta la trinchera, para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.
- Es fundamental el cubrimiento diario, con una capa de 0,10 a 0,20m de tierra.
- La altura de la celda es otro factor importante a tener en cuenta; para el relleno sanitario manual, se recomienda una altura entre 1,0 m a 1,5 m para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- La compactación de los desechos sólidos es preferible en capas de 0,20 a 0,30 m y finalmente que se cubra con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, alcanzando a largo plazo una mayor densidad y vida útil del sitio.
- Una regla sencilla indica que alcanzar una mayor densidad resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.
- Desviar aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.
- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 m de espesor, se efectúa siguiendo la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que sostenga vegetación, para lograr una mejor integración al paisaje natural.

2.1.13. Técnicas para la construcción de un relleno sanitario

El diseño materializa la concepción de la obra en general, y tiene como objetivo orientar su desarrollo y planificar su construcción. Además, permite presentarlo ante las autoridades locales y la comunidad para su promoción y análisis de financiamiento para su construcción.

El diseño básico debe incluir en lo posible la delimitación del área total del sitio y del terreno que será rellenado sucesivamente, indicando el método constructivo, el origen de la tierra de cobertura y la disposición de las obras de infraestructura.

Primero se hará un reconocimiento del terreno, llevando consigo el plano topográfico de planta, con anotaciones, gráfico o tabla, mostrando las cantidades acumuladas de desechos sólidos y tierra para la evaluación de depresiones y alturas del terreno.

Para un buen diseño es indispensable la visita de campo. De esta manera, se podrán confrontar los planos con el terreno e identificar mejor el área a rellenar y sus alrededores, la vía interna de acceso, los drenajes, el método constructivo y el origen de la tierra de cobertura.

- El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras distintas para construir un relleno sanitario.

- Método de trinchera o zanja: este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga. Es de anotar que existen experiencias de excavación de trincheras hasta de 7mts de profundidad para relleno sanitario. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra.

Se debe tener cuidado en época de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. Por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlas y desviarlas e incluso proveerlas de drenajes internos. En casos extremos, puede requerirse el bombeo del agua acumulada. Las paredes longitudinales de las zanjas tendrán que ser cortadas de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables, tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

- Método de área: en áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, estas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial.

En ambas condiciones, las primeras se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

Se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno, o en su defecto se debe procurar lo más cerca posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno, es decir, la basura se vacía en la base del talud, se extiende y apisona contra él, y se recubre diariamente con una capa de tierra de 0,10 a 0,20 m de espesor; se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie.

2.1.14. Mantenimiento de un relleno sanitario

La construcción de un relleno sanitario manual requiere de una constante supervisión y mantenimiento, lo cual implica algunos gastos que, aunque son mínimos, deben ser atendidos oportunamente, debiendo preverse los recursos correspondientes en el presupuesto anual del municipio. Si el relleno sanitario manual no cuenta con una buena supervisión ni con un adecuado mantenimiento técnico y económico, fácilmente podrá convertirse en un botadero a cielo abierto, con todos sus perjuicios.

Supervisión: uno de los elementos más importantes en el relleno sanitario manual es un jefe o supervisor de aseo, quien debe organizar, dirigir y controlar las operaciones; además, debe contar con el pleno respaldo de la Administración Municipal.

Vías de acceso: las vías de acceso, frente de trabajo, redes de drenaje pluvial y superficie terminada del relleno, deben mantenerse en buenas condiciones operativas. El frente debe ser organizado y limpio.

Material disperso: es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario, puesto que en algunas ocasiones, cuando se dejan acumular los papeles volantes arrastrados por el viento, se brinda un mal aspecto a la apariencia estética del relleno. Se aconseja que uno de los trabajadores, utilizando un saco o un costal, recoja todos estos materiales dispersos al término de la jornada diaria, y los deposite en el sitio donde se construye la celda.

Control de moscas: el control de moscas en el relleno no debe ni puede hacerse con insecticidas. Su excesivo empleo no solo origina la contaminación del ambiente, sino que también desarrolla en las moscas resistencia a los insecticidas, lo cual a largo plazo no permite su control. Por lo tanto, debe disminuirse su uso al máximo. En cambio, el cubrimiento con la tierra debe ser el método principal. No obstante, como las moscas llegan con las basuras en los vehículos recolectores y en ocasiones resulta notoria su presencia, se recomienda fumigar el área del relleno, con la periodicidad que se requiera en cada caso.

Control de incendios: en el área del relleno se deben evitar las quemas de papel, cartón, plásticos, etc. Para no correr el riesgo de propiciar un incendio, dado que la descomposición de la basura produce metano que es un gas combustible; además, deteriora su aspecto asemejándolo a un botadero abierto.

2.1.15. Análisis de costo del proyecto

Los costos son necesarios debido a que esto son los que hacen que el proyecto se ponga en marcha. Con este fin se han estudiado los costos mínimos para que el proyecto pueda dar inicio..

Los costos manejados por la Municipalidad y MANCUERNA se encuentran descritos en el contrato de trabajo.

2.1.15.1. Mano de obra

La mano de obra es necesaria en la operación del proyecto de diseño del proceso de recolección de residuos sólidos debido a que cada día se cubre una ruta diferente; los residuos tienen que ser procesados cada día para que no haya acumulación de un día para otro.

Los trabajadores de la PTRS trabajan ocho horas diarias, las cuales son las requeridas por la ley. Estos rendimientos son bajo condiciones normales de trabajo y pueden variar en cada lugar según el trabajo que desempeñen. La tabla siguiente muestra los costos en personal.

Tabla L. Sueldos de mano de obra

No de operarios	Puesto de trabajo	Sueldo propuesto (Q)	Descripción del puesto
1	Administrador	4 000,00	Encargado de administrar la planta.
1	Jefe de planta	4 000,00	Encargado de dirigir y coordinar las actividades de la PTRS.
3	Operador de incinerador	2 600,00	Persona encargada de quemar los residuos inorgánicos.
4	Encargado de orgánico	2 600,00	Persona encargada de seleccionar y preparar los residuos orgánicos.
3	Separador y clasificador de plástico	2 600,00	Encargados de separar los productos plásticos.
2	Separador y clasificador de vidrio	2 600,00	Encargado de separar y clasificar el vidrio.
1	Separador y clasificador de papel y cartón	2 600,00	Encargado de separar el papel y el cartón en planta.
4	Separador y clasificados de inorgánico	2 600,00	Encargados de separar los subproductos del inorgánico.
1	Operador de minicargador	2 600,00	Es el encargado de manejar el minicargador Bobcat.
1	Chofer de camión	2 800,00	Es el encargado de manejo del camión compactador y darles sus servicios.
2	Recolector	2 600,00	Son los recolectores de los residuos en ruta.
23	Total	65 400	PLANILLA

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.2. Maquinaria

Para este proyecto se requiere maquinaria de elevado precio, es la maquinaria esencial para empezar a operar, la cual se describe a continuación en la siguiente tabla .

Tabla LI. Costos de maquinaria

Unidades	Maquinaria	Precio	Descripción
1	Camiones	Q 250 000,00	Camión separativo para recolectar en ruta.
1	Compactadora de residíos	Q 120 00,00	Para compactar los residuos orgánicos y el plástico en planta.
1	Banda trasportadora	Q 100 00,00	Para la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos.
1	Trituradora de residuos	Q 15 000,00	Para cortar los residuos orgánicos grandes y acelerar el proceso de descomposición.
1	Minicargador Botcat	Q 250 000,00	Para cargar los camiones que van al relleno sanitario.
1	Hidrolavadora	Q 5 000,00	Para lavar el patio de separación de residuos sólidos.
1	Balanza de piso	Q 4 000,00	Para pesar las pacas de residuos orgánicos
1	Incinerador	Q 1 000 000,00	Para incinerar los residuos Inorgánicos secos
6	Total	Q 1 740 000,00	

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.3. Herramienta y equipo

La herramienta y equipo son básicos para trabajar en los procesos que se requieran en la planta, los más utilizados son:

Tabla LII. **Herramienta y equipo**

Unidad de Medidas	Unidades	Herramienta y Equipo	Precio unitario	Total
Unidades	32	Escobas	Q 15,00	Q 480,00
	1	Mangueras	Q 100,00	Q 100,00
Unidades	6	Carretas de mano	Q 450,00	Q 2700,00
Unidades	2	Azadones	Q 80,00	Q 160,00
Unidades	2	Bieldos	Q 100,00	Q 200,00
Unidades	10	Palas cuadradas	Q 75,00	Q 750,00
Unidades	10	Rastrillos	Q 70,00	Q 700,00
Unidades	6	Cuchilla de metal	Q 50,00	Q 300,00
Unidades	14	Cinturón de fuerza	Q 100,00	Q 1 400,00
Unidades	6	<i>Suach</i> 4 dientes	Q 120,00	Q 720,00
Unidades	2	Piocha de 5 libras	Q 115,00	Q 230,00
Unidades	6	Capa impermeable tipo poncho	Q 30,00	Q 180,00
				Q7 920,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.4. Papelería

Dado que en la planta no hay mobiliario y equipo todo se tiene que ir a trabajar a la oficina central.

Por esto se analizan los costos para poner en funcionamiento esta oficina en la planta, ya que se cuenta con las instalaciones, pero no con las oficinas necesarias para determinar los costos requeridos.

Para poner en funcionamiento esta oficina se presentan los costos de los accesorios esenciales en la siguiente tabla.

Tabla LIII. **Papelería**

Cantidad	Mobiliario y equipo		Costo Unitario (Q.)	Total (Q.)
2	Escritorio para oficina		Q 1 000,00	Q 2 000,00
2	Silla secretarial		Q 450,00	Q 900,00
4	Sillas de espera		Q 250,00	Q 1 000,00
2	Computadoras		Q 5 000,00	Q 10 000,00
1	Impresora		Q 500,00	Q 500,00
1	Teléfono de línea fija		Q 500,00	Q 500,00
2	Archivos		Q 1 500,00	Q 3 000,00
1	Puerta de rejas		Q 1 500,00	Q 1 500,00
1	Timbre		Q 300,00	Q 300,00
1	Papelería		Q 100,00	Q 100,00
1	Suministros (fólderes sellos)		Q 100,00	Q 100,00
				Q 19 200,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.5. Combustible

El combustible es básico para la operación de la planta, ya que esto es esencial para la recolección de los residuos sólidos en ruta y para la maquinaria en la planta, así como para el arranque del incinerador de residuos sólidos. Los costos en combustibles se muestran en la tabla siguiente.

Tabla LIV. **Combustible**

Proceso	Maquinaria	Consumo mensual
Recolección en ruta	Camión compactador	Q 2 000,00
Movimiento de residuos	Minicargador Bobcat	Q 1 800,00
Incineración	Incinerador	Q 360,00
		Q 4 160,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.6. Energía eléctrica y agua potable

Debido a que el proceso de recolección es un servicio municipal en la planta, no se tiene un control adecuado de cuánto es el consumo de agua potable ni de energía eléctrica, ya que esto lo subsidia la Municipalidad.

Tabla LV. **Energía eléctrica y agua potable**

Servicio	Costo aproximado mensual
Agua potable	Q 150,00
Energía eléctrica	Q 1 350,00
Total	Q 1 500,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.15.7. Insumos

Los insumos requeridos para trabajar los procesos en la planta son los siguientes:

Tabla LVI. **Insumos**

Unidad de medida	Unidades	Insumo	Precio Unitario	Total
Sacos	2800	Costales	Q 3,00	Q 8 400,00
Cajas	100	Mascarillas	Q 45,00	Q 4 500,00
Pares	250	Guantes	Q 40,00	Q 10 000,00
Bolsas	8	Detergente	Q 100,00	Q 800,00
Litros	9	K-Otrine	Q 400,00	Q 5 400,00
Unidades	7	Grasa gruesa	Q 40,00	Q 280,00
Unidades	35	Grasa grafitada	Q 35,00	Q 1 225,00
Galones	16	Jabón antibacterial	Q 40,00	Q 640,00
Galones	6	Desinfectante	Q 35,00	Q 210,00
Rollos	12	Pita plástica	Q 100,00	Q 1 200,00
galón	10	Cloro	Q 20,00	Q 200,00
Bolsas	20	Cal hidratada	Q 30,00	Q 600,00
Unidades	24	Yumbos	Q 30,00	Q 720,00
				Q 34 200

Fuente: elaboración propia.

3. IMPLEMENTACIÓN DEL CUIDADO DEL AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DE SAN MARCOS, SAN MARCOS

3.1. Diagnosticar la situación actual del uso del agua en el patio de separación de orgánicos e inorgánicos

Observación directa:

La prevención de la contaminación del agua implica el uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la generación de contaminantes o residuos en la planta. Al evitar los residuos, las empresas eliminan los problemas de su tratamiento y disposición, lo que les ahorra dinero y les permite concentrarse en sus objetivos principales de brindar servicios.

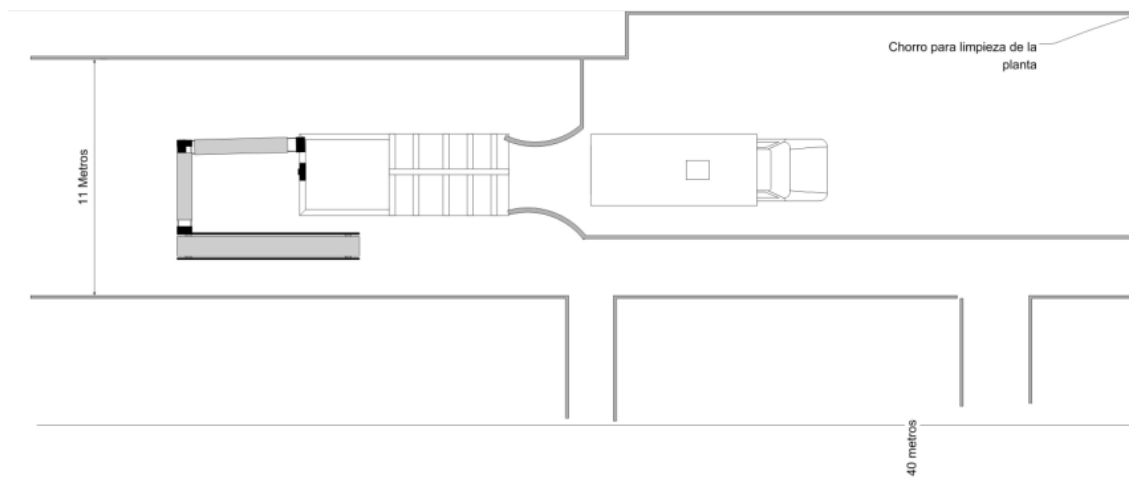
Lo que pretendemos en este inciso es recoger y analizar datos acerca de qué se está haciendo y cómo se está haciendo, cuándo se lleva a cabo, cuánto tiempo toma y dónde se hace. Todo esto con el objeto de evaluar que cantidad de agua se usa en la PTRS de San Marcos, con el fin de buscar un suministro eficiente, medido y evitar así el desperdicio del agua en el consumo.

Debido a que las limpiezas que se hacen en la planta son procesos manuales, el consumo de agua en la planta es elevado, pero se analiza la cantidad de agua que se utiliza y los potenciales factores de contaminación.

El área de separación de residuos es de 11 metros por 40 metros de largo, la cual todos los días tiene que dejarse lavada y limpia. Lavar el patio toma

aproximadamente media hora; según estudios, una manguera gasta aproximadamente 1800 litros de agua por hora. Por lo que en este caso el consumo de agua sería de un promedio de 900 litros diarios.

Figura 60. **Patio de separación de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia con información de la PTRS.

3.2. **Identificación de oportunidades de mejoría**

Para lograr esto existen dos formas: una es la de cambios en el producto, y la otra consiste en cambios en los procesos de producción. Los cambios en los productos incluyen modificaciones en la composición del producto, para reducir el volumen y la toxicidad de los residuos durante el ciclo de vida del producto. Los cambios en el proceso incluyen diversas modificaciones del producto para minimizar la cantidad de residuos que se generan en la producción.

3.2.1. Minimización de insumos peligrosos

Los insumos que se utilizan en la planta PTRS que son contaminantes debido a su composición química son:

- Detergente Espumil: para lavar
- k-Otrine: para fumigar las moscas
- Jabón antibacterial: para el aseo del personal
- Desinfectante: para los pisos
- Cloro: para los pisos
- Sal: para el compost
- Cal: para el compost
- Racumil: para las ratas

Cambios en los insumos:

- Hay que usar pigmento que no contenga metales pesados.
- Emplear solventes menos peligrosos o tóxicos para la limpieza o recubrimiento.
- Comprar materia prima que esté libre de impurezas o trazas de tóxicos.

Hay muchos productos ecológicos que se pueden usar como sustitutos de los productos químicos, como jabón biodegradable y artículos de tocador completamente naturales. Como por ejemplo el cloro y productos químicos de limpieza pueden ser sustituidos por el vinagre; los abonos químicos pueden ser sustituidos por fertilizantes naturales; de las cenizas de madera se produce el jabón de coche que sirve para la limpieza.

Desechar los productos tóxicos con cuidado, asegurarse de disponer de productos tóxicos, como pinturas, solventes y ceras, en la zona apropiada. No verterlos por el desagüe. Lo mejor es evitar los productos tóxicos por completo y usar productos respetuosos del medio ambiente en su lugar.

3.2.2. Precaución en la contaminación del agua

El agua cubre más del 70 % de la superficie de la Tierra y es uno de los más valiosos recursos naturales de nuestro planeta.

Aproximadamente el 97 % del total de agua es salada, y por lo tanto no potable; un 2 % adicional está bloqueada en glaciares y casquetes polares, por lo tanto queda sólo el 1 % de agua útil para el consumo.

Además del agua potable, también tenemos que mantener las aguas en los océanos, ríos y lagos no contaminadas, porque de lo contrario perjudica al planeta y la supervivencia.

Con la población humana en rápido aumento, los recursos hídricos en todo el mundo son cada vez más contaminados; tanto es así, que los organismos preciosos y únicos, los ecosistemas en general, están siendo perjudicados e incluso se están extinguiendo a un ritmo alarmante.

Si se quiere ayudar a mantener nuestras aguas limpias, hay muchas cosas que se puede hacer para ayudar. Se puede evitar la contaminación del agua de ríos y lagos, así como el agua potable y las aguas subterráneas siguiendo algunas pautas simples en la vida diaria.

RECOMENDACIONES A LOS USUARIOS

Hay muchas cosas que podemos llevar a cabo de forma individual para evitar la contaminación del agua

- Esto puede sonar simplista, pero la disminución de su consumo de agua es una de las claves para minimizar la contaminación del agua. Al reducir la cantidad de agua que utiliza, va a reducir la cantidad de agua que fluye en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Usted puede disminuir su consumo de agua en la ducha, en lugar del baño, dejándola suave si es amarillo (es decir, no lave el inodoro cada vez que orine).
- Conserve el agua al cerrar el grifo de agua corriente, cuando no es necesario. Esto ayuda a evitar la escasez de agua y reduce la cantidad de agua contaminada que necesita tratamiento.
- Los productos tóxicos como pinturas, aceite de automóvil, pulimentos y productos de limpieza deben almacenarse y desecharse correctamente. De hecho, es mejor utilizar algo no tóxico en los productos en la casa. Además, nunca disponer de este tipo de productos para echarlos en el inodoro o fregadero.
- Deshágase de la basura de manera adecuada y trate de incorporar el hábito del reciclaje en la medida de lo posible. Los productos no degradables, como tampones, toallas sanitarias y pañales no deben tirarse al inodoro, ya que estos pueden terminar dañando el proceso de tratamiento de aguas residuales, y por lo general terminan como basura en las playas. Abstenerse de arrojar basura en los arroyos, lagos, ríos o mares.
- Trate de usar fertilizantes y pesticidas naturales en la medida de lo posible, o si no, no se debe abusar de ellos, ni se deben usar sobre el agua, jardines y céspedes. Esto le ayudará en la reducción de los

contaminantes que se introducen en los sistemas de agua debido a los escurrimientos.

- El aceite de automóvil debe ser reutilizado si es posible; además, es importante para mantener su automóvil en buen estado con el fin de evitar fugas de fluidos tóxicos como el anticongelante y el aceite.
- También, trate de conservar el agua girando el grifo cuando no se necesita agua corriente, como mientras se cepilla los dientes. Además de la prevención de la escasez de agua, disminuye la cantidad de agua que necesita ser tratada.
- Evitar la compra de agua envasada si es posible. La mejor política para adoptar es llevar una botella de agua cuando se sale de la casa, esto tiene dos ventajas: eliminar su contribución a la contaminación relacionada con las botellas de plástico, y ahorrar dinero.

3.3. Lavado del patio de separación de orgánico e inorgánico

De acuerdo al diagnóstico, se logró determinar que el consumo ideal aproximado es elevado, no solo a la hora de lavar el patio de separación de residuos, sino también en las duchas, ya que al terminar el día de trabajo todos los empleados utilizan las duchas para el aseo personal: un promedio de unas quince duchas por día sin incluir el agua que utiliza en los sanitarios. En esto podemos dar cuenta de que no hay un uso adecuado del agua en la PTRS y se desaprovecha bastante. Por lo que se implementaron las siguientes mejoras en el aprovechamiento del agua:

- Barrer correctamente el patio, o sea realizar la limpieza en seco para la separación de residuos, posteriormente se lava..
- Realizar el lavado del piso con la hidrolavadora en lugar de lavar con manguera.

- Evitar el arrastre de residuos con chorros de agua.
- Regar las plantas ornamentales con cubetas en vez de manguera.
- Colocar rótulos en los baños y en el patio de separación de residuos para ahorra el agua.
- Cerrar bien los grifos de los chorros.

Figura 61. **Lavado de la planta**



Fuente: PTRS.

Para conocer la cantidad de agua que se utiliza en la planta diariamente se implementó el uso de una tabla para llevar el control de agua utilizada.

Tabla LVII. **Control de consumo mensual de agua**

Institución:						
Dirección:						
Encargado de la institución:				Teléfono:		
Lectura del medidor						
Responsable de tomar lecturas:				Número de contador:		
Semana 1	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
Día/mes/año						
Hora						
Volumen M ³						
Observaciones:						
Semana 2	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
Día/mes/año						
Hora						
Volumen M ³						
Observaciones:						
Semana 3	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
Día/mes/año						
Hora						
Volumen M ³						
Observaciones:						
Semana 4	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado
Día/mes/año						
Hora						
Volumen M ³						
Observaciones:						

Fuente: elaboración propia.

3.4. Uso de la hidrolavadora

Las hidrolavadoras son máquinas capaces de rociar agua a alta presión para la limpieza de una gran variedad de elementos. No sólo son de diez a cincuenta veces más potentes que una manguera de jardín, sino que además cuentan con la ventaja de utilizar hasta un 80 % menos de agua.

Los primeros modelos de hidrolavadoras aparecieron hace unos 60-70 años y desde entonces se vienen aplicando en tareas diversas, tales como eliminar pintura suelta, moho, polvo, barro y suciedad de objetos, tales como vehículos de todo tipo y de superficies de hormigón, mampostería y revestimientos de pisos, techos y paredes de hogares, edificios y otras construcciones.

Las hidrolavadoras trabajan de una manera muy simple: el agua emerge presurizada y a alta velocidad a través de una manguera en cuyo extremo se conecta una fina boquilla, produciendo un chorro de gran fuerza para desprender la suciedad. La mayoría de los modelos también permite agregar detergente y otros productos limpiadores (incluso arena), lo que aumenta el de limpieza del chorro.

El elemento central de toda hidrolavadora es un motor, el cual, a su vez, acciona una bomba que presuriza el agua, de modo que la que emerge de la boquilla está a una presión mucho mayor que cuando entró en la hidrolavadora. Dependiendo del tipo de alimentación de este motor, podemos agrupar estas máquinas en dos grandes categorías.

Hidrolavadoras eléctricas: el motor funciona con la electricidad provista por un tomacorriente cercano y, por ende, estas máquinas cuentan con un cable de

alimentación que restringe su desplazamiento por grandes superficies. Son modelos ligeros, indicados para trabajos de limpieza que no exigen demasiada potencia. Son típicamente más silenciosos, más livianos y su arranque es más sencillo que los modelos a gasolina, características que las hacen ideales para trabajos en interiores.

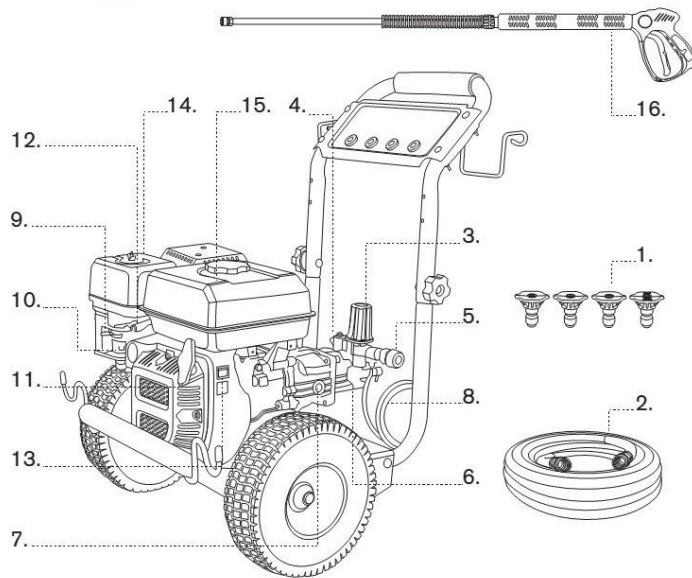
Hidrolavadoras a gasolina: incorporan un motor de combustión interna y la oferta actual varía de modelos de media performance a modelos de performance ultra alta. Ofrecen el beneficio de mayor potencia y mayor movilidad, ya que no requieren de un tomacorriente. Emplean un sistema de arranque manual o, en algunos modelos de gran potencia, un motor de arranque eléctrico. Incluso otros modelos pueden generar agua caliente, que puede ser ideal para aflojar y remover la grasa y el aceite. Debido a la naturaleza peligrosa de los gases de escape del motor, estas máquinas no son adecuadas para interiores o lugares que carezcan de una buena ventilación.

La mayoría de las hidrolavadoras actuales se conecta a un suministro existente de agua, como una manguera de jardín, pero algunos fabricantes incorporan un tanque de agua adosado a la máquina. Por lo general, hay un interruptor de encendido/apagado que controla el caudal de agua, y muchos modelos permiten incluso ajustar la presión del agua.

Además del motor y la bomba de alta presión, todas las hidrolavadoras cuentan con una manguera de alta presión y una lanza, en cuyo extremo se encuentra un interruptor de gatillo de tipo pistola, al que se pueden conectar diversos tipos de boquillas.

La siguiente figura muestra un esquema de una hidrolavadora de gasolina con sus partes.

Figura 62. **Hidrolavadora de gasolina**



Partes de la hidrolavadora de gasolina

- 1) Boquillas de rociado: muchos modelos vienen con opciones para detergente y rociado a 0°, 15° y 40°, lo que ofrece diferentes aplicaciones de limpieza a alta presión.
- 2) Manguera de alta presión: un extremo de esta manguera se conecta a la bomba de agua y el otro extremo a la pistola rociadora.
- 3) Perilla de control de presión: permite variar la presión de rociado.
- 4) Entrada de agua: es la conexión para el suministro de agua mediante una manguera de jardín.
- 5) Salida de alta presión: es la conexión para la manguera de alta presión provista con la máquina.
- 6) Bomba: es el elemento que produce altas presiones. Existen básicamente dos tipos de bombas, de leva axial y triplex. Las bombas triplex se encuentran normalmente, en hidrolavadoras diseñadas para uso comercial debido a su mayor duración y eficiencia.
- 7) Indicador de nivel de aceite: debe controlarse periódicamente, ya que de esto depende la vida útil del motor.
- 8) Filtro/tubo para succión de detergente: se usa para succionar el detergente de forma segura en el circuito de baja presión.
- 9) Palanca del cebador: prepara el motor en frío para el arranque

Continuación de la figura 62.

- 10) Válvula de combustible: se emplea para activar o desactivar el suministro de combustible al motor.
- 11) Motor y arrancador manual: el arrancador se utiliza para iniciar el motor manualmente.
- 12) Palanca del acelerador: coloca el motor en modo de arranque manual.
- 13) Interruptor del motor: es de tipo "On/Off" permite el arranque manual y la detención del motor, respectivamente.
- 14) Filtro de aire: protege el motor, filtrando el polvo y los residuos de la toma de aire.
- 15) Tanque de combustible: debe tenerse la precaución de llenarlo con combustible regular sin plomo y dejar un espacio suficiente para la expansión del combustible.
- 16) Lanza y pistola de rociado: controla la aplicación de agua sobre la superficie que se limpiará con el gatillo y permite cambiar entre varias boquillas de rociado diferentes.

Fuente: <http://www.demáquinasyherramientas.com>. Consulta: noviembre de 2016.

Parámetros de las hidrolavadoras

La potencia de un motor de hidrolavadora a gasolina se mide en HP (caballos de fuerza), mientras que la potencia de un motor de hidrolavadora eléctrica, se mide en amperios (amperaje). Es claro que cuanto más elevados sean estos parámetros, más potente será la máquina.

El caudal de agua presurizada que emerge de una hidrolavadora se expresa en galones por minuto (GPM) o litros por minuto (LPM), a menudo está diseñado en la bomba y no es variable. La presión, expresada en libras por pulgada cuadrada (PSI), megapascales (MPa) o bar, está diseñada en la bomba, pero se puede variar mediante el ajuste de la válvula de descarga. Multiplicando el caudal por la presión da una indicación de la fortaleza de la hidrolavadora. El mercado dispone de máquinas que producen presiones de 750 a 3000 PSI (5 a 20 MPa) o más.

De acuerdo con la aplicación que deseamos darle a una hidrolavadora, la siguiente tabla puede orientarnos acerca del caudal que deberíamos elegir para nuestra máquina.

Figura 63. **Caudales recomendados según la aplicación de la hidrolavadora**

CAUDALES RECOMENDADOS SEGÚN LA APLICACIÓN DE LA HIDROLAVADORA

Aplicación	3300 PSI y superior	2900-3200 PSI	500-3000 PSI		2000-2800 PSI	1500-1900 PSI
			Gasolina	Eléctrica		
Vehículos	X	+	++	++	+	+
Mobiliario de jardín	+	+	++	++	+	++
Veredas	++	++	++	++	++	++
Escaleras	++	++	++	++	++	++
Vallas y cercos	++	++	++	+	++	+
Terrazas / jardines	++	++	++	+	++	+
Pisos de garajes	++	++	++	+	++	+
Caminos de acceso a viviendas	++	++	++	+	++	+
Revestimientos	++	++	++	+	+	+
eliminación de manchas	++	++	++	+	+	+
Eliminación de restos de pintura	++	+	+	X	X	X
Superficies en pisos superiores	X	X	++	++	X	X
Enjabonado potente	X	X	++	++	X	X

X = ~~no~~ se recomienda

+ = buena elección

++ = óptima elección

Fuente: <http://www.demáquinasyherramientas.com/máquinas>. Consulta: noviembre de 2016.

Usos y precauciones

Las hidrolavadoras son herramientas peligrosas y deben manejarse con la debida atención a las instrucciones de seguridad. La presión del agua cerca de la boquilla es lo suficientemente potente como para provocar heridas graves al

usuario. No sólo el chorro de agua es expulsado desde la boquilla a grandes velocidades, sino que además el proceso de limpieza puede propulsar, también a grandes velocidades, objetos desprendidos de la superficie que se está limpiando. Por otra parte, las hidrolavadoras tienden a romper el cemento si el chorro se dirige directamente a este, debido a la alta presión del agua que penetra en las grietas y los huecos de la superficie.

Dependiendo de la superficie que se limpiará, cada aplicación tiene su propio procedimiento específico. A continuación detallamos algunas reglas generales que deben tenerse en cuenta:

Usar siempre la boquilla o la configuración de rociado correcta. El uso de una boquilla o configuración que concentra demasiada potencia puede dañar algunas superficies, especialmente la madera.

Usar los productos químicos recomendados por el fabricante, que por lo general dispone de detergentes y ceras aprobados para usar en sus máquinas. Existe una gran variedad de formulaciones para la limpieza y el desengrasado de hogares y terrazas, así como para el lavado y encerado de vehículos.

Cuando se limpia un hogar o edificio, debe trabajarse desde el piso en lugar de usar una escalera, y se deben usar los accesorios provistos, tales como las lanzas para rociado y los cepillos diseñados para tal fin.

Los resultados de la limpieza varían en función de:

- El empleo de detergentes
- La distancia desde la superficie que se está limpiando
- La presión del agua

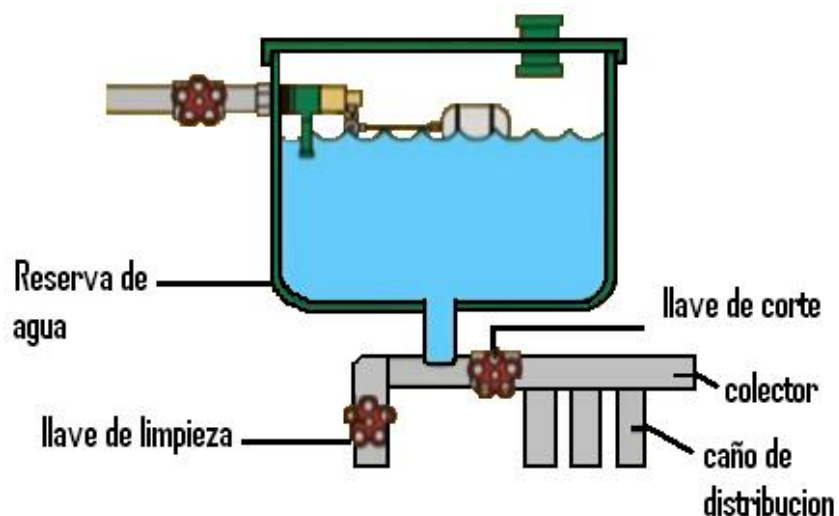
- El ángulo del abanico de rociado

La seguridad es esencial cuando se utiliza una máquina como la hidrolavadora, que combina agua presurizada, detergentes, u otros productos químicos, y electricidad o gasolina, por lo que el cumplimiento de las instrucciones del fabricante y el uso de un equipo de protección personal forman parte del éxito para sacar el máximo provecho de esta útil herramienta.

3.5. Depósito de agua

Los depósitos de agua son esenciales en una empresa, ya que en ellos se pueden guardar líquidos para utilizarlos en diversos procesos; existen de varias formas y varios tamaños, los más usuales son los depósitos de marca Talishte, y los Rotoplast, en Guatemala, y vienen de diferentes tamaños.

Figura 64. Depósito de agua



Fuente: <http://aguaecosocial.com/mantenimiento-y-limpieza-de-tanques-elevados/>. Consulta: noviembre de 2016.

Descripción de los depósitos

Estos dependen del fabricante que los produce:

Depósitos BICAPA con capa interna blanca

Los depósitos BICAPA marca Talishte, se componen de dos capas de polietileno, cuyas características cumplen con diferentes funciones para brindar un producto resistente y de excelente calidad.

- Capa externa negra: con aditivo UV que evita la degradación solar, reflejando los rayos solares por lo que mantiene el agua fresca.
- Capa interna blanca: completamente lisa, con antibacterial que evita la proliferación de algas, bacterias y otros microorganismos, es fácil de limpiar y permite observar la claridad del agua.

Los depósitos para agua "Talishte" son fabricados con las mejores resinas de polietileno, aprobadas por organizaciones mundiales para contenedores de agua potable.

Higiénicos:

Fabricados de polietileno, material inerte a bacterias y otros contaminantes.

Capa interna blanca completamente lisa con antibacterial que evita la proliferación de algas, y otros microorganismos.

Tapadera roscada y amplia, evita la entrada de impurezas.

Paredes sólidas de color oscuro, que impiden el paso de luz.

ESPECIFICACIONES: V= Vertical H= Horizontal

Figura 65. Especificaciones de depósitos de agua

Capacidad (l)	Color	Capacidad Toneles	Alto (m)	Diámetro (m)	Largo (m)
Bicapa (capa interna blanca)					
500 V	Negro	2.5	1.12	0.79	1.38
650 H *	Negro	3.2	0.94	0.87	
750 V	Negro	3.7	1.06	1.05	
1250 V	Negro	6.0	1.44	1.12	
Bicapa (capa interna negra)					
1700 V	Azul	8.3	1.46	1.29	
2500 V	Azul	12.2	2.01	1.31	
3200 V	Azul	15.7	2.06	1.49	

Fuente: <http://www.efisa.com.mx>. Consulta: noviembre de 2016.

Figura 66. **Tinaco de agua**



Fuente: <http://www.efisa.com.mx>. Consulta: noviembre de 2016.

Mantenimiento de los depósitos

Se deben seguir las siguientes normas generales:

- Comprobar la estanqueidad, aparición de grietas u otras alteraciones.
- Comprobar el cierre hermético de las compuertas.
- Comprobar la circulación del agua, entrada y salida.
- Comprobar el funcionamiento de la bomba impulsora.
- Evitar los depósitos de reserva y si no fuera posible renovar el agua frecuentemente.
- Comprobar los niveles de desinfectante residual, que deben oscilar entre 0.6 y 1 mg/l.
- Comprobar los depósitos de la azotea, deben estar perfectamente tapados y aislados térmicamente.

- Se debe vaciar y limpiar a fondo el depósito al menos una vez al año y preferentemente antes del verano, atendiendo a las siguientes indicaciones:
 - Cerrar la llave de paso que conecta el depósito con las tuberías interiores del edificio e informar a los vecinos de que se va a proceder a su limpieza.
 - Vaciar el depósito y limpiar bien las paredes y el fondo con agua mediante una manguera a presión o con un cepillo de cerdas duras.
 - Lavar a continuación las superficies de las paredes y del fondo con una mezcla de agua y lejía siguiendo las instrucciones de uso que aparecen en la etiqueta del envase de la lejía. Utilizar para ello prendas de protección adecuadas (guantes, mascarilla, gafas de protección).
 - Aclarar muy bien con agua abundante las paredes y el fondo hasta eliminar totalmente los restos de lejía. Desaguar completamente el depósito.

3.6. Tratamiento del agua

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero a veces, además de ser escasa, es de mala calidad desde los puntos donde se encuentra y capta.

Lamentablemente, se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente hablando. Por ejemplo: la eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico- químicas y organolépticas; así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud. Estos son los objetivos

perseguidos y conseguidos en la estaciones de tratamiento a lo largo de todo un proceso, que al final logra suministrar un agua transparente y de una calidad sanitaria garantizada.

El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-química y biológica, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo, o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable, y la transforma en un agua apta para consumir. Todo sistema de abastecimiento de aguas que no esté provisto de medios de potabilización no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas. En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados para la calidad del agua origen que se va a tratar. Se denomina estación de tratamiento de agua potable (frecuentemente abreviado como ETAP), o estación potabilizadora de agua (EPA), al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Es la instalación donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades de tratamiento. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el período de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar

continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

El proceso de depuración se inicia con la entrada del agua. Una válvula reguladora de nivel es la encargada de controlar esta fase. La modulación de caudales se consigue mediante un grupo de compuertas de sección fija, que permiten adecuar el caudal a la demanda de la planta. A continuación, mediante un agitador rápido, se añaden al agua los reactivos correspondientes, preparándola para las siguientes fases.

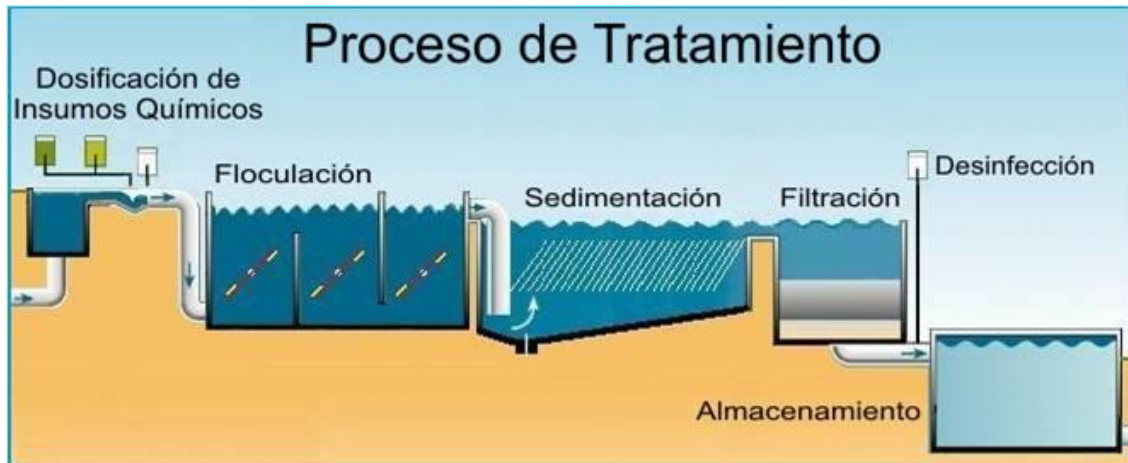
El agua procedente del agitador es sometida a un proceso de floculación y de coalescencia, creándose flóculos por la acción de los reactivos empleados. A continuación, el agua cargada de flóculos comienza a circular lentamente a través de los decantadores depositándose progresivamente en el fondo de las cubetas y formando un manto de lodos. Posteriormente y, de forma regular, los lodos son tratados y eliminados de forma adecuada.

El agua decantada es conducida hasta los filtros, a travesando para ello un lecho de arena donde las partículas que no han sido eliminadas en el proceso de decantación quedan retenidas.

El agua filtrada se somete a una cloración final para garantizar el mantenimiento de una carga de cloro residual a lo largo de la red de conducción.

A lo largo de todo el proceso del tratamiento del agua se genera un importante volumen de lodos que es necesario acondicionar y tratar de forma adecuada. El paso final será su traslado y depósito como residuo a un vertedero autorizado.

Figura 67. Diagrama del proceso



Fuente: Consorcio de aguas.

Tipos de tratamiento

Los tratamientos para potabilizar el agua, se pueden clasificar de acuerdo con:

- Los componentes o impurezas a eliminar
- Parámetros de calidad
- Grados de tratamientos del agua

Según los anteriores puntos, los procesos unitarios necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes serían los siguiente:

Tabla LVIII. **Tratamiento del agua que se lleva a cabo en función de los contaminantes presentes**

Tipo de contaminante	Operaciones unitaria
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación + Floculación + Decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia orgánica	Afino con carbón activo
Amoniaco	Cloración al Breakpoint
Gérmenes patógenos	Desinfección
Materiales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos (Cl-, Na+, K+)	Osmosis inversa

Fuente: Calidad y tratamiento del agua, 2002. American Water Works Association.

3.7. Disposiciones finales del agua

El saneamiento básico del agua se relaciona directamente con la salud pública, dado que un adecuado manejo sanitario de las aguas residuales y excretas, así como de los desechos sólidos, conduce a la reducción del riesgo para la salud de las personas y previene la contaminación.

El agua es un recurso primordial para la vida del ser humano, que suple sus necesidades y le permite desarrollar sus actividades económicas y sociales. Pero, el agua limpia es un bien limitado y, en este sentido, se hace

imprescindible reglamentar su uso y calidad para que se dé de forma armónica en los diferentes escenarios en los cuales el agua es vital.

La Constitución Política de la República de Guatemala en su Artículo 93, dice: Derecho a la Salud: el goce de la salud es derecho fundamental del ser humano sin discriminación alguna. Y el Código de Salud, Decreto (90-87), en su Artículo 97, descargas de agua residuales: Queda prohibida la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud. La Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- y la autorización del Concejo Municipal de la jurisdicción o jurisdicciones municipales afectadas dice al respecto: Dicho dictamen debe ser emitido en el plazo que no exceda a lo que establezca el reglamento respectivo, se prohíbe, asimismo, la descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua ya sean estos superficiales o subterráneos.

ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006

REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS

Artículo 1. OBJETO. El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.

c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

Artículo 2. APLICACIÓN. El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a) los entes generadores de aguas residuales;
- b) las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c) las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- d) las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales;
- e) las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

Artículo 3. COMPETENCIA. Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Artículo 5. ESTUDIO TÉCNICO. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos.

Artículo 6. CONTENIDO DEL ESTUDIO TÉCNICO. Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas, indicadas en el Artículo 5 del presente Reglamento, para documentar el estudio técnico deberán tomar en cuenta los siguientes requisitos:

I. Información general:

- a) Nombre, razón o denominación social.
- b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente Reglamento.
- d) Horarios de descarga de aguas residuales.
- e) Descripción del tratamiento de aguas residuales.
- f) Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables.
- g) Caracterización de las aguas para reuso.
- h) Caracterización de lodos a disponer.
- i) Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del Artículo 23 del presente Reglamento.
- j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.
- k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.
- l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva.

II. Documentos:

- a) Plano de localización y ubicación, con coordenadas geográficas, del ente generador o de la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público.

b) Plano de ubicación y localización, con coordenadas geográficas, del o los dispositivos de descarga, para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente. En el caso del afluente cuando aplique.

c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reuso y lodos. Las municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, a personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, incluirán la siguiente información: el catastro de dichos usuarios y el monitoreo de sus descargas.

d) Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado.

e) Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas.

4. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL QUE INTERVIENE EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

4.1. Seleccionar el tema de la capacitación

Se realizaron reuniones con el personal y se analizó cuáles eran los temas de capacitación. Estos se desglosaron de una lluvia de ideas. Los puntos para realizar un plan de capacitaciones fueron los siguientes:

Lluvia de ideas:

- Atención al cliente a la hora de recolectar.
- Trabajo en equipo.
- Presentación de los procesos y del diagrama de cada proceso.
- Forma adecuada de recolección de los residuos y desechos sólidos.
- Responsabilidad y compromiso de cada trabajador en su puesto de trabajo.
- Seguridad industrial.
- Forma adecuada de reciclar los subproductos.
- Forma adecuada de trabajar en las bandas transportadoras.
- Capacitación de cómo utilizar la máquina compactadora.

Según el diagnóstico realizado por medio de entrevistas no estructuradas al personal de la PTRS, se determinó que se interesaban por los temas.

- Trabajo en equipo
- Seguridad e higiene industrial

4.2. Plan estratégico

Introducción

El recurso más importante en cualquier organización lo forma el personal implicado en las actividades laborales, es decir, el recurso humano. Por lo cual es de mucha importancia para la PTRS influir en la conducta y rendimiento de los individuos, lo cual repercute directamente en la calidad y optimización de los servicios que se brindan.

Los problemas que se afrontan en la organización son por falta de comunicación entre el trabajador y los mandos superiores; por lo que es factible estar en constante comunicación con el personal para ir retroalimentando las funciones y las obligaciones de cada uno de ellos, así como los posibles cambios en la planta.

Objetivo

Capacitar al personal de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos por medio de charlas o talleres impartidos por personas familiarizadas con los procesos de la Planta y la manera en que estos pueden aplicarse en el trabajo y en la vida diaria.

Objetivos específicos

- Brindar charlas informativas sobre cómo trabajar en armonía y en equipos de trabajo.
- Fomentar la participación, la confianza y la cooperación en el trabajo.

- Resolver problemas teniendo en cuenta que los problemas pueden ser de diferentes formas o contenidos.
- Información sobre el cuidado personal en el trabajo.
- Prevenir accidentes y enfermedades laborales, a consecuencia de las actividades de operaciones de la Planta de tratamiento de residuos sólidos.

Metas

- Dejar formatos para que se puedan retroalimentar, como carteles y presentaciones.
- Retroalimentar constantemente los operaciones en la planta.
- Reducir las enfermedades ocupacionales y los posibles riesgos en operación.
- Disminuir costos directos e indirectos para el trabajador y para la empresa.
- Lograr que el personal conozca cada una de las obligaciones de su puesto de trabajo.

Metodología

Las capacitaciones son impartidas al personal del área de proyectos del PTRS. Se programaron tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Las fechas en que se llevaron a cabo las capacitaciones.
- El lugar en donde se desarrolló la capacitación (Planta de tratamiento de residuos sólidos).
- La capacitación tiene una duración aproximada de 1 hora.

Las reuniones fueron planificadas desde el inicio con el personal de planta y se dividieron en dos grupos.

Grupo 1: Trabajadores de recolección en ruta.

Grupo 2: Trabajadores de la Planta de Tratamientos.

Para esto se contó con la aprobación del jefe de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

Reunión 1: Grupo1 y Grupo 2

Se dio a conocer al personal de PTRS cuál era el proyecto y sus objetivos ; asimismo, cuáles eran las metas y cuál mi función en la institución; también se le dio indicaciones al personal de prestar toda la debida atención.

Reunión 2:

Nos reunimos con el personal de recolección del Grupo 1, indicándoles que los acompañaría en la ruta, para analizar cuáles eran las rutas, los posibles puntos de mejora, ver a los usuarios de la ruta, el volumen de residuos por casa y el kilometraje recorrido.

Reunión 3:

Nos reunimos con el personal de planta y de recolección, Grupos 1 y 2, para darles una charla sobre el trabajo en equipo y una dinámica para que entendieran el concepto de trabajar en equipo.

Reunión 4:

Reunión con el personal de la Planta y el de recolección, Grupos 1, 2, y se les impartió una charla sobre seguridad industrial y sus consecuencias: así

como también de las razones por las cuales siempre tienen que utilizar todo su equipo de seguridad industrial.

4.3. Programación de las capacitaciones

La tabla describe los diferentes aspectos de las capacitaciones impartidas en la PTRS:

Tabla LIX. Programación de capacitaciones

Tema	Charlas dirigidas a:	Expositor	Fecha	Personal participante
Capacitación a los alumnos acerca del cuidado ambiental	Estudiantes de colegio	Hugo Yax	06/10/2014	40
Trabajo en equipo	Grupo 1 y Grupo 2	Hugo Yax	13/10/2014	25
Seguridad industrial	Grupo 1 y Grupo 2	Hugo Yax	20/10/2014	25
Capacitación de cómo utilizar la máquina compactadora	Grupo 2	Hugo Yax	20/04/2015	2
Forma adecuada de cómo trabajar en las bandas transportadoras	Grupo 2	Hugo Yax	27/04/2015	12

Fuente: elaboración propia.

Para contar con la participación del personal, se contó con el permiso del jefe de planta, quien indicó que solo los días lunes o martes era posible impartir la capacitación, ya que son los días que tienen menos trabajo los operarios.

También se acordó, que es recomendable darle seguimiento a las capacitaciones impartidas al personal del PTRS, por lo cual estas se deben llevar a cabo cada seis meses para reforzar el contenido de las mismas.

4.4. Metodología del trabajo

Como se estableció, las capacitaciones se llevaron a cabo tanto en el área de recolección de residuos como en el área de Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

La mayoría del personal con quienes se trabajó, era del área operativa y administrativa. El personal participante fue el que se encontraba trabajando en planta de tratamientos y en ruta de recolección. Los lugares de las capacitaciones variaron según el grupo, para que al personal se le facilitara la asistencia, y se realizó de acuerdo con la fechas estipuladas.

El proceso de capacitación al personal se impartió a partir de la consideración de una metodología, esta a su vez se definió de la siguiente manera:

Talleres teóricos: se definió el taller teórico-práctico como técnica para desarrollar los temas, con el fin de buscar la acción y participación de los empleados que asistieron a las capacitaciones, y no únicamente que se les expusiera el tema.

Los talleres se desarrollaron siguiendo el orden de las siguientes actividades:

- Bienvenida a los asistentes y presentación del capacitador.

- Presentación del tema de la capacitación a impartir.
- Ejercicio práctico.
- Evaluación al personal asistente sobre los conocimientos adquiridos.
- Agradecimientos.

Al final de cada capacitación, para evaluar la comprensión de los temas impartidos, se realizaron actividades como entrevistas no estructuradas, intercambio de ideas y experiencias.

4.4.1. Capacitación de entidades educativas

Debido a que en San Marcos hay ya una cultura de limpieza, hay colegios que para las unidades finales implementan en su pensum de estudios conferencias sobre la contaminación del planeta o sobre el proceso de recolección, para lo cual le piden ayuda a MANCUERNA, en su programa MIRS, para que capacite a los alumnos. En esta unidad se les enseña a los alumnos sobre el método de las R3s, reciclaje, reutilización; así como sobre la recolección, compostaje, procesos para recuperar los residuos en PTRS, y otros términos relacionados con el manejo adecuado de los desechos sólidos generados en los hogares; al mismo tiempo, se les induce a la limpieza de sus centros educativos y a que diseñen recipientes para depositar basura. Para esto se dan charlas y se elaboran trífolios para los alumnos que asistan

4.4.2. Capacitación del personal de MANCUERNA

Para las pláticas a los trabajadores de la Planta se elaboraron presentaciones sobre trabajo en equipo y seguridad industrial, las cuales tuvieron buena repercusión en los trabajadores, ya que ellos mismos se dieron

cuenta de que es lo que estaba bien y que estaba mal de su trabajo.

4.5. Evaluación

4.5.1. Evaluación mediante entrevistas no estructuradas

Al finalizar cada actividad se procedía a contestar preguntas o inquietudes del personal que las tuviera, y si no había, se procedía a hacer preguntas a los trabajadores de la Planta de Tratamientos de Residuos Sólidos. Esta fue la metodología utilizada en cada conferencia.

4.5.2. Evaluación a través de cuestionarios

Seguidamente, se dio el espacio para dudas e inquietudes. La intención era reforzar sus conocimientos y superar sus deficiencias. Luego se procedió a pasar cuestionarios de selección múltiple a los participantes, para que el personal los respondiera de forma individual, con el objetivo de evaluar el nivel de conocimiento adquirido acerca de los temas tratados en las capacitaciones.

Figura 68. Ficha de evaluación de capacitaciones

 <p>Municipio de San Marcos</p>	<p>Universidad San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ingeniería Industrial Unidad de EPS</p>				
Ficha de evaluación de las capacitaciones					
Lugar y fecha					
Persona que imparte la capacitación					
Nombre de la capacitación					
<ol style="list-style-type: none"> 1. El tema tratado en la capacitación es adecuados para la PTRS. 2. La conferencia agrega valor a su conocimiento. 3. Metodología utilizada por el capacitador. 4. Calidad del material utilizado. 5. Contenido de las actividades. 6. El dominio del tema por parte del conferencista. 	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
<ol style="list-style-type: none"> 7. Esta conferencia ha logrado el objetivo. 8. Las actividades llenaron sus expectativas. 9. La capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral. 10. Le gustaría recibir más capacitaciones. 			Sí	No	
11. En qué otro tema le interesa ser capacitado.					
12. Sugerencias o comentarios personales.					

Fuente: elaboración propia.

4.5.3. Intercambio de experiencias

Al finalizar las capacitaciones se procedía a hacer juegos en los que pudiera aplicarse el tema desarrollado, para que el personal tomara más conciencia de la importancia de los conocimientos adquiridos ya en la práctica laboral.

Como por ejemplo: se cortó un tubo de PVC en varios trozos y se les dio a los participantes. El caño representa el negocio o el proceso organizacional, en el que todos los participantes desempeñan un papel. Se formó una fila y se colocó un bote al final de esta. Se introdujo una canica por el caño que sostenía la persona que se encontraba al comienzo de la fila y se le pidió que la pasara desde su caño al de la persona que se encontraba a su lado, y así sucesivamente, hasta alcanzar la cubeta. Este juego enfatiza la importancia del trabajo en equipo para completar una tarea.

4.6. Resultados

Luego de realizadas las evaluaciones y cuestionarios se procedió a la tabulación de los datos obtenidos. El método que se utilizó fue ponerle una ponderación a cada pregunta de los cuestionarios para después sumar los resultados y analizar cuál fue el resultado obtenido por cada trabajador.

La metodología que se utilizó fue la siguiente: para las preguntas de la 1 a la 6 se realizó la siguiente tabla:

Tabla LX. **Calificación de las actividades**

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0 - 20 %	21 % - 40 %	41 % - 60 %	61 % - 80 %	81 % - 100 %
Seguridad industrial	0 - 20 %	21 % - 40 %	41 % - 60 %	61 % - 80 %	81 % - 100 %

Fuente: elaboración propia.

Para las preguntas de la 7 a la 10 se realizó la siguiente tabla:

Tabla LXI. **Porcentaje de afirmación sobre el logro de los objetivos**

Nombre de la capacitación	Respondió Sí	Respondió No
Trabajo en equipo		
Seguridad industrial		

Fuente: elaboración propia.

4.6.1. Tablas

Se elaboró una tabla para tabular los resultados de cada pregunta, para analizar los resultados obtenidos de una manera ordenada y que permitiera presentar una conclusión confiable de las capacitaciones impartidas.. Se encuestó a veinticinco trabajadores de la planta.

1) El tema tratado en las capacitaciones es adecuado para la PTRS.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	2	23
Seguridad industrial	0	0	0	5	20

2) La conferencia agrega valor a su conocimiento.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	3	22
Seguridad industrial	0	0	0	4	21

3) Metodología utilizada por el capacitador.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	3	22
Seguridad industrial	0	0	0	5	20

4) Calidad del material utilizado.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	3	22
Seguridad industrial	0	0	0	6	19

5) Contenido de las actividades.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	5	20
Seguridad industrial	0	0	0	6	19

6) El dominio del tema por parte del conferencista.

Nombre de la capacitación	Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Buena	Excelente
Trabajo en equipo	0	0	0	2	23
Seguridad industrial	0	0	0	3	22

7) Esta conferencia ha logrado el objetivo.

Nombre de la capacitación	Respondió Sí	Respondió No
Trabajo en equipo	25	0
Seguridad industrial	25	0

8) Las actividades llenaron sus expectativas.

Nombre de la capacitación	Respondió Sí	Respondió No
Trabajo en equipo	25	0
Seguridad industrial	25	0

9) La capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral.

Nombre de la capacitación	Respondió Sí	Respondió No
Trabajo en equipo	25	0
Seguridad industrial	25	0

10) Le gustaría recibir más capacitaciones.

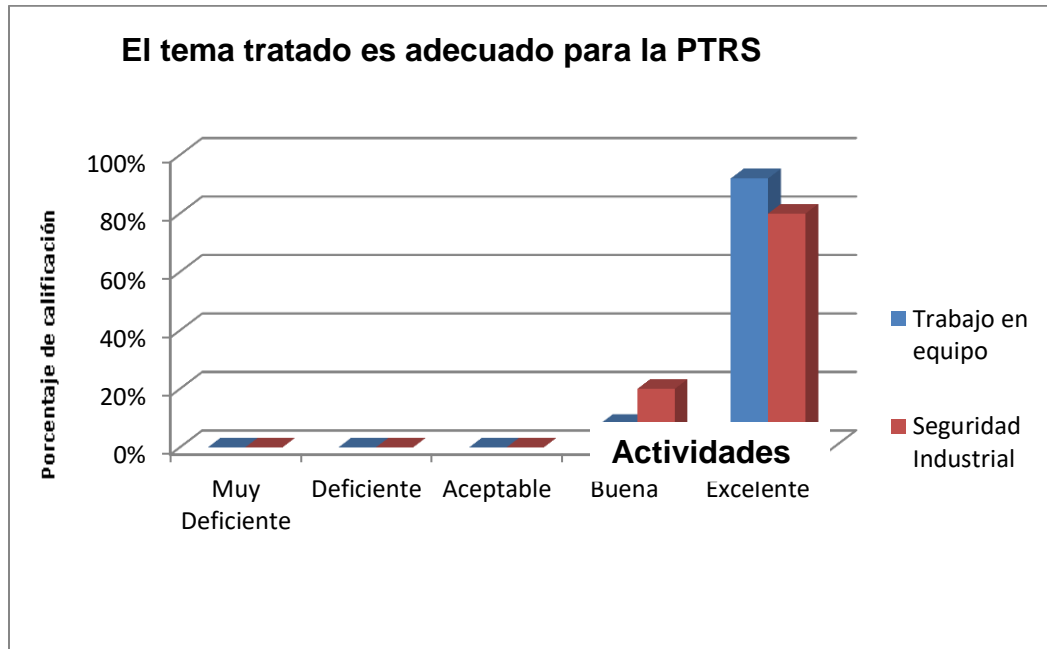
Nombre de la capacitación	Respondió Sí	Respondió No
Trabajo en equipo	25	0
Seguridad industrial	25	0

4.6.2. Gráficas

Se utilizan las gráficas para analizar el comportamiento de los resultados, ya que basándose en ellos se decidirá si es necesario contar con un plan retroactivo de capacitación, así como con el período para desarrollarla.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 69, referida a la pregunta: el tema tratado en la capacitación es adecuado para la ptrs, que la mayoría contestó: excelente, lo cual muestra que el tema de capacitación fue aceptado por los participantes.

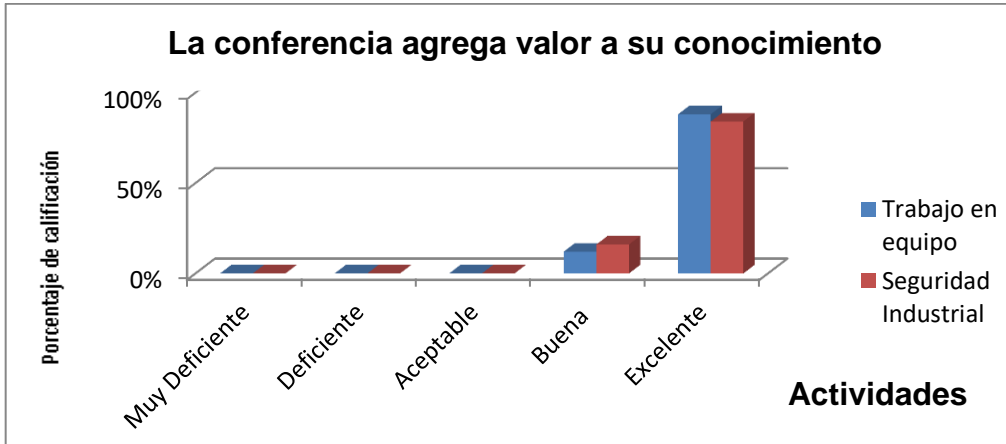
Figura 69. **El tema tratado es adecuado para la PTRS**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la Figura 70, de la pregunta: la conferencia agrega valor a su conocimiento, que la mayoría contestó excelente, por lo cual podemos deducir que la capacitación fue de mucha ayuda para los participantes.

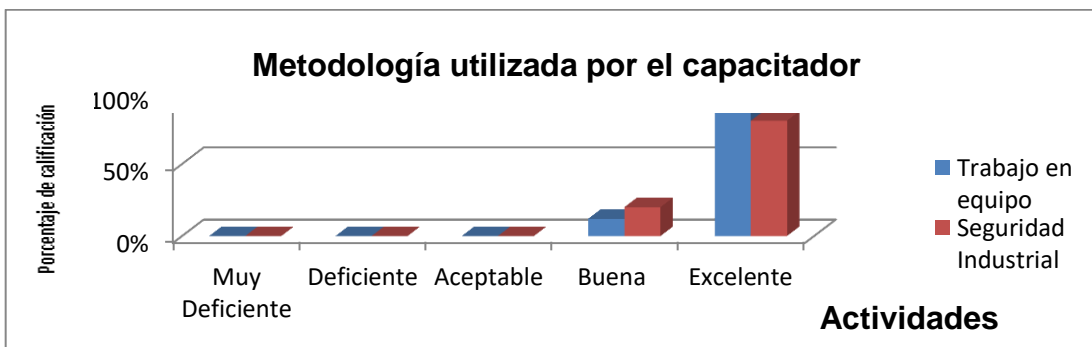
Figura 70. **La conferencia agrega valor a su conocimiento**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 71, de la pregunta: la metodología utilizada por el capacitador, que la mayoría contestó que era excelente, lo cual demuestra que los participantes entendieron el tema de capacitación.

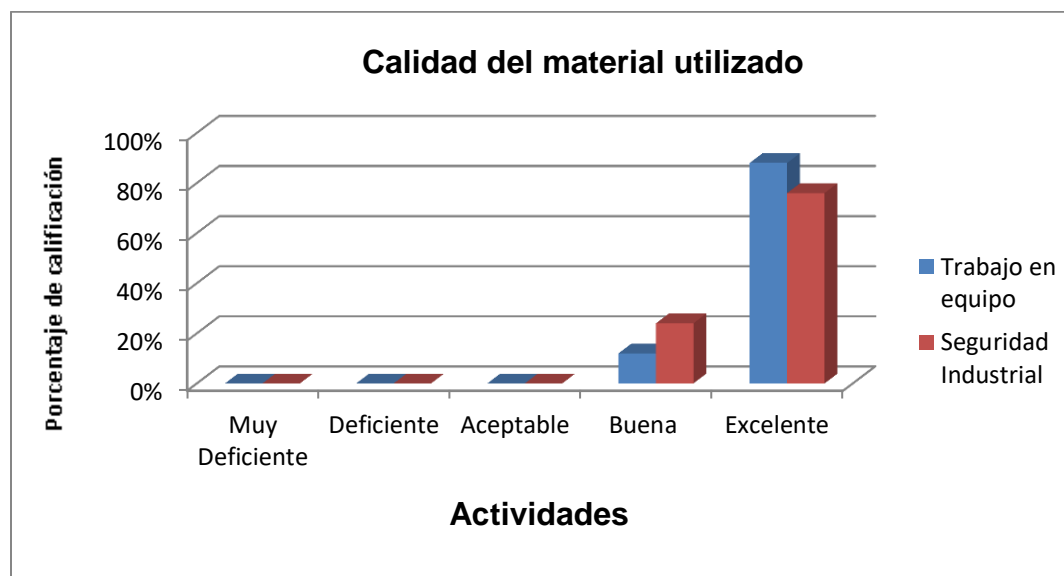
Figura 71. **Metodología utilizada por el capacitador**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 72, de la pregunta: calidad del material utilizado, que la mayoría contestó que era excelente, lo cual muestra que la capacitación fue de mucha ayuda para la participantes.

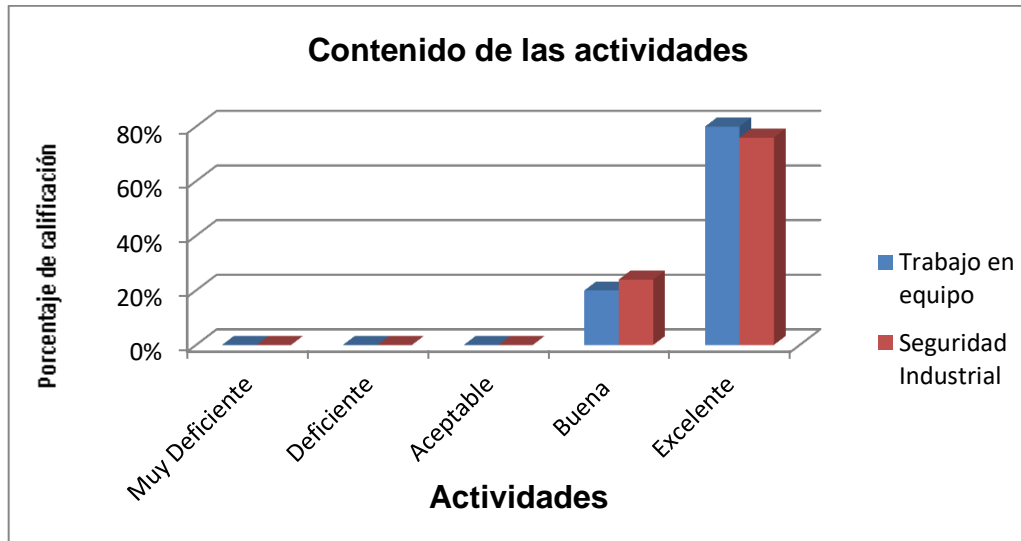
Figura 72. **Calidad del material utilizado**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 73, de la pregunta: contenido de las actividades, que la mayoría contestó que era excelente, con lo cual podemos concluir que la capacitación fue bien estructurada.

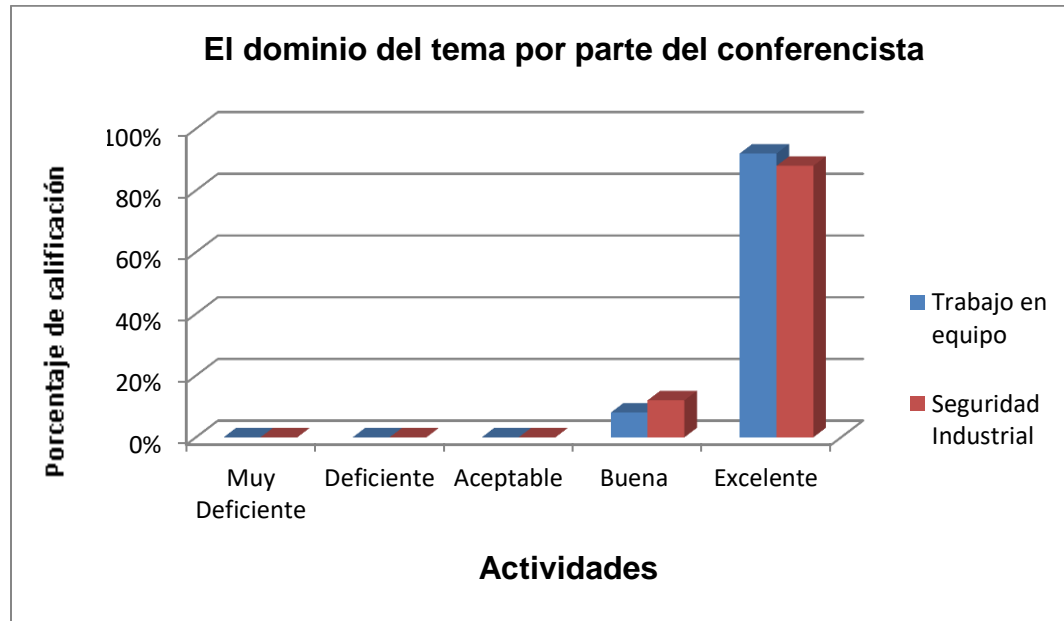
Figura 73. **Contenido de las actividades**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 74, de la pregunta el dominio del tema por parte del conferencista, que la mayoría contestó que era excelente, con lo cual podemos concluir que la capacitación fue un éxito.

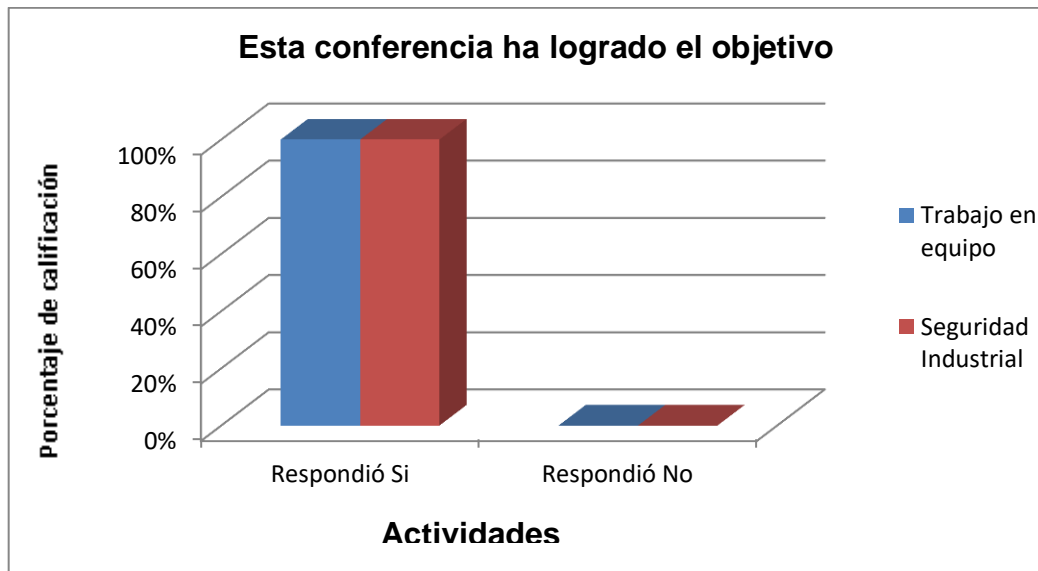
Figura 74. **El dominio del tema por parte del conferencista**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 75, de la pregunta: esta conferencia logró el objetivo, que la mayoría contestó que sí, por lo que se deduce que la conferencia fue bien planificada y desarrollada.

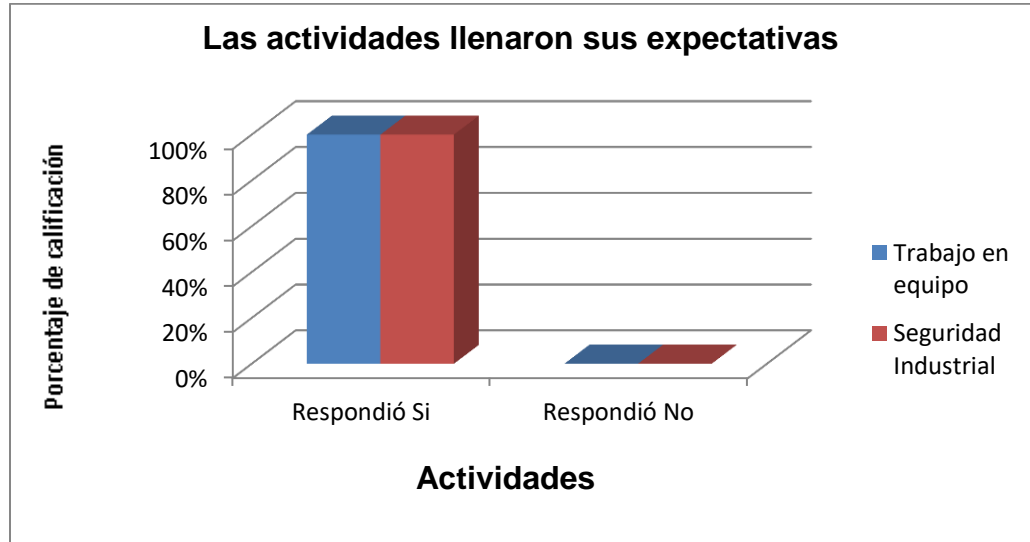
Figura 75. **Esta conferencia ha logrado el objetivo**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 76, de la pregunta las actividades llenaron sus expectativas, que la mayoría contestó que sí, por lo que se deduce que la conferencia estuvo acorde con la actividad laboral.

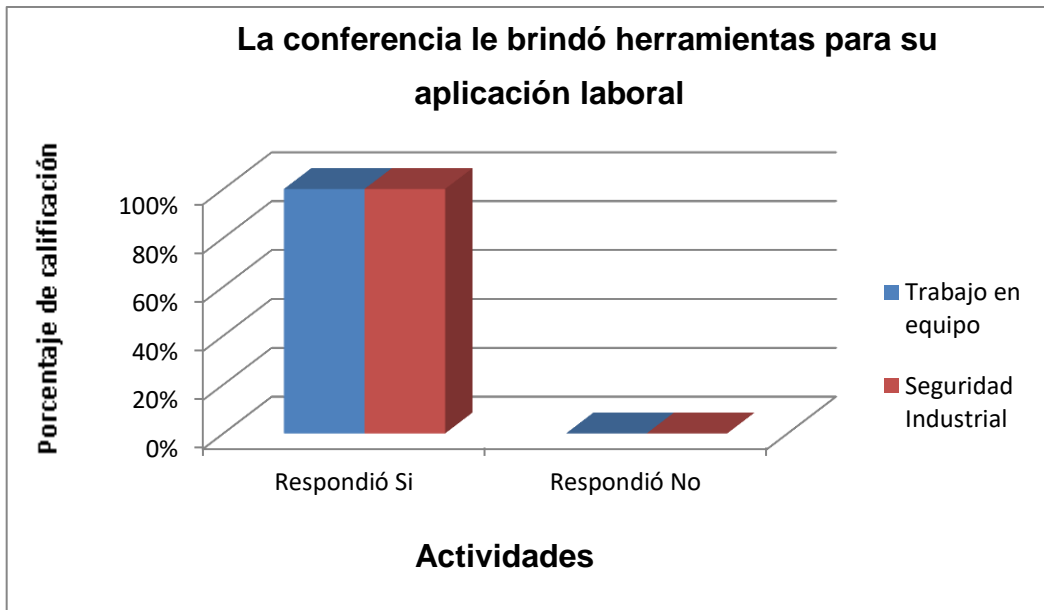
Figura 76. **Las actividades llenaron sus expectativas**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 77, de la pregunta la capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral, que la mayoría contestó que sí, lo cual demuestra que sí se brindaron herramientas para la aplicación en sus labores de los trabajadores de la PTRS.

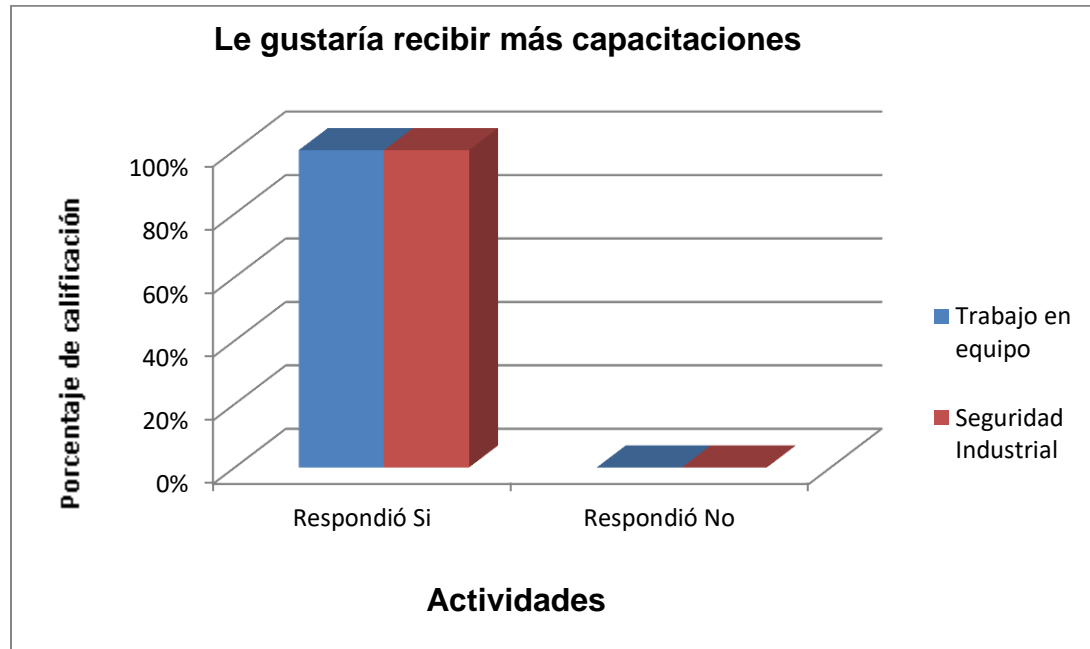
Figura 77. **La capacitación le brindó herramientas para su aplicación laboral**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de las gráficas: se puede observar en la figura 78, de la pregunta, le gustaría recibir más capacitaciones, que la mayoría contestó que sí, por lo que es recomendable tener una retroalimentación constante de las actividades de planta.

Figura 78. **Le gustaría recibir más capacitaciones**



Fuente: elaboración propia.

Sobre la pregunta 11: en qué otro tema le gustaría ser capacitado, respondieron:

- Forma adecuada de recolección de los residuos y desechos sólidos.
- Responsabilidad y compromiso de cada trabajador en su puesto de trabajo.
- Forma adecuada de reciclar los subproductos.

Sobre la pregunta 14: sugerencias o comentarios adicionales relacionados con la capacitación, respondieron:

- El tema fue de mucha utilidad.

- El horario es excelente.

4.6.3. Hojas de evaluación

Se propone que se utilicen los formatos para los estudiantes de colegios o institutos que lleguen a las capacitaciones sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos a la Planta de Tratamiento.

Para los trabajadores de MANCUERNA se propone que se utilicen las tablas elaboradas en los puntos 4.5.1 y 4.6, para las hojas de evaluación de cada participante de las capacitaciones sobre los procesos orientados a la mejora de los servicios públicos municipales.

Con la utilización de los formatos diseñados se logra evaluar los resultados obtenidos en las capacitaciones. Es importante contar con una evaluación para establecer un plan de mejora continua en los servicios de recolección de residuos sólidos domiciliarios.

4.6.4. Hojas de control de asistencia

Se propone que en cada capacitación que se realice, se cuente con una hoja de asistencia para saber los datos de los trabajadores que se presentan a las mismas. Así se podrá analizar el nivel de participación de los empleados y los nombres de las personas que no asisten, y de esa manera generar métodos para incentivar a los trabajadores a que formen parte del proceso de mejora continua. Se presenta a continuación el formato en la tabla siguiente:

CONCLUSIONES

1. Los desechos sólidos que se presentan en San Marcos son con mayor frecuencia desechos inorgánicos. La cantidad de los desechos del camión compactador es de 2913,83 metros cúbicos y la de los desechos del camión municipal es de 3404,62 metros cúbicos; además, la composición de los desechos sólidos es muy variada. Ver tabla XII y tabla XIII.
 - Se observa en la tabla XVI que la recuperación de vidrio blanco es de un 82 %. Es muy elevada en comparación con las demás clases de vidrio; además podemos observar en la tabla XVIII que el PET tipo cristal es de un 49,32 %, por lo cual, con respecto a los demás plásticos, es el que mayores ingresos aporta a la planta.
2. Se documentaron los procedimientos actuales en el proceso de recolección de residuos sólidos y se elaboraron formatos para el control de estos, los cuales se muestran de las figuras de la 39 a la 45.
3. Se crearon tablas para controlar el ingreso de los residuos sólidos a la planta y la recuperación de los subproductos recuperados para comercializarse, las cuales se muestran en las tablas VI a la XX.
4. Se documentó con diez planos, que se muestran en las figuras de la 27 a la 36, los recorridos de las rutas propuestas de los vehículos

compactador y separativo de recolección de basura domiciliar. En los planos se pueden observar los puntos de referencia.

5. Se hizo una reestructuración de las rutas de recolección, la cual se puede observar en la tabla XXXIII, a modo de que el consumo de gasolina disminuyera por ruta y así se lograrán mayores beneficios con los mismos insumos.
6. Los productos recuperados en la PTRS son de mejor calidad, esto se debe a la aplicación de los procesos y procedimientos de control de cada subproducto recuperado.
7. Mediante capacitaciones dirigidas al personal de la PTRS que participaron en las presentaciones, se observaron mejoras constantes, pero este proceso necesita ser motivado por coordinadores de cada área.
8. Se elaboraron trífolios para los alumnos de las escuelas de cómo cuidar el medio ambiente y de cuáles son los tipos de contaminación más frecuentes.
9. Los trífolios elaborados, sobre la regla de las 3R de la ecología, fueron una buena herramienta para educar a los alumnos del nivel primario del área urbana de San Marcos.

RECOMENDACIONES

1. Comunicar al gerente de MANCUERNA esta información para que otras municipalidades tomen la información requerida para implementarla en sus municipios.
2. Al Ministerio de Educación se le recomienda implementar una unidad de estudio para promover la educación ambiental, de tal manera que se fomente la idea conservacionista en los niños desde pequeños para que tomen conciencia del daño que se le hace al planeta al no darle el seguimiento adecuado a los residuos sólidos.
3. Mejorar la comunicación entre la Municipalidad y los usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos para sumar nuevos usuarios y para que no existan dificultades a la hora de expandirse.
4. Invitar a participar a los vecinos en las actividades relacionadas con el manejo de residuos sólidos domiciliarios.
5. A MANCUERNA se le recomienda implementar las nuevas rutas de recolección propuestas con el fin de ahorrar combustible y evitar gastos innecesarios.
6. Al jefe de la Planta de Tratamiento se le recomienda implementar los formatos creados en este trabajo para llevar un mejor control de los procesos de recolección de residuos sólidos.

7. Capacitar al personal de la Planta de Tratamiento en cada uno de los procesos para que estén calificados para cuando se requiera cubrir un puesto.

BIBLIOGRAFÍA

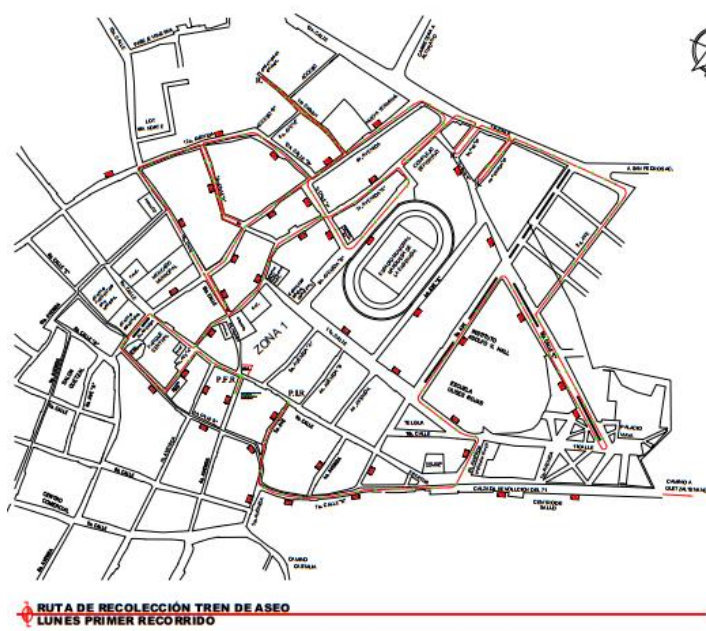
1. Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de la República de Guatemala, Guatemala. 1985.
2. Código Municipal, código (Decreto Número 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala).
3. De León Gutiérrez, Edel Judith. Diseño de tecnificación de la Planta de tratamientos primarios de residuos sólidos de la Municipalidad de San Marcos, departamento de San Marcos. Agosto de 2014.
4. Haddad, José. Módulo de disposición final de residuos sólidos.
5. INE (Instituto Nacional de Estadística). XI Censo de Población VI de habitación, Guatemala, 2002.
6. Jaramillo, Jorge. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Estados Unidos 1991.
7. Ley de Protección al Medio Ambiente, (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93).
8. Mayén, Gustavo. Diagnóstico de los desechos principales en Guatemala. Guatemala: OPS, 1994.

9. Monzón López Edelman. Trabajo de graduación. USAC Facultad de ingeniería, Propuesta de recolección y manejo de los desechos sólidos generados en el municipio de Quetzaltenango, departamento de Quetzaltenango. 1995.
10. Orozco Amado. Desechos sólidos. Una aproximación racional para su recolección, transporte y disposición. Universidad de Antioquía.
11. Ramos Velázquez, Henry Alexander. Propuesta para el manejo de los desechos sólidos residenciales generados en el área urbana del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2009. 85 p.
12. Rodríguez Arango, Douglas Alejandro. Trabajo de graduación: Caracterización de los residuos sólidos residenciales generado en el área urbana del municipio de Quetzaltenango, Departamento de Quetzaltenango. USAC Facultad de Ingeniería año 2002.

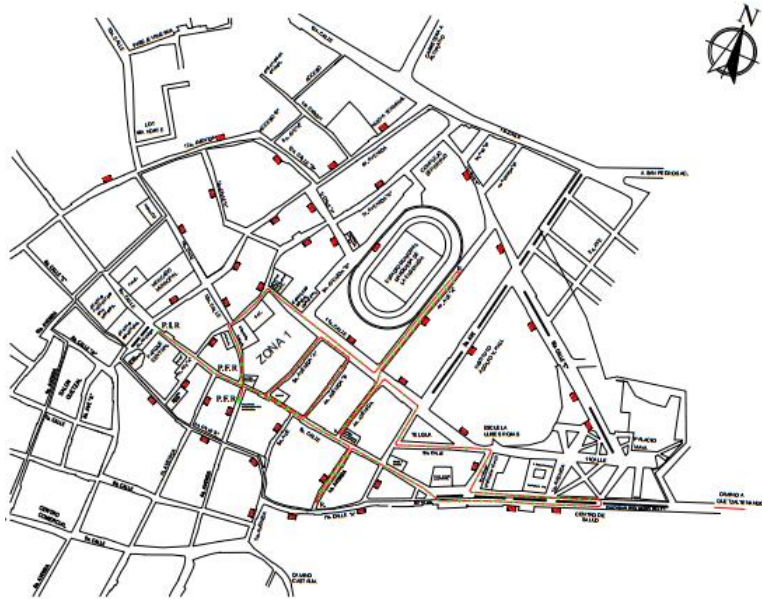
APÉNDICE

Apéndice 1: Rutas del vehículo recolector de basura,

Lunes, ruta 1: actual (Ver inciso 2.1.7)



Lunes, ruta 2: actual



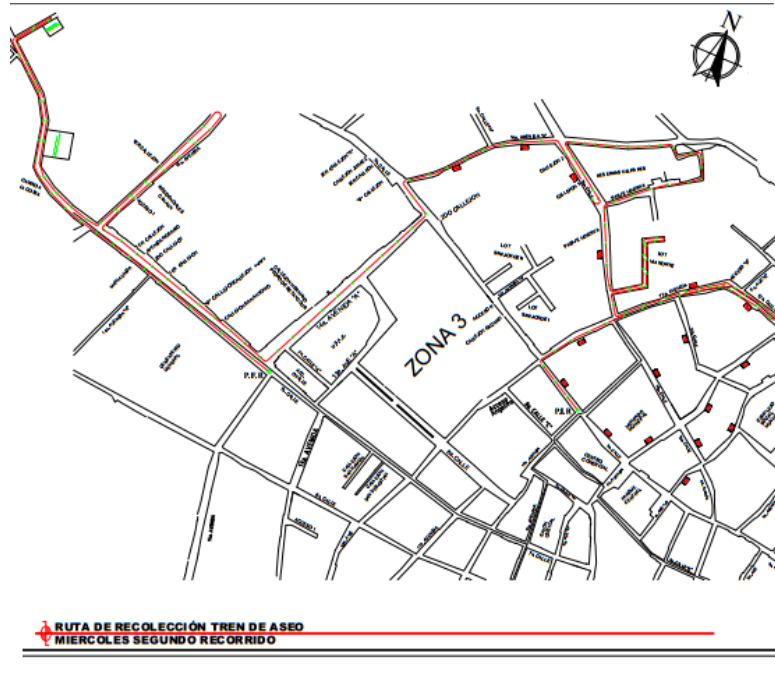
RUTA DE RECOLECCIÓN TREN DE ASEO
LUNES SEGUNDO RECORRIDO

Martes, ruta 1: actual

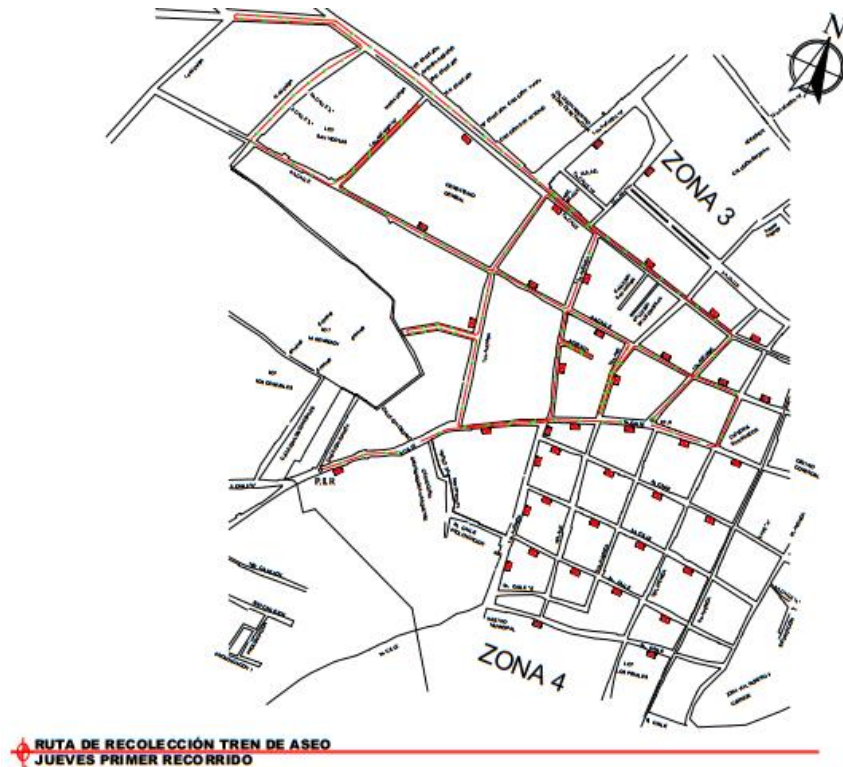


RUTA DE RECOLECCIÓN TREN DE ASEO
MARTES PRIMER RECORRIDO

Miércoles, ruta 2: actual



Jueves, ruta 1: actual

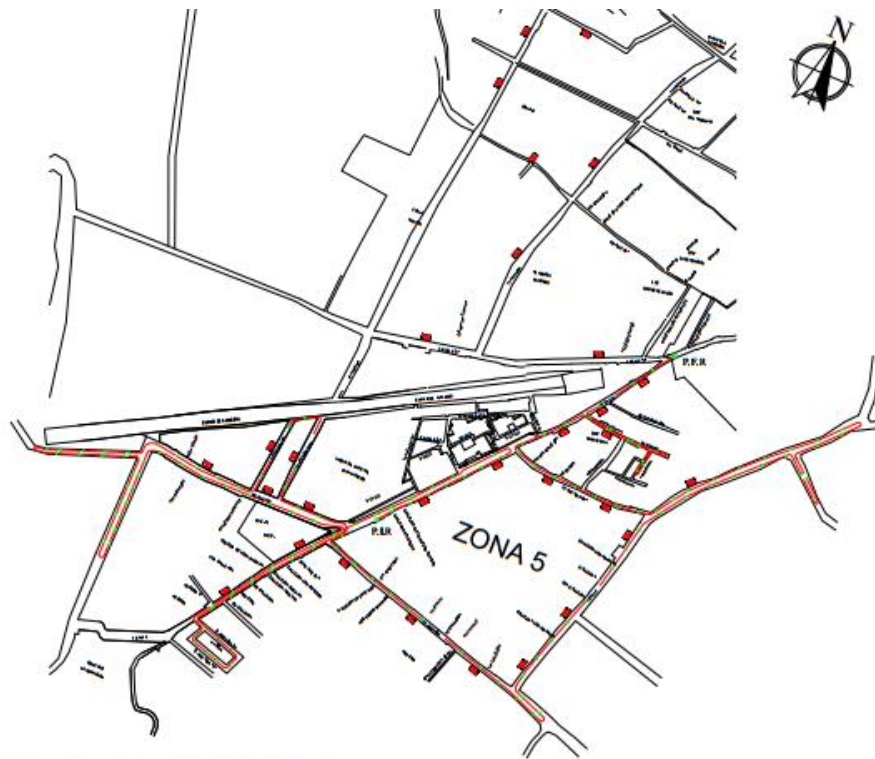


Jueves, ruta 2: actual



**RUTA DE RECOLECCIÓN TREN DE ASEO
JUEVES SEGUNDO RECORRIDO**

Viernes, ruta 1: actual



**RUTA DE RECOLECCIÓN TREN DE ASEO
VIERNES PRIMER RECORRIDO**

Viernes, ruta 2: actual

